

**Nesjavellir. Mælingar í eftirlitsholum í
Nesjahrauni**

Þórólfur H. Hafstað

Greinargerð ÞHH-2000-06

25. maí 2000

Nesjavellir Mælingar í eftirlitsholum í Nesjakrauni

Þann 8. maí 2000 mældum við Gestur Gíslason hita og rafleiðni í nokkrum grunnum eftirlitsholum í Nesjakrauni norður af orkuverinu á Nesjavöllum. Einnig var mælt í tveimur dýpri holum, sem á sínum tíma voru boraðar til að kanna möguleika á að losna við affallsvatn. Feiknamiklu magni af heitu vatni er veitt ofan í tvo svelgi rétt við orkuverið, auk þess sem nokkuð fer í læk, sem hverfur í sprungu norðan þess. Mestur hluti affallsins er kælivatn með tiltölulega lága leiðni og er með ólíkindum hvað svelgurinn er móttækilegur. Í vestari svelginn fer hins vegar súrt þéttivatn frá skilju og er það með með hærri rafleiðni. Þessi stíll er gerður til að koma mælingunum til skila og velta vöngum yfir afdrifum affallsvatns frá Nesjavallavirkjun og hvar rétt sé að staðsetja nýjar holur, þar sem fylgjast mætti með hvernig affallið blandast grunnvatninu.

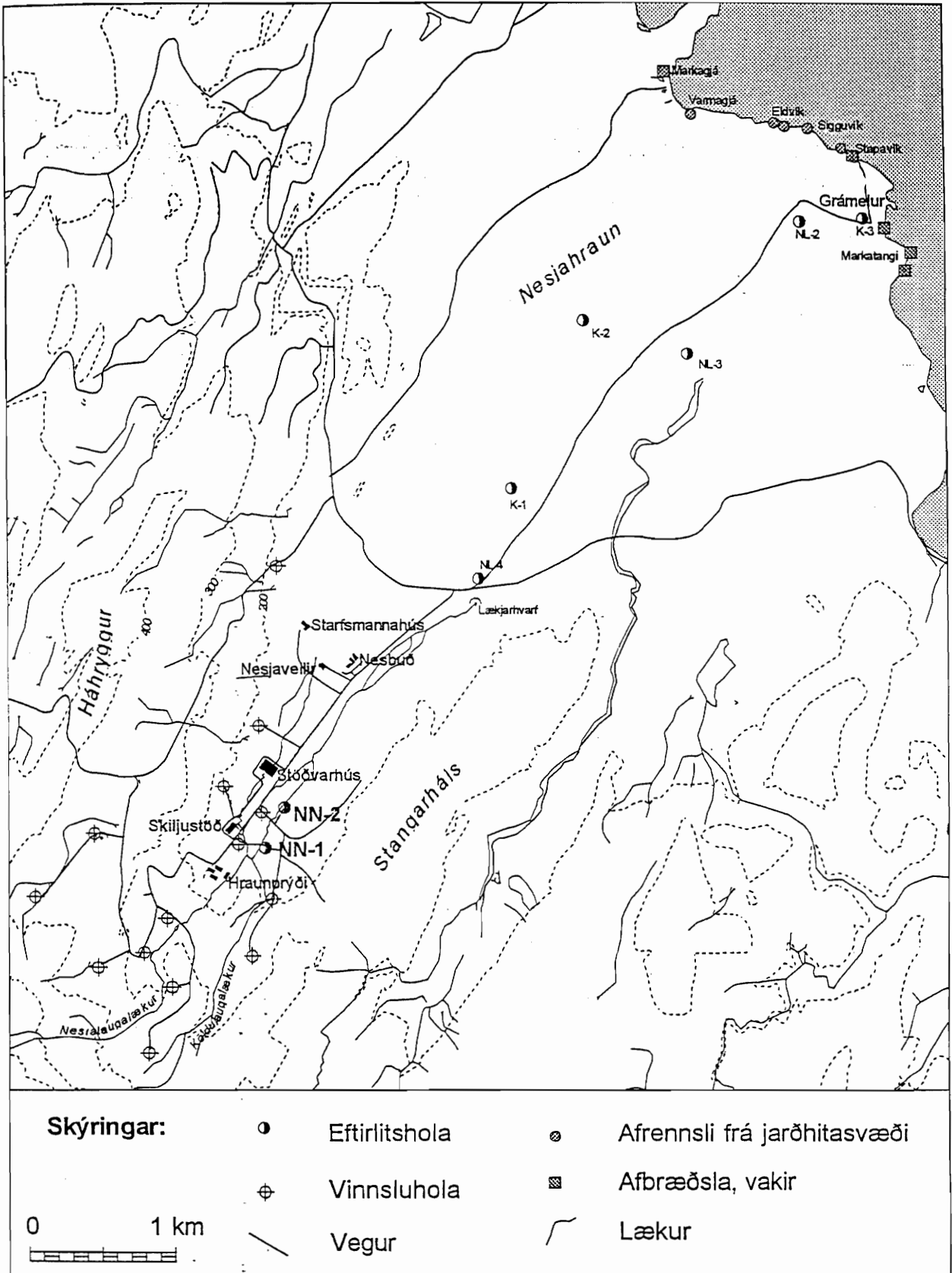
Mælingaholurnar.

