



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Jón Benjamínsson

JARÐHITASVÆÐIÐ URRÍÐAVATNI
Ferlunarprófanir 1983

OS-85011/JHD-03
Reykjavík, apríl 1985



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer 676031

Jón Benjamínsson

JARÐHITASVÆÐIÐ URRÍÐAVATNI
Ferlunarprófanir 1983

OS-85011/JHD-03

Reykjavík, apríl 1985

ÁGRIP

Með niðursetningu kenniefnisins natríum - flúoresceins í Urriðavatn var sýnt fram á leka kalds vatns niður í jarðhitakerfið. Kenniefnið var sett niður um ís á botn Urriðavatns nálægt stöðum þar sem vakir höfðu myndast áður heldur en farið var að dæla jarðhitavatni úr svæðinu. Efnið barst með 1,4-4,6 m/klst. hraða í holu 4 og 5 og bendir lögun línurita til sprungustreymis. Ennfremur er vísbending um að kenniefnið hafi einnig borist eftir tregleiðnari veiti í holu 5 og e.t.v. holu 4. Lítilsháttar svörun kom fram í holu 6, sem bendir til 0,2-0,3 m/klst hraða. Merkið barst helmingi hraðar í holu 4 eftir niðursetninguna norðan við holuna heldur en sunnan við.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
MYNDA- OG TÖFLUSKRÁ	4
1 INNGANGUR	5
2 FRAMKVÆMD	6
3 NIÐURSETNING Í MARS	8
4 ENDURHEIMTUR	12
5 NIÐURSETNING Í OKTÓBER	18
6 GRUNNLJÓMUN	22
7 NIÐURSTÖÐUR	23
HEIMILDIR	24

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Útbúnaður til niðursetningar	6
2 Urriðavatn. Niðursetningarstaðir	10
3 Urriðavatn. Sýnatökuop í ís	11
4 Urriðavatn Hóla 4. Flúoresceinstyrkur í mars	15
5 Urriðavatn Hóla 4. Flúoresceinstyrkur mars-október	15
6 Urriðavatn Hóla 5. Flúoresceinstyrkur í mars	16
7 Urriðavatn Hóla 5. Flúoresceinstyrkur mars-október	16
8 Urriðavatn Hóla 6. Flúoresceinstyrkur mars-október.....	17
9 Urriðavatn Hóla 4. Flúoresceinstyrkur október-desember	19
10 Urriðavatn Hóla 5. Flúoresceinstyrkur október-desember	19
11 Urriðavatn Hóla 6. Flúoresceinstyrkur október-desember	20
12 Urriðavatn Hóla 8. Flúoresceinstyrkur október-desember	20
13 Urriðavatn Útfall. Flúoresceinstyrkur október-desember	21

TÖFLUSKRÁ

1 Tíðni sýnatöku	7
2 Flúorescein í yfirborði niðursetningarvakar	8
3 Flúorescein í niðursetningurvök og í vatninu umhverfis .	9
4 Flúrljómun við botn og í yfirborði 15. og 18. mars 1983	9
5 Niðursetning 8. mars. Streymishraði	13
6 Niðursetning 15. mars. Streymishraði	13

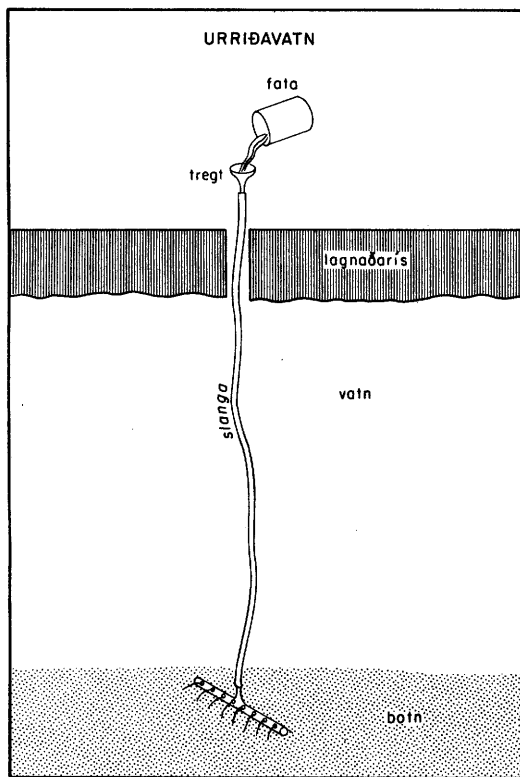
1 INNGANGUR

Í skýrslu Jóns Benjamínssonar o.fl. (1982) eru leidd rök að því að kalt vatn úr Urriðavatni dragist niður í jarðhitakerfið og blandist heita vatninu. Varð þessa vart í efnainnihaldi vatns úr borholum 4 og 5 en ekki í borholu 6. Til þess að staðfesta og hugsanlega staðsetja niðurstreymi var stungið upp á notkun kenniefnisins natríum flúorescein (Jón Benjamínsson o.fl. 1982), en það hafði verið notað með góðum árangri við lekaleit í Sigöldulóni (Electrowatt/Virkir 1980). Samhliða fengist vitneskja um rennslistíma og rennslis hraða kenniefnisins til samanburðar við áður útreiknaða lektarstuðla frá þrýsti-prófunum. Ákveðið var að setja kenniefnið niður á vatnsbotninn í gegnum ís vorið 1983 á sama tíma og hitamælingar í botnleðju færu fram. Til aðstoðar við niðurstetningu var Kristinn Sigurjónsson efnafræðingur, en hann hafði unnið við hliðstætt verk fyrir Landsvirkjun við lekaleit í Sigöldulóni. Hitaveita Egilsstaðahrepps og Fella greiddi upphald og önnur útgjöld þar eystra en annar kostnaður af verkinu var greiddur af Orkustofnun.

