



ORKUSTOFNUN

Auðlindadeild

**Yfirlit rannsókna á
jarðhitasvæðinu
í Krýsuvík**

Almenna verkfræðistofan hf.

Unnið fyrir Orkustofnun

2001

OS-2001/041

Almenna verkfræðistofan hf.

Yfirlit rannsókna á jarðhitasvæðinu í Krýsuvík

Unnið fyrir Orkustofnun

OS-2001/041

Júní 2000

ISBN 9979-68-077-6

Orkustofnun – Rannsóknasvið

Reykjavík: Grensásvegi 9, Rvk. – Sími 569 6000 – Fax 568 8896

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími 463 0957 – Fax 463 0999

Netfang: os@os.is – Veffang: <http://www.os.is>



Skýrsla nr: OS-2001/041	Dags: Júní 2001	Dreifing: <input type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Yfirlit rannsókna á jarðhitasvæðinu í Krýsuvík	Upplag: 25	
	Fjöldi síðna: 29	
Höfundar: Almenna verkfræðistofan hf.	Verkefnisstjóri: Valgarður Stefánsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Rannsókn háhitasvæðis, yfirlit	Verknúmer: 3-720111	
Unnið fyrir: Orkustofnun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Tekið er saman yfirlit um rannsóknir sem gerðar hafa verið á háhitasvæðinu í Krýsuvík og helstu niðurstöður þeirra. Mörkum svæðisins er lýst og skiptingu þess í undirsvæði. Útbreiðsla jarðhita á yfirborði á svæðinu í heild er vel þekkt en rannsóknir benda til að skipta megi svæðinu í tvö aðaljarðhitasvæði með aðskilið uppstreymi, þ.e. jarðhitasvæðið í Sveifluhálsi og við suðurenda Kleifarvatns annars vegar og í norðanverðum Núpshlíðarhálsi hins vegar. Uppstreymissvæði jarðhitans á Krýsuvíkursvæðinu er ekki þekkt og er það helsta eyðan í þekkingu á jarðhitasvæðunum. Tæknilega vinnanlegur jarðvarmi var 1985 talinn samsvara um 300 MW af raforku í 50 ár. Ekki er unnt að leggja mat á vinnslueiginleika svæðisins vegna mjög takmarkaðra upplýsinga. Lagt er til að næstu tvær rannsóknarholur á Krýsuvíkursvæði verði boraðar við Austurengjahver og suður af Hveradal.		
Lykilorð: Háhitasvæði, lýsing, rannsóknir, jarðfræði, efnafræði, jarðeðlisfræði, höggun, undirsvæði, vinnslugeta, Krýsuvík	ISBN-númer: 9979-68-077-6	
	Undirskrift verkefnisstjóra:	
	Yfirlit af: VS. PI	

Ágrip

Með tilkomu laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu hefur komið upp þörf á samantekt á þeirri þekkingu sem fyrir hendi er um jarðhitasvæðið í Krýsuvík.

Útbreiðsla jarðhita á yfirborði á svæðinu í heild er vel þekkt. Á nærfellt öllu svæðinu er um að ræða gufu- og leirhverfi. Rannsóknir benda til að Krýsuvíkursvæðinu megi skipta upp í tvö meginjarðhitasvæði með aðskilið uppstreymi, annars vegar jarðhitasvæðið í Sveifluhálsi og við suðurenda Kleifarvatns og hins vegar í norðanverðum Núpshlíðarhálsi.

Jarðhitinn sunnan við Kleifarvatn og í Sveifluhálsi er að mestu leyti í eigu Hafnarfjarðarbæjar. Meginhlutar Móhalsadals og Núpshlíðarháls eru í eigu ríkisins. Vestan við Núpshlíðarháls eru landeigendur fleiri og þörf á nákvæmum kortum til að ljóst sé hvar merki liggja nákvæmlega og landamerki Grindavíkurbæjar og Vatnsleysustrandarhrepps hafa verið umdeild um langt skeið. Mestur hluti jarðhitasvæðisins í Krýsuvík liggur innan Reykjanesfólkvangs.

Uppstreymissvæði jarðhita á Krýsuvíkursvæðinu er ekki þekkt og er það helsta og mesta eyðan í þekkingu á jarðhitasvæðunum.

Talið er eðlilegt að áfallinn kostnaður við jarðfræði-, jarðefnafræði- og jarðeðlisfræðirannsókir skiptist jafnt á meginjarðhitasvæðin tvö en borkostnaður skiptist milli svæðanna þannig að 30% kostnaðar falli á svæðið í norðanverðum Núpshlíðarhálsi og 70% á svæðið í Sveifluhálsi og við suðurenda Kleifarvatns.

Efnisyfirlit

1	<i>Inngangur</i>	5
2	<i>Héraðslýsing</i>	6
2.1	Almenn landslagslýsing	6
2.2	Landamerki	6
2.3	Náttúruvernd	8
2.3.1	Reykjanesfólkvangur	8
2.3.2	Keilir og Höskuldarvellir	8
3	<i>Yfirlit um jarðhitarannsóknir</i>	9
3.1	Upphafið – Eggert og Bjarni	9
3.2	Boranir 1941-1951	9
3.3	Boranir 1960	9
3.4	Borun 1964	9
3.5	Krýsuvíkuráætlun 1970–1971	9
3.6	Rannsóknir á níunda áratugnum	11
3.7	Rannsóknir fyrir Lindalax hf. 1986	11
3.8	Viðnámsmælingar o.fl. 1997-1999	12
4	<i>Jarðfræði</i>	13
4.1	Berggrunnur	13
4.2	Yfirborðsjarðhiti	13
4.3	Ummyndun	14
4.4	Eldfjallafræði	15
4.5	Höggun	15
4.6	Borholujarðfræði	16
4.7	Jarðsaga	16
5	<i>Efnahitamælar og efnafræði gufu</i>	17
6	<i>Jarðeðlisfræði</i>	17
6.1	Viðnámsmælingar	17
6.2	Segulmælingar	17
6.3	Þyngdarmælingar	18
6.4	Borholumælingar	18
7	<i>Uppstreymi jarðhita og tektónískar óreglur</i>	18
7.1	Tektónískar óreglur	18

7.2	Eldvirkni	18
8	<i>Einstakir hlutar jarðhitasvæðisins</i>	19
8.1	Sveifluháls-Austurengjahver	19
8.2	Kleifarvatn við Syðri-Stapa	20
8.3	Köldunámur – Leynihver	20
8.4	Sandfell.....	20
8.5	Hverinn eini	20
8.6	Sog – Oddafell	21
8.7	Trölladyngja – Eldborg	21
9	<i>Skipting í undirsvæði</i>	21
9.1	Sveifluháls – Austurengjahver	21
9.2	Trölladyngja – Hverinn eini.....	22
9.3	Sandfell og önnur minni svæði.....	22
10	<i>Uppstreymissvæði – hugmyndalíkan</i>	22
10.1	Sveifluháls – Austurengjahver.....	22
10.2	Trölladyngja – Hverinn eini.....	24
11	<i>Vinnslugeta</i>	25
12	<i>Vinnslueiginleikar og nýtingarmöguleikar</i>	25
13	<i>Skipting rannsóknarkostnaðar</i>	25
13.1	Sveifluháls – Austurengjahver	25
13.2	Trölladyngja – Hverinn eini.....	26
13.3	Skipting kostnaðar	26
14	<i>Eyður í þekkingu</i>	26
15	<i>Næstu rannsóknarholur</i>	26
16	<i>Heimildir</i>	27

Tölur og myndir

1. tafla.	<i>Hæstu gildi fyrir efnahita í Sveifluhálsi og Trölladyngju</i>	17
1. mynd.	<i>Landamerki á Krýsuvíkursvæði</i>	7
2. mynd.	<i>Jarðhiti og ummyndun á Krýsuvíkursvæði</i>	14
3. mynd a.	<i>Hitadreifing í berggrunni á Krýsuvíkursvæði</i>	23
3. mynd b.	<i>Streymi vatns í berggrunni á Krýsuvíkursvæði. Líkanhugmynd.</i>	23
4. mynd.	<i>Líkanhugmynd af jarðhitasvæðinu sunnan við Kleifarvatn</i>	24

1 Inngangur

Í október síðastliðinn gerðu Auðlindadeild Orkustofnunar og Almenna verkfræðistofan hf. með sér samning þess efnis að Almenna verkfræðistofan tæki saman yfirlitsskýrslu um jarðhitalega þekkingu á jarðhitasvæðinu í Krýsuvík. Tímamörk verksins voru þau að ljúka skyldi verkinu þann 15. janúar 2001. Ekki tókst að standa við þau tímamörk, m.a. vegna þess að lengri tíma þurfti til að afla nauðsynlegra gagna en gert hafði verið ráð fyrir.

Forsenda verksins er að með tilkomu laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu hefur komið upp þörf á samantekt á þeirri þekkingu sem fyrir hendi er um jarðhitasvæðið í Krýsuvík. Með þessu verki er ætlað að bæta úr þeirri þörf. Samkvæmt samningi skal fjallað um eftirtalin atriði í yfirlitsskýrslunni. Upptalningin er ekki tæmandi, heldur sett fram sem viðmiðun. Umsjónarmenn verkkaupa og verktaka hafa síðan tekið ákvarðanir um endanlegt innihald skýrslunnar.

- Hvaða hugmyndalíkan (conceptual model) fellur best að þeim mælingum og athugunum sem liggja fyrir um svæðið?
- Hver er „eðlileg“ skipting á Krýsuvíkursvæðinu í undirsvæði? Skulu það vera tvö, þrjú eða fleiri undirsvæði? Nú er helst notast við tvískiptinguna: Trölladyngja-Sandfell og Sveifluháls-Austurengjahver. Er þessi skipting í lagi – eða er önnur skipting heppilegri.
- Er hægt að skilgreina eitthvað (eða einhver) „uppstreymissvæði“ á Krýsuvíkursvæðinu?
- Almenn héraðslýsing. Stjórnsýslumörk, eignarhald á landi og eignarhald á jarðhitaréttindum, fólkvangur, þjóðlendur.
- Upptalning á þeim rannsóknum sem fram hafa farið á svæðinu, og þá sérstaklega á þeim rannsóknum sem ríkið hefur kostað. Þessi upptalning ætti að vera nokkuð víðtæk og spanna eðlilegar jarðhitarannsóknir (jarðfr. jarðefnafr. jarðeðlisfr. jarðskjálftar, grunnvatn o.s.frv.) en einnig að taka til almennra umhverfisþátta (náttúrufar, gróðurkort o.s.frv.).
- Ef eðlilegt er að skipta Krýsuvíkursvæðinu í undirsvæði, er þá hægt með góðu móti að skipta rannsóknarkostnaði niður á undirsvæði?
- Ekki er gert ráð fyrir að í skýrslu verði beinlínis endursögn á rannsóknarniðurstöðum, heldur verði aðeins vitnað í birt gögn um svæðið. Ef það er hins vegar svo að hægt sé að slá saman niðurstöðum úr mörgum stöðum í eina heildstæða mynd (t.d. að búa til eitt viðnámskort af öllu svæðinu) er rétt að gera það. Viðkomandi stoðdeildir OS hjálpa til við slíka vinnu.
- Hverjir eru vinnslueiginleikar jarðhitans í Krýsuvík? Hvernig verður heppilegast að nýta orkuna?
- Hver er væntanleg vinnslugeta Krýsuvíkursvæðisins og hvernig skiptist hún á milli undirsvæða?
- Eru einhver „göt“ í fyrirliggjandi upplýsingum um Krýsuvíkursvæðið?
- Liggur það ljóst fyrir hvar ætti að bora næstu 2-3 rannsóknar- og/eða vinnsluholur á Krýsuvíkursvæði?

Umsjónaraðili af hálfu Orkustofnunar var Valgarður Stefánsson en Sigmundur Einarsson af hálfu Almennu verkfræðistofunnar hf.