Staðsetningin á holunum, sem mælt var í þann 8. maí, er sýnd á mynd 1. Mælingaholurnar eru þrens konar:

1. NL-02, NL-03 og NL-04 eru grannar og grunnar og ná ekki nema 5 - 8 m niður fyrir grunnvatnsborð. Í þeim er reglulega fylgst með grunnvatnsstöðunni.
2. K-1 og K-2, sem heita NK-01 og NK-02 í gagnagrunni OS. Sú fyrrnefnda nær 14 m niður í grunnvatnið en hin 30 m. Vatnsborðssíritar eru í þeim báðum.
3. NN-01 og NN-02 eru tilraunaholur til að losna við affallsvatn. NN-01 var 311 m djúp, fóðruð í 120 m, en NN-02 var boruð í 427 m og fóðruð í 156 m.

Tafla 1. Mælingaholur við Nesjavelli. Hæð holutopps og vatnsborð 8. maí 2000.

Heiti holu	Staðar-númer	Hæð, m y.s.	Dýpi á vatn, m	Vatnsb. m y.s.	Athugasemd
NL-02	94672	122,25	21,52	100,73	grunn vatnshæðarhola
NL-03	94673	127,32	26,30	101,02	grunn vatnshæðarhola
NL-04	94674	141,13	37,41	103,72	grunn vatnshæðarhola
NK-01	94661	141,65	40,14	101,51	síriti er í holunni
NK-02	94662	130,77	29,62	101,15	síriti er í holunni
NN-01	94821	187,-	67,55	119,--	síriti er í holunni
NN-02	94822	180,-	73,40	108,--	viðmið lækkað um 9 cm



Mynd 1. Yfirlitsmynd af afrenslissvæðinu við Nesjavelli. Frá Gesti Gíslasyni (1995).

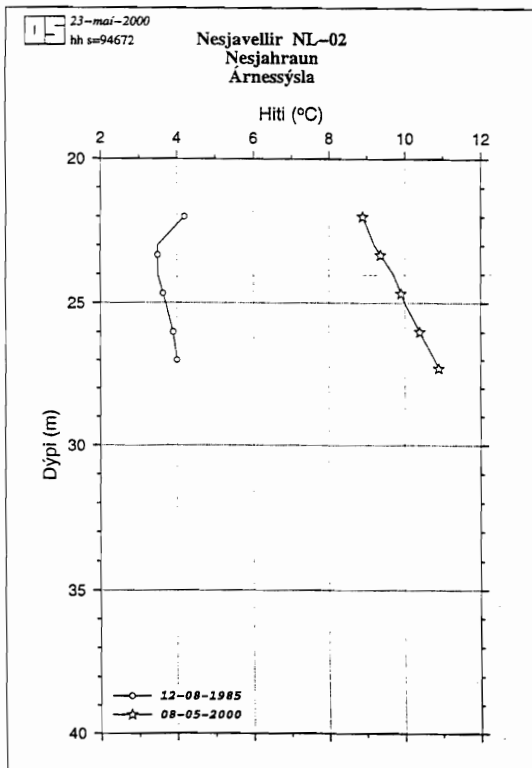
Um mælingarnar

Hita- og leiðnimælingarnar frá því 8. maí eru sýndar á myndum 2 - 7 hér á eftir. Eldri mælingar í holunum eru teknar inn í myndirnar ef þær eru til í gagnagrunni Orkustofnunar.

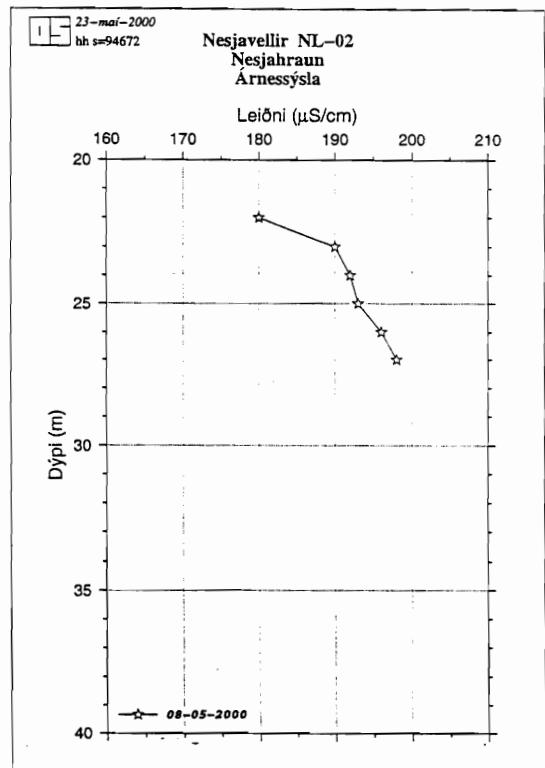
1. NL-holur.