2 FRAMKVÆMD

Kenniefnið natríum flúoresceín var fengið hjá Landsvirkjun á duftformi í tveimur eins kílóa pakkningum. Blöndun kenniefnisins og niðursetning var gerð af starfsmönnum Egilsstaðahrepps undir verkstjórn Einars Ármannssonar. Efnið var leyst upp í 5 lítrum af vatni, en síðan þynnt í 20 lítra vatns. Vandlega var gætt að enginn samgangur væri milli niðursetningarmanna og rannsóknamanna sem tóku vatnssýnin auk ýmissa varúðarráðstafana til að hindra "litarsmit" á rannsóknarmenn.

IE JHD · JEF · 7506 · JBen
85.03.0370 · EK



MYND 1 Útbúnaður til niðursetningar

flúorrófsmæli (spectrofluometer) sem var með ljósmagnara (photo-multiplier). Ljómun sýnanna var mæld eftir að ammoníaklausn (NH_3) hafði verið bætt út í til þess að halda sýrustiginu stöðugu um pH 10. Núllgildi ljómunar var fengið með því að sýra sýnin með saltsýru (HCl) niður undir pH 2. Mælingaraðferðum er lýst í skýrslu eftir Jón Benjamínsson (1984). Niðurstöður voru jafnharðan slegnar inn með tölvuforriti sem Jón Örn Bjarnason eðlisefnafræðingur á Orkustofnun

Fyrir niðursetninguna var brotin vök í ísinn á fyrirfram ákveðnum stað, tekið þar vatnssýni til greiningar og vatnsdýpi mælt. Niður um vökina var sett um 1,3 m langt rör með stút á miðjunni og lá frá honum slanga til yfirborðs en á rörið sem var lokað í báða enda höfðu verið boruð smágöt í þeim tilgangi að efnið dreifðist meira en ella og eins til þess að tempru rennslið (sjá mynd 1). Á enda slöngunnar var trekt sem uppleysta kenniefninu var hellt niður um en það tók um 10 mínútur fyrir 20 lítra. Vatnssýni voru tekin úr borholum 4, 5 og 6 með vissu millibili á 100 ml plastflöskur sem raðað var í kassa sem áður höfðu verið málaðir svartir að innan og gengið þannig frá að ljós komst ekki að sýnaflöskum. Fyrstu tvær vikurnar eftir niðursetningu voru sýnin send daglega til mælinga til Reykjavíkur. Þar voru þau mæld á

hafði gert í tilefni þessa verks, en hann gerði jafnframt teikni-
forrit er dregur upp styrk á móti tíma. Sýni voru einnig tekin á mis-
jöfnu dýpi í kringum vakirnar sem sett var niður um, í því skyni að
kanna útbreiðslu litarefnisins í vatninu.

Alls var litarefnið natríum flúorescein sett þrisvar sinnum út í
vatnið. Tvisvar sinnum í marsmánuði 1983 niður um ís með 7 daga
millibili en í bæði skiptin var notað saltvatn til að þyngja litar-
efnislausnina. Í október sama ár var litarefni sett niður af báti án
notkunar saltlausna.

Tímalengd á milli sýnatöku er sýnd í töflu 1. Reynt var að fylgja
uphaflegu áætluninni sem hljóðaði þannig að fyrsta sólarhringinn
skyldi tekið á klukkustundarfresti og eigi sjaldnar en á tveggja tíma
fresti næsta sólarhring. Þriðja og fjórða sólarhringinn skyldi tekið
á 4 klst. fresti, en síðan á 6 klst. fresti. Fjölga skyldi sýnatökum
á meðan styrkur endurkomulausnar væri í hámarki. Tími milli sýnataka
skyldi aldrei vera lengri en 10% heildartíma frá niðurstetningu.

TAFLA 1 Tíðni sýnatöku

Klukkustundar fresti frá	8/3 kl. 20	til	10/3 kl. 07
2ja klst.	-	-	10/3 kl. 07 - 10/3 kl. 21
3ja klst.	-	-	10/3 kl. 21 - 11/3 kl. 24
4 klst.	-	-	12/3 kl. 00 - 14/3 kl. 20
6 klst.	-	-	14/3 kl. 20 - 15/3 kl. 20
Hálftíma	-	-	15/3 kl. 20 - 16/3 kl. 06
Klukkustundar	-	-	16/3 kl. 06 - 17/3 kl. 18
2ja klst.	-	-	17/3 kl. 18 - 18/3 kl. 24
4-6 klst.	-	-	19/3 kl. 00 - 22/3 kl. 24
8 klst.	-	-	23/3 kl. 00 - 28/3 kl. 24
12 klst	-	-	29/3 kl. 00 - 2/4 kl. 24
24 klst.	-	-	3/4 kl. 00 - 8/5 kl. 24
2svar í viku	-	-	8/5 - 4/7
1 sinni í viku	-	-	4/7 - 1/8
1 sinni í mánuði	ágúst og september		

3 NIÐURSETNING Í MARS

Hinn 8. mars 1983 var brotin vök í ísinn sunnan við garðinn að holu 4 og 6 í 60 m fjarlægð frá holu 6 í beina stefnu á holu 3 og klukkan 18:30 voru sett niður 200 g af natríum flúorescein á uppleystu formi. Á þessum slóðum voru tvær vakir á ísnum í mars 1982 og stutt suður af þeim var eitt helsta vakasvæðið áður en vinnsla hófst úr svæðinu. Tekið var vatnssýni úr vökinni bæði áður og eftir að sett var niður og eins var tekið á öðrum og þriðja degi. Tilgangur þessa var að fylgjast með dreifingu kenniefnisins niðri í vatninu, en æskilegast er að kenniefnisskýið sé niður við botn. Niðurstöður eru í töflu 2, en þar má sjá að flúrljómun eykst með tíma í vatni teknu í yfirborði niðursetningarvakar. Hallast er að því að eitthvað af efninu hafi farið í ísinn við niðursetningu en ekki þarf nema einn dropa til að skýra þessa auknu ljómun.

TAFLA 2 Flúorescein í yfirborði niðursetningarvakar.
Sett niður 8. mars 1983 kl. 18:30 - 18:40.