2 Héraðslýsing

2.1 Almenn landslagslýsing

Landslag á því svæði sem hér er til umfjöllunar undir samheitinu Krýsuvíkursvæði einkennist einkum af ungum hraunaflákum og tveimur löngum en fremur lágum móbergshryggjum. Móbergshryggirnir, sem stefna norðaustur-suðvestur, eru Sveifluháls, einnig nefndur Austurháls, og Núpshlíðarháls, einnig nefndur Vesturháls. Þeir eru um 1 km breiðir og rísa 100–200 m yfir hraunbreiðurnar með hæstu toppa í liðlega 300 m hæð yfir sjó. Suðvesturendi hálsanna liggur fáeina kílómetra frá suðurströnd Reykjanesskaga og þaðan teygja þeir sig til norðausturs. Núpshlíðarháls endar í Trölladyngju og Grænudyngju inni á miðjum skaganum en eystri móbergshryggurinn liggur norður fyrir Kleifarvatn allt að Helgafelli ofan Hafnarfjarðar. Heitir suðvesturhlutinn Sveifluháls norður fyrir Kleifarvatn en framhald hans til norðausturs heitir Undirhlíðar. Milli Sveifluháls og Núpshlíðarháls er um 2 km breiður dalur, Móhálsadalur, og er hann að mestu þakinn ungum mosagrónum hraunum. Svæðið næst Núpshlíðarhási að vestan einkennist einnig af hraunflákum.

Hálsarnir eru lítt grónir nema í næsta nágrenni við jarðhitasvæði, virk eða kulnuð og á þeim svæðum eru nokkur lítil stöðuvötn uppi í hálsunum. Rennandi vatn á yfirborði er bundið við þétt jarðlög jarðhitasvæðanna og næst þeim hafa lækirnir víða fyllt hraunin með framburði úr móbergshálsunum og myndað grasi gróna velli, s.s. Höskuldavelli og Selsvelli vestan við Núpshlíðarháls og Lækjarvelli og Vigdísarvelli í Móhálsadal. Austan við Sveifluháls er Kleifarvatn en sunnan við vatnið tekur við mishæðótt land með eldri berggrunni. Þar er gróður meiri en á öðrum hlutum jarðhitasvæðisins.

2.2 Landamerki

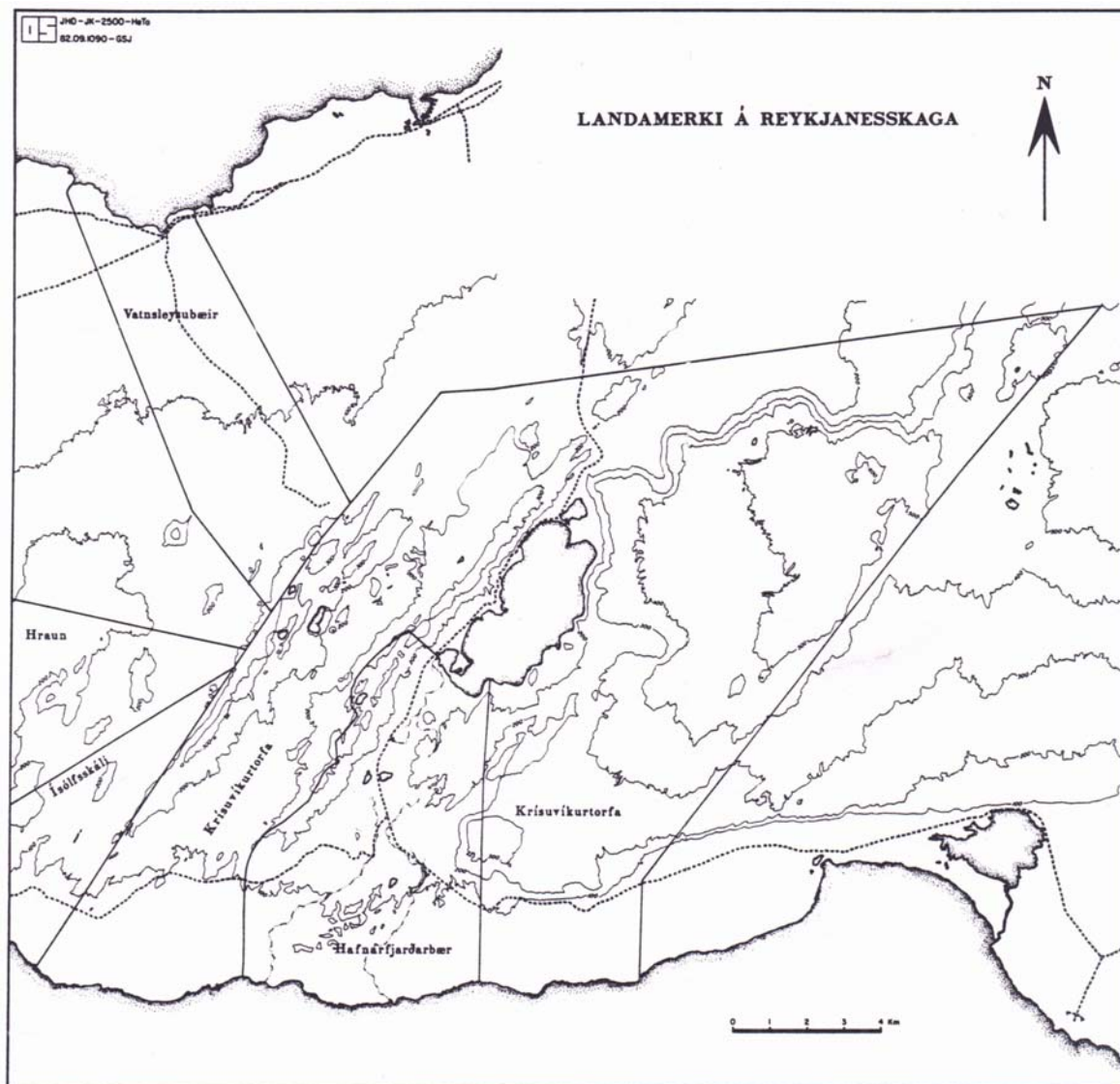
Leitað var símleiðis til embættis Sýslumannsins í Keflavík eftir upplýsingum um landamerki og landeigendur á jarðhitasvæðunum á Krýsuvíkursvæði. Að sögn starfsmanns Sýslumannsembættisins er mikil vinna að ganga úr skugga um þessi atriði en hann benti jafnframt á að Hitaveita Suðurnesja hefði nýlega látið kanna þetta mál. Hitaveitustjóri hefur staðfest að þessar upplýsingar hafi Hitaveita Suðurnesja látið taka saman með ærnum tilkostnaði. Í skýrslu Orkustofnunar „Áætlun um skipulega rannsókn á háhitasvæðum landsins“ (Valgarður Stefánsson o.fl. 1982) er kafli um eignarrétt háhitasvæða. Þar er m.a. gerð grein fyrir landamerkjum á Krýsuvíkursvæði (1. mynd) og kemur fram að jarðhitinn sunnan við Kleifarvatn og í Sveifluhálsi er að mestu leyti innan þess hluta lands Krýsuvíkurtorfu sem er í eigu Hafnarfjarðar. Meginhlutar Móhálsadals og Núpshlíðarháls liggja innan þess hluta lands Krýsuvíkurtorfu sem er í eigu ríkisins. Vestan við Núpshlíðarháls eru landeigendur fleiri og þörf á nákvæmum kortum til að ljóst sé hvar merki liggja nákvæmlega. Landamerki Grindavíkurbæjar og Vatsleysustrandarhrepps hafa verið umdeild um langt skeið.

Um einstaka hluta jarðhitasvæðisins virðist eftirfarandi ljóst:

- a) Jarðhitasvæðið norðan við Trölladyngju er á mörkum þriggja jarða, Krýsuvíkurtorfu (þess hluta sem er í eigu ríkisins) í Grindavíkurbæ,

Vatnsleysubæja í Vatnsleysustrandarhreppi og Hvassahrauns (í eigu Hitaveitu Suðurnesja) í Vatnsleysustrandarhreppi.

- b) Jarðhitasvæðið sem nær frá Sogum að Oddafelli er á mótum landa Krýsuvíkurtorfu (hluti í eigu ríkisins) í Grindavíkurbæ og Vatnsleysubæja í Vatnsleysustrandarhreppi. Mörkin eru jafnframt mörk sveitarfélaga og eru umdeild eins og fram hefur komið.
- c) Jarðhitasvæðið við Hverinn eina er í landi Þórustaða (í eigu Hitaveitu Suðurnesja) í Vatnsleysustrandarhreppi.
- d) Jarðhitasvæðið við Sandfell er að mestu í landi Ísólfskála í Grindavíkurbæ en nyrsti hluti þess gæti teygst sig inn á land Hrauns í sama sveitarfélagi.
- e) Jarðhitasvæðið við Sveifluháls er allt í landi Krýsuvíkurtorfu og er meginhlutinn innan þess svæðis sem er í eigu Hafnarfjarðarbæjar. Sá hluti jarðhitasvæðisins sem liggur úti í Kleifarvatni er í eigu ríkisins, einnig vestustu hverirnir í Sveifluhálsi svo og Leynihver.



1. mynd. Landamerki á Krýsuvíkursvæði (Valgarður Stefánsson o.fl. 1982).

2.3 Náttúruvernd

2.3.1 Reykjanesfólkvangur

Með auglýsingu nr. 520/1975 í B-deild Stjórnartíðinda stofnaði Náttúruverndarráð (nú Náttúruvernd ríkisins), að fengnu samþykki menntamálaráðuneytisins, Reykjanesfólkvang að fenginni tillögu borgarstjórnar Reykjavíkur, bæjarstjórna Kópavogs, Seltjarnarness, Hafnarfjarðar, Keflavíkur og Grindavíkur, hreppsnefnda Garðahrepps, Njarðvíkurhrepps og Selvogshrepps. Mestur hluti jarðhitasvæðisins í Krýsuvík liggur innan fólkvangsins en vesturmörk hans eru skammt vestan undir Núpshlíðarhálsi.

Vestustu hlutar Krýsuvíkursvæðisins, þ.e. jarðhitinn við Oddafell, Hverinn eini og Sandfell, eru utan við fólkvanginn. Í reglum um fólkvanginn segir m.a. að allt jarðrask sé bannað innan fólkvangsins nema leyfi Náttúruverndar ríkisins komi til. Undanskilin er hagnýting jarðhita, t.d. í Krýsuvík, og mannvirkjagerð í því sambandi. Skv. 38. gr. laga um nr. 44/1999 þarf leyfi Náttúruverndar ríkisins til framkvæmda þar sem hætta er á að spillt verði friðlýstum náttúruminum. Tekið er fram af hálfu sveitarfélaganna allra að með stofnun fólkvangsins telja þau ekki á neinn hátt raskað eignarrétti að landi því sem fólkvangurinn tekur til. Einnig kemur fram að vafi sé talinn leika á hver séu mörk Grindavíkurbæjar og Vatnsleysustrandarhrepps.

2.3.2 Keilir og Höskuldarvellir

Keilir og Höskuldarvellir eru á náttúruminjaskrá. Mörk svæðisins eru um Keili að vestan, Markhelluhól að norðan, fylgja síðan vesturmörkum Reykjanesfólkvangs á móts við Hverinn eina, þaðan um Driffell í Keili. Innan þessa svæðis er jarðhitinn við Oddafell og við Hverinn eina.

3 Yfirlit um jarðhitarannsóknir

3.1 Upphafið – Eggert og Bjarni

Upphaf rannsókna á jarðhitasvæðinu í Krýsuvík má rekja aftur til ársins 1756. Þá voru Eggert Ólafsson og Bjarni Pálsson þar á ferð en þeir voru meðal helstu boðbera upplýsingastefnunnar hér á landi. Þeir félagar könnuðu jarðhitann í Sveifluhálsi austanverðum og boruðu þar m.a. 32 feta djúpa rannsóknarholu. Rannsóknirnar breyttu ekki þeirra fyrri skoðunum á uppruna jarðhitans, þ.e. að hann væri ekki kominn úr iðrum jarðar heldur skapaðist á nokkurra feta og í mesta lagi nokkurra faðma dýpi í jörðinni (Eggert Ólafsson 1975).

3.2 Boranir 1941-1951

Milli 15 og 20 grunnar holur voru boraðar í nágrenni Krýsuvíkur á árunum 1941-1951, líklega allar innan við 200 m djúpar. Ekki liggja fyrir nákvæmar upplýsingar um þessar boranir, en tilgangurinn með þeim var að afla gufu til rafmagnsframleiðslu fyrir Hafnarfjörð og voru þær kostaðar af bæjarsjóði Hafnarfjarðar og Rafveitu Hafnarfjarðar (Ásgeir Guðmundsson 1983, Halldór Ármannsson og Sverrir Þórhalls-son 1996).