Holurnar eru það grunnar að ekki verður vart lagskiftingar í grunnvatninu. Til eru eldri mælingar í holunum og má af þeim ráða að yfirborðslagið hafi almennt hitnað. Í NL-04 mælist nú ögn lægri hiti en 1985. Skýringin er líklega sú að mælistaðurinn er örskammt frá Lækjarhvarfi, þar sem írennslisvatnið fer mjög svo misheitt niður. Eftir mikla rigningarnótt 8. maí síðastliðinn mældist niðurrennslisvatnið í Lækjarhvarfi vera 16°C, 169µS, sem er svipað og mældist í vatnsborði í NL-04 (15°C, 160µS).

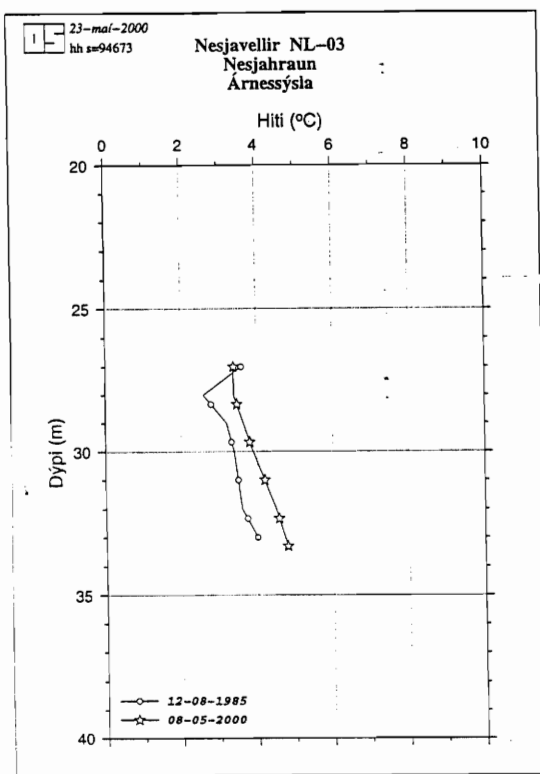
Lækur rennur út í hraunið austar og norðar og hverfur þar. Kalt írennslið hefur greinilega áhrif í mælingaholunni NL-03. Hiti í henni er lágur og alveg sambærilegur og hann var 1985. Leiðnimælingin í holunni sýnir hvernig efnasnautt rigningarvatn flýtur ofan á grunnvatninu. Í hinum NL-holunum mælist nú umtalsvert hærri hiti en 1985. Rafleiðnin mælist 160 - 200 µS, sem bendir ekki til stórfelldar íblöndunar efnaríks vatns í efsta lag grunnvatnsins.



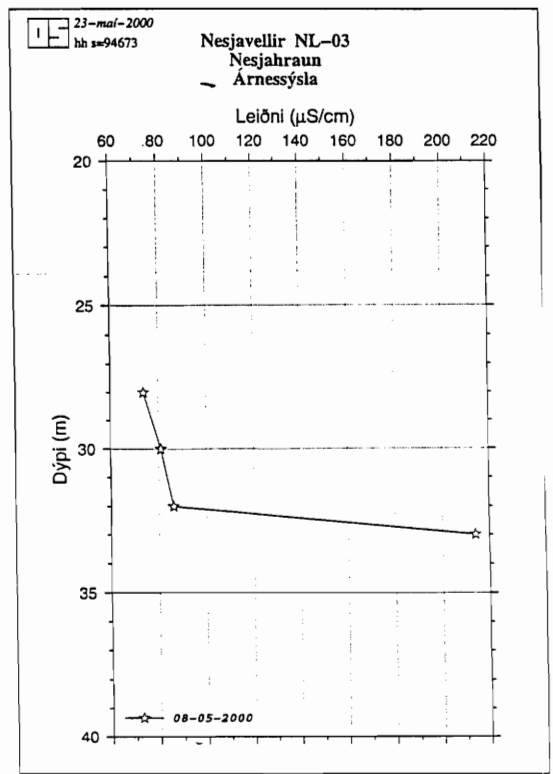
Mynd 2a. Hitamælingar í NL-02.



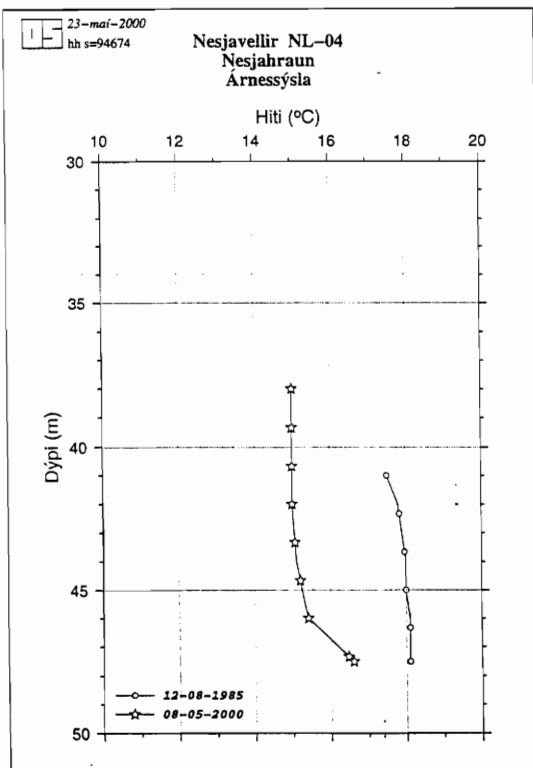
Mynd 2b. Leiðnimæling í NL-02.



