



ÍSOR
ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Greinargerð vegna umsóknar um rannsóknarleyfi í landi Kaldárhöfða

Sigurður Sveinn Jónsson

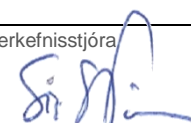
Unnið fyrir Grímsnes- og Grafningshrepp

Greinargerð
ÍSOR-23036

Verknr.: 22-0022
24.08.2023

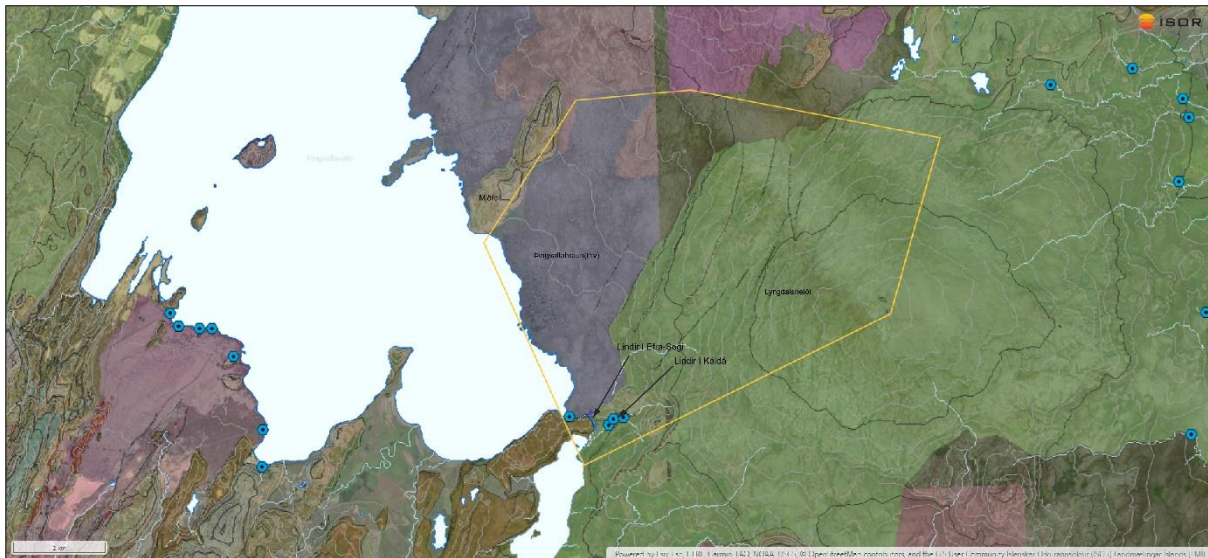
ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Kópavogur: Urðarhvarfi 8, 203 Kóp. – Sími: 528 1500
Akureyri: Rangárvöllum við Hlíðarfjallsveg, 603 Ak. – Sími: 528 1500
isor@isor.is – www.isor.is

Undirskrift verkefnisstjóra 	Yfirfarið Sigurður G. Kristinsson, Dagur Sigurðarson
--	---

Könnun grunnvatnsstraums norðan við Kaldárhöfða í Grímsnes- og Grafningshreppi og linda í Kaldá

