

AFL OG ENDING HENGILSSVÆDISINS

Sveinbjörn Björnsson

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

AFL OG ENDING HENGILSSVÆÐISINS

Sveinbjörn Björnsson

AFL OG ENDING HENGILSSVÆÐIS

Hengilssvæðið er talið í hópi öflugri háhitasvæða landsins. Eystri hluti svæðisins norðan Hveragerðis hefur verið virkur síðustu 500.000 ár en hefur nú lifað sitt fegursta og fer hægt kólnandi. Vestari hlutinn er hins vegar í fullu fjöri og dæmigert háhitasvæði í sprungusveimi með tíðum misgengjum og gossprungum. Stærð þessa hluta háhitasvæðisins er talin um 70 km². Miðbik svæðisins virðist vera í Hengladölum og á Ölkelduhálsi og er þar búist við 280-290°C hita en ^{þessu} ángar jarðhita teygjast eftir sprungusveimnum, til suðvesturs í átt að Hveradölum og Hverahlíð og til norðausturs að Nesjavöllum. Álitlegasti virkjunarstaður fyrir raforku er líklega í Fremstadal. Á Nesjavöllum hefur fundist allt að 284°C hiti, en meðalinnrennslishiti í dýpstu holuna þar er um 260°C. Lítil myndbreyting bergs í efstu 1500 m, þrátt fyrir háan hita, er túlkuð svo, að jarðhiti hafi nýlega náð upp í efri berglög undir Nesjavöllum. Nesjavellir eru samkvæmt þessu í norðurjaðri háhitasvæðisins og væri ráðlegra að bora vinnsluholur heldur sunnar en gert hefur verið, þótt það sé nokkrum erfiðleikum bundið vegna hækkandi landslags.

Ef vatn er unnið innan sprungubeltisins með borunum má gera ráð fyrir greiðu aðstreymi og góðum innstreymisæðum á 1.5 til 3 km dýpi. Við langvarandi vinnslu ^{langvarandi} drægju borholurnar að sér vatn langa vegu eftir sprungubeltinu. Hiti þess yrði 260°C eða hærrí í fyrstu en færi hægt lakkandi, þegar kaldara vatn streymir inn á háhitasvæðið og kælir bergið smám saman. Gunnar Böðvarsson birti í Tímariti Verkfræðingafélagsins 1963

fræðilega ritgerð um aðferð til að meta hraða þessarar kælingar og magn heits vatns, sem vinna mætti úr háhitasvæði. Í erindi á ráðstefnu Sameinuðu Þjóðanna um jarðhita, sem haldin var í Pisa 1970 notaði Gunnar þessa aðferð til að meta afl Hengilssvæðisins og komst að þeirri niðurstöðu, að svæðið gæti gefið um 2900 tonn af gufu á klst. í 100 ár, án þess að kólna um meira en 10°C. Með þessari gufu mætti reka 300 MW rafstöð. Í þessum reikningum voru notaðar mjög ^{careful assumptions} varkárar forsendur og sumar þeirra er nú unnt að endurskoða vegna aukinnar reynslu og þekkingar. Gert var ráð fyrir 230°C innstreymishita en nú er talið, að hann yrði ekki lægri en 260°C í byrjun. Vatnsleiðandi lög voru áætluð aðeins 5 að tölu, en reynsla af djúpum borunum í sprungubeltin sýnir, að þau yrðu mun fleiri og mætti fremur reikna með 10. Sé þessum forsendum breytt og ^{vinning} vinnslunni leyft að kæla vatnsleiðandi fleti niður að 220°C eins og áður, mundi gufan nægja til reksturs 850 MW orkuvers í 100 ár. Ef vinnslan er aðeins 200 MW sýna reikningar enga mælanlega lakkun á hita vatnsins eftir 100 ár. Til þess að valda 5°C lakkun hita á 100 árum þyrfti um 430 MW vinnslu.

Af þessum reikningum er ljóst, að á Hengilssvæði mætti vinna um 800 MW raforku næstu 100 árin, án þess að háhitasvæðið léti verulega á sjá eftir þessa nýtingu. Vinnsla 200 MW eða minna afls hefði engin mælanleg áhrif á hita svæðisins fyrstu 100 árin.

Þetta mat á afli og endingu svæðisins miðast við, að vatn sé dregið að borholum á 10 vatnsgengum flötum, sem ná um allt háhitasvæðið innan sprungubeltisins. Við vinnsluna kólna þessir fletir frá 260°C í 220°C en meginhluti bergsins heldur enn upprunalegum hita í lok vinnslutímabilsins. Til þess að tryggja jafnan aðdrátt vatns að borholum yrði að dreifa virkjunarstöðum

á sprungubeltið líkt og gert er í vinnslu kallds grunnvatns.

VIRKJUN Á NESJAVÖLLUM

Eins og áður var nefnt eru Nesjavellir í norðurjaðri háhitasvæðisins og væri æskilegt að vinnsla yrði staðsett eins sunnarlega og unnt er, eða vatn unnið á 1.5-3 km dýpi, ef jarðhiti reynist ná lengra til norðurs á því dýpi. Borholur á Nesjavallasvæði eru hins vegar vel staðsettar í sprungubeltinu og gætu dregið til sín vatn frá verulegum hluta háhitasvæðisins, ef vatnsleiðni reynist góð. Úr því verður aðeins skorið með vinnslu og væri æskilegt að hún færi stigvaxandi, t.d. í 30-60 MW þrepum. Þegar að því kæmi, að tengsl milli borhola yrðu svo nán, að viðbótarboranir gæfu litla aukningu í afli, þyrfti að velja nýjan virkjunarstað sunnar á sprungusvæðinu. Eins og reikningar á afli og endingu háhitasvæðisins sýndu, er hins vegar lítil hættu á því að 30-60 MW vinnsla í nokkra áratugi muni kæla svæðið og spilla því til annarra nota en raforkuvinnslu síðar.