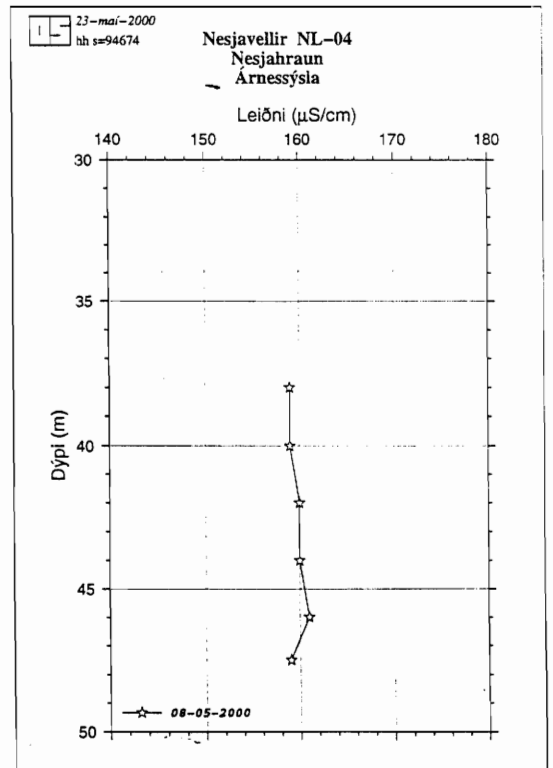
Mynd 3a. Hitamælingar í NL-03.



Mynd 3b. Leiðmælingar í NL-03.



Mynd 4a. Hitamælingar í NL-04.

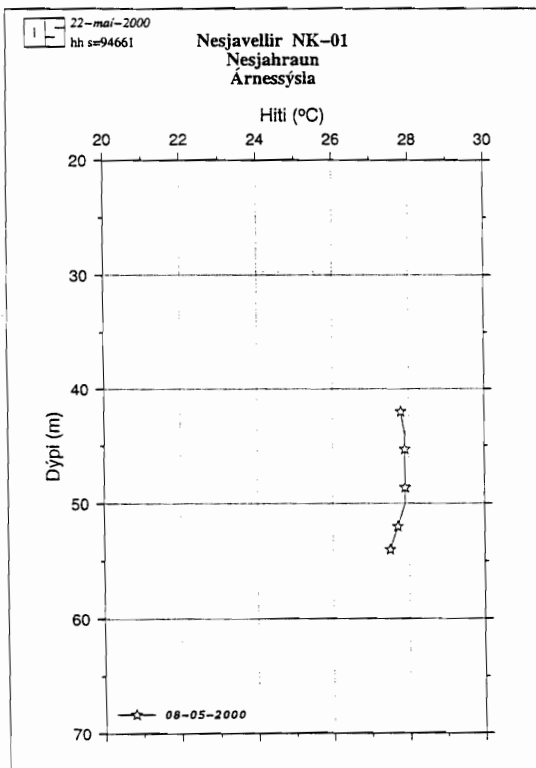


Mynd 4b. Leiðmælingar í NL-04.

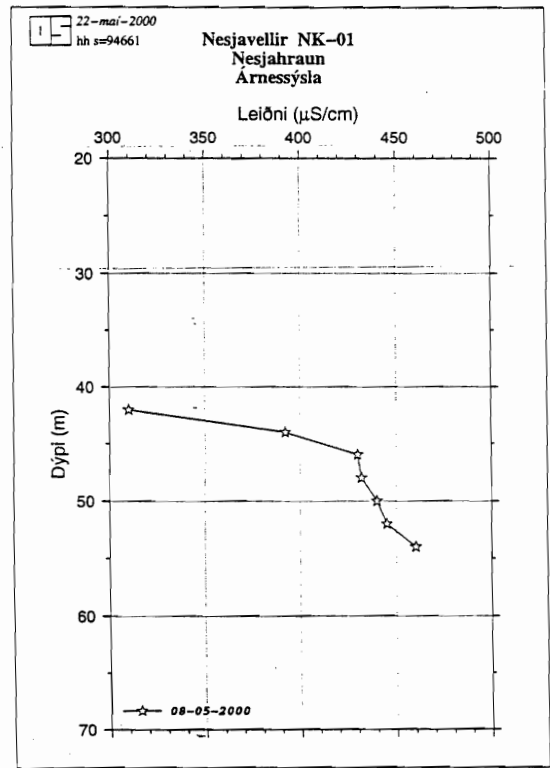
2. K-holur.

Þær eru víðar og öllu dýpri en NL-holurnar. Hitamælingin í K-1 (heitir NK-01 á myndinni) sýnir nærri 28° heitt vatn í yfirborði grunnvatnsins, en nær því tæpast að sýna einhverja lagskiptingu. Leiðnin mælist um og yfir 400µS, sem gefur til kynna meiri íblöndun efnaríkara vatns en það sem rann niður í Lækjarhvarfi þennan dag. Ekki er ólíklegt að þarna gæti áhrifa frá þéttivatnssvelgnum við orkuverið.