Grímsnes- og Grafningshreppur, Borg í Grímsnesi, (kt. 590698-2109), mun sækja, með vísan til laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu, um leyfi til rannsókna á lindum, grunnvatni og grunnvatnsstraumum á svæðinu norðan og sunnan við Kaldárhöfða, við sunnan- og austanvert Þingvallavatn. Rannsóknarsvæðið afmarkast að stærstum hluta af móbergs- og grágrýtishrygg sem stíflar af Þingvallavatn sunnanvert og rennur Sogið í gegnum haft í umræddum hrygg. Áhrifasvæði rannsóknarinnar nær til norðausturs, vestur að þjóðvegi (Þingvallavegur) og um 1 km til austurs og norðurs. Áhrifasvæði rannsóknarinnar er sýnt á mynd 1 og hið eiginlega framkvæmdasvæði rannsóknarinnar má sjá á mynd 2. Hnit rannsóknarsvæðisins, eins og það er sýnt á mynd 2, eru tilgreind í töflu 1. Örnefnið Kaldárhöfði er hluti hryggjarins og samnefndur bær stendur austanvert í höfðanum. Jörðin Kaldárhöfði (L168256) er í eigu ríkisins og á forræði Ríkiseigna. Fyrir liggur samþykki Ríkiseigna, fyrir hönd landeiganda, um nýtingu grunnvatnsauðlindar á jörðinni til öflunar neysluvatns í þágu íbúa Grímsnes- og Grafningshrepps og ef til vill annarra sveitarfélaga. Flóahreppur og Árborg hafa lýst yfir áhuga á vatnstöku á svæðinu til neysluvatns. Fyrir liggur leyfi ábúanda á Kaldárhöfða.



Mynd 1. Yfirlitsmynd af svæði umhverfis rannsóknarsvæðið og gróf afmörkun ákomu- eða safnsvæðis linda í Efra-Sogi og í farvegi Kaldár (gulur reitur).

Tilgangur rannsóknar

Tilgangur rannsóknarinnar er að finna og staðsetja líklegan grunnvatnsstraum sem fæðir mjög vatnsmiklar lindir í farvegi Sogsins og kanna hugsanlega virkjun straumsins til neysluvatnsöflunar, auk þess að mæla rennsli linda í Kaldá og meta hvort þær séu líklegur kostur til neysluvatnsöflunar.

Í greinargerð Árna Hjartarsonar og Þórodds F. Þóroddssonar (1981) eru lindir á um 50 m kafla í farvegi Sogsins, skammt fyrir neðan inntaksmannvirki Steingrímsstöðvar, taldar gefa um 1–2 m³/s og hiti vatnsins mældist 3,4°C. Aðrar heimildir nefna rennsli allt að 4 m³/s (Bjarni Reykr Kristjánsson og Þórólfur H. Hafstað, 2006). Um þessar sömu lindir og upptakasvæði þeirra segir í áður nefndri greinargerð (Árni Hjartarson og Þóroddur F. Þóroddsson, 1981, bls. 1):

Lindin kemur undan hrauninum þar sem þau hafa fossað niður í gegnum hinn forna farveg Sogsins milli Kaldárhöfða og Dráttarhlíðar. Vatnið í lindunum er annaðhvort komið um skamman veg úr Þingvallavatni eða um lengri leið frá Lyngdalsheiði og hraunasvæðunum austan Þingvallavatns, og er það líklega. Ekkert yfirborðs-afrennsli er af þessu svæði og ekki er vitað um neinar umtalsverðar lindir við austanvert Þingvallavatn. Misgengi í neðanverðri Lyngdalsheiði eru líkleg til að hafa veitt þessu vatni í suðurátt en fyrirstaða við Kaldárhöfða og Krókhóla hafi síðan veitt því niður að Sogi og þar fram á yfirborðið í gljúfrinu.

Aðrar rannsóknir renna frekari stoðum undir að vatnið sé fremur ættað úr hinum svokallaða Kaldárstraumi en úr Þingvallavatni sjálfu. Kaldárstraumurinn fær vatn úr sprungum vestan í Lyngdalsheiði. Kaldárstraumur er grunnvatnsstraumur sem rennur um sprungukerfi sem nær frá Klukkutindum og Kálfstindum, um vestanverða Lyngdalsheiði og til Efra-Sogs (Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigurbjarnason, 2002). Efnagreiningar benda jafnframt frekar til þess að vatn úr lindinni í farvegi Efra-Sogs og í farvegi Kaldár séu líkari innbyrðis en vatn úr útfalli Þingvallavatns (Bjarni Reykr Kristjánsson og Þórólfur H. Hafstað, 2006).