Dagur	kl.	Styrkur í ng/l
8. mars	18:20	8,2
8. mars	21:30	24,4
10. mars	19:00	232,4
11. mars	15:00	344,3

Á þriðja degi eftir niðursetningu voru jafnframt boruð sex göt í ísinn í 6 m radius frá niðursetningarvökinni og sýni tekin í yfirborði og á mismunandi dýpi, en þarna er tæplega 7 m vatnsdýpi.

Í töflu 3 eru niðurstöður mælinga á þessum vatnssýnum sem tekin voru í og niður um þessi op. Flúrljómun mælist aðeins hærrí í yfirborði opanna heldur en dýpra niðri í vatninu. Munurinn er innan frávíkismarka en þó er hugsanlegt að smit hafi borist frá niðursetningarvökinni.

Sjö dögum eftir niðursetningu sunnan við garðinn hafði merkið (aukning í ljómun) ekki komið fram í mælingum á vatni úr borholunum, en þá voru einungis tveir dagar eftir af fyrirhuguðu úthaldi. Niðurstöður þrýstiprófana sýndu að búast mætti við merkinu eftir 3-8 daga þannig að ákveðið var að setja niður í annað sinn og nú fyrir norðan

Tafla 3 Flúorescein í niðursetningarvök og í opum umhverfis hana hinn 11. mars 1983 kl. 15-18.

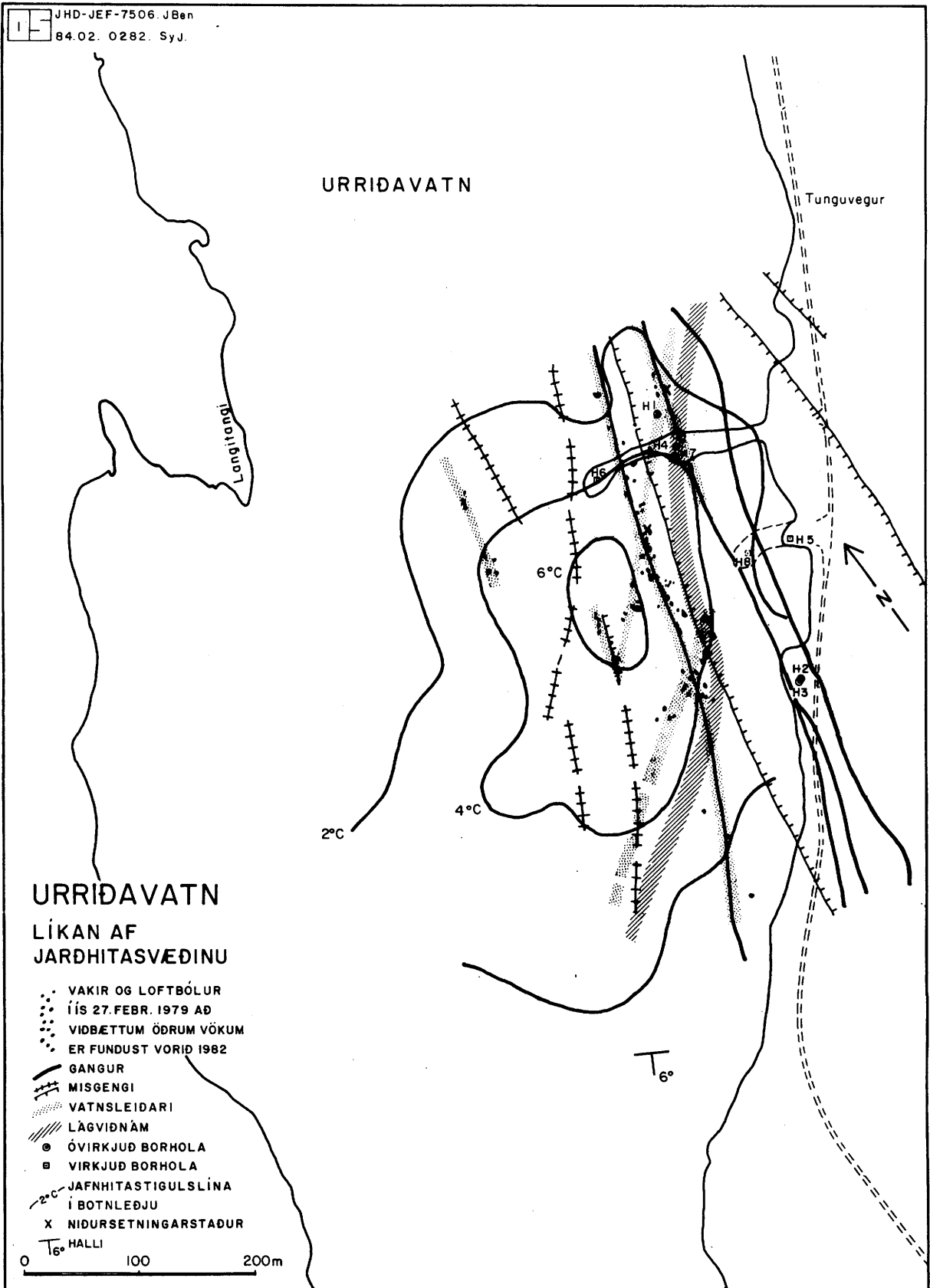
	Styrkur í ng/l						
	Vök	Op A	Op B	Op C	Op D	Op E	Op F
Yfirborð	344,3	13,7	13,9	14,3	13,5	14,7	13,3
4 m frá yfirborði			9,0	6,7			
6 m frá yfirborði		8,4			8,4		
Við botn	8,2						

garðinn. Niðursetningarstaður var valinn 100 m frá holu 6 og 50 m frá holu 4 (myndir 2 og 3). Talið var að hola 1 væri nálægt þessum stað, en hún var talin hugsanlegur lekavaldur niður í jarðhitakerfið. Nokkrum mánuðum seinna, um sumarið, tókst að finna holu 1 og reyndist hún vera 20-25 m frá þessum niðursetningarstað. Við niðursetningarstaðinn höfðu verið vakir í febrúar 1979, þ.e áður en vinnsla hófst á svæðinu en þær hafa ekki myndast eftir að byrjað var að dæla úr holunum. Brotin var vök í ísinn og boruð 6 göt umhverfis hana í 10 m fjarlægð (rADIUS). Mælt var dýpi og sýni tekin í yfirborði og 10 sm frá botni áður en sett var niður.