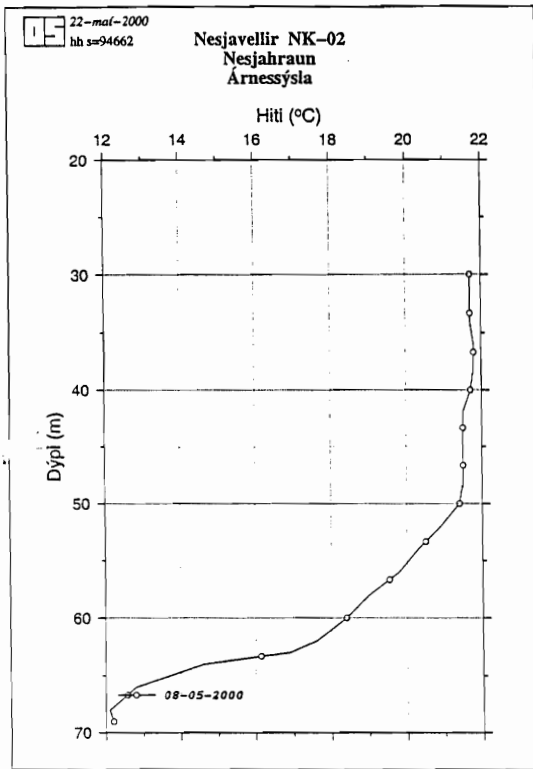
Hitamælingin og leiðnimælingin í K-2 (heitir NK-02 á mynd) sýna á hinn bóginn hvernig hlýtt og efnaríkara vatn flýtur ofan á svalara og efnasnaðara vatni. Þessi glöggu skil falla vel að jarðfræðisniði um holunnar (mynd 10), en þar kemur þétt sandsteinslag fram á um 50 m dýpi. Samkvæmt þessu fer meginstraumur heita varnsins frá stöðinni fram í hraunlagi og tilheyrandi breksíu en ofan á þéttara setlagi.



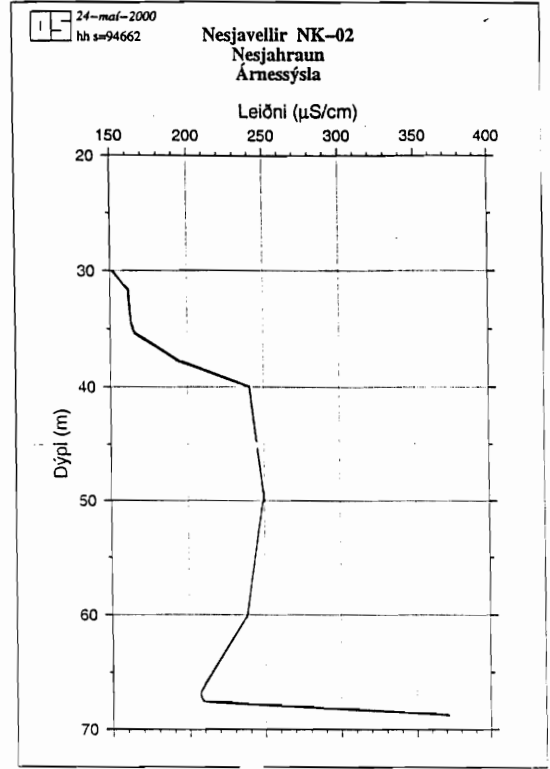
Mynd 5a. Hitamælingar í NK-01 (K-1).



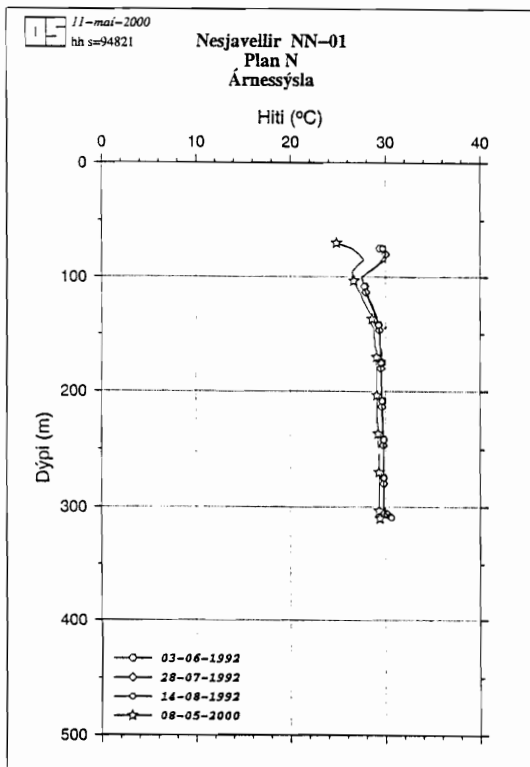
Mynd 5b. Leiðnimælingar í NK-01 (K-1).