Árið 2006 kom út áður tilvitnuð greinargerð frá ÍSOR (Bjarni Reykr Kristjánsson og Þórólfur Hafstað, 2006) um möguleg vatnstökuvæði vegna áforma Orkuveitu Reykjavíkur um uppbyggingu frístundabyggða við Úlfjótuvatn. Greinargerðin fjallar á meðal annarra svæða um lindina í farvegi Efra-Sogs sem hér um ræðir og lindir í farvegi Kaldár. Á grundvelli áður nefndrar greinargerðar sótti Orkuveita Reykjavíkur um rannsóknarleyfi og hlaut sú umsókn jákvæða umsögn Orkustofnunar. Ekki er ljóst hvort leyfi hafi verið gefið út en leyfisveiting er ekki skráð á vef Orkustofnunar.

Megintilgátan er því sú að um er að ræða grunnvatn af mjög stóru upptakasvæði. Umrætt svæði hefur þann kost að vera vatnsverndarsvæði í óbyggðum um ókomna tíð og skilyrði til vatnsverndar mjög góð. Safnsvæði sem um ræðir afmarkast af Miðfelli til norðurs og síðan óslitið til austurs, eða af allri spildunni austan Þingvallavatns sem að hluta er hulin hraunlögum frá nútíma. Á mynd 1 má sjá mjög grófa afmörkun ákomusvæðis linda við suðurenda Þingvallavatns. Lína er dregin frá farvegi Sogsins norður í Miðfell, þaðan austur með Gjá-bakkavegi (nýja) og síðan til suðurs í hvirfil Lyngdalsheiðar og loks í átt að farvegi Sogsins, sunnan fyrir Kaldá. Undir hraunum frá nútíma er talið að séu gropin móbergslög og sprunginn grágrytisberggrunnur. Líklegt er talið að vatnsleiðandi kargalög eða farvegir séu á mörkum hrauns og undirliggjandi jarðlaga á syðsta hluta vatnasviðsins. Með borun rann-

sóknarholna og á grundvelli gagna sem fást úr borun slíkra holna má gera líkan af rennsli grunnvatns syðst á svæðinu í námunda við lindirnar og leggja slíkt líkan til grundvallar frekari nýtingar vatnsins.

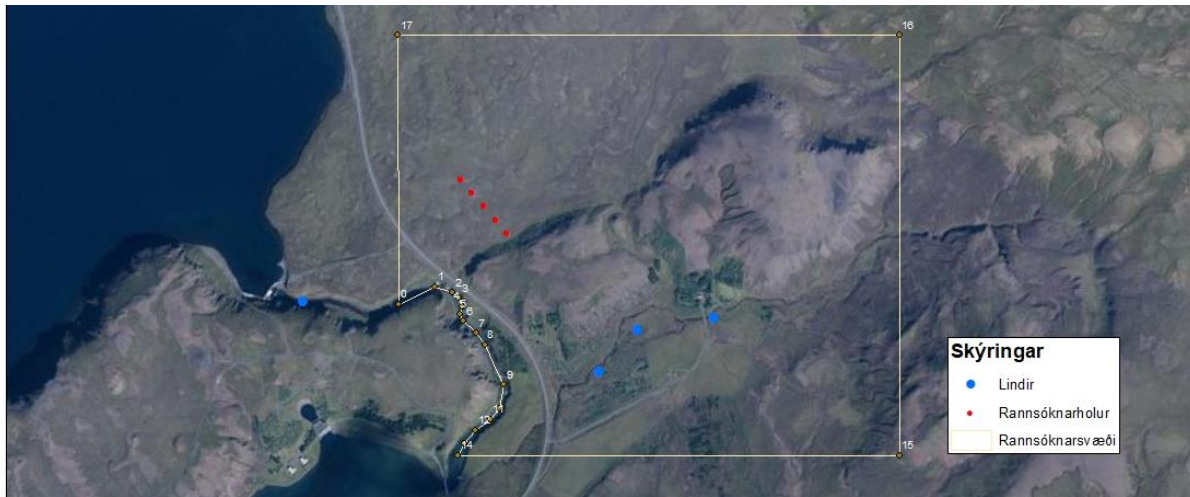
Gríðarleg samfélagsleg verðmæti felast í hinu stóra safnsvæði grunnvatns við austanvert Þingvallavatn. Svæðið er óbyggt og lítið sem ekkert raskað og umferð fólks og farartækja lítil sem engin. Umrædd rannsókn er liður í framsækinni áætlun sveitarfélagsins Grímsnes- og Grafningshrepps um öflun neysluvatns fyrir íbúa sveitarfélagsins í fyrirsjáanlegri framtíð. Sveitarfélagið hefur átt í viðræðum við nágrannasveitarfélög um samvinnu vegna öflunar neysluvatns en víða er örðugt að afla tryggs neysluvatns á láglandinu á Suðurlandi.

