

Jarðsjór og gufa úr borholum á Reykjanesi:
Endurmat efnaflæðis að breyttum forsendum

Jón Örn Bjarnason

Greinargerð JÖB-98-02

JARÐSJÓR OG GUFU ÚR BORHOLUM Á REYKJANESI: ENDURMAT EFNAFLÆÐIS AÐ BREYTTUM FORSENDUM

Vegna áforma Hitaveitu Suðurnesja um að bora fleiri holur á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi og auka þannig vinnslu þar, lagði Orkustofnun á það mat, nú á útmánuðum, hversu mikils efnaflæðis mætti vænta úr téðum holum. Var það gert að beiðni Hitaveitunnar, en fyrirætlanir hennar um aukna vinnslu úr svæðinu tengjast hugmyndum um stóriðju, sem verið hafa á döf um hríð. Niðurstöður matsins voru lagðar fram í greinargerð Orkustofnunar frá 24. mars 1998 (JÖB-98/01), en þessi vinna er liður í úttekt á áhrifum ráðgerðra framkvæmda á umhverfið.

Við mat þetta var gengið út frá því að efnasamsetning rennis úr fyrirhuguðum holum myndi reynast hin sama og meðalsamsetning rennis úr holu 9 á árunum 1992 - 1996. Þá var gert ráð fyrir því að hiti í holunum myndi mælast nálægt 290°C, en það er jafnaðarhiti í holu 9. Við matsgerðina var einnig lögð til grundvallar fyrirbyggjandi áætlun um að magnesíumvinnsla myndi þurfa 1,2 milljónir tonna af gufu árlega við 20 bar-a þrýsting. Til þess að mæta töpum við skiljur og í flutningi var þrýstingskraftan hækkuð í 25 bar-a.

Skömmu eftir að tilvitnuð greinargerð var fullbúin, breyttust forsendur fyrirhugaðrar gufuvinnslu í veigamiklum atriðum. Var nú tekið mið af öðru vinnsluferli fyrir framleiðslu magnesíums en áður hafði verið gert. Af þessum sökum var slegið mjög af kröfu um gufuþrýsting og hún lækkuð í 8 bar-a. Á móti kom að áætlun um gufuþörf var hækkuð verulega.

Ekki þykir fýsilegur kostur að skilja holurenni á Reykjanesi með hvellsuðu við 8 bar-a. Við þennan þrýsting væri skiljunarhiti liðlega 170°C, en metunarmörk myndlauss kísils (ópals) í renninu eru hins vegar nálægt 186°C. Skiljur og annar búnaður myndu fljótlega stíflast af kísilútfellingum við þessar aðstæður, og verður því að skilja rennið við hærri hita og þrýsting, ofan ópalmettunarmarka. Ekki sýnist fjarri lagi að miða skiljuþrýsting við 12,5 bar-a, en sá þrýstingur samsvarar 189,8°C.

Vegna þess hversu mjög forsendur hafa breyst, þykir ástæða til að endurskoða fyrrnefnt mat á efnaflæði á Reykjanesi. Eftir sem áður verður hér gengið út frá því að efnasamsetning rennis úr fyrirhuguðum borholum muni reynast hin sama og meðalsamsetning rennis úr holu 9 á árunum 1992 - 1996. Þá er gert ráð fyrir sama holuhita og áður, 290°C. En nú standa mál svo, að þörf er talin á 1500 þúsundum tonna af gufu árlega til vinnslu magnesíums, en 700 þúsundum tonna til eimingar alkóhóls. Til að afla þessara 2,2 milljóna tonna af gufu þarf að vinna úr svæðinu samtals 9 milljónir tonna rennis á ári hverju, enda er gufuhluti þess 0,2444, eða 24,4%, þegar skilið er við 12,5 bar-a þrýsting.

MÁ EKKI FJARLÆGJA

Töflurnar hér á eftir sýna niðurstöður endurmats á væntanlegri efnaupptekt og gaslosun úr jarðhitasvæðinu á Reykjanesi, þegar mið er tekið af breyttum vinnsluforsendum.

Meðalstyrkur helstu efna í djúpvatni holu 9 er skráður í annan dálk töflu 1. Í töflunni tákna "Uppleyst" heildarstyrk uppleystra steinefna, en hann er fundinn með þurreimingu sýnis, CO₂ tákna heildarkarboronat reiknað til koldíoxíðs og H₂S tákna heildarsúlfíð reiknað til brennisteinsvetnis. Tölurnar í öðrum dálki eiga allar við vökva djúpt í holunni, áður en hann hefur soðið af sér gufu, og eru að sjálfsögðu hinar sömu og tölur í öðrum dálki töflu 1 í greinargerðinni frá 24. mars (Orkustofnun, JÖB-98/01), enda eru efnafræðilegar forsendur óbreyttar. Þriðji dálkur sýnir árlega vinnslu úr svæðinu, eins og hún er áætluð nú, aukin þriðjungi frá fyrri forsendum.

Tafla 1. Endurmetið efnaflæði úr fyrirhuguðum borholum á Reykjanesi: Helstu efnaþættir.