Heimild:

Gunnar Böðvarsson, 1970: An Estimate of the Natural Heat Resources in a Thermal Area in Iceland. Geothermics (1970) Spec. Issue 2, 1289-1293.

REIKNINGAR

G.B. Pisa 1970:

$$T(x,t) = T_0 \operatorname{erf}(u)$$

$$u = \frac{kx}{qs\sqrt{at}}$$

$$Q = qt ; \quad x = d ; \quad w = \frac{Q}{d}$$

$$u = \frac{k\sqrt{t}}{ws\sqrt{a}}$$

$$u = \frac{2.8\sqrt{t}}{w}$$

t í árum, w = vinnsla vatns,
tonn/m² af snertifletti á t árum.

A. HENGILL Forsendur G.B.:

1. Flatarmál háhitasvæðis 100 km².
2. Vinnsla úr 1500 m þykku bergi á dýpi 1-2.5 km.
3. Innstreymishiti í byrjun 230°C.
4. Fimm vatnsleiðandi fletir í bergi.
5. Vatn, sem streymir inn á háhitasvæði er 120°C, en hitnar í 220-230°C.
6. Við vinnslu kólnar svæðið á t árum úr 230°C í 220°C.
7. Vinnsla stendur í t = 100 ár.
8. Gufa verður nýtt niður að 120°C hita í skilju, þ.e. 0.2 kg gufa/kg vatns úr bergi.

$$\operatorname{erf}(u) = \frac{T}{T_0} = \frac{220 - 120}{230 - 120} = 0.9 \Rightarrow u = 1.17$$

$$w = \frac{2.8}{u} \sqrt{t} = \frac{2.8}{1.17} \sqrt{100} = 24 \text{ tn/m}^2$$

$$Q = 5 \text{ fletir} \cdot 100 \text{ km}^2 \cdot 24 \text{ tn/m}^2 = 1.2 \cdot 10^{10} \text{ tn}$$

$$\text{Gufa} : 0.2 \cdot 1.2 \cdot 10^{10} \text{ tn} = 2.4 \cdot 10^9$$

$$\text{Meðalrennsli gufu á klst.} : \frac{2.4 \cdot 10^9 \text{ tn}}{100 \text{ ár} \cdot 365 \text{ d} \cdot 24 \text{ h}} = 2740 \text{ tn/h}$$

$$\text{Rafafli stöðvar:} \frac{2740 \text{ tn/h}}{10 \text{ tn/MWh}} = 274 \text{ MW}$$

B. HENGILL. Nýjar forsendur

1. Innstreymishiti í byrjun 260°C í stað 230°C .
2. Tíu vatnsleiðandi fletir í bergi.

$$\text{erf}(u) = \frac{T}{T_0} = \frac{220 - 120}{260 - 120} = \frac{100}{140} = 0.714$$

$$u = 0.754$$

$$w = \frac{2.8}{u} \cdot \sqrt{t} = 3.72\sqrt{t} = 3.72 \cdot \sqrt{100} = 37.2 \text{ tn/m}^2$$

$$Q = 10 \text{ fletir} \cdot 100 \text{ km}^2 \cdot 37.2 \text{ tn/m}^2 = 3.72 \cdot 10^{10} \text{ tn}$$

$$\text{Gufa:} \quad 0.2 \cdot 3.72 \cdot 10^{10} \text{ tn} = 7.44 \cdot 10^9 \text{ tn}$$

$$\text{Meðalrennsli á klst:} \frac{7.44 \cdot 10^9 \text{ tn}}{100 \text{ ár} \cdot 365 \text{ d} \cdot 24 \text{ h}} = 8500 \text{ tn/h}$$

$$\text{Rafafli stöðvar: } \frac{8500 \text{ tn/h}}{10 \text{ tn/MWh}} = 850 \text{ MW}$$

C. 60 MW afl í 100 ár, sömu forsendur og í B.

$$\text{Vatnsvinnsla } w = \frac{37.2 \cdot 60}{850} = 2.62 \text{ tn/m}^2$$

$$u = \frac{2.8\sqrt{t}}{w} = \frac{2.8 \cdot 10}{2.62} = 10.7$$

$$\frac{T}{T_0} = \text{erf}(10.7) = 0.999 \ 999 = 1$$

$T = T_0$, engin mælanleg hitabreyting

D. 200 MW afl í 100 ár, sömu forsendur og í B.

$$w = \frac{37.2 \cdot 200}{850} = 8.75 \text{ tn/m}^2$$

$$u = \frac{2.8 \cdot 10}{8.75} = 3.2$$

$$\frac{T}{T_0} = \text{erf}(3.2) = 0.99 \ 999 = 1$$

E. Vinnsla í 100 ár veldur 5°C lækkun á hita, sömu forsendur annars og í B.

$$\frac{T}{T_0} = \frac{255 - 120}{260 - 120} = \frac{135}{140} = 0.965 = \text{erf}(u)$$

$$u = 1.491$$

$$w = \frac{2.8 \cdot 10}{1.491} = 18.8 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Rafafli stöðvar: } \frac{18.8}{37.2} 850 = 430 \text{ MW}$$