Ef rannsóknir og borun grunnra rannsóknarholna leiða í ljós að unnt sé að komast í tæri við öflugan grunnvatnsstraum undir yfirborði hraunsins á svæði sem afmarkað er á meðfylgjandi myndum er unnt að afla mikils vatns með öflugum borholudælum í grunnum en víðum holum. Gera má ráð fyrir að 14" (355 mm) víð hola geti gefið um 50–100 L/s. Safnæð myndi leiða vatnið til frekari dreifingar í sveitunum í kring. Ef unnt reynist að virkja grunnvatnsstraum undan hrauninu má segja að kominn sé grundvöllur fyrir vatnsveitu sem mun geta séð nær öllum íbúum sveitarfélaga á Suðurlandi fyrir hreinu og ómengdu neysluvatni um fyrirsjáanlega framtíð.

Afmörkun rannsóknasvæðis

Staðurinn þar sem hinar eiginlegu rannsóknir fara fram einskorðast við svæðið sem sýnt er á mynd 2. Þingvallahraun (thv) hefur runnið frá gígum á svæðinu milli Hrafnabjarga og Kálfs-tinda, fyrir ríflega 10.000 árum, vestur fyrir brún þess svæðis þar sem nú er Almannagjá og suður að móbergsmyndunum frá eldri jökulskeiðum og grágrýtisflákum. Afrennsli Þingvallavatns hefur í tímans rás grafið farveg Sogsins niður á skilum Þingvallahrauns og eldri móbergs- og grágrýtishryggnum, í gegnum haftið sem fyrrum hefur haldið hrauninu frá því að renna lengra til suðurs.

Á myndum 2 og 3 er sett út punktalína þar sem fyrirhugað er að bora niður úr nútímahrauninu og finna undirlagið. Miðað við staðsetningu lindanna í farvegi Sogsins og ætlaðrar legu landsins undir hrauninu er ástæða til að ætla að grunnvatnsstraumurinn liggi tiltölulega nærri móbergs- og grágrýtishryggnum til suðurs. Hér er því ekki um endanlega staðsetningu holnanna að ræða, né heldur er víst um endanlegan fjölda þeirra. Rannsóknarsvæði nær einnig suður fyrir móbergs/grágrýtishaftið og innifelur lindirnar í farvegi Kaldár og eru hnit hins afmarkaða svæðis í töflu 1.



Mynd 2. Rannsóknarsvæðið afmarkast af reitnum sem punktarnir 0–17 marka. Rauðu dólarnir sýna líklega staðsetningu rannsóknarholna. Bláu punktarnir eru lindir.

Tafla 1. Hnit rannsóknarsvæðis.