Ein þessara holna, stundum nefnd Drottningarholan, sem boruð var í Seltúni árið 1949, blés allt til ársins 1999. Talið er að hún hafi sofnað snemma í október það ár en þann 25. október varð feikna mikil gufusprengring í holunni. Talið er að holan hafi stíflast vegna útfellinga og að úr sér genginn holubúnaðurinn hafi gefið sig þegar þrýstingur byggðist að nýju upp í aðfærsluæðum holunnar sem hafði blásið samfellt í 50 ár.

3.3 Boranir 1960

Í framhaldi af viðræðum Hafnarfjarðarbæjar og Reykjavíkurborgar um hitaveitu frá Krýsuvík til Hafnarfjarðar og Reykjavíkur voru boraðar þrjár holur í næsta nágrenni Krýsuvíkur árið 1960. Til verksins var notaður nýr jarðbor, Gufubor ríkisins og Reykjavíkurborgar. Holurnar urðu 1275, 1220 og 329 m djúpar. Ekki var settur raufaður leiðari í holurnar og hrundu þær þegar þeim var hleypt í blástur. Áður höfðu fengist upplýsingar um jarðlög og hita í holunum. Niðurstöður borananna ollu nokkrum vonbrigðum þar sem mestur hiti í holunum reyndist á 300–400 dýpi, 200–225°C, en neðar fór hitinn lækkandi. Boranirnar voru kostaðar af ríkissjóði (Ásgeir Guðmundsson 1983, Halldór Ármannsson og Sverrir Þórhalls-son 1996). Þessar þrjár holur hafa í umfjöllun um rannsóknir yfirleitt verið nefndar hola 1, 2 og 3 og í seinni tíð KR-1, KR-2 og KR-3.

3.4 Borun 1964

Árið 1964 var boruð 300 m djúp hola í Krýsuvík til vatns- og gufuöflunar fyrir gróðurhús á staðnum. Þessi hola hefur verið nefnd hola 4 eða KR-4.

3.5 Krýsuvíkuráætlun 1970–1971

Árið 1970 hófst á vegum Orkustofnunar kerfisbundin rannsókn á Krýsuvíkursvæðinu í kjölfar fimm ára áætlunar sem stofnunin hafði gert um rannsókn háhitasvæða. Í áætluninni var Krýsuvíkursvæði skilgreint þannig að það náði yfir jarðhitasvæðin í

Krýsuvík og nágrenni, þ.e. við Trölladyngju og milli Sveifluháls og Núpshlíðarháls (Stefán Arnórsson og Stefán Sigurmundsson 1970).

Tilgangurinn var að kanna útbreiðslu heits bergs og vatns á svæðinu, berghita, vatnsforða heita bergsins og gegndrægni þess, en niðurstöður slíkrar könnunar voru taldar nauðsynleg undirstaða fyrir raunhæfar áætlanir um nýtingu jarðvarma í stórum stíl. Í heildarskýrslu Jarðhitadeildar Orkustofnunar um rannsókn jarðhitans á Krýsuvíkursvæði (Stefán Arnórsson o.fl. 1975) er gerð ítarleg grein fyrir niðurstöðum rannsóknanna sem voru m.a. jarðfræðikortlagning, mælingar á smáskjálftum, jarðsveiflumælingar, viðnámsmælingar, segulmælingar, þyngdarmælingar, efnafræði jarðhitavatns, boranir og borholurannsóknir.

Þrjár rannsóknarholur voru boraðar árið 1971 og ein til viðbótar árið 1972. Hóla 5 (KR-5) við suðurenda Kleifarvatns varð 816 m djúp, hola 6 (KR-6) norðan við Trölladyngju varð 843 m djúp og hola 7 (KR-7) við Djúpavatn varð 931 m djúp. Hóla 8 (KR-8) var boruð 1972 við Ketil vestan undir Sveifluhálsi og varð hún 930 m djúp.

Sem fyrr var borað niður í gegnum hæsta hitann í öllum borholunum og voru settar fram þrjár skýringar á því:

- (1) Uppstreymi á miklu dýpi undir svæðinu og þaðan skástreymi í átt til yfirborðs til allra hliða, meira eða minna.
- (2) Aðskilin uppstreymissvæði, líklega eitt undir Sveifluhálsi og annað undir Trölladyngju og lárétt streymi út frá þeim á tiltölulega litlu dýpi. Lárétta streymið leiðir til myndunar á sveplaga massa af heitu vatni og bergi ofan á uppstreyminu.
- (3) Dvínandi hitagjafi undir svæðinu án verulega minnkaðs rennslis inn í það neðan frá. Þetta leiðir til lækkunar á hita vatnsins í rötum jarðhitakerfisins og eykur líkur á kólnun ofan frá.

Höfundar skýrslunnar töldu skýringu (1) ekki koma til álita þar sem hola 8 fór einnig í gegnum hæsta hitann en hún var talin staðsett í miðju megineldstöðvarinnar í Krýsuvík. Ekki var talið unnt að skera úr um það með fyrirbyggjandi þekkingu hvort skýring (2) eða (3) ætti betur við um Krýsuvíkursvæðið eða hvort einhverjir aðrir þættir réðu hinum viðsnúnu hitaferlum í borholunum. Hátt eðlisviðnám djúpt undir jarðhitasvæðinu var talið geta stafað af lágum hita eða litlum poruhluta og fremur talið styðja hugmyndina um dvínandi hitagjafa.

Í grein Stefáns Arnórssonar o.fl. (1975) um rannsóknirnar á Krýsuvíkursvæðinu koma fram sömu niðurstöður nema hvað tilgáta (1) hefur verið felld út.

Þessar niðurstöður ollu ekki síður vonbrigðum en niðurstöður borananna árið 1960 og hafa vafalítið ýtt undir það að ekki varð af frekari rannsóknum á svæðinu um sinn og áhugi stjórnvalda og annarra beindist að öðrum jarðhitasvæðum.

3.6 Rannsóknir á níunda áratugnum

Um 1980 var enn farið að huga að jarðhitanum á Krýsuvíkursvæðinu. Frá því að rannsóknnum á Krýsuvíkursvæðinu lauk hafði mikil reynsla fengist af rannsóknnum á háhitasvæðinum við Kröflu og í Svartsengi.

Í erindi á ráðstefnu Jarðfræðafélags Íslands haustið 1980 kynnti Valgarður Stefánsson líkanhugmynd af svæðinu byggða á endurskoðun rannsóknargagna frá Krýsuvík. Valgarður segir að viðsnúnir hitaferlar séu tákni um lárétt streymi í bergi og telur að hitadreifing í borholum bendi til að uppstreymi sé annars vegar austan við Seltún í Krýsuvík og hins vegar við Trölladyngju en niðurstreymi á milli svæðanna, þ.e. í Móhálsadal. Hér er í raun endurvakin skýring (2) frá Krýsuvíkuráætlun og hún talin eiga við rök að styðjast.

Á árunum 1983-1986 var af og til unnið að jarðhitarannsóknnum á svæðinu á vegum Orkustofnunar. Niðurstöður þeirra rannsókna hafa aldrei verið teknar saman í heild en þær hafa að nokkru leyti komið fram í ýmsum skýrslum og greinum, m.a. á vegum Jarðhitaskóla Sameinuðu þjóðanna. Fljótlega komu t.d. fram hugmyndir um hliðrun Krýsuvíkurgosreinarinnar til vesturs eða norðvesturs um 1-3 km frá því á síðasta jökulskeiði og bent var á samsvarandi hliðrum í gosrein Brennisteinsfjalla. Einnig kom í ljós að sprungukerfi með stefnu nálægt norður-suður, framhald skjálftasprungna á Suðurlandi til vesturs, virtust tengjast jarðhitanum við Krýsuvík og við Sandfell (Sigmundur Einarsson 1984).

Kifua (1986) telur í skýrslu sinni um jarðhitasvæðið við Trölladyngju sem unnin var við Jarðhitaskólann að austur-vestur útbreiðsla jarðhitaummyndunar virðist eiga rætur að rekja til eiginleika s.s. brota í jarðaskorpunni sem liggja undir yfirborðslögum og tengjast hugsanlega skjálftabeltinu.

Í erindi Sigmundar Einarssonar og Hauks Jóhannessonar á ráðstefnu Jarðfræðafélags Íslands vorið 1988, sem að hluta byggðist á rannsóknnum á vegum Orkustofnunar, er rakin gosvirkni í Trölladyngjubrotakerfinu á nútíma. Þar er einnig minnst á eldvirkni í Krýsuvík austan við Sveifluháls, en hún talin liggja utan við meginbrotakerfið.

Í grein Sigmundar Einarssonar o.fl. (1991), sem einnig byggðist að hluta á rannsóknnum Orkustofnunar, er gerð allítarleg grein fyrir yngstu goshrinunni í Trölladyngjukerfinu. Þar kemur m.a. fram að óreglur eru í gossprungu Krýsuvíkurelda þar sem hún liggur gegnum jarðhitaummyndun við Vigdísarvelli.

Sumrin 1983-1984 voru gerðar viðnámsmælingar á háhitasvæðinu við Trölladyngju en talin var þörf á verulegum viðbótarmælingum til að unnt yrði að draga af þeim nægjanlega öruggar ályktanir um gerð jarðhitasvæðisins (Ólafur G. Flóvenz og Kristján Ágústsson 1985).

3.7 Rannsóknir fyrir Lindalax hf. 1986

Árið 1986 gerði Orkustofnun ítarlega skýrslu um jarðhitasvæðið við Trölladyngju og byggðist hún að mestu á niðurstöðum rannsókna undagenginna ára og frekari úrvinnslu eldri gagna (Orkustofnun og Verkfræðistofan Vatnaskil 1986).

Í niðurstöðum er gert ráð fyrir að Trölladyngjusvæðið sé vestasti hlutinn af stóru jarðhitasvæði sem teygir sig austur að Kleifarvatni og suður í Sandfell og tengist náíð eldvirkni á nútíma. Út frá viðnámsmælingum og borholugögnum er jarðhitakerfinu skipt í efra kerfi á 300–500 m dýpi og talið að hiti í því geti verið allt að 260°C. Í neðra kerfi, sem ekki hefur verið borað í (neðan 900 m), er gert ráð fyrir að hitinn geti verið á bilinu 270–300°C og byggist sú niðurstaða á efnarannsóknnum í gufuaugum.

Gróft mat á vinnslugetu svæðisins er í skýrslunni talið benda til að orkan í efstu 1000 m nægi til framleiðslu 100 MW af varmaorku í 140 ár.

Frumtillaga um staðsetningu rannsóknarborholu gerði ráð fyrir að borða yrði einhvers staðar á svæðinu Sog-Oddafell.

3.8 Viðnámsmælingar o.fl. 1997-1999

Að tillhlutan Auðlindadeildar Orkustofnunar voru gerðar allumfangsmiklar TEM-viðnámsmælingar á Krýsuvíkursvæðinu 1997. Í niðurstöðum sem birtust 1999 í skýrslu Hjálmars Eysteinsonar. Jafnfram fór fram kortlagning á jarðmyndunum, jarðhita og sprungum sem birtist í greinargerð Kristjáns Sæmundssonarinn 1999.

Meginniðurstaða skýrslunnar um viðnámsmælingar er sú að svæðið milli Fagaradals og Krýsuvíkur einkennist að miklu leyti af lágu viðnámi og 0-500 m dýpi undir sjávarmáli en undir því er viðnám hærra. Grynnt er á lágt viðnám á norðausturhluta mælisvæðisins (Sveifluháls á móts við suðurenda Kleifarvatns) en þaðan teygir sig lágt viðnám í átt að Sandfell þar sem verulega grynnt á lágviðnámið á afmörkuðu svæði. Mælingarnar náðu ekki að afmarka jarðhitasvæðið til norðurs og austurs. Skv. skýrslunni eru niðurstöður í grófum dráttum í samræmi við niðurstöður eldri viðnámsmælinga með Schlumberger-aðferð. Helsti munurinn á NA-hluta svæðisins er sá að skv. Schlumberger-mælingum rís lágviðnámið undir Sveifluhálsi og Núpshlíðarhálsi sem bendir til uppstreymisrása þar.