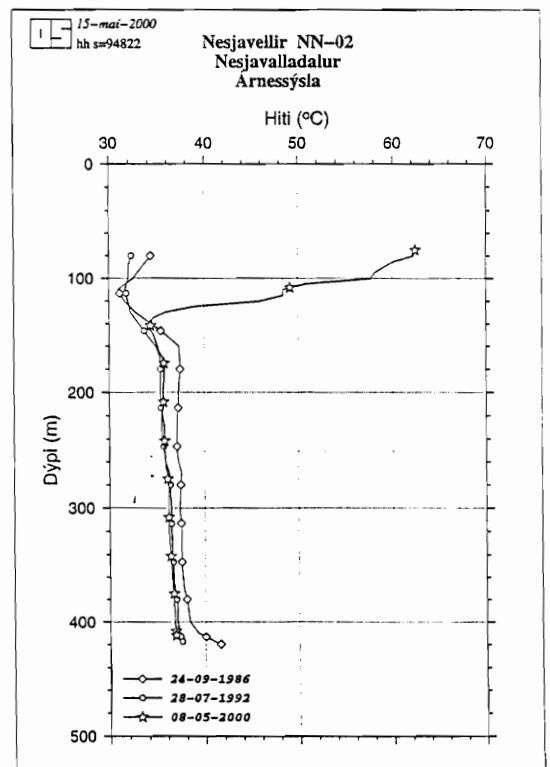
Mynd 6a. Hitamælingar í NK-02 (K-2).



Mynd 6b. Leiðnimælingar í NK-02 (K-2).



Mynd 7a. Hitamælingar í NN-01.



Mynd 7b. Hitamælingar í NN-02.

3. NN-holur.

Þessar holur eru kapituli út af fyrir sig og mun dýpri en hinar fyrrnefndu. Báðar eru þær fóðraðar á annað hundrað metra og er þar af leiðandi ekkert að marka leiðnimælingarnar fyrr en niður úr fóðringunum er komið. Leiðnimælisnúran er ekki nema 156 m löng og náði því ekki niður fóðringunni á NN-02. Fóðringin í NN-01 nær á um 120 m dýpi og neðan hennar mældist leiðnin rúmlega 350µS.

Hitamælingunum ber sémilega saman við eldri mælingar, nema hvað í NN-02 hefur hitnað duglega efst og ná þau áhrif niður á um 140 m dýpi. Hér er án efa um að ræða hitnun frá austari niðurrennsliðsvelgnum (hola NI-02) sem er þarna rétt hjá. Samkvæmt svarfgræiningu er (míglek) breksía á 24 - 80 m dýpi í holu NN-02 (Ásgrímur Guðmundsson og Ómar Sigurðsson 1987). Áhrif niðurstreymis (ca. $1 \text{ m}^3/\text{s}$) í svelginn hefur áhrif á hitann í efstu 130 m í NN-02 en áhrifin eru engin neðar.

Hitamælingin í NN-01 fellur mætavel að fyrri mælingum, sem gerðar hafa verið í holunni og ekki verður þar vart áhrifa niðurrennslisins, enda er holan sunnar og töluvert lengra frá svelgnum en NN-02.