Efni	Styrkur (mg/kg)	Vinnsla (Mtonn/ár)	Efnaflæði (tonn/ár)
Líþíum (Li)	3,48	9,00	31
Natríum (Na)	9380	9,00	84500
Kalíum (K)	1370	9,00	12300
Magnesíum (Mg)	0,90	9,00	8
Kalsíum (Ca)	1600	9,00	14400
Strontíum (Sr)	6,65	9,00	60
Flúoríð (F)	0,16	9,00	1,5
Klóríð (Cl)	18400	9,00	165000
Brómíð (Br)	65,2	9,00	590
Súlfat (SO ₄)	17,4	9,00	160
Ál (Al)	0,071	9,00	0,6
Mangan (Mn)	2,66	9,00	24
Járn (Fe)	0,33	9,00	3
Kísill (SiO ₂)	640	9,00	5800
Bór (B)	7,64	9,00	70
Uppleyst	33140	9,00	300000
Karboronat (CO ₂)	1330	9,00	12000
Súlfíð (H ₂ S)	39	9,00	350

Aftasti dálkur töflu 1 sýnir loks mat á árlegu efnaflæði úr svæðinu, og er þá byggt á hinum nýju forsendum. Þær tölur eru fundnar með margföldun úr næstu tveimur dálkum á undan. Samtals er hér um að ræða u.þ.b. 300 þúsund tonn uppleystra efna.

Þegar rennið er hvellsoðið og skilið við 12,5 bar-a leitar mest af gasinu úr lausn og yfir í gufuna, en aðeins lítill hluti verður eftir í skiljuvökvanum. Við þessar aðstæður yrði styrkur koldíoxíðs í gufu nálægt 5400 mg/kg og styrkur brennisteinsvetnis liðlega 150 mg/kg. Tafla 2 sýnir árlega losun þessara lofttegunda við 2,2 milljón tonna gufuvinnslu.

Tafla 2. Endurmetin gaslosun úr fyrirhuguðum borholum á Reykjanesi: Fyrri skiljuþrep, 12,5 bar-a.

Efni	Styrkur (mg/kg)	Vinnsla (Mtonn/ár)	Losun (tonn/ár)
Koldíoxíð (CO ₂)	5400	2,2	11900
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	154	2,2	340

Sé skiljuvatnið frá fyrri þrepi hvellsoðið og skilið aftur, t.d. við 1 loftþyngd og 100°C, losnar úr upplausn megnið af því gasi sem eftir var og hverfur með gufunni. Styrkur koldíoxíðs í þessari gufu yrði um 100 mg/kg og styrkur brennisteinsvetnis liðlega 6 mg/kg, en gufuhlutinn 0,1717 eða 17,2%. Þetta samsvarar 1170 þúsund tonnum af gufu árlega, og tafla 3 sýnir árlega losun gass í þessu skiljuþrepi.

Tafla 3. Endurmetin gaslosun úr fyrirhuguðum borholum á Reykjanesi: Seinna skiljuþrep, 100°C.

Efni	Styrkur (mg/kg)	Vinnsla (Mtonn/ár)	Losun (tonn/ár)
Koldíoxíð (CO ₂)	100	1,17	115
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	6,2	1,17	7,2

Við tveggja þrepa hvellsuðu og aðskilnað vatns frá gufu lætur nærri að allt uppleyst karbónat og súlfíð muni hverfa úr lausn. Þorri þess mun skila sér út í andrúmsloftið eftir að varminn úr gufunni hefur verið nýttur.

Eftir seinna skiljuþrepið munu falla til $(1 - 0,2444) \cdot (1 - 0,1717) \cdot 9,00$ eða 5,63 milljónir tonna af þækli. Þetta samsvarar 62,6% af áformaðri heildarvinnslu, en mismunurinn er gufan. Selta vökvans hefur þá aukist um 60% vegna afsuðu.

Gera má ráð fyrir því að kísilstyrkur þækils úr seinna skiljuþrepi muni fljótlega falla að mettunarmörkum ópals, en þau eru um 130 - 140 mg/kg við stofuhita. Sá kísill, sem umfram er, mun hins vegar falla út, og má þannig búast við um 5000 tonnum af kísilútfellingum árlega. Rúmtak þessa efnis yrði nálægt 2700 m³.

Síðasti dálkur töflu 4 sýnir áætlað flæði nokkurra snefilefna til yfirborðs. Til grundvallar því mati eru lagðar mælingar Jóns Ólafssonar og J.P. Riley frá 1978 á styrk efna í jarðsjó úr holu 8 á Reykjanesi, en nýrri tölur um styrk þungmálma eða annarra snefilefna eru ekki tiltækar. Niðurstöður þeirra félaga, eftir umreikning til djúpvatns, eru sýndar í öðrum dálki töflu 4. Rétt er að benda á að einingar efnastyrks og -flæðis eru hér þúsund sinnum smærri en í fyrri töflum.

Tafla 4. Endurmetið efnaflæði úr fyrirhuguðum borholum á Reykjanesi: Nokkrir málmar.

Efni	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Vinnsla (Mtonn/ár)	Efnaflæði (kg/ár)
Nikkel (Ni)	8,5	9,00	77
Kopar (Cu)	10	9,00	90
Sink (Zn)	65	9,00	590
Arsen (As)	105	9,00	950
Selen (Se)	0,3	9,00	2,7
Molybden (Mo)	4,5	9,00	40
Kadmíum (Cd)	0,78	9,00	7
Antimón (Sb)	0,4	9,00	3,6
Wolfram (W)	0,67	9,00	6

Í greinargerð þeirri frá 24. mars, sem vitnað var til í upphafi, er fjallað ítarlegar um sumt af því sem tæpt hefur verið á hér að framan. Vísast til hennar um frekari útlistanir á efninu. Tilgangurinn með þeirri greinargerð sem hér birtist er sá einn að fella mat efnaflæðis úr fyrirhuguðum borholum á Reykjanesi að breyttum forsendum um skiljuþrýsting og gufuvinnslu.

Fari svo, að enn verði breytingar á áætlaðri gufuþörf, að óbreyttum skiljuþrýstingi, verður harla einfalt að laga matið að nýjum áætlunum. Nægir þá að margfalda efnastyrk í hverri töflu með nýjum vinnslutölum.

Jón Örn Bjarnason