Hinn 15. mars kl 18:40 voru sett niður 1000 g af natríum flúorescein uppleystu í 20 lítrum og tók það um 10 mínútur. Saltlausn var sett á undan og eftir til þyngingar. Tæpum þremur sólarhringum síðar (18/3 kl. 14:30-16:30) voru tekin sýni við botn og í yfirborði. Tafla 4 sýnir niðurstöður mælinga á þessum sýnum, en mynd 2 staðsetningu einstakra opa.

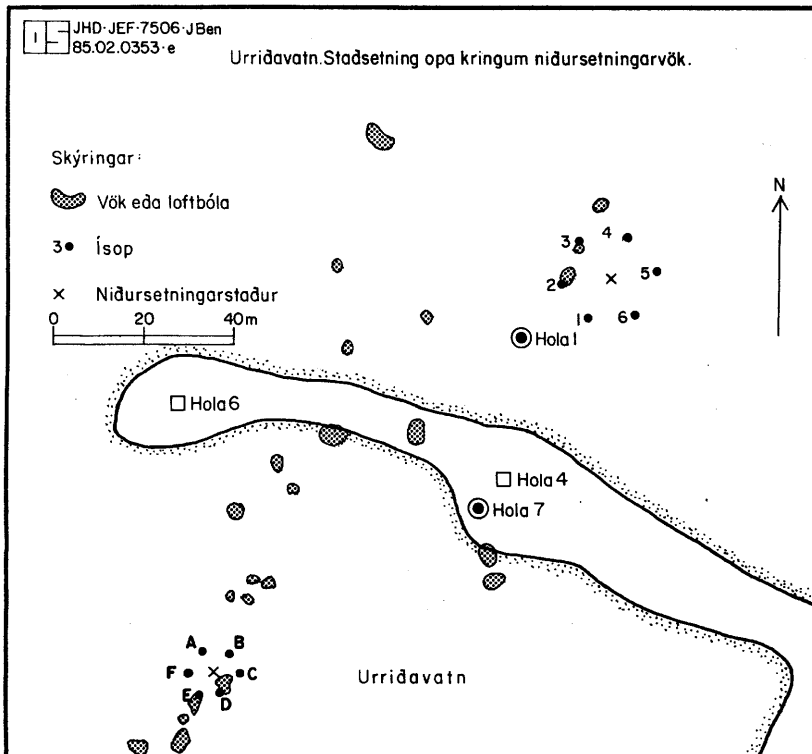
TAFLA 4 Flúrljómun við botn og í yfirborði 15. og 18. mars 1983. Styrkur í ng/l.

Staður	15/3		18/3	
	Yfirborð	Botn	Yfirborð	Botn
Niðursetningarvök	6,6	5,2	15,0	7,0
Op 1	6,4	5,8	11,0	27,0
Op 2	6,4	5,3	11,0	7,0
Op 3	6,5	5,5	11,0	27,0
Op 4	6,5	6,4	10,0	127,0
Op 5	6,4	5,2	9,0	7,0
Op 6	6,5	5,3	15,0	8,0



MYND 2 Urriðavatn. Niðursetningarstaðir

Tvennt athyglisvert kemur fram í þessum mæliniðurstöðum. Í fyrsta lagi er allsstaðar minni ljómun frá sýni sem tekið er niður við botn á undan niðursetningu. Sennilega á þetta rætur að rekja til ásogs flúr-efnis á svifþörungum sem að líkindum halda sig nálægt ísnum en Jón Ólafsson (1979) hefur bent á að ljóstillífun kísilþörungum í Mývatni sé þegar hafin í febrúar þótt þykkur ís sé á vatninu. Í öðru lagi þá mælist hækkun flúrljómunar niður við botn á þremur stöðum. Niður um op 3 og 4 þar sem einna hæst flúrljómun mældist er um 1 m dýpra niður á botn heldur en niður um hin opin. Einnig mældist há ljómun niður við botn í opi 1, en þar var grynnt. Í skýrslu eftir Jón Benjamínsson (1984) er greint frá að botninn sé alsettur skorningum á þessum stað svo vel gætu op 3 og 4 verið yfir einum slíkum skorningi. Vatnsdýpi á þessu svæði er um 4 m en hallar þó heldur í átt að opum 3 og 4. Hugsanlegt er að niðursetningarmassinn hafi skriðið undan halla og setst í skorninga og það sé skýring hærri gilda niður við botn í opum 3 og 4.



MYND 3 Urridavatn. Sýnatökuop í ís

4 ENDURHEIMTUR

Eins og áður hefur verið greint frá var kenniefnið sett niður tvisvar sinnum. Fyrst var sett niður 8. mars og þegar engin merki fundust um aukna flúrljómun í holuvatninu sjö dögum síðar var sett niður í seinna sinnið 15. mars.

Við endurskoðun gagna yfir holu 4 kemur í ljós að fyrstu merki um endurheimtur eru í sýni teknu 13. mars kl. 21:41 eða um 5 sólarhringum eftir fyrri niðursetningu og tveim sólarhringum fyrir seinni niðursetningu (mynd 4). Tæpum tveimur sólarhringum eftir síðari niðursetninguna eykst ljómunin mjög hratt. Þetta sést á mynd 4 og einnig mynd 5 en hún nær yfir tímabilið frá því sett var niður 8. mars og til 17. október. Myndirnar eru dregnar upp eftir gildum sem fengin voru með því að draga mæligildi sýrðra sýna frá mæligildi sýna sem höfðu verið gerð basísk með NH_3 . Þetta er gert til þess að eyða óreglum af völdum aurs og lífrænna agna.

