



ORKUSTOFNUN

Jarðgufustöðvar á Norðausturlandi

**Valgarður Stefánsson, Ásgrímur Guðmundsson**

**Greinargerð VS-ÁsG-99-02**



## Jarðgufustöðvar á Norðausturlandi

### Inngangur

Þessi greinargerð fjallar um möguleika á virkjun jarðhita til raforkuvinnslu á Norðausturlandi. Athugað er hversu hratt væri hægt að virkja þekkt háhitasvæði í þessum landshluta, en þau eru Námafjall, Krafla, Þeistareykir og Öxarfjörður. Auk þeirra eru háhitasvæði við Gjástykki, Fremri Náma, Öskju og Kverkfjöll, en ekki er gert ráð fyrir að raforkuvinnsla verði á þessum svæðum á næsta áratug. Í greinargerðinni er lausleg umfjöllun um áhættuþætti við hraða uppbyggingu jarðgufuvirkjana. Greinargerðin er hluti af umfjöllun og umræðu um virkjunarkosti á Norðausturlandi.

### Verklag við virkjun háhitasvæða

Við virkjun jarðhita til raforkuvinnslu er það meginþjónarmið látið gilda að jarðhitasvæðin eru virkjuð í tiltölulega smáum þrepum og vinnsla hvers þreps notuð til þess að afla upplýsinga um vinnslugetu jarðhitakerfisins. Ef sterkar vísbendingar koma fram um öflugt svæði strax á rannsóknarstigi er möguleiki á að hafa fyrstu eininguna heldur stærri (t.d. 40 MW) en þær einingar sem koma síðar (t.d. 20 MW). Virkjunarhraði á hverju jarðhitasvæði er ákvarðaður á grundvelli upplýsinga um viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnslu. Nánari lýsingu á þessari aðferðafræði við virkjun jarðhita er að finna í Árbók VFÍ 1993/94 bls. 233-251.

Á síðustu árum hefur þáttur umhverfismála fengið aukið vægi við virkjun jarðhita og er reynt að láta jarðhitavirkjanir valda sem minnstu róti í náttúrunni. Brugðist hefur verið við því m.a. á þann hátt við jarðvarmavirkjanir að bora sem flestar vinnsluholur frá sama svæði. Við það er notuð skáborunartækni sem þróuð hefur verið innan olíuiðnaðarins með góðum árangri. Það dregur úr vegagerð, fækkar borplönum, samnýtir betur gufulagnir frá borholum, sem leiðir af sér minni efnisflutninga. Þegar er komin góð reynsla á þessa tilhögun á Kröflusvæðinu og þegar er búið að gera slíkar áætlanir í Bjarnarflagi.

### Krafla

Háhitasvæðin í Kröflu og Námafjalli eru vel þekkt jarðhitakerfi þar sem vinnsla hefur verið í gangi svo áratugum skiptir. Munurinn á svæðunum er einkum sá að jarðhitakerfið við Námafjall virðist vera eitt samhangandi kerfi en að í Kröflu er gert ráð fyrir að kerfið skiptist í mörg vinnslusvæði. Jarðhitinn í Kröflu þekur um  $40 \text{ km}^2$  innan öskjunnar (askjan

sjálf er um 70 km<sup>2</sup>), en víðátta jarðhitakerfisins við Námafjall hefur verið áætluð 8 km<sup>2</sup> á 500 m dýpi undir sjávarmáli. Innan Kröfluöskjunnar hafa rannsóknir einungis beinst að eystri hluta öskjunnar en þar eru nú nýtt þrjú vinnslusvæði: Leirbotnar, Suðurhlíðar og Hvíthólar. Á síðari árum hefur Leirbotnasvæðið verið teigt bæði til austurs og norðurs og er sá hluti kenndur við Víti-Hveragil. Boranir á því svæði hafa gefið góða raun. Vinnsluhæfni vökva og afl hola hafa verið mjög hagstæð og komið virkjunninni í 60 MW. Á vetrarmánuðum fyrri hluta árs 1999 var aukið við rannsóknir á svæðinu í vesturhluta öskjunnar með viðnámsmælingum (TEM) auk þess sem fyllt var upp í göt í eystri hlutanum. Við fyrstu skoðun á niðurstöðum þá eru sterkar líkur á því að vænleg vinnslusvæði geti verið á sunnanverðu Sandabotnafjalli og Sandabotnaskarði, sem áður hefur verið bent á og svo vestan við Hvíthólaklif í vestur hluta öskjunnar. Til þess að sannreyna hvort svæðin við Sandabotnafjall og vestan Hvíthólaklifs eru vænleg vinnslusvæði þarf að bora á báðum þessum stöðum til þess að fá fram hvort hitastig og efnasamsetning jarðhitavökvars á þessum fyrirhuguðu vinnslusvæðum sé heppileg til raforkuvinnslu. Gert er ráð fyrir að boraðar verði tvær holur á hverju nýju vinnslusvæði áður en ákvörðun er tekin um að virkja viðkomandi svæði. Næstu virkjunarstaðir á Kröflusvæðinu eru:

- Aukin vinnsla á svæðinu *Víti-Hveragil*. Gert er ráð fyrir að þetta svæði standi undir 60 MW viðbótarvinnslu en að uppbyggingin verði gerð í tweim 30 MW áföngum. Nú þegar er hægt að taka ákvörðun um fyrri 30 MW áfangann, en að ákvörðun um seinni 30 MW áfangann verði ekki gerð fyrr en frekari hermireikningar hafa verið gerðir.
- *Sandabotnafjall*. Gert er ráð fyrir að á árinu 2000 verði boraðar tvær rannsóknarholur við eða á Sandabotnafjalli. Ef þær holur gefa nægilega góða raun má þegar í byrjun árs 2001 taka ákvörðun um fyrstu 20 MW virkjun þar. Ef sú vinnsla gefur góða raun má ætla að hægt sé að taka ákvörðun um næstu 20 MW einingu við Sandabotnafjall í byrjun árs 2005.
- *Vestan Hvíthólaklifs*. Þetta svæði hefur mjög svipaða stöðu og svæðið við Sandabotnafjall. Eftir borun tveggja rannsóknarholra þar á árinu 2000 er hægt að taka ákvörðun um fyrstu 20 MW einingu í byrjun árs 2001 og seinni 20 MW einingu á árinu 2005.

## Námafjall

Svo sem áður greinir benda rannsóknir til að jarðhitinn við Námafjall sé eitt samhangandi jarðhitakerfi. Hér er hins vegar gert ráð fyrir að öll vinnsla fari fram vestan við fjallið, þ.e. í Bjarnarflagi. Hægt er að ráðast strax í 40 MW virkjun í Bjarnarflagi og þegar liggur fyrir verkhönnun að slíkri stöð. Allar líkur eru hins vegar á því að jarðhitakerfið standi undir mun meiri vinnslu og hér er reiknað með að ákvörðun um næsta 30 MW þrep sé hægt að taka á árinu 2002 og að hægt sé að byrja á þriðja áfanga (20 MW) á árinu 2005.

## Öxarfjörður

Nú á árinu 1999 er verið að bora fyrstu djúpu rannsóknarholuna í Öxarfirði. Niðurstöður þeirrar borunar munu liggja fyrir í byrjun árs 2000. Hér er reiknað með að önnur

rannsóknarhola verði boruð á árinu 2000. Í byrjun árs 2001 ætti því að vera hægt að taka ákvörðun um fyrsta 30 MW áfangann á þessu svæði, að því gefnu að rannsóknarholurnar gefi nægilega góðar niðurstöður. Miðað við útbreiðslu lágvíðnáms í Öxarfirði er reiknað með að svæðið standi undir meiri vinnslu en það og hér er reiknað með að hægt verði að byrja á næstu 30 MW einingu á árinu 2003 og að síðan verði bætt við 20 MW einingu og að ákvörðun um hana verði gerð á árinu 2005.

## Þeistareykir

Yfirborðsrannsóknir hafa farið fram á Þeistareykjasvæðinu, og er svæðið talið tilbúið til borunar. Hér er gert ráð fyrir að borun tveggja rannsóknahola fari fram á árinu 2000. Gefi þær boranir góða raun má hefjast handa um fyrstu 30 MW einingu á svæðinu strax í byrjun árs 2001. Gert er ráð fyrir sama virkjunarhraða og í Öxarfirði, þ.e. að byrjað verði á annari 30 MW einingu á árinu 2003 og að þriðja einingen verði 20 MW sem hægt verði að byrja á í byrjun árs 2005.