Í skýrslu Kristjáns Sæmundssonar 1999 er gerð ítarleg grein fyrir jarðmyndunum í nágrenni jarðhitasvæðisins við Sandfell, útbreiðslu jarðhitans, ummyndunar í Núpshlíðarhálsi austur af jarðhitasvæðinu og helstu sprungum.

4 Jarðfræði

4.1 Berggrunnur

Fyrsta heildstæða jarðfræðikortið af Krýsuvíkursvæðinu er birt í heildarskýrslu um rannsókn jarðhitans á Krýsuvíkursvæði (Stefán Arnórsson o.fl. 1975). Þar er svæðinu fyrst og fremst skipt upp í hraun og eldgíga annars vegar og móbergsmýndanir hins vegar. Einnig eru sýndar helstu brotalínur.

Áður hafði Páll Imsland (1973) skrifaði BS-prófrítgerð við Háskóla Íslands um móbergið í Sveifluhálsi og var verkið unnið í tengslum við Krýsuvíkurráætlun 1970-1971.

Jarðfræðikort Jóns Jónssonar af Reykjanesskaga í mælikvarða 1:25.000 frá árinu 1978, sem unnið var á vegum Jarðhitadeildar Orkustofnunar, er mun ítarlegra en kortið frá 1975, einkum hvað varðar gosmýndanir frá nútíma.

Frekari upplýsingar um aldur og útbreiðslu hrauna norðan við Trölladyngju koma fram í skýrslum Muhagaze (1985) og Orkustofnunar og Verkfræðistofunnar Vatnaskil (1986). Í skýrslu Kifua (1986) er auk þess gerð tilraun til að flokka móbergið í Núpshlíðarhálsi norðanverðum.

Í greinum Hauks Jóhannessonar og Sigmundar Einarssonar (1988) og Sigmundar Einarssonar o.fl. (1991) er gerð grein fyrir aldri og útbreiðslu hrauna sem runnu í Krýsuvíkureldum á 12. öld.

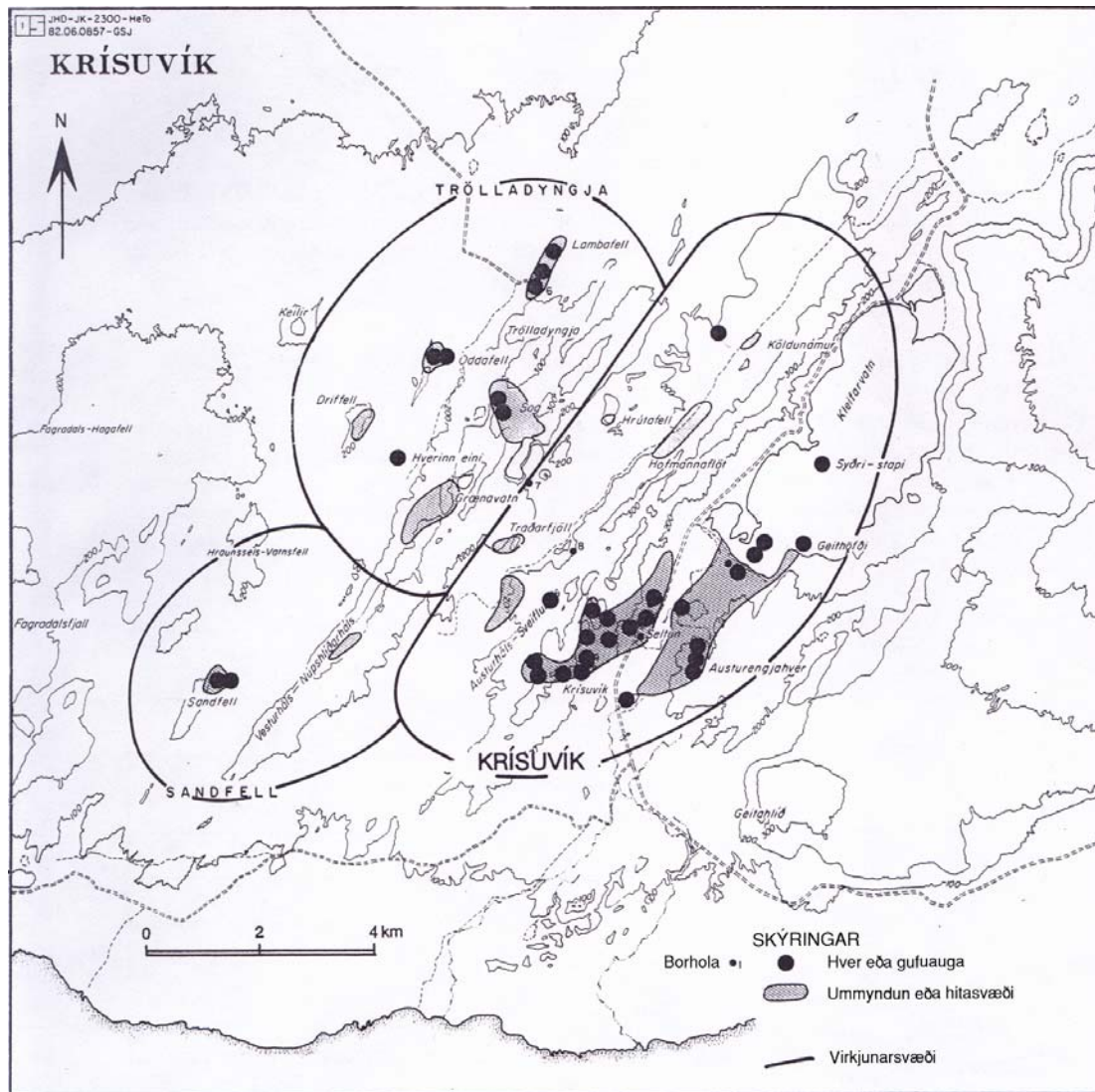
Berggrunnskort Helga Torfasonar o.fl. (1993), Elliðavatn 1613 III-SV-B, í mælikvarða 1:25.000 nær til hrauna sem runnið hafa til norðurs frá Trölladyngjusvæðinu og má af því ráða nokkuð um gossöguna á nútíma.

Á jarðfræðikorti í mælikvarða 1:25.000 sem fylgir greinargerð Kristjáns Sæmundssonar frá 1999 er gerð ítarleg grein fyrir jarðlagafraði í nágrenni jarðhitasvæðisins við Sandfell, jafnt ísaldarmyndunum sem hraunum frá nútíma.

4.2 Yfirborðsjarðhiti

Útbreiðsla jarðhita á yfirborði á svæðinu í heild er í meginatriðum vel þekkt og hefur hún verið sýnd á mörgum kortum t.d. hjá Stefáni Arnórssyni o.fl. (1975), Jóni Jónssyni (1978) og Valgarði Stefánssyni o.fl. (1982), sbr. 2. mynd. Nákvæm kortlagning í stærri mælikvarða en 1:25.000 hefur þó aldrei verið gerð. Á nærfellt öllu svæðinu er um að ræða gufu- og leirhveri. Stór hverahrúðurskella við Hverinn eina sýnir að þar hefur fyrrum verið vatnshver.

Alþekkt er að virkni jarðhitans á yfirborði er breytileg frá einum tíma til annars. Austurengjahver í Krýsuvík kom t.d. upp í jarðskjálftum 1924, hverinn Þínir við Seltún hefur tekið miklum breytingum á síðustu áratugum (Jón Jónsson 1978) og Hverinn eini við Selsvelli hefur oft verið virkari en nú er eins og lýsingar Eggerts og Bjarna frá miðri 18. öld (Eggert Ólafsson 1975) og Þorvaldar Thoroddsen (1925) frá árinu 1883 bera með sér. Þá hefur á síðustu tveimur áratugum orðið töluverð breyting á jarðhitavirkni á yfirborði í hrauninu austur af Oddafelli.



2. mynd. Jarðhiti og ummyndun á Krísuvíkursvæði (Valgardur Stefánsson o.fl. 1982).

4.3 Ummyndun

Aldrei hefur verið gerð nákvæm úttekt á ummyndun á svæðinu en heildarmyndin virðist þó nokkuð ljós (sjá. 2. mynd). Í skýrslu Jóns Jónssonar (1978) má sjá meginútbreiðslu ummyndunar á svæðinu í heild og í skýrslu Kifua (1986) er jarðhitaummyndun í Núpshlíðarhálsi sýnd og einnig í vestanverðum Sveifluhálsi. Kifua (1986) bendir á að ummyndun í Núpshlíðarhálsi sé mest í Sogum og dvíni þaðan til allra átta. Jafnframt bendir hann á að ummyndunarsvæðin hafi lögun sem er teygð í stefnu austur-vestur sem bendi til að einhverjir þættir í dýpri jarðlagabyggingu svæðisins geti skýrt dreifinguna en lítil ummerki séu um slíkt á yfirborði. Í greinargerð Kristjáns Sæmundssonar (1999) er sýnd útbreiðsla ummyndunar í nágrenni við Sandfell.

Erfitt getur verið að sjá tengsl eldri ummyndunar og jarðhita þar sem virkinn á yfirborði fylgir fremur þeim svæðum sem lægra liggja en það eru jafnframt þau svæði

sem hraun hafa runnið yfir. Ummyndun sést því mest móbergshálsunum og austan við Sveifluháls en þar hefur eldvirkni verið mjög takmörkuð á nútíma.

4.4 Eldfjallafræði

Lítið hefur verið fjallað um stöðu Trölladyngjukerfisins í samfélagi eldstöðvakerfa á Reykjanesskaga. Oftast er gert ráð fyrir að um sé að ræða eitt eldstöðvakerfi sem er lítt þroskað í samanburði við eldstöðvakerfi innar á landinu þar sem miðja eldstöðvaranna er nokkuð skýrt afmörkuð með öskju, háhitasvæði og súrri eldvirkni ásamt kvikuþró í djúpinu. Trölladyngjukerfinu virðist ekki fylgja neitt miðjusvæði með öskju eða kvikuþró en jarðhitasvæðin við Sveifluháls og við Trölladyngju, ásamt öðrum minni svæðum eru þó yfirleitt talin tilheyra því.

Eina alverlega tilraunin sem gerð hefur verið til að flokka eldvirkni á Reykjanesskaga upp í eldstöðvakerfi er birt í skýrslu Freysteins Sigurðssonar (1985). Þar liggur Trölladyngjukerfið (Freysteinn notar fylki í stað kerfis) á milli Grindavíkurkerfis og Brennisteinsfjallakerfis.

Í greinargerð Kristjáns Sæmundssonar (1999) segir að stóru dyngjurnar Þráinsskjöldur og Fagrasalsfjall skilji á milli Trölladyngjukerfisins og Svartsengiskerfisins en hann fjallar ekki um austurmörkin.

Á níunda áratugnum höfðu komið fram hugmyndir um hliðrun Krýsuvíkur-gosreinarinnar til vesturs eða norðvesturs um 1-3 km frá því á síðasta jökulskeiði (Sigmundur Einarsson 1984). Kristjáns Sæmundssonar (1999) gengur lengra í túlkun á Trölladyngjukerfinu og segir það tvískipt og talar um Sveifluhálsrein og Trölladyngju-Vesturhálsrein og segir auk þess að innan þeirrar síðarnefndu hafi gosvirkni færst til í tíma.

Ætla má að Trölladyngjukerfið verði ekki túlkað nánar fyrr en lokið hefur verið nákvæmri jarðlagagreiningu í líkingu við þá sem Kristján Sæmundsson hefur gert af Sandfelli og nágrenni, ásamt ítarlegri kortlagningu á sprungum og misgengjum.

4.5 Höggun

Flest jarðfræðikort sem birt hafa verið af svæðinu sýna sprungur, misgengi og gossprungur. Þrátt fyrir það má segja að aldrei hafi verið gerð tilraun til að kortleggja höggunarsprungur á svæðinu í heild. Um er að ræða u.þ.b. 2 km breiðan sigdal með gossprungum, gjám og misgengjum. Almennt mun litið svo á að sprungur sem tengjast Trölladyngjukerfinu nái u.þ.b. frá sjó við Selatanga norðaustur um Núpshlíðarháls og síðar Undirhlíðar, Heiðmörk, Elliðavatn og Rauðavatn. Úr því taka sprungur mjög að dvína en þær eru jafnvel taldar ná allt að Reykjum í Mosfellssveit (Stefán Arnórsson o.fl. 1992). Heildarlengd brotakerfisins er því 50-60 km.