Líklegt er að áhrifa beggja niðursetninganna gæti þegar ljómun mælist mest en það er frá 26/3 til 5/4. Hækkunin sem verður upp úr miðjum apríl er að líkindum áhrif frá dæluhléum í holu 5 frekar heldur en að um áhrif frá sitthvorri niðursetningunni sé að ræða. Toppurinn sem kemur um miðjan maí er niðurstaða mælinga á tveimur sýnum sem tekin voru stuttu eftir að dælan var sett í gang að lokinni steypingu í holu 7 sem er við hliðina á holu 4.

Í holu 5 kom fram smáaukning í þremur sýnum 16. mars. Ekki er hægt að tengja þessa aukningu við óhreinindi í vatninu þó að útslag sem er á línuritun á þessum tíma sé svipað í laginu og um slíka truflun sé að ræða. Sé útslagið túlkað sem merki fyrri niðursetningar reiknast hraðinn vera um 2 m/klst sem er mjög hinn sami og yfir í holu 4. En eins og fyrr segir er hér líklegast um truflun að ræða því sannverðugt útslag ætti að eyðast hægar. Hinn 19. mars byrjar kenniefnið að koma fyrst fram í holu 5 (sjá myndir 6 og 7). Ekki verður í það ráðið hvorri niðursetningunni byrjun útslagsins fylgir, en nokkuð ljóst er af ferðatíma og magni efnisins í holu 5 að það getur ekki verið allt komið frá fyrri niðursetningunni. Líklegast er að merki beggja niðursetninganna komi að einhverju á svipuðum tíma frekar heldur en að merki fyrri niðursetningarinnar sjáist ekki. Merkið kemur því seinna fram í holu 5 heldur en í holu 4. Auk þess rís gildi ljómunarinnar ekki jafnhratt eða jafnhátt og fyrir holu 4. Er til dæmis að rísa ennþá 6. apríl þegar sjálfvirkur rofi er tengdur dælunni, sem gerir það að verkum að hún slekkur á sér þegar miðlunartankur fyllist. Eftir það eru mæligildin nokkuð sveiflukennd (mynd 7). Tvær athuganir sýndu að sýni tekin í upphafi dælingar eftir dæluhlé höfðu herra gildi

heldur en sýni tekin er lengra leið á dælingu. Ef til vill er þetta orsökkin fyrir sveiflunum að sýnin eru tekin á misjöfnum tímum dælingar.

Mynd 8 sýnir flúrljómun í holu 6. Lágur og stuttur toppur byrjar 28. apríl og endar fyrir miðjan maí án nokkurs hala. Erfitt er að skýra þennan topp. Þegar sýnin höfðu verið mæld í súru kom í ljós að gildi þeirra var mjög hátt, sem bendir til mengunar frá auri og lífrænum efnum. Þegar þessi gildi höfðu verið dregin frá fengust þær niðurstöður sem myndin túlkar. Óvíst er um marktækni þessa útslags en það er þó haft með í útreikningum fyrir töflurnar sem fara hér á eftir.

Ef gengið er út frá því að merki um seinni niðursetningu séu í holu 4 þegar línuritið rís sem hraðast má taka saman yfirlit (töflur 5 og 6) um komutíma og fjarlægð milli niðursetningastaða og hola.

TAFLA 5 Niðursetning 8. mars. Streymishraði

Hola	Fóðringar- dýpi m	Dýpi á veiti m	Fjarl. í holu frá niðursetn. m	Tími klst.	Vegalengd m	Hraði m/klst.
4	160	175	75	120	250	2,1
5	190	220	125	250	345	1,4
6	220	240	60	(1200?)	300	0,25

TAFLA 6 Niðursetning 15. mars. Streymishraði

Hola	Fóðringar- dýpi m	Dýpi á veiti m	Fjarl. í holu frá niðursetn. m	Tími klst.	Vegalengd m	Hraði m/klst.
4	160	175	50	50	250	4,5
5	190	220	170	85	390	4,6
6	220	240	100	1050	340	0,3

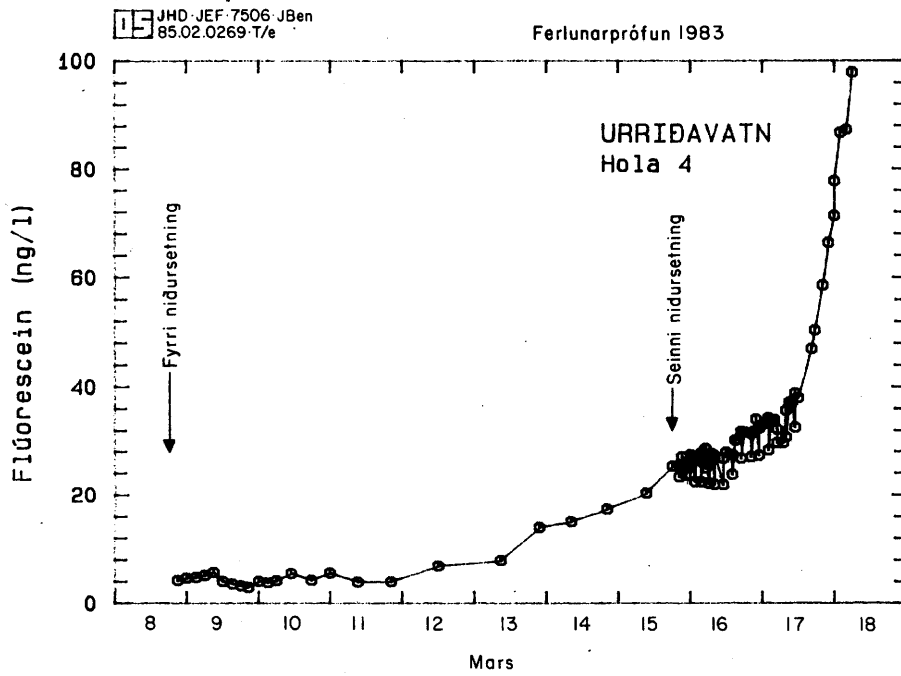
Vegalengdir í töflunum er dýpi niður á vatnsveiti að viðbættri fjarlægð frá niðursetningarstað að holu. Hér er því reiknað með mestu

vegalengd. Þó getur verið að kenniefnið hafi borist eftir botninum og hafi dregist niður í kerfið utan við niðurstetningarstaðinn.