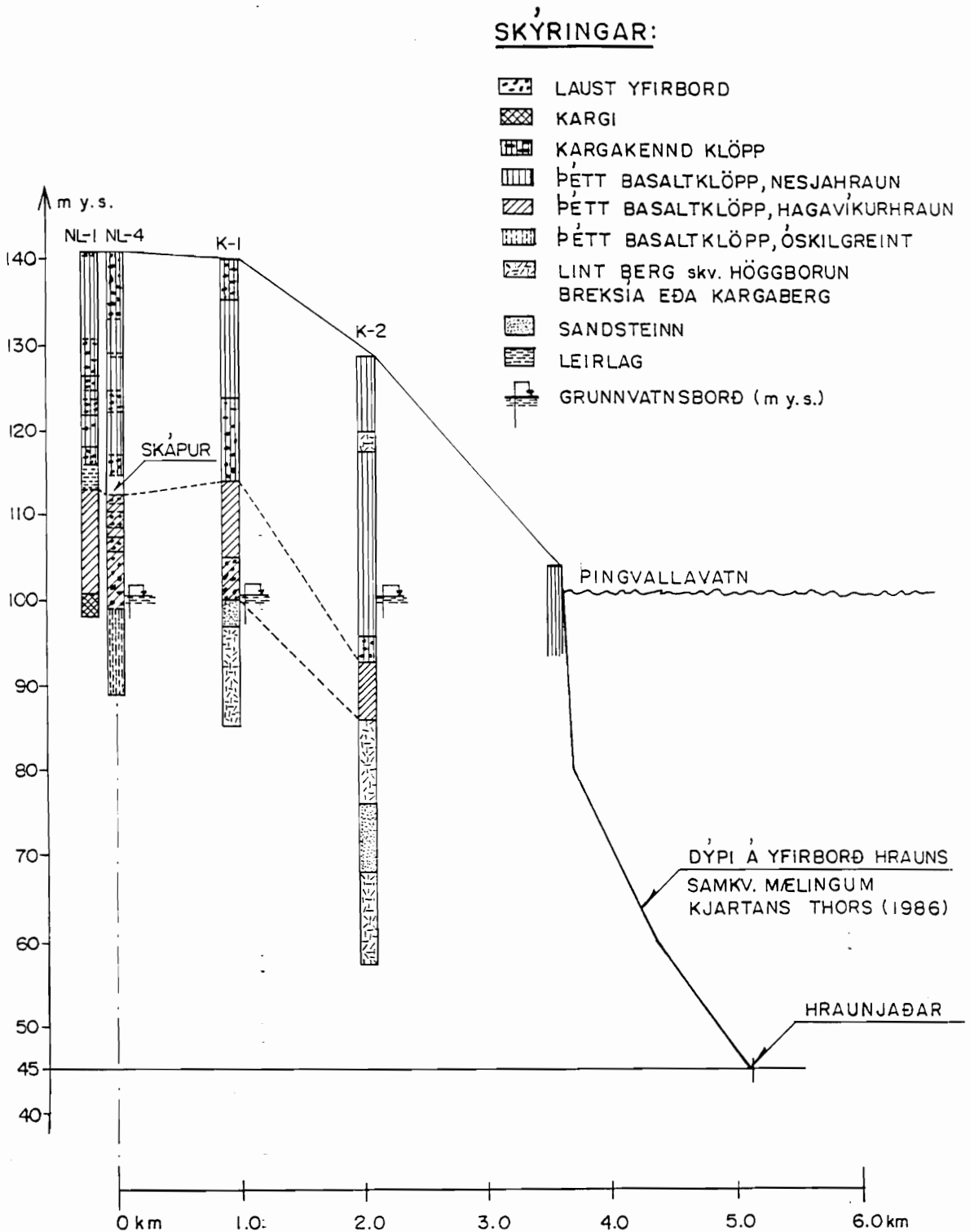
Grunnvatnsborð

Í töflu 2 er sýnd hver halli er á grunnvatnsborði er á milli borholanna. Annars vegar er meðaltal frá 1985 (Vatnaskil 1986) en hins vegar gildi úr töflu 1 frá 8. maí síðast liðnum. Áberandi er hve lítill hallinn er í báðum tilfellum; þó sést að vatnsstaða í NL-04 núna er yfir 2 m hærri en í K-1, en munurinn var aðeins 13 cm árið 1985.

Tafla 2. Hæðarmunur grunnvatnsborðs í nokkrum holum.

Hola NL-04	Δh m	Hola K-1	Δh m	Hola K-2	Δh m	Hola NL-03
1985	0,13		0,08		0,18	
2000	2,21		0,36		0,13	

Holurnar K-2 og NL-03 eru skammt frá hvor annarri og í álíka fjarlægð frá virkjuninni. Samt munar 13 - 18 cm á vatnshæðinni í þeim. Líklegasta skýringin er að NL-03 er í sprunguskara, sem ræsir grunnvatnsrennslið hraðar og betur fram en á óbrotna svæðinu umhverfis K-2. Þessi sprunguskari liggur út í Þingvallavatn rétt vestan við Grámel og myndar að því séð verður svolitla lögð í grunnvatnsborðið. Lægðin veitir grunnvatninu fram og þar með affallinu frá virkjuninni. Vel má vera að fleiri slíkar rennur séu í hraunbreiðunni vestan K-2, en þar vantar mæliholu.



Mynd 8. Þversnið um eftirlitsholur í Nesjahraun (skýrsla Vatnaskila frá 1986).

Eftirlitsholur

Svelgirnir heima við orkuverið sloka í sig feikna miklu vatnsmagni. Báðir eru þeir grunnir þannig að vísast ná þeir í verulega lek jarðlög, sem tekið geta við öllu þessu vatni. Affallsvatnið er heitt og því léttara og ætti því að fljóta ofan á svalara grunnvatni. Sprunguskarnir auka enn við lektina og eftir þeim flæðir affallið undir litlum vatnshalla og blandast öðru grunnvatni svæðisins. Einkenni affallsvatnsins deifast smám saman til beggja hliða og hugsanlega dýpra niður í grunnvatnið eftir því sem það berst lengra frá svelgjunum.

Eftirlitsholuröðin í Nesjahrauninu stefnir í höfuðdráttum rétt austan við norður, eða sem næst í sömu stefnu og sprungur og gjár á svæðinu. Þar af leiðir að lítið vit er í að teikna jafnhita- eða -leiðnikort af því svæði, þar sem áhrifa vatnsförgunarinnar á Nesjavöllum er að vænta. Auk þess eru holurnar of grunnar til að almennilega sé mark takandi á mælingum í þeim. Það er aðeins í K-2 (NK-02) þar sem sést að hlýr frárennslisstraumur liggur ofan á svalara vatni.

Eins og fram kemur á mynd 8 er vatnsborð í mælingaholunum rétt ofan við þétt jarðlag. Það verður að teljast líklegast að einhver hluti af frárennsli frá Nesjavöllum streymi fram þar neðan við, hvort heldur sem lek (lárétt) jarðlög eða opnar (lóðréttar) sprungur ráða meiru um framstreymi grunnvatnsins.

