

## Um skáborun í Kröflu

**Valgarður Stefánsson, Benedikt Steingrímsson**

**Greinargerð VS-BS-81-02a**

## Um skáborun í Kröflu

Á undanförunum árum hefur verið vaxandi áhugi á að innleiða í jarðhitaborunum héraendis svonefnda skáborun, þ.e. borun holu með fyrir fram ákveðnum halla og stefnu.

Skáborun er nú þegar beitt í einhverjum mæli í jarðhitaborunum erlendis, og í olíuborunum, t.d. frá olíuborþöllum, eru flestar holur boraðar með þessum hætti. Segja má því að flest tæknileg vandkvæði við skáboranir séu þekkt og leyst, þó alltaf megi búast við að einhver ný vandamál skjóti upp kollinum, þegar ráðist er í borun á nýju svæði, hvort sem um er að ræða skáborun eða aðrar boraðferðir.

Hingað til hefur umræðan um skáborun á Íslandi yfirleitt snúist um bortækni, tækjakost og borkostnað. Minna hefur hins vegar verið fjallað um þann jarðhitalega ávinning sem þessari tækni fylgir.

Í þessari greinargerð verður fjallað um helstu atriði, sem gera skáborun fýsilega við gufuvinnslu úr jarðhitasvæðinu í Kröflu. Þeir möguleikar, sem teknir verða fyrir eru:

- Landrými.
- Að skera lóðréttar sprungur.
- Að skera lárétta sprungur á mörgum stöðum frá sömu holunni.
- Endurvinnsla eldri og lélegra hola.

Verður nú fjallað um hvern þessara þátta fyrir sig.

### 1. Landrými

Í suðurhlíðum Kröflu er landslag yfirleitt erfitt til borplansgerðar. Með því að bora skáholur opnast sá möguleiki að bora fleiri en eina holu frá hverju borplani. Þetta eru svipaðar aðstæður og á Geysisvæðinu í Kaliforníu, en þar hafa menn um langt skeið beitt þessari tækni, og bora 4-6 holur frá sama borplaninu.

Ekki er fyrir fram hægt að búast við því að fleiri holur frá sama planinu dragi úr borkostnaði. Að vísu er ljóst að eitthvert fé mun sparast við plangerð, en skáborunin verður væntanlega mun dýrari en venjuleg lóðrétt borun og tapast þar hagnaðurinn við plangerðina og væntanlega meira en það.

Borun margra hola frá sama borplaninu er því ekki hægt að réttlæta með lækkun kostnaðar við borplansgerð eingöngu, fleira verður að koma til. Þessi möguleiki hefur því ekki verið mjög aðkallandi fram að þessu í suðurhlíðum Kröflu, en fyrirsjáanlegt er að vandamál með landrými koma upp þegar vinnsla úr suðurhlíðasvæðinu fer að aukast. Vandamál sem trúlega best verða leyst með skáborun margra hola frá sama borplaninu.

## 2. Skera lóðréttar sprungur

Almennt er talið að jarðhitavökva sé helst að finna í bergsprungum, og að jarðhitakerfi séu þéttriðin sprungum, sem veita vökvunum um berggrunninn. Sprungustefnur og halli á sprungum fer eftir því hver myndunarsaga viðkomandi svæðis hefur verið. Þar sem háhitasvæði eru aðeins á eldvirkum svæðum, er eðlilegast að telja þær sprungumyndanir, sem fylgja eldvirkni, dæmigerðar fyrir sprungukerfi háhitasvæðanna.

Ef slíkar sprungur eru flokkaðar eftir halla, falla gossprungur og flest misgengi í hóp sprungna, sem eru næsta lóðréttar (halli  $<10^\circ$ ), en láréttar sprungur er helst að finna við lárétt innskot (og hraunlagamót). Sem dæmi um sprungur með halla þar á milli eru keilugangar og einstaka misgengi.