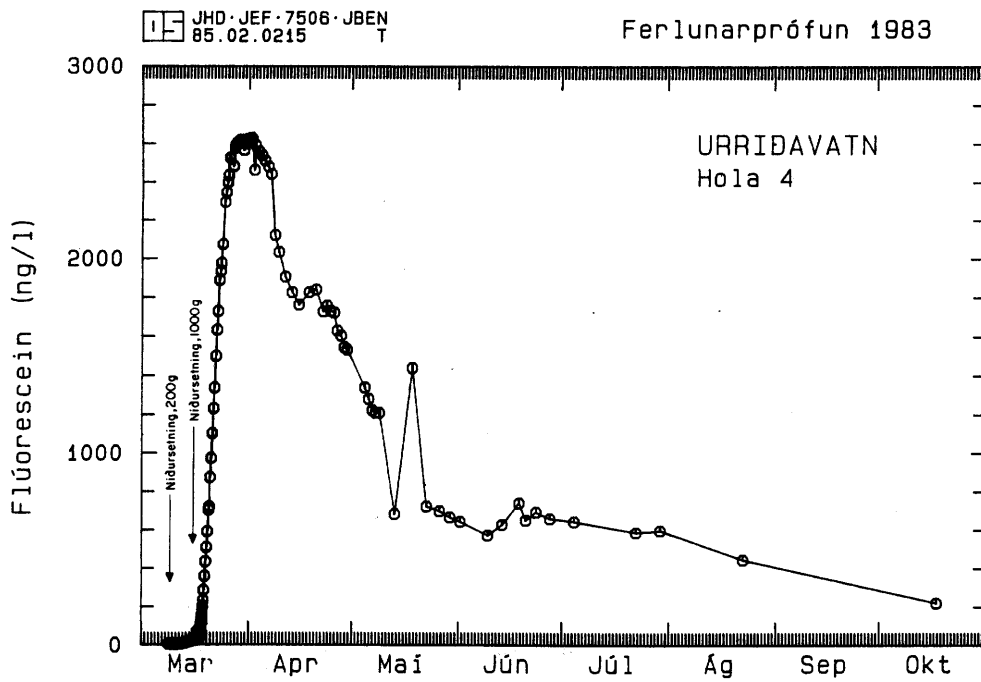
Tölurnar fyrir holu 5 í töflum 5 og 6 eru fengnar þannig að reiknað er með sama komutíma fyrir báðar niðurstetningar, það er að segja þar sem aðalútslagið byrjar að koma í holu 5. Jafnframt er gert ráð fyrir að þar sem línuritið rís brattast fyrir holu 4 (mynd 5) þar gæti aðallega áhrifa frá niðurstetningunni 15. mars. Athygli vekur hve rennslishraði er svipaður í holum 4 og 5 í báðum niðurstetningum. Ennfremur benda tölurnar til þess að rennslishraði frá niðurstetningu norðan við garðinn sé helmingi meiri en frá niðurstetningu sunnan við garðinn. Engin einhlít skýring liggur á borðinu, en með hliðsjón af Grant o.fl. (1982), sem telja að ferill sem rís mjög hratt í ákveðinn topp og hefur langan hala tákni sprungustreymi, má álykta út frá lögum endurkomulínuritanna á myndum 5 og 7 að um sprungustreymi sé að ræða. Ferillinn fyrir holu 5 rís þó ekki eins hátt og fyrir holu 4 og er flatari. Einnig er vísbending um að litarefnið komi úr tveimur veitum í holu 5, þ.e.a.s. ferillinn lækkar ekkert frá miðjum maí til júlí/-ágúst og vex jafnvel um sumarið. Vottur er um svipað fyrirbrigði í holu 4 en þó ekki jafn áberandi. Erfitt er að henda reiður á slíkum bollaleggingum þar sem dæluhlé hófust fyrrihluta aprílmánaðar í holu 5 og orsaka sveiflukenndar niðurstöður einkum úr holu 5. Vísbending er um topp í holu 4 um miðjan apríl og ef til vill holu 5 nokkrum dögum seinna. Fremur er litið á þá sem afleiðingu dæluhléa í holu 5 heldur en raunverulega svörun frá nýjum leiðara.

Benda má á að sýnið sem tekur sig út úr um miðjan maí í holu 4 er tekið strax eftir að dælan fór í gang eftir nokkurra klukkustunda hlé. Framar í skýrslunni var þess getið að sýni tekin í byrjun dælingar úr holu 5 sýndu hærri flúrljómun heldur en sýni tekin er lengra leið á dælingu. Þetta bendir til þess að aðstreymi vatns sem inniheldur kenniefnið sé kröftugra heldur en annarsstaðar frá og að líkindum er þetta í efri veitum beggja holanna.