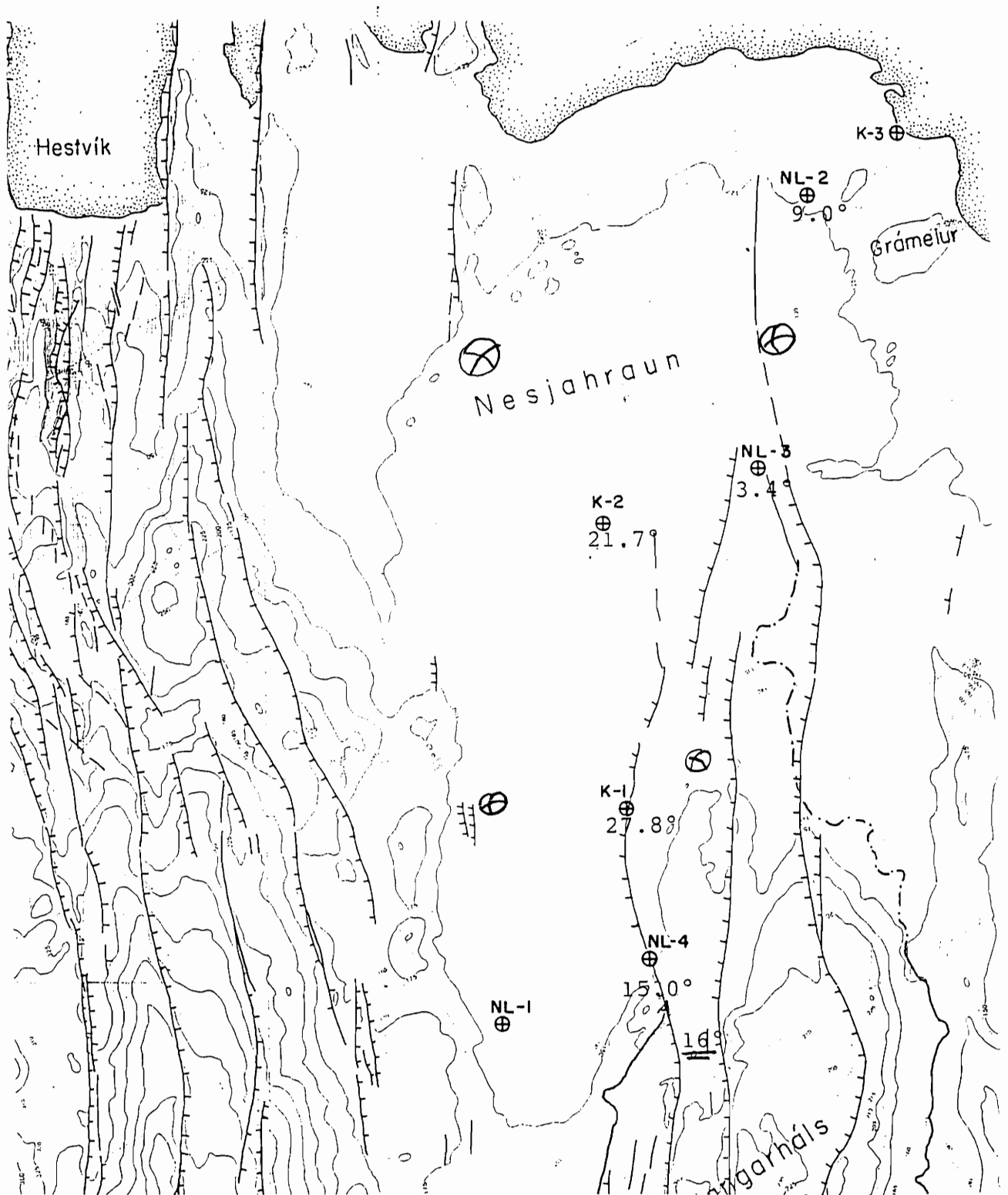
Samkvæmt myndinni nær holan K-2 niður í kargakennt berg. Samkvæmt mælingunum vantar herslumun á að hægt sé að staðfesta að grunnvatnið sé farið að hlýna og leiðni þess aftur farin að aukast rétt í blábotninn.

Forvitnilegt væri því að dýpka K-2. Þá kæmi ný hola þar norðvestur af að góðu gagni, bæði til að glöggva vatnsborðshæðarmyndina og ekki síður til hita- leiðni og efnamælinga, einkum með tilliti til samskonar mælinga í lindunum úti við strönd Þingvallavatns. Almennileg mælingahola á svæðinu milli NL-03 og NL-02 ætti að gefa upplýsingar um grunnvatnsrennsli á endasprettinum að vatnsbólunni á Grámel.

Á sama hátt væri forvitnilegt að dýpka K-1 eða bora tvær nýjar og dýpri austan hennar og vestan, sem væri emm betra. Þannig mundi hugsanlega vera hægt að greina á milli misjafnlega efnaríkra affallsstrauma í grunnvatninu.

Góð hitamælingahola þarf að vera í það minnsta 100 m djúp og nægilega víð til að hægt sé að ná úr henni vatni til efnagreininga með djúpsýnataka.

Á mynd 9 er sýnt hvar æskilegt væri að bora nýjar eftirlitsholur í Nesjahrauni. Með mælingum í þeim mætti ákvarða hita- og leiðnidreifingu í grunnvatninu mun betur en nú er hægt að gera. Með gleggri þekkingu á leið grunnvatnsstrauma í hrauni og sprungum milli orkuversins og Þingvallavatns, má ætla að að hægt verði að farga vatni með sem minnstum áhrifum á vatnstökusvæðið við Grámel og grunnvatnið almennt.



Mynd 9. Hiti á metersdýpi í grunnvatninu í Nesjährauni
 Tillaga um nýjar eftirlitsholur.