Haukur Jóhannesson (1989) hefur birt kort með dreifingu N-S sprungna á Reykjanesskaga og telur þær framhald skjálftabeltisins á Suðurlandi til vesturs. Þar kemur fram að tvær slíkar sprungureinar skerast inn í Trölladyngjukerfið, önnur sunnan við Kleifarvatn og hin við Sandfell.

4.6 Borholujarðfræði

Í skýrslum Stefáns Arnórssonar og Stefáns Sigurmundssonar (1970) Gests Gíslasonar (1973), Stefáns Arnórssonar o.fl. (1975), Malapitan (1995) og Kamah (1996) er gerð grein fyrir jarðlögum og ummyndun í borholum á svæðinu.

Jarðlög í borholum einkennast af móbergsmyndunum ofan til, oftast með basalthraunlögum á milli en neðan við u.þ.b. 600 m dýpi verða baslthraunlög nær samfelld.

Ummyndunarsteindir í borholum benda til að fyrrum hafi hærri hiti verið í jarðhitasvæðinu.

4.7 Jarðsaga

Þrátt fyrir að margir hafi komið að rannsóknum á jarðhitasvæðinu undanfarna áratugi er fjarri því að jarðsaga svæðisins liggja fyrir. Páll Imsland (1973) ritaði um myndunar sögu Sveifluháls og Sigmundur Einarsson og Haukur Jóhannesson (1988) hafa gert nokkra grein fyrir gossögu eldstöðvakerfis Trölladyngju á nútíma. Enn vantar samt nokkuð á að gossaga ná nútíma liggja fyrir.

Greinargerð Kristjáns Sæmundssonar (1999) er mikilvæg viðbót við fyrri jarðfræðirannsóknir þó svo að þar sé aðeins fjallað um lítinn hluta svæðisins. Þar er í fyrsta sinn í rúman aldarfjórðung reynt af alvöru að rýna í móbergsmyndanir á svæðinu og lesa þá jarðsögu sem þar er fólgin.

5 Efnahitamælar og efnafræði gufu

Lítið hefur verið unnið að rannsóknum á efnafræði heits vatns og gufu á Krýsuvíkursvæði síðasta áratuginn. Allmiklar upplýsingar eru til um efnasamsetningu heits vatns og gufu í Sveifluhálsi og við Trölladyngju en þær eru ekki taldar mjög glöggar (Halldór Ármannsson og Sverrir Þórhallsson 1996).

Helstu upplýsingar sem birtar hafa verið um hita í jarðhitakerfum á Krýsuvíkursvæði út frá efnahitamælum eru sýndar í 1. töflu. Nýjustu upplýsingarnar eru í grein Stefáns Arnórssonar (1987). Þar kemur fram að efnainnihald gass í gufu í gufuaugum bendir til að hiti í jarðhitakerfinu undir Sveifluhálsi austanverðum og þar fyrir austan sé um 280°C og um 260°C á svæðinu við Núpshlíðarháls. Ári áður hafði komið fram í skýrslu Orkustofnunar og Verkfræðistofunnar Vatnaskila (1986) að hitastig vökva djúpt í jarðhitakerfinu við Trölladyngju væri 290-300 °C og 270-280 °C í Sogum og voru þær niðurstöður byggðar á 10 mismunandi efnahitamælum.

1. tafla. Hæstu gildi fyrir efnahita í Sveifluhálsi og Trölladyngju

(Halldór Ármannsson & Sverrir Þórhallsson 1996).

	Mældur hiti (°C)	Kvarshiti ¹⁾ (°C)	Na/K-hiti ²⁾ (°C)	Gashiti ³⁾ (°C)
Sveifluháls	230	243	221	um 280
Trölladyngja	262	261	261	um 260

¹⁾Fournier & Potter 1982.

²⁾Stefán Arnórsson o.fl. 1983.

³⁾Stefán Arnórsson 1987.

6 Jarðeðlisfræði

6.1 Viðnámsmælingar

Í þrígang hafa farið fram allitarlegar viðnámsmælingar á Krýsuvíkursvæði, 1970 (Stefán Arnórsson o.fl. 1975), 1983-1984 (Ólafur G. Flóvenz og Kristján Ágústsson 1985) og 1997-1999 (Hjálmar Eysteinnsson 1999). Yngstu mælingarnar eru svokallaðar TEM-mælingar sem gefa meiri upplausn en eldri mælingar sem gerðar voru með Schlumberger-aðferð. TEM-mælingarnar ná yfir mikinn hluta svæðisins. Samkvæmt skýrslu Hjálmars Eysteinnssonar (1999) eru niðurstöður í grófum dráttum í samræmi við niðurstöður eldri mælinga. Meginniðurstaða nýjustu mælinga er sú að grynna er á lágt viðnám undir jarðhitasvæðunum í Sveifluhálsi og við Trölladyngju-Núpshlíðarháls og bendir það til uppstreymisrása þar.

6.2 Segulmælingar

Í skýrslu Stefán Arnórssonar o.fl. 1975 er fjallað um flugsegulkort Raunvísindastofnunar háskólans frá 1970. Kortið er talið benda til að ummyndun á Krýsuvíkursvæðinu sé ekki samfelld.

6.3 Þyngdarmælingar

Í skýrslu Stefán Arnórssonar o.fl. 1975 er fjallað um þyngdarmælingar sem gerðar voru á svæðinu 1967. Túlkun þeirra er óljós.

6.4 Borholumælingar

Eingöngu hafa verið birtar hitamælingar úr borholum og eins og fram hefur komið fara allar dýpri holur gegnum hámarkshita á 300-400 m dýpi.

7 Uppstreymi jarðhita og tektónískar óreglur

Uppstreymi jarðhita á Krýsuvíkursvæði virðist í flestum tilvikum mega tengja annars vegar óreglum í tektónískri gerð svæðisins og hins vegar eldvirkni á síðari hluta nútíma. Í eldstöðvakerfinu sjálfu koma fram ýmsar óreglur sem eðlilegt er að tengja við þætti sem eiga sér einhverjar dýpri rætur í byggingu rekbeltisins á Reykjanes-skaga. Hér eru taldir upp ýmsir þættir sem ástæða þykir til að benda á:

7.1 Tektónískar óreglur

- Hlykkur er á Trölladyngjukerfinu við norðurenda á Núpshlíðarháls þar sem brotakerfið hliðrast yfir að Sveifluhálsi. U.þ.b. á þessum hlykk er gígur Hrutagjárdyngju sem hlóðst upp fyrir 3000-4000 árum í mesta hraungosi á svæðinu á nútíma. Stóru dyngjurnar á Reykjanes-skaga raðast saman á tiltölulega afmörkuðu beltí á rekbeltinu norðanverðu (Freysteinn Sigurðsson 1985). Hlykkurinn á Trölladyngjukerfinu er þar sem dyngjubeltið og brotakerfið skerast.
- Jarðhitasvæðin á Krýsuvíkursvæðinu norðanverðu virðast helst tengjast ofangreindum hlykk
- Um sunnanvert rekbeltið á Reykjanes-skaga liggur svonefnt smáskjálftabelti í stefnu A-V eftir skaganum og skerast í gegnum eldstöðvakerfin. Smáskjálftabeltinu fylgja afmakaðar reinar með skástígum jarðskjálftasprungum sem hafa stefnu N-S eða NNA-SSV.
- Jarðhitasvæðið í Sveifluhálsi hefur skýr suðurmörk og nokkuð skýr norðurmörk. Allir sprengigígar á svæðinu eru innan þessara marka.

7.2 Eldvirkni

- Eldvirkni í og við Sveifluhás hefur verið mjög lítil á nútíma og sennilega einnig á síðasta jökulskeiði.
- Á síðasta jökulskeiði hafði eldvirknin færst frá Sveifluhálsi yfir í Núpshlíðarháls.
- Eldvirkni á nútíma er að mestu bundin við jaðra Núpshlíðarháls og vestanverðar Undirhlíðar.
- Gossprungna austan í Sveifluhálsi sunnanverðum deyr út við suðurmörk jarðhitasvæðisins í Sveifluhálsi og tekur sig upp aftur norðan við jarðhitasvæðið.
- Smáskjálftabeltið hefur greinileg áhrif stefnu og legu gossprungna. Á þeim kafla sem yngsta gossprungan í Móhálsadal gengur inn í smáskjálftabeltið syðst hliðrast hún til austurs um u.þ.b. 1 km og fær N-S stefnu á tæplega 2 km

kafla. Yngsta gossprungan vestan við Núpshlíðarháls nær suður í smáskjálftabeltið og tekur þar stefnu nálægt N-S en nær ekki suður fyrir beltið. Gosprungan í Skolahrauni vestan við Núpshlíðarháls nær norður í smáskjálftabeltið, hliðrast þar nokkuð til austurs og virðist deyja út í smáskjálftabeltinu.

- Jarðhitasvæðin í Sveifluhálsi og við Sandfell liggja innan smáskjálftabeltisins. Rein með N-S til NNA-SSV jarðskjálftasprungum liggur um jarðhitasvæðið við Sveifluháls og Austurengjahver og líklega önnur um jarðskjálftasvæðið við Sandfell.
- Athyglisvert er að nær öll jarðhitavirkni á yfirborði á Krýsuvíkusvæðinu er austan við þann hluta eldstöðvakerfisins sem virkur hefur verið á nútíma að undanskilinni einni lítilli gossprungu austan í Sveifluhálsi.
- Hverinn eini, jarðhitinn við Oddafell og í Sogum svo og jarðhitinn við Trölladyngju eru í og við yngstu gossprunguna vestan Núpshlíðarháls, en ætla má að hún sé frá 12 öld.
- Sandfellsvæðið er við og á gossprungu Skolahrauns, en hún er talin um 2000 ára gömul.
- Jarðhitinn í Kleifarvatni við Syðri-Stapa er austan við virka eldstöðvakerfið.

8 Einstakir hlutar jarðhitasvæðisins

8.1 Sveifluháls-Austurengjahver

Þetta jarðhitasvæði er hið umfangsmesta á Krýsuvíkursvæðinu, bæði m.t.t. jarðhitavirkni á yfirborði og ummyndunar. Umfang ummynduarinnar bendir til að svæðið hafi verið virkt um langan tíma. Núverandi virkni bendir til að enn sé töluverð orka í svæðinu og jafnframt að sprungumyndun sé þar næg til að viðhalda virkninni.

Jarðhitasvæðið er í meginatriðum utan við virka eldstöðvakerfið þó svo að ummyndun virðist teygjast samfellt yfir Sveifluháls til vesturs yfir í Vigdísarháls. Ein gossprungu frá nútíma er í austanverðum Sveifluhálsi og úr henni hefur gosið bæði norðan og sunnan við jarðhitasvæðið. Ekki verður séð að gosið hafi upp í gegnun jarðhitasvæðið sjálft og virðist eðlilegt að álykta sem þar hafi fremur orðið innskotavirkni í gosinu. Sennilegt verður að telja að yngstu stóru sprengigígarnir í Krýsuvík, Grænavatn og Gestsstaðavatn, hafi myndast að á sama tíma. Ekki liggja fyrir skýrar upplýsingar um það hvenær gosið varð en Noll (1967) telur að Grænavatn sé 3000-6000 ára gamalt. Af öskulagasniðum sem hann birtir virðist þó mega ráða aldurinn sé vart hærri en 2000-3000 ár.

Hugsanlega er eðlilegt að líta svo á að um tvö aðskilin svæði sé að ræða, annars vegar svæðið frá Austurengjahver norður í Kleifarvatn og hins vegar svæðið í Sveifluhálsi sem teygir sig frá Hveradal um Seltún norður undir Bleikhól.

Á eystra svæðinu tengist jarðhitinn augljóslega sprungum með N-S stefnu og ná þær norður í Kleifarvatn þannig að sprungurnar gætu einnig verið valdar að innstreymi kalds vatns inn í jarðhitasvæðið. Þekkt er að Austurengjahver kom upp í jarðskjálfta 1924.