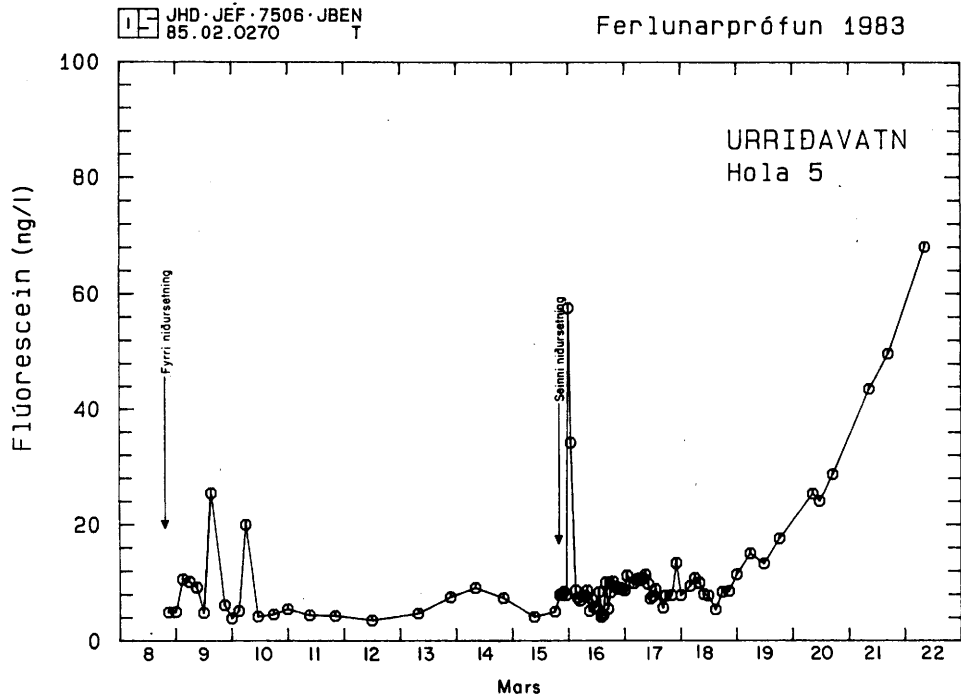
Endurheimtur kenniefnisins eru 17-18% í holu 4 og rúm 7% í holu 5 eða um 25% alls sem verða að teljast allgóðar heimtur ekki síst með tilliti til þess að botnleðjan er 4-8 m á þykkt og vænta má ásogs flúoresceins þar í. Ennfremur má benda á að norðan við garðinn var sett niður á stað þar sem þekktar vakir voru ekki nær en í 10 m fjarlægð.



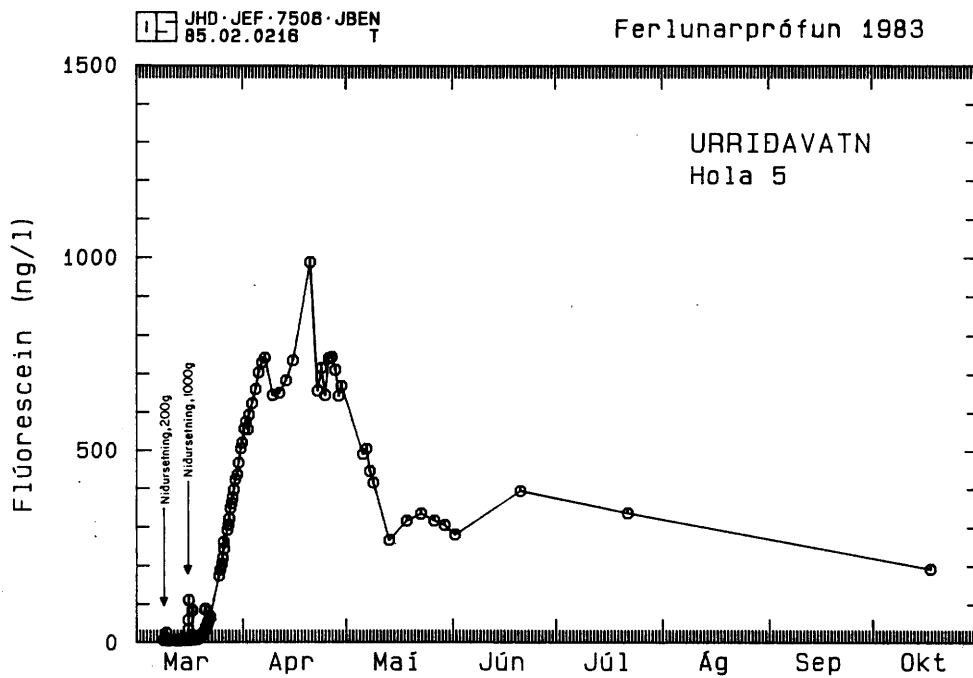
MYND 4 Urriðavatn HOLA 4. Flúoresceinstyrkur í mars



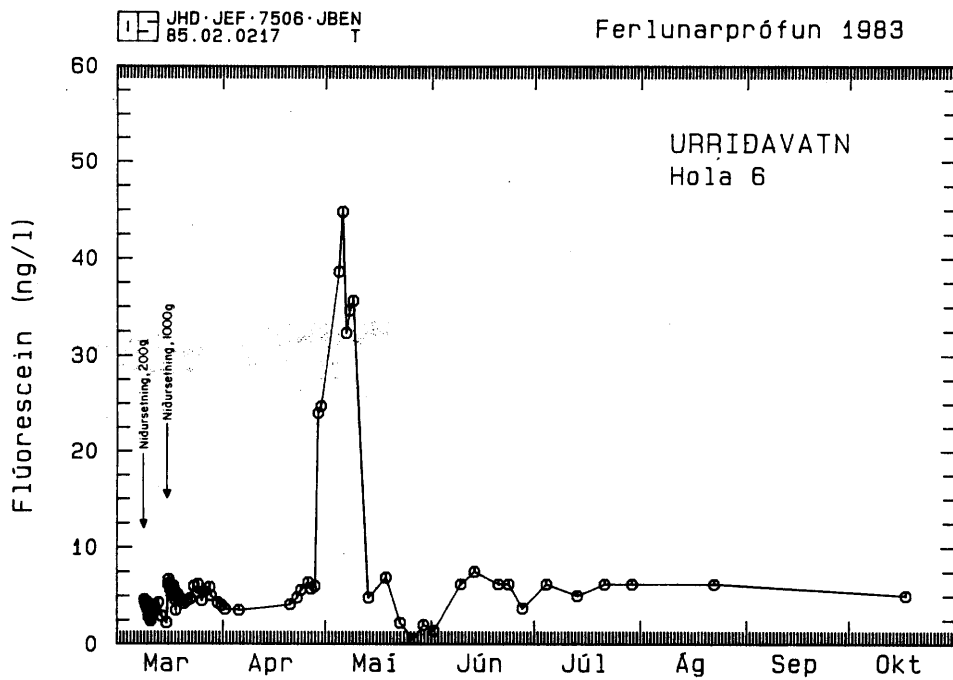
MYND 5 Urriðavatn HOLA 4. Flúoresceinstyrkur mars-október