Staður	X-hnit	Y-hnit
0	401583.1	404884.6
1	401688.0	404933.8
2	401735.9	404918.0
3	401756.1	404902.8
4	401763.1	404878.6
5	401756.8	404858.1
6	401767.4	404836.9
7	401803.4	404803.2
8	401828.9	404770.1
9	401882.1	404657.0
10	401868.9	404588.2
11	401845.6	404560.0
12	401802.2	404528.2
13	401770.5	404490.1
14	401752.5	404457.3
15	403005.5	404456.8
16	403005.5	405647.4
17	401582.1	405647.4

Tímasetning rannsóknarinnar og rannsóknaráfanga

Vettvangskönnun og kortlagning mun fara fram strax og aðstæður leyfa. Gert er ráð fyrir að eftir að frumkönnun lýkur muni liggja fyrir nákvæmari upplýsingar um áætlaða staðsetningu holna og frekara umfang, með tilliti til aðgengis og umhverfisröskunar á rannsóknarsvæðinu.

- Apríl til júní 2023: Vettvangskönnun, kortlagning, vatnssýnataka úr lindum og hitamælingar.
- Júní til september 2023: Staðsetning rannsóknarholna og borun allt að 5 holna með léttu bortæki.
- Síðar á árinu 2023: Könnun með borholumælitækjum. Hitamælingar, holusjá (optical borehole imager), rennslisraðamælingar, ferilefnapróf.
- Maí til ágúst 2023: Rennslismælingar á lindum í farvegi Kaldár gerða samhliða öðrum rannsóknum.
- Fyrri hluti árs 2024: Borun vinnsluholu og tilraunavinnsla/afkastapróf.

Líkleg áhrif nýtingar á nærliggjandi svæði

Eins og fram kemur síðar í greinargerð þessari er horft til mjög langs tíma varðandi nýtingu en talið er nauðsynlegt að afla áreiðanlegra gagna um það hvort þessi kostur teljist álitlegur og um leið meta hugsanlega áhrif nýtingar. Ekki er sýnt að nein teljandi áhrif verði á nærliggjandi svæði. Nýtingin sjálf er algjörlega laus við alla losun eða mengun (rafknúnar borholudælur) og því þeirri hættu ekki til að dreifa ef til nýtingar kemur. Miðað við núverandi ástand kerfisins og ótruflað vatnsmagn lindanna (lind í farvegi Efra-Sogs, 1000–2000 L/s, jafnvel 4000 L/s) myndi vatnstaka (nýting) sem næmi allt að 100 L/s ekki hafa nein teljandi áhrif á ásýnd lindanna né heldur á rennslis Sogsins en mestur hluti þess fer í gegnum inntaksmannvirki Steingrímsstöðvar og rennslis í farvegi Efra-Sogs að jafnaði lítið en hefur aukist eftir að byrjað var að hleypa vatni inn í þann farveg.

Á rannsóknartímanum má helst leiða líkum að því að hætta geti stafað af umferð vélknúinna tækja um rannsóknarsvæðið, bortækja og annars slíkt búnaðar. Leyfisbeiðandi mun taka á sig þá skuldbindingu að tryggja að verktakar og aðrir sem koma að verkefninu muni sjá til þess að lágmarka hættu á mengunarslysum, olíuleka eða öðru slíku, og að öðru leyti vinna í samræmi við framkvæmdaleyfi sem sveitarfélagið mun væntanlega gefa út.

Ekki eru taldar neinar líkur á að nýting muni hafa áhrif á möguleika annarra til að nýta auðlindina sem þarna um ræðir, enda myndi vatnstaka einungis vera örlítið brot af því gríðarlega vatnsmagni sem rennur annars í farvegi Sogsins.

Lindasvæði upp með farvegi Kaldár, sunnan við rannsóknarsvæðið, ætti að sama skapi ekki að vera nein bráð hætta búin þegar lítið er til áhrifa nýtingar. Eins og áður sagði næði nýtingin aldrei að verða meiri en örlítill hluti af heildarvatnsmagni. Ekki eru þekkt tengsl grunnvatnsstraumsins norðan við haftið (Kaldárhöfði) og lindanna í farvegi Kaldár og stefnt er að því að afla gagna þar að lútandi, eins og greint er nánar frá í rannsóknaráætluninni.