Ekki er skýrt hvort eða hvers konar sprungum jarðhitinn í Sveifluhálsi austanverðum tengist en hugsanlega er þar einnig um N-S sprugur að ræða.

Skörp suðurmörk jarðhitasvæðisins sjást vel á yfirborði og fylgja þau A-V línu sem kemur skýrt fram í útbreiðslu ummyndunar, dreifingu sprengigíga og mörkum gossprungu sunnan við jarðhitasvæðið.

Séreinkenni jarðhitasvæðisins er fyrst og fremst mikill fjöldi sprengigíga, ungra og gamalla. Úr a.m.k. einum þeirra hefur komið hraun og því má ætla að þeir verði til samfara eldgosum eða innskotavirkni.

8.2 Kleifarvatn við Syðri-Stapa

Um 100 m undan Syðri-Stapa við Kleifarvatn má sjá ólgu á yfirborði vatnsins þegar það er spegilslétt og sagt er að þar myndist vakir á ís á vetrum. Á þessum stað er vatnsdýpi um eða yfir 90 m. Ekki er auðvelt að setja þennan jarðhita í samband við aðra jarðhitavirkni á Krýsuvíkursvæðinu.

8.3 Köldunámur – Leynihver

Ummyndunarskella í vesturjaðri Sveifluháls, austur af Trölladyngju nefnist Köldunámur. Um 200 m vestar, úti í hrauni leynast nokkur gufuaugu og hefur svæðið verið nefnt Leynihver. Tilvist þessa svæðis er ekki auðvelt að skýra út frá jarðfræðilegum fyrirbærum á yfirborði en 2000-3000 ára gamlar gígaraðir eru skammt undan og gætu í upphafi hafa náð inn á jarðhitasvæðið en síðar hulist hrauni. Þá er ógerningur að segja til um hvort tilvist jarðhitasvæðisins tengist hliðrun í sjálfu Trölladyngjubrotkerfinu sem gæti valdið innskotavirkni í jarðdjúpinu.

8.4 Sandfell

Jarðhitasvæðið við Sandfell er á vesturjaðri gossprungu Skolahrauns, og þar með vesturjaðri Trölladyngjkerfisins, en hún er líklega um 2000 ára gömul. Austustu gufuaugun fylgja u.þ.b. gígaröðinni en meginsvæðið teygir sig um 500 m til vesturs frá þeim. Gossprungan í Skolahrauni nær norður í smáskjálftabeltið, hliðrast þar nokkuð til austurs og virðist deyja út í smáskjálftabeltinu skammt norðan við jarðhitasvæðið.

Jarðhitasvæðið liggur innan smáskjálftabeltisins og rein með N-S til NNA-SSV jarðskjálftasprungum liggur líklega um svæðið. Sprugurnar sjást þó aðeins í eldra hrauni við Hraunsels-Vatnsfell.

8.5 Hverinn eini

Hverinn eini er við vesturjaðar yngstu gossprungunnar í eldstöðvakerfinu vestan við Núpshlíðarháls en ætla má að hún sé frá 12 öld. Nánast er um að ræða stakan hver eins og nafni gefur til kynna, svolítið gufuauga í stórri skál í hrauninu með og minniháttar gufur í hrauninu í kring. Mjög dró úr virkni Hversins eina snemma á síðustu öld en hann hefur fyrrum verið vatnshver sem sjá má af miklu hverahrúðri í næsta nágrenni. Ekki verður séð að Hverinn eini tengist neinum áberandi jarðfræðilegum misfellum nema gossprungunni. Ummyndun er nokkur í móbergshálsinum austan við hverinn.

8.6 Sog – Oddafell

Jarðhitinn við Oddafell og í Sogum liggur á línu með stefnu NV-SA en erfitt hefur reynst að sannreyna tilvist hennar á yfirborði. Jarðhiti er á tveimur stöðum í Sogum, gufu- og leirhverir á takmörkuðum svæðum og er það í miklu ósamræmi við hina miklu og litskrúðugu jarðhitaummyndun sem þar er. Norðvestur af Sogum eru gufur í hrauninu sem hafa farið vaxandi síðustu tvo til þrjá áratugin. Í frekara framhaldi til NV er ummyndunarskella utan í Oddafelli með volgum leir.

Ummyndun í Núpshlíðarhálsi sunnan Soga er talsverð og sést m.a. vel á því að uppi í hálsinum eru tvö stöðuvötn auk Djúpavatns austan við hálsinn. Úr hálsinum renna lækir og bera með sér framburð út í hraunin á þessu svæði, t.d. Sogalækur sem myndað hefur Höskuldarvelli, lækur úr Djúpavatni sem myndað hefur Tjarnarvelli og lækur upp af Melhól sem myndað hefur Selsvelli.

8.7 Trölladyngja – Eldborg

Jarðhitinn við Trölladyngju er liggur í gegnum gjallgíginn Eldborg sem líklega er frá sögulegum tíma. Gufuaugu ná bæði norður og suður fyrir gíginn en tengjast ekki augljósri sprungu.

9 Skipting í undirsvæði

Flest háhitasvæði landsins tengjast svonefndum megineldstöðvum sem hafa tiltölulega skýrt afmarkað miðjusvæði með öskju, súrri eldvirkni og háhitasvæði ásamt undirliggjandi kvikuþró og stórum innskotum. Þar sem slíku virðist ekki til að dreifa á Krýsuvíkursvæðinu þarf að skoða það í öðru ljósi. Ef skipta á einstökum jarðhitasvæðum á Krýsuvíkursvæði í undirsvæði liggur beinast við að horfa fyrst til tengsla jarðhitans við eldvirkni og þar með orkugjafa jarðhitasvæðanna. Einnig er óhjákvæmilegt að horfa til umfangs ummyndunar í næsta nágrenni en hún getur t.d. gefið upplýsingar um aldur svæðisins. Ef litið er á þessi atriði ein og sér sýnist einfaldast að skipta Krýsuvíkursvæðinu upp í tvö meginundirsvæði.

9.1 Sveifluháls – Austurengjahver

Telja verður að jarðhitasvæðið í Sveifluhálsi og við Austurengjahver sé sérskat jarðhitasvæði innan Krýsuvíkursvæðisins en þar hefur það algera sérstöðu, einkum hvað varðar tengslin við eldvirkni og umfang ummyndunar. Svæðið liggur nánast utan og austan við hinn virka hluta eldstöðvakerfis Trölladyngu og ummyndun er hér umfangsmeiri en annars staðar á svæðinu. Þá ýtir lega svæðisins fjarri öðrum jarðhitasvæðum undir þessa niðurstöðu. Hitamælingar og vatnsborðsmælingar í borholum benda til aðskilinna uppstreymissvæða í Sogum annars vegar og við suðurenda Kleifarvatns hins vegar en niðurstreymissvæði á milli svæðanna í Móhalsadal aðskilur þau. Einnig hefur komið fram að TEM-viðnámsmælingar benda til að uppstreymi tengist norðanverðum Núpshlíðarhálsi annars vegar og Sveifluhálsi og svæðinu suður af Kleifarvatni hins vegar.

Uppstreymi á þessum hluta jarðhitasvæðisins tengist augljóslega jarðskjálftasprungum með stefnu N-S, a.m.k. að hluta til.

9.2 Trölladyngja – Hverinn eini

Jarðhitasvæðin við Trölladungju, Sog – Oddafell og Hverinn eina virðast öll tengjast sömu gossprungu frá miðri 12. öld, þ.e. þeim hluta hennar sem liggur vestan við Núpshlíðarháls. Ummyndun í Núpshlíðarhálsi er nokkuð samfelld frá Sogum suður að Hvernum eina en tengingin norður fyrir Trölladyngju er ekki eins augljós. Uppstreymið virðist að miklu leyti bundið við yngstu gossprungu svæðisins en þórrinn af öllum eldri ummerkjum um jarðhita liggur austar og uppi í hálsinum. Ætla má af þessu að annað hvort skorti endurnýjun á uppstreymisrásum fyrir jarðhitann eða að hraunkvika frá gosinu á 12. öld sé meginvarmagjafi svæðisins. Sá hluti gossprungunnar frá 12. öld sem liggur um Móhálsadal virðist tengjast niðurstreymi á köldu vatni en ekki uppstreymi jarðhita og bendir það fremur þess fyrnefnda, þ.e. að uppstreymisrásir skorti.

9.3 Sandfell og önnur minni svæði

Utan ofangreindra tveggja svæða er jarðhiti á a.m.k. þremur stöðum á Krýsuvíkursvæðinu og liggja þau allfjarri meginsvæðunum. Þessi svæði eru við Sandfell, Köldunámur og í Kleifarvatni undan Syðri-Stapa. Þessi svæði eru lítil að umfangi ekki talin skipta máli fyrir svæðið í heild.

Jarðhitasvæðið við Sandfell hefur oftast verið flokkað sem sérstakt jarðhitasvæði en viðnámsmælingar benda til að það tengist meginjarðhitasvæðunum. Þá er ástæða til að ætla að rein með N-S til NNA-SSV jarðskjálftasprungum tengist Sandfellssvæðinu.

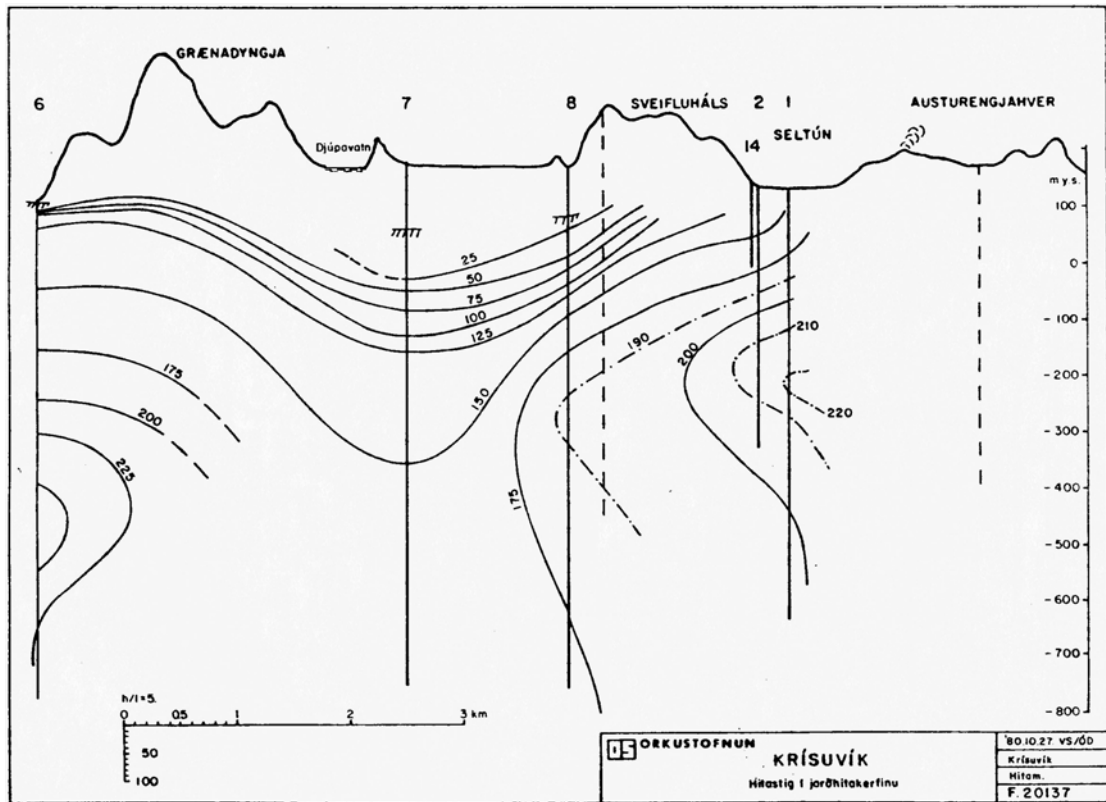
10 Uppstreymissvæði – hugmyndalíkan

Skipting í undirsvæði í þessum kafla er í raun jafnframt skipting í einstök uppstreymissvæði.