Að framansögðu má ljóst vera, að borárangur ræðst af því hve margar og hve vatnsgæfar sprungur borhola sker. Sömuleiðis er ljóst að mjög erfitt er að hitta á næsta lóðréttu sprungu nema út í skáborun sé farið. Þar sem lóðréttar eða lítt hallandi sprungur eru mjög algengar á íslenskum jarðhitasvæðum er nauðsynlegt, fyrr eða síðar, að hefja hér skáborun og þá ekki aðeins í Kröflu heldur víða annars staðar.

Á Kröflusvæðinu eru tvær meginsprungustefnur ríkjandi. Eru það annars vegar N-S sprungur, eru þær taldar vera næsta lóðréttar, en hins vegar eru sprungur (misgengi) með stefnuna NV-SA. Í suðurhlíðum Kröflu hallar þessum sprungum til NA, þ.e.a.s. inn undir Kröflufjall.

Ekki er fyllilega ljóst hvor þessara sprungustefna skiptir meira máli fyrir jarðhitakerfið í suðurhlíðum, en skáboranir gætu trúlega skorið úr um slíkt. Þyrfti þá að bora skáholur bæði með AV og NS stefnu.

Af þeim sprungum sem liggja N-S er áhugaverðast að bora í Hveragilssprunguna og sprunguna sem liggur undir súra hryggnum sem gengur upp milli KJ-17 og KJ-18. Að vísu verður að gæta að því að borun inn undir Hveragil gæti haft áhrif á hveravirknina í gilinu. Ekki er þó hægt að útiloka slíka borun af þeim ástæðum. Virknin í Hveragili er hluti af því jarðhitakerfi, sem Kröfluvirkjun nýtir. Orkuvinnsla úr svæðinu kemur því að öllum líkindum til með að hafa áhrif á yfirborðsummerki fyrr eða síðar svo sem komið hefur fram á jarðhitasvæðum víða erlendis (Larderello, Wairakei og Geysers-svæðið). Reynslan frá þessum svæðum er sú að það er fyrst og fremst heildar vinnslan úr þessum jarðhitakerfum, sem hefur áhrif á yfirborðsjarðhitann, en ekki endilega hvort holur eru staðsettar nálægt yfirborðsummerkjum eða ekki.

Við borun í Hveragilssprunguna mætti sameina tvö markmið ef borað er inn undir Kröflufjall, því þá fengjust um leið upplýsingar um NV-SA sprunguna nálægt skurðpunktum þeirra við Hveragilssprunguna.

### 3. Skera lárétta vatnsleiðara

Í þeim holum sem fram að þessu hafa verið boraðar í suðurhlíðum hefur mesta innstreymi í holur verið á dýptarbilinu 900-1100 m. Þetta eru allfrábrugðnar aðstæður miðað við gamla borsvæðið, og gæti verið tákni um að mesta vinnslan sé úr takmörkuðu dýptarbili. Þannig aðstæður gera það eftirsóknarvert að bora marga anga út frá sömu holunni sem myndu þá skera þetta dýptarbil á nokkrum stöðum. Einnig mætti hugsa sér þann möguleika að bora fleiri anga út úr sömu holu, ef fyrsta holan virðist ekki ætla að verða gjöful.

Annað sjónarmið, skylt því sem hér hefur verið rakið svo og umfjöllun um landrými er sú staðreynd að leiðni (permeability) bergsins er tiltölulega lág. Það hefur m.a. þau áhrif að mikil þrýstilækkun verður við blásandi holu, en þrýstiáhrifin ná ekki langt út í kerfið. Þetta gæti haft það í för með sér að áhrifa milli hola gætti ekki mikið þó tiltölulega stutt væri á milli borhola. Frekari athugana er þó þörf áður en hægt er að leggja talnalegt mat á þennan möguleika. Þessar aðstæður benda þó í þá átt að vinnsla í suðurhlíðum Kröflu sé á margan hátt auðveldari ef notuð er skáholubortækni. Það skal tekið fram að ef boraðir eru fleiri angar út frá sömu holu er nauðsynlegt að fóðra þá alla með leiðara. Telja verður því að borun af þessu tagi eigi mun lengra í land en þær einfaldari gerðir af skáborun, sem fjallað hefur verið um hér að framan.