Yfirlit um fyrri rannsóknir á svæðinu, skýrslur og gögn

Gögn þau sem lögð eru til grundvallar fyrirhugaðri vinnu eru:

- Jarðfræðikort ÍSOR (1:100.000) sýnir útbreiðslu nútímahrauna norðan og austan rannsóknarsvæðisins og annarra eldri jarðmyndana (móberg, grágrýti) sem eru sunnan og vestan við rannsóknasvæðið.
- Greinargerð Árna Hjartarsonar og Þórodds F. Þóroddssonar (1981) um lindir við Sog og Kaldá.
- Grein Kristjáns Sæmundssonar (2002) um jarðfræði Þingvallavatns og nágrennis.
- Greinargerð Bjarna Reyrs Kristjánssonar og Þórólfs H. Hafstað (2006) um stóru lindina í farvegi Sogsins og lindir í Kaldá.
- Aðrar greinargerðir um vatnsmagn linda á nærliggjandi svæðum (sjá samantekt úr greinargerð Bjarna Reyrs Kristjánssonar og Þórólfs H. Hafstað, 2006).

Fyrirhugaðar rannsóknir á svæðinu, rannsóknaráætlun

- Jarðfræðikortlagning. Nánari könnun á syðri mörkum útbreiðslu hrauns frá nútíma sem runnið hefur frá gígum norðaustan við Þingvallavatn og talið er um 10.000 ára gamalt (Þingvallahraun (thv), Eldborgarhraun) (Kristján Sæmundsson, 2002). Hraunið leggst upp að móbergs-/grágrýtishrygg sem liggur í stefnu suðvestur-norðaustur
- Borun 3–5 könnunarholna út frá kanti hraunsins þar sem það hefur lagst upp að eldri jarðmyndunum. Tilgangur borana er að áætla og eða mæla beint þykkt hraunsins og gerð undirlagsins. Holurnar verða 127–178 mm í þvermál (eftir gerð bortækis) og líklegt er að þær verði 15–50 m djúpar. Stálror (fóðring) verður sett niður á 3–6 m dýpi. Holunar verða boraðar niður úr hrauninu og ofan í undirliggjandi berggrunn. Borsvarf verður greint á staðnum til að ákvarða berggerð og ákvarða lokadýpi holnanna.
- Könnun á legu og útbreiðslu grunnvatnsstrauma á skilum hraunsins og undirliggjandi þéttara jarðlaga mun vera gerð með eftirfarandi aðferðum:
 - o Mælingar á rennslisstraumum grunnvatns með rennslismælum (spinner) ásamt öðrum borholumælingum (hiti, þrýstingur, leiðni).
 - o Könnun á gerð jarðlaga og sprungumynstri með holusjá (optical borehole imager).
 - o Ferilefnaælingar til að kanna rennslisraða og straum vatns fram hjá borholum og að lindarsvæði. Notast verður við síritandi leiðnimæli sem staðsettur verður í lindinni og ákveðið magni af salti (NaCl) sett í holurnar. Einungis er notast við örfá kílógrömm af salti (10–20 kg) og vegna mikillar þynningar í vatnsflaumi lindanna og blöndun við meira vatn í farvegi Sogsins eru áhrif á lífríki árinna talin hverfandi. Hefðbundin ferilefni (fluroscein, rodamín, naftalensulfónöt) er ekki talið ráðlegt að nota.
- Mælingar eða mat á rennsli linda sem opnast í farvegi Sogsins rétt við þjóðveg (sjá mynd 3). Talið er að búast megi við að rennsli frá lindunum sé 1000–2000 L/s. Til samanburðar má geta þess að vatnsnotkun á veitusvæði Veitna í Reykjavík er um 700 L/s.
- Heildarefnagreining á vatni úr lindum í farvegi Sogsins og Kaldár í upphafi rannsókna.