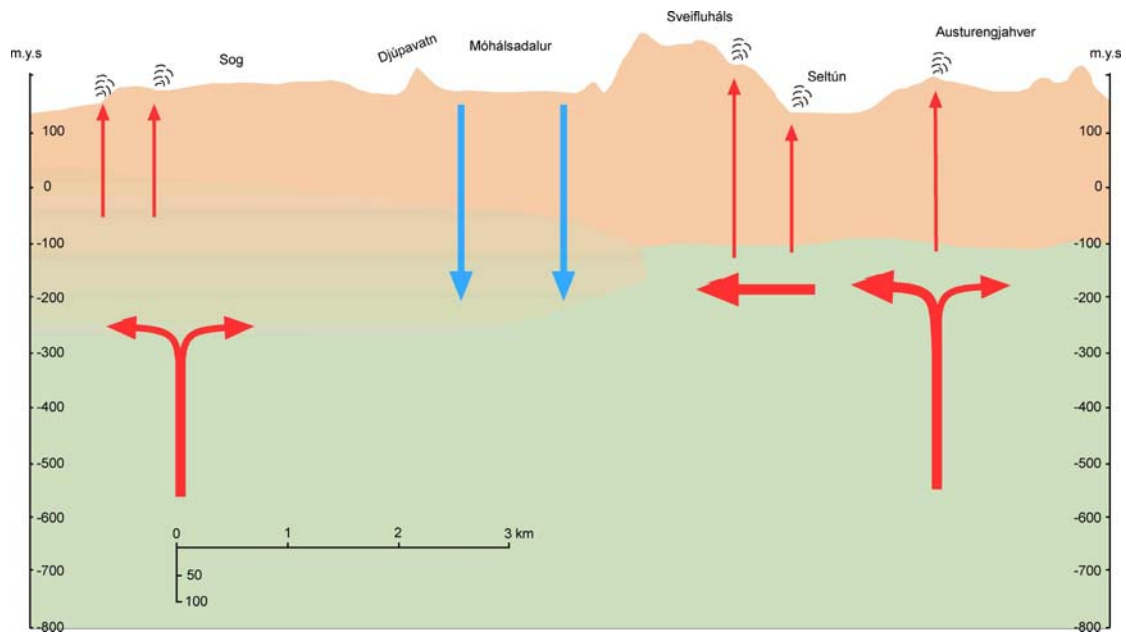
Allar dýpri boranir til þessa sýna viðsnúna hitaferla með hámarkshita á 300-600 m dýpi. Þetta hefur verið túlkað sem svo að heitt vatn streymi upp eftir sprungum og misgengjum og dreifist síðan lárétt í lekum jarðlögum og sprungum á áðurnefndu dýpi (Halldór Ármannsson og Sverrir Þórhallsson 1996). Þar sem ekki hefur tekist að staðsetja og sannreyna uppstreymi jarðhitans er ekki fyllilega ljóst hvort þessi túlkun hitamælinga á við rök að styðjast.

10.1 Sveifluháls – Austurengjahver

Mælingar á vatnsborði í borholum benda til þess að jarðhitasvæðin við Sog og Sveifluháls hafi aðskilin uppstreymissvæði, sbr. 3 mynd a (Valgarður Stefánsson 1980). Þá benda mælingarnar einnig til þess að uppstreymi á svæðinu í og við Sveifluháls sé á því austanverðu, þ.e. í átt að Austurengjahver og/eða jafnvel á syðsta hluta þess, suður af Hveradal, sbr. 4 mynd (Kamah 1996). Samanlagt gefa þessar tvær niðurstöður sterkar vísbendingar um að uppstreymi jarðhitans á svæðinu í og við Sveifluháls tengist hinum skörpu suðurmörkum jarðhitasvæðisins sem koma fram í ummyndun á yfirborði og markast einnig af stórum sprengigígum auk þess að falla nokkurn veginn saman við suðurmörk smáskjálftabeltisins. Austurmörk svæðisins virðast að sama skapi skörp sé tekið mið af ummyndun á yfirborði og liggja þau skammt austan við Austurengjahver. Ekki liggja fyrir nánari jarðfræðilegar skýringar á þessum skörpu skilum í jarðskorpunni.



3. mynd a. Hitadreifing í berggrunni á Krýsuvíkursvæði (Valgarður Stefánsson 1980).

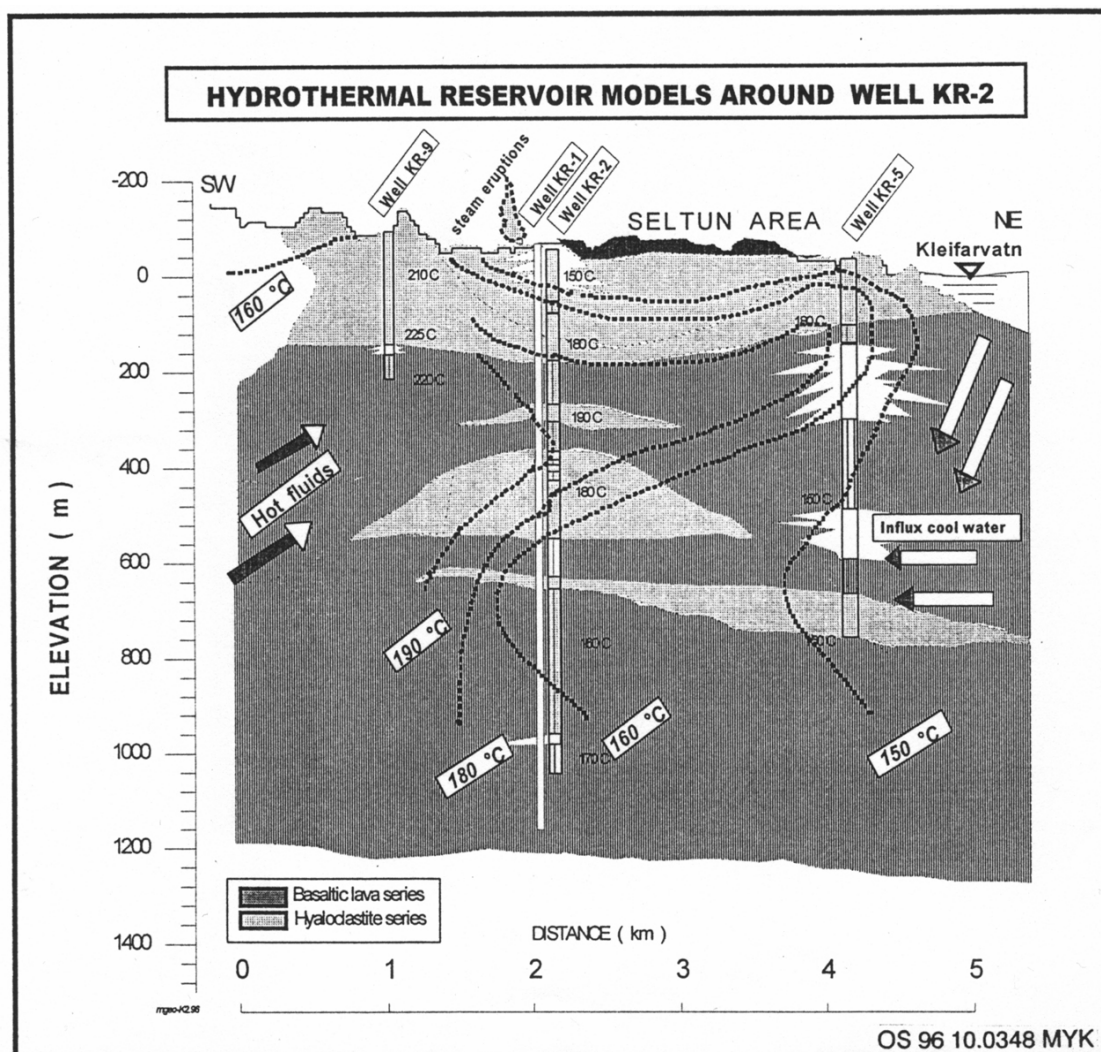


3. mynd b. Streymi vatns í berggrunni á Krýsuvíkursvæði. Líkanhugmynd.

Lárétt streymi út frá uppstreymisrásum fylgir í grófum dráttum basalhraunlögum sem koma fram í borholum á 200-300 m dýpi undir móbergssyrpu, sem nær nokkurn veginn samfellt til yfirborðs. Móbergið virðist mynda eins konar þétt þakberg yfir jarðhitasvæðinu og uppstreymi í gegnum það tengist einkum ungum jarðsljálfta-sprungum.

10.2 Trölladyngja – Hverinn eini

Eins og áður segir benda vatnsborðsmælingar í borholum til þess að jarðhitasvæðin í Núpshlíðarhálsi norðanverðum annars vegar og austanverðum Sveifluhálsi hins vegar hafi aðskilin uppstreymissvæð, sbr. 3. mynd (Valgarður Stefánsson 1980). Mun minni upplýsingar liggja fyrir um svæðið í Núpshlíðarhálsi en innan þess hefur aðeins verið boruð ein djúp hola, norðan við Trölladyngju. Hún gefur svipaða niðurstöðu og aðrar holur á Krýsuvíkursvæði, þ.e. borað er í gegnum hæsta hitann sem bendir til láréttts hitastreymis. Hér er hitinn hins vegar sá hæsti sem mælst hefur á svæðinu eða um 260°C og mælist hitinn jafnframt á meira dýpi en í öðrum holum, þ.e. á um 600 m. Vatnsæðar í holunni tengjast lagamótum í jarðlagastaflanum eins og í öðrum holum en tengsl láréttts streymis við ofanálíggjandi móberggsyrpu eru ekki augljós.



4. mynd. Líkanhugmynd af jarðhitasvæðinu sunnan við Kleifarvatn (Kamah 1996).

Umfang ummyndunar á yfirborði bendir til þess að meginuppstreymið liggi suður af Trölladyngju og má því ætla að aðstreymið sé úr suðri, í átt frá Sogum. Engin skýr yfirborðseinkenni eru þó í jarðhitasvæðinu sem gefa upplýsingar um hvar uppstreymið gæti verið að finna. Borhola í jaðri svæðisins við Djúpavatn sýnir nokkuð vel takmörk svæðisins í austurátt og viðnámsmælingar sýna einnig takmarkaða útbreiðslu til vesturs.

11 Vinnslugeta

Tvívegis hafa verið gerðar tilraunir til að meta magn vinnanlegs jarðhita á Krýsuvíkursvæðinu með svokallaðri rúmmálsaðferð og er útkoman svipuð í báðum tilvikum. Í skýrslu Guðmundar Pálmasonar o.fl. (1985) er tæknilega vinnanlegur jarðvarmi á Krýsuvíkursvæðinu talinn samsvara um 300 MW af raforku í 50 ár. Gengið er út frá varmamagni í bergi og miðað við að svæðið sé alls um 60 km² að flatarmáli, þar af um 10 km² við Sandfell. Þetta samsvarar um 5 MW_e/km². Í skýrslu Orkustofnunar og Vatnaskila (1986) er fjallað um hluta Krýsuvíkursvæðisins, þ.e. jarðhitasvæðið í Sogum og við Trölladyngju. Þar er einnig gengið út frá varmamagni í bergi en forsendur að öðru leyti nokkuð ólíkar. Þar er talið að unnt sé að vinna 140 MW af varmaorku í 140 ár úr svæði sem er 6 km² að flatarmáli. Þetta samsvarar um 6,5 MW_e/km².

Í grein Benedikts Steingrímssonar o.fl. (1991) segir að hermireikningar séu taldir gefa áreiðanlegastar niðurstöður um afl jarðhitasvæða en í slíkum reikningum er byggt á niðurstöðum jarðhitarannsókna og hugmyndum um innri gerð viðkomandi jarðhitasvæðis. Í greininni er ekki gerð grein fyrir rannsóknum á Krýsuvíkursvæði, en fram kemur að samanburður á niðurstöðum um afl einstakra jarðhitasvæða, sem byggja á mati á jarðvarma annars vegar og hermireikningum hins vegar, leiði í ljós að aflið reiknist að jafnaði fjórum til fimm sinnum lægra í hermireikningum en í mati á jarðvarma samkvæmt rúmmálsaðferð.

12 Vinnslueiginleikar og nýtingarmöguleikar

Mjög takmarkaðar upplýsingar liggja fyrir um vinnslueiginleika jarðhitasvæðisins og nægja þær ekki til að leggja mat á þann þátt.