#### 4. Endurvinnsla lélegra hola

Undir lið 3 hér að framan var minnst á þann möguleika að bora skáholur út úr holu, sem fyrirsjáanlegt væri að gæfi lítið af sér. Skylt þessu er endurvinnsla eldri hola. Hola, sem annað hvort hefur gefið lítil af sér í upphafi, eða misst máttinn síðar. Skilyrðið fyrir slíkri endurvinnslu er þó að steyptrar fóðringar séu óskemmdar. Væri þá borað út úr holunni neðan steyptra fóðringa, og fengist þá ný hola án þess tilkostnaðar sem fer í borun í fóðringardýpi, fóðringu og sement. Í dag fer yfirleitt meira en helmingur borkostnaðar í þennan lið borunarinnar.

#### 5. Niðurstaða

Svo sem hér hefur verið rakið býður skáholubortækni upp á ýmsa möguleika við vinnslu í suðurhlíðum Kröflu, sem erfitt er að ná á annan hátt. Annmarkar á skáborun eru einkum þeir að reynsla er ekki af slíkri tækni hér á landi. Einnig eru ekki fyrir hendi í landinu tæki til slíkra borana eða til nákvæmra halla- og stefnumælinga á skáholum. Það er því óhjákvæmilegt að nokkur kostnaður er samfara því að taka upp þessa tækni, og er sá kostnaður bæði í tækjum og í þekkingaröflun. Hins vegar er rétt að gera sér það ljóst að spurningin er ekki sú hvort farið verður út í skáboranir á Íslandi, heldur hvenær farið verður til þess.

Nokkuð hefur verið rætt um hvort sé heppilegra að reyna skáborun fyrst á lág hita- eða há hitasvæði. Borun á lág hitasvæði hefur t.d. kosti fram yfir borun í há hitasvæði vegna öryggissjónarmiða. Hins vegar er borun í ummyndað berg há hitasvæða mun auðveldari en borun í tertiert lág hitasvæði. Það virðist því ekki fyrirfram gefið hvort heppilegra sé að byrja með skáboranir á lág hitasvæði eða á há hitasvæði.

Þar sem skáholubortækni virðist geta auðveldað gufuvinnslu í suðurhlíðum Kröflu, sýnist okkur rétt að reyna þennan möguleika sem fyrst.

Svo sem að framan greinir eru margir áhugaverðir kostir fyrir hendi, og erfitt að raða þeim í forgangs röð. Á þessu stigi málsins virðist markmiðið að skáboru í lóðrétta sprungu einna fýsilegasti kosturinn, og margra hluta vegna er NV-SA misgengi norðan við borholur í suðurhlíðum einna áhugaverðast. Stafar það af því að enn sem komið er hafa menn ekki kortlagt streymisleiðir í jarðhitakerfinu í suðurhlíðum eins vel og á gamla borsvæðinu, en viss rök hníga að því að NV-SA misgengi í suðurhlíðum skipi svipaðan sess í suðurhlíðakerfinu eins og Hveragil fyrir gamla vinnslusvæðið. Skáborun í þetta NV-SA misgengi gæti því e.t.v. skorið úr um hvort misgengið er uppstreymisrás eins og Hveragil. Slík vitneskja skiptir auðvitað meginmáli fyrir vinnslu í suðurhlíðum, og gefur möguleika á að setja upp einfalt líkan að kerfinu í suðurhlíðum Kröflu. Ekki er ástæða til að fara nánar út í það hér hvernig heppilegast væri að standa að slíkri borun, en aðeins bent á að einn kosturinn er að bora út úr holu KJ-16 til norðurs.