- Mælingar á rennsli linda í farvegi Kaldár og mat á því hvort unnt sé að nálgast vatnsgæfar sprungur með borunum.
- Borun víðrar tilraunaholu og dæluprófanir á henni.

Áætlun um fyrirhugaðar boranir og aðrar framkvæmdir við rannsóknina, frágangur borholna og mannvirkja

Fyrirhugað er að byrja á að bora 3–5 grannar rannsóknarholur á stað sem er merktur á myndum 2 og 3. Á mynd 3 má sjá að vegslóði liggur frá þjóðvegi og inn með hlíðinni norðanverðri. Ef árangur er merkjanlegur eftir borun 1–3 holna verða ekki boraðar fleiri en að sama skapi gæti þurft að bora fleiri holur til að ná ásætlanlegum árangri í samræmi við staðsetningu sem sýnd er gróflega á myndum 2 og 3. Við borunina verður notaður borbúnaður sem er knúinn þrýstilofti (lofthamar) og borsvarf þeytist upp úr holunni og er því beint út um hliðarstút frá bornum. Rúmtak hvers lengdarmetra í 122 mm holu eru 12,67 lítrar. Ef gert er ráð fyrir að í blöðróttu hrauni sé rúmtak bergs nokkuð minna þegar er búið að brjóta það og mala með lofthamri má áætla að úr hverri holu komi um 10 lítrar, eða um 20–25 kg af sandi/svarfi fyrir hvern lengdarmetra sem er boraður og dreifist sandurinn/svarfið á yfirborði út frá holunni. Gengið verður frá holutoppi með stálhettu sem boltuð er föst við enda fóðringar. Rannsóknarholurnar geta nýst í framtíðinni til vöktunar, eftirlits og sýnatöku.

Borun tilraunavinnsluholu er fyrirhuguð ef niðurstöður fyrstu rannsókna benda eindregið til og vísa á grunnvatnsstrauminn. Gera má ráð fyrir að holunni verði valinn staður í námunda við fyrri holur. Holan verður um 30–70 m djúp og nær niður úr hrauninu. Sett verður afkastamikil dæla í holuna og rennsli úr holunni skráð á meðan á tilraunavinnslu stendur, auk þess sem rennsli linda verður vaktað ásamt vatnsborði í nærliggjandi holum. Gögn sem safnast leggja grunn að mati á afkastagetu svæðisins.



Mynd 3. Líkleg staðsetning rannsóknarholna sem fyrirhugað er að bora (rauðir punktar). Vegslóð liggur frá þjóðvegi og inn með hlíðinni norðanverðri.

Upplýsingar um landeigendur á umræddu svæði

Landið á rannsóknarsvæðinu er innan landamerkja Grímsnes- og Grafningshrepps og eigandi landsins eru Ríkiseignir. Fyrir liggur leyfi ábúanda á Kaldárhöfða, auk leyfi Ríkiseigna.

Heimildir

Árni Hjartarson og Þóroddur F. Þóroddsson (1981). *Kaldar lindir og lindasvæði. Árnessýsla milli Sogs og Hvítár*. Orkustofnun, ÁH-ÞFF-81-02, 24 bls. og viðaukar.

Bjarni Reyr Kristjánsson og Þórólfur H. Hafstað (2006). *Úlfljótsvatn. Möguleg vatnstökusvæði fyrir frístundabyggð*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-06113, 18 bls. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigurbjarnarson (2002). Grunnvatnið til Þingvallavatns. Í: *Þingvallavatn – Undraheimur í mótun*, Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson ritstjórar. Mál og menning, Reykjavík 2002.

Kristján Sæmundsson (2002). Jarðfræði Þingvallavatns og jarðfræði þess. Í: *Þingvallavatn – Undraheimur í mótun*, Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson ritstjórar. Mál og menning, Reykjavík 2002.