13 Skipting rannsóknarkostnaðar

Þær rannsóknir sem þegar hafa verið gerðar á Krýsuvíkursvæði hafa skilað mikilsverðum niðurstöðum fyrir þá heildarmynd sem nú liggur fyrir af svæðinu. Jarðfræðilegar og jarðeðlisfræðilegar rannsóknir hafa skilað niðurstöðum sem nýtast nokkuð jafnt fyrir svæðið í heild. Borholur gefa mikilvægar upplýsingar um jarðhitasvæðin, einkum varðandi svæðin sjálf en þær gefa einnig upplýsingar sem hægt er að yfirfæra á önnur sambærileg svæði.

13.1 Sveifluháls – Austurengjahver

Áfallinn rannsóknarkostnaður liggur fyrst og fremst í jarðfræði-, jarðefnafræði- og jarðeðlisfræðirannsóknum sem gerðar hafa verið á svæðinu auk kostnaðar af holum

sem Hafarfjarðarbær lét bora 1960 (KR-1, KR-2 og KR-3) og þeim tveimur holum sem boraðar voru við suðurenda Kleifarvatns (KR-5) og vestan undir Sveifluhálsi (KR-8) 1971 og 1972. Rannsóknir þessar gefa mikilvægar upplýsingar um jarðhitasvæðið, upplýsingar sem ella hefði þurft að afla með nýjum rannsóknum og borunum ef verið væri að hefja rannsóknir á svæðinu í dag.

13.2 Trölladyngja – Hverinn eini

Áfallinn rannsóknarkostnaður liggur fyrst og fremst í jarðfræði-, jarðefnafræði- og jarðeðlisfræðirannsóknum sem gerðar hafa verið á svæðinu auk kostnaðar við þær tvær holur sem boraðar voru við Trölladyngju (KR-6) og Djúpavatn (KR-7) 1971. Þessar rannsóknir gefa mikilvægar upplýsingar um jarðhitasvæðið, nauðsynlegar upplýsingar sem ella þyrfti að afla ef rannsóknir væru á byrjunarstigi í dag.

13.3 Skipting kostnaðar

Jarðfræði-, jarðefnafræði- og jarðeðlisfræðirannsókir dreifast yfir allt svæðið og telst eðlilegt að kostnaður við þær skiptist jafnt milli á meginsvæðanna tveggja. Fjórar djúpar holur og hafa verið boraðar á svæðinu við Sveifluháls og Austurengjahver og tvær á Trölladyngjusvæði. Borholurnar gefa mikilvægar upplýsingar um bæði svæðin en ljóst er að eftir boranir liggja töluvert meiri upplýsingar fyrir um Sveifluháls og Austurengjahver en um Trölladyngjusvæði. Eðlileg skipting borkostnaðar milli svæðanna tveggja er hér talin þannig að 30% borkostnaðar falli á Trölladyngjusvæðið og 70% á svæðið við Sveifluháls og Austurengjahver. Ræðst skiptingin m.a. af því að hluti þeirra upplýsinga sem boranir hafa gefið eru sameiginlegar fyrir bæði svæðin, einkum varðandi aðgreiningu svæðanna og viðsnúna hitaferla.

14 Eyður í þekkingu

Helsta og mesta eyðan í þekkingu á jarðhitasvæðunum á Krýsuvíkursvæðinu tengist uppstreymi jarðhitans. Með samþættum rannsóknum á jarðsögu svæðisins og strúktúrjarðfræði má auka verulega skilning á þeim misfellum sem koma fram á yfirborði og líklegar eru til að vísa leið að uppstreymisrásum jarðhitans þannig að unnt verði grunda betur staðsetningu rannsóknarholna en hægt hefur verið til þessa. Einnig má ætla að ítarleg úttekt á jarðefnafræði heits vatns og gufu geti létt undir í þessu efni.

15 Næstu rannsóknarholur

Ef horft er til jarðhitasvæðisins í austanverðum Sveifluhálsi bendir flest til uppstreymis syðst á svæðinu. Því er lagt til að næstu tvær rannsóknarholur á svæðinu verði borðaðar syðst á svæðinu, annars vegar við Austurengjahver og hins vegar suður af Hveradal. Ekki er gert upp á milli þessara tveggja borstaða.

Á jarðhitasvæðinu í norðaustanverðum Núpshlíðarhálsi eru vísbendingar ekki eins skýrar en líkur benda til að misfellan í Sogum sé þar mikill áhrifavaldur. Því er lagt til að næsta rannsóknarholna á þessu undirsvæði verði boruð nærri misfellunni í Sogum veatanverðum skammt austan við Sogaselsgíg.

Ekki liggja fyrir nein gild rök fyrir borun við Sandfell eða á öðrum minni svæðum.

16 Heimildir

- Ásgeir Guðmundsson 1983. Saga Hafnarfjarðar 1908-1983. Annað bindi. Skuggsjá, 446 s.
- Benedikts Steingrímsson, Einar Tjörvi Elíasson og Valgarður Stefánsson 1991. Orka og afl háhitasvæða. Orkuþing 91 (ritstj. Ómar Bjarki Smáráson), s. 335-246.
- Eggert Ólafsson 1975. Ferðabók Eggerts Ólafssonar og Bjarna Pálssonar, 2. útg. Örn og Örlygur hf., Reykjavík.
- Fournier, R.O. og R.W. Potter 1982. A revised and expanded silica (quartz) geothermometer. Geothermal Resourc. Council Bull. 11 (10), 3-12.
- Freysteinn Sigurðsson 1985. Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjanes-skaga. II. Hluti: Viðaukar um jarðfræði. Orkustofnun, OS-85075/VOD-06, 49 s.
- Gestur Gíslason 1973. Rannsókn á háhitaummyndun í Krísuvík og Námafjalli. Háskóli Íslands, Verkfræði og raunvísindadeild. B.S. ritgerð, 24 s.
- Guðmundur Pálmason, Gunanr V. Johnsen og Helgi Torfason 1985. Mat á jarðvarma Íslands. Orkustofnun, OS-85076/JHD-10, 134 s.
- Guðrún Gísladóttir 1993. Geographical analysis of natural and cultural landscape: a methodological study in Southwestern Iceland. Stockholms Universitet, 188 s.
- Halldór Ármannsson og Sverrir Þórhallsson 1996. Krísuvík. Yfirlit um fyrri rannsóknir og nýtingarmöguleika ásamt tillögum um viðbótarrannsóknir. Orkustofnun OS-96012/JHD-06 B, 25 s.
- Haukur Jóhannesson 1989. Jarðfræði Reykjaneskaga. Í: Náttúrufar á sunnanverðum Reykjaneskaga (ritstj. Kristbjörn Egilsson), Náttúrufræðistofnun Íslands og Samvinnunefnd um skipulagsmál á Suðurnesjum, s. 13-22
- Haukur Jóhannesson og Sigmundur Einarsson 1988. Krísuvíkureldar I. Aldur Ögmundarhrauns og miðaldalagsins. Jökull 38. 71-87.
- Helgi Torfason, Árni Hjartarson, Haukur Jóhannesson, Jón Jónsson og Kristján Sæmundsson 1993. Berggrunnskort. Elliðavatn 1613 III-SV-B, mælikvarði 1:25.000 Landmælingar Íslands, Orkustofnun. Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Seltjarnarnesbær, Reykjavíkurborg.
- Hjálmar Eysteinnsson 1999. Viðnámsmælingar umhverfis Sandfell, Reykjaneskaga. Orkustofnun, OS-99002, 71 s.
- Jón Jónsson 1978. Jarðfræðikort af Reykjaneskaga. Orkustofnun, OS JHD 7831, 303 s. + kortamappa.
- Kamah, M.Y. 1996. Borhole geology, hydrothermal alteration and temperature evaluation of Well KR-2, Krýsuvík, SW-Iceland, UNU Geothermal Training Program 1996, report 5, s. 71-98.

- Kifua, G.M. 1986. Geologic mapping for geothermal exploration, Trölladyngja area, Reykjanes Peninsula, South-West Iceland. UNU Geothermal Training Programme, Report 4, 1986, 38 s.
- Kristján Sæmundsson 1999. Jarðmyndanir, sprungur og jarðhiti á Sandfellssvæði. Orkustofnun, Rannsóknasvið, Greinargerð KS/gr 9915, 12 s.
- Malapitan, R.T. 1995. Borhole geology and hydrothermal alteration of well KR-9, Krýsuvík, SW-Iceland, UNU Geothermal Training Program 1995, report 8, s. 71-98.
- Muhagaze, L. 1984. Geological mapping and borhole geology in geothermal exploration. UNU Geothermal Training Programme 1984, Report 5, 38 s.
- Noll, H. 1967. Maare und maar-ähnliche Explosionskrater in Island. Sonderveröffentl. Geol. Inst. Univ. Köln. 117 s.
- Orkustofnun og Vatnaskil Consulting Engineers 1986. Vatnsleysa – Trölladyngja. Freshwater and geothermal investigation. Orkustofnun, OS-86032/JHD-10 B, 92 s.
- Ólafur G. Flóvenz og Kristján Ágústsson 1985. Viðnámsmælingar við Trölladyngju, Orkustofnun OS-85/JHD-janúar B, 16 s.
- Páll Imsland 1973. Um jarðfræði Sveifluháls. Háskóli Íslands, Verkfræði- og raunvísindadeild. B.S.-prófitgerð.
- Sigmundur Einarsson 1984. Jarðfræði Krýsuvíkursvæðisins. Miðvikudagserindi flutt á Orkustofnun.
- Sigmundur Einarsson og Haukur Jóhannesson 1988. Eldvirkni í Trölladyngjubrotakerfinu á nútíma. Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 9. apríl 1988. Dagskrá og ágrip erinda. s. 26-27.
- Sigmundur Einarsson, Haukur Jóhannesson og Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1991. Krýsuvíkureldar II. Kapelluhraun og gátan um aldur Hellnahrauns. Jökull 41, 61-80.
- Stefán Arnórsson 1987. Gas chemistry of the Krýsuvík geothermal field, Iceland, with special reference to evaluation of steam condensation in upflow zones. Jökull 37, 31-47.
- Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson og Hörður Svavarsson 1983. The chemistry of geothermal waters in Iceland III. Chemical geothermometry in geothermal investigations. Geochim. Cosmochim. Acta, 47, 567-577.
- Stefán Arnórsson og Stefán Sigurmundsson 1970. Krýsuvíkuraætlun 1970-71. Frumrannsókn, rannsóknarboranir og djúprannsókn. Orkustofnun 23 s. + kort.
- Stefán Arnórsson, Guðmundur Guðmundsson, Stefán G. Sigurmundsson, Axel Björnsson, Einar Gunnlaugsson, Gestur Gíslason, Jón Jónsson, Páll Einarsson og Sveinbjörn Björnsson 1975. Krýsuvíkursvæði. Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitans, Orkustofnun OS-JHD-7554, 71 s.
- Stefán Arnórsson, Axel Björnsson, Gestur Gíslason, Guðmundur Guðmundsson 1975. Systematic exploration of the Krýsuvík high-temperature area, Reykjanes peninsula,

- Iceland. Second UN symposium on the development and use of geothermal resources, San Francisco, Proceedings 853-863.
- Stefán Arnórsson, Sveinbjörn Björnsson, Haukur Jóhannesson & Einar Gunnlaugsson 1992: Vinnsloeiginleikar lághitasvæða Hitaveitu Reykjavíkur. Árbók VFÍ 1991/92, s. 344-366.
- Valgarður Stefánsson 1980. Jarðhitakerfið í Krísuvík. Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um jarðhita 7. nóv. 1980. Jarðfræðafélag Íslands, s. 41-43.
- Valgarður Stefánsson, Gestur Gíslason, Helgi Torfason, Lúðvík S. Georgsson, Stefán G. Sigurmundsson og Sverrir Þórhallsson 1982. Áætlun um skipulegar rannsóknir á háhitasvæðum landsins. Orkustofnun, OS82093/JHD 13, 176 s.
- Vargas M., J.R. 1992 Geology and geothermal considerations of Krísuvík valley, Reykjanes, Iceland. UNU Geothermal Training Program 1992, report 13, 35 s.
- Þorvaldur Thoroddsen 1925. Die Geschichte der isländischen Vulkane. Kaupmannahöfn.