## Virkjunarframkvæmdir

Í öllum tilvikum er gert ráð fyrir að það taki 3 ár frá því að ákvörðun um virkjun er tekin þar til viðkomandi eining getur hafið framleiðslu. Þær einingar sem fjallað hefur verið um eru annað hvort 20 eða 30 MW að stærð, nema fyrsti áfanginn í Bjarnarflagi sem er 40 MW. Um þann áfanga liggur fyrir hönnunarskýrsla þannig að sá áfangi er þegar vel undirbúinn.

Mynd 1 sýnir mögulega framkvæmdaröð á þeim virkjunum sem greindar voru hér að framan. Grænu strikin sýna þann tíma sem áætlaður er til rannsóknarborana, en rauðu strikin sýna virkjunarframkvæmdir (þar með taldar boranir) fyrir hverja einingu fyrir sig. Við hægri enda rauðu strikanna er gefin orkuvinnslugeta hverrar einingar fyrir sig. Með þeim uppbyggingarhraða sem gefinn er á mynd 1 gæti viðbótarvinnsla frá þessum jarðgufuvirkjunum orðið:

Í lok árs	GWh/a
2002	560
2003	1600
2004	1840
2005	2320
2006	2320
2007	2800
2008	3120

## Boranir

Sú framkvæmdaáætlun sem sýnd er á mynd 1 gerir ráð fyrir tiltölulega miklum borunum og sýnir tafla 1 hvað þarf að bora margar holur á ári til þess að ná settu markmiði.

Tafla 1.

Ár	00	01	02	03	04	05	06	07	08	$\Sigma$
Virkjunarstaður										
Víti-Hverag. 30	4	3	3							10
Víti-Hverag. 30		4	3	3						10
Sandabotnafjall 20	2	4	3	3						12
Sandabotnafjall 20						4	3	3		10
Vestan Hvíth. 20	2	4	3	3						12
Vestan Hvíth. 20						4	3	3		10
Námafjall 40	4	3	3							10
Námafjall 30			2	2	4					8
Námafjall 20						2	2	1		5
Öxarfjörður 30	1	3	4	3						11
Öxarfjörður 30				3	3	4				10
Öxarfjörður 20							3	2	2	7
Þeistareykir 30	2	3	3	4						12
Þeistareykir 30				3	4	3				10
Þeistareykir 20							3	2	2	7
Borholur á ári	15	24	24	24	11	17	14	11	4	144
Fjöldi bora	3	4	4	4	2	3	3	2	1	

Í töflu 1 er gert ráð fyrir að hver hola skili að meðaltali 3 MW raforku, nema í Námafjalli þar sem reiknað er með 4 MW á holu. Ekki er reiknað með borun sérstakra hola til niðurdælinga í töflu 1.

Tafla 1 sýnir að til þess að ná þeim virkjunarhraða sem mynd 1 gerir ráð fyrir þurfa að vera í gangi allt að fjórir stórir borar sum árin.

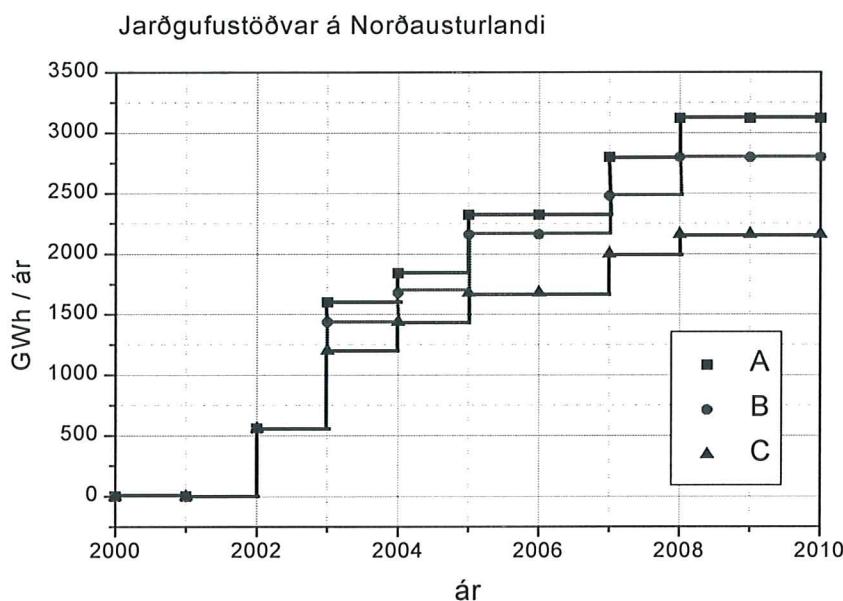
## Áhættuþættir

Sú framkvæmdaáætlun sem lýst er á mynd 1 gerir ráð fyrir að rannsóknarboranir á fjórum fyrirhuguðum vinnslusvæðum muni gefa góða raun og að hægt verði að fara í virkjunarframkvæmdir að loknum þeim rannsóknarborunum. Þó svo að þess séu varla dæmi hér á landi að fyrirhuguð vinnslusvæði reynist ónothæf, er rétt að gera ráð fyrir því að sú staða geti komið upp. Líkurnar á því að öll fjögur vinnslusvæðin reynist ónothæf eru mjög litlar. Hins vegar er talið rétt að athuga hvernig þróunin yrði ef eitt eða tvö af fyrirhuguðum vinnslusvæðum verða dæmd svo slæm að ekki verði úr frekari virkjunarframkvæmdum þar. Settar eru upp tvær sviðsmyndir, annars vegar að annar hvor virkjunarstaðurinn í Kröflu reynist ónothæfur og hins vegar að auk virkjunarstaðsins í Kröflu reynist annað hvort Öxarfjörður eða Þeistareykir ónothæfir. Viðbótarorkuvinnsla á Norðausturlandi yrði þá í lok hvers árs eins og sýnt er í töflu 2.

Tafla 2.

Ár	A Öll fjögur nýju vinnslusvæðin reynast nothæf.	B Annað vinnslusvæðið í Kröflu reynist ónothæft	C Annað vinnslusvæðið í Kröflu og annað hvort Öxarfjörður eða Þeistareykir reynast ónothæfir
	$\Sigma$ GWh/a	$\Sigma$ GWh/a	$\Sigma$ GWh/a
2001			
2002	560	560	560
2003	1600	1440	1200
2004	1840	1680	1440
2005	2320	2160	1680
2006	2320	2160	1680
2007	2800	2480	2000
2008	3120	2800	2160

Þessar sviðsmyndir eru sýndar á mynd 2.



Mynd 2.

Þessi umfjöllun sýnir að jafnvel þótt helmingurinn af nýjum virkjunarstöðum reynist ónothæfur til viinsslu verður hægt að tryggja 1200 GWh/a viinsslu í lok ársins 2003. Ef allir fjórir nýjir virkjunarstaðir reynast svara væntingum mætti vinna 1600 GWh/a frá þekktum jarðhitasvæðum á Norðausturlandi í lok ársins 2003.

Valgarður Stefánsson  
Ásgrímur Guðmundsson

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	I II	III IV	I II	III IV	I II	III IV	I II	III IV	I II
<b>KRAFLA</b>									
Viti-Hveragil 30	30MW			240GWh					
Viti-Hveragil 30		Hemireikningar	30MW		240GWh				
Sandabonafjall 20		Borun	20MW	160GWh					
Sandabonafjall 20					Hemireikningar	20MW			
Vestan Hvitholakliffs 20		Borun	20MW	160GWh					
Vestan Hvitholakliffs 20					Hemireikningar	20MW			
<b>NÁMAFJALL</b>									
Bjarnarflug 40	40MW		320GWh						
Bjarnarflug 30		Hemireikningar	30MW						
Bjarnarflug 20				240GWh					
<b>ÖXARFJÖRBUR</b>									
Öxarfjörður 30		Borun	30MW						
Öxarfjörður 30				Hemireikningar	30MW				
Öxarfjörður 20					240GWh				
<b>PEISTAREYKIR</b>									
Peistareykir 30		Borun	30MW		240GWh				
Peistareykir 30				Hemireikningar	30MW				
Peistareykir 20						240GWh			
GWh ársins	560	1040	240	480	480	480	480	480	480
Heildar GWh	560	1600	1840	2320	2320	2320	2320	2320	320
									3120