MYND 6 Urridavatn HOLA 5. Flúoresceinstyrkur í mars



MYND 7 Urridavatn HOLA 5. Flúoresceinstyrkur mars-október

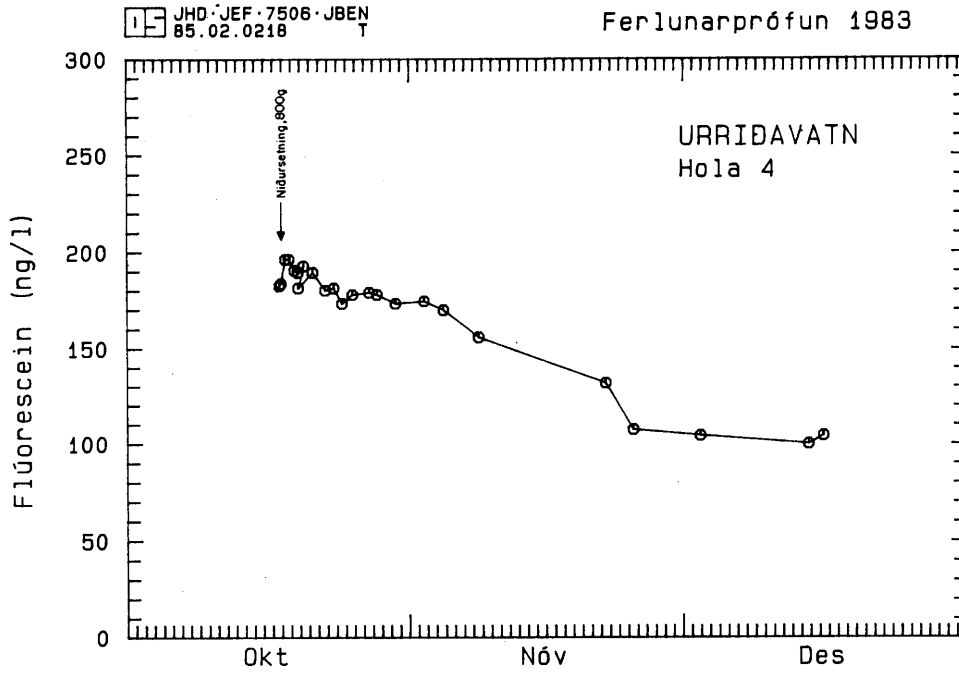


MYND 8 Urriðavatn Hóla 6. Flúoresceinstyrkur mars-október

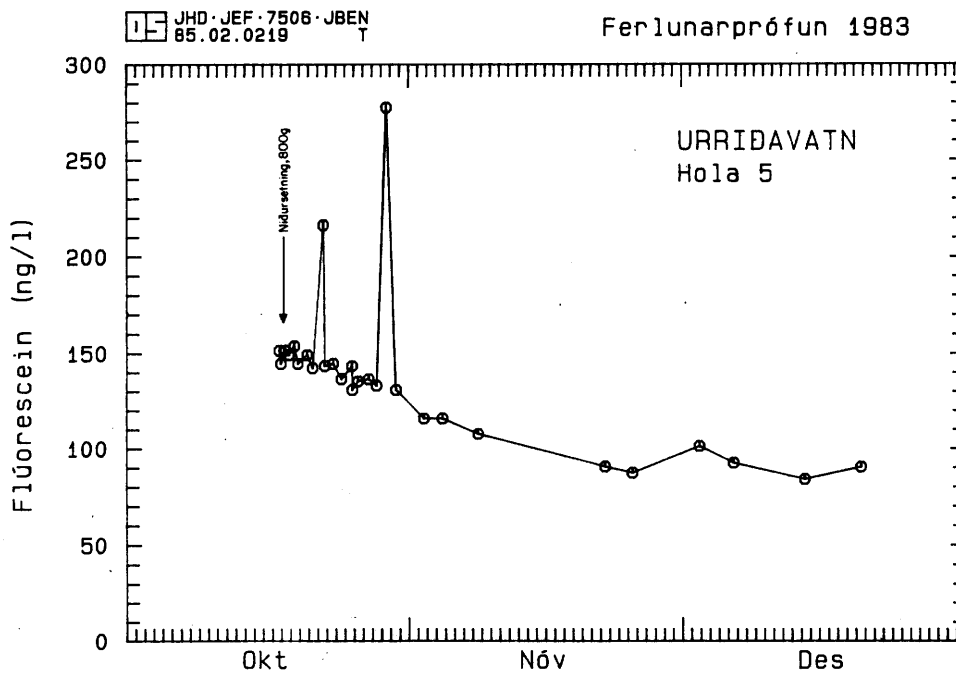
5 NIÐURSETNING Í OKTÓBER

Hinn 17. október voru sett niður 800 g af kenniefninu norðan við garðinn á svipuðum stað og 15. mars. Sett var niður af báti og ekki notuð saltlausn til þyngingar. Á meðan á niðursetningu stóð byrjaði að vinda og í lok hennar var kominn norðvestlægur stinningskaldi. Á innan við klukkustund kom fram græn sliksja á vatninu um fimmtíu til hundrað metra frá niðursetningarstað og barst á móti vindátt. Engin litarefnisaukning kom fram í holunum samanber myndir 9, 10, 11 og 12. Smátoppur kom fram í úrrennsli Urriðavatns á þriðja degi og gætti í um það bil vikutíma og áhrif hans virtust hafa fjarað út í síðari hluta nóvember (mynd 13). Um haustið var vatnsborð Urriðavatns fremur lágt og sé gert ráð fyrir um 100 l/s úrrennsli hafa 3-5% litarefnisins sem sett var niður í október skilað sér með útfallinu. Það sem á vantar hefur klofnað niður á einn eða annan hátt svo sem fyrir áhrif ljóss og súrefnis sem og við ásog á svifagnir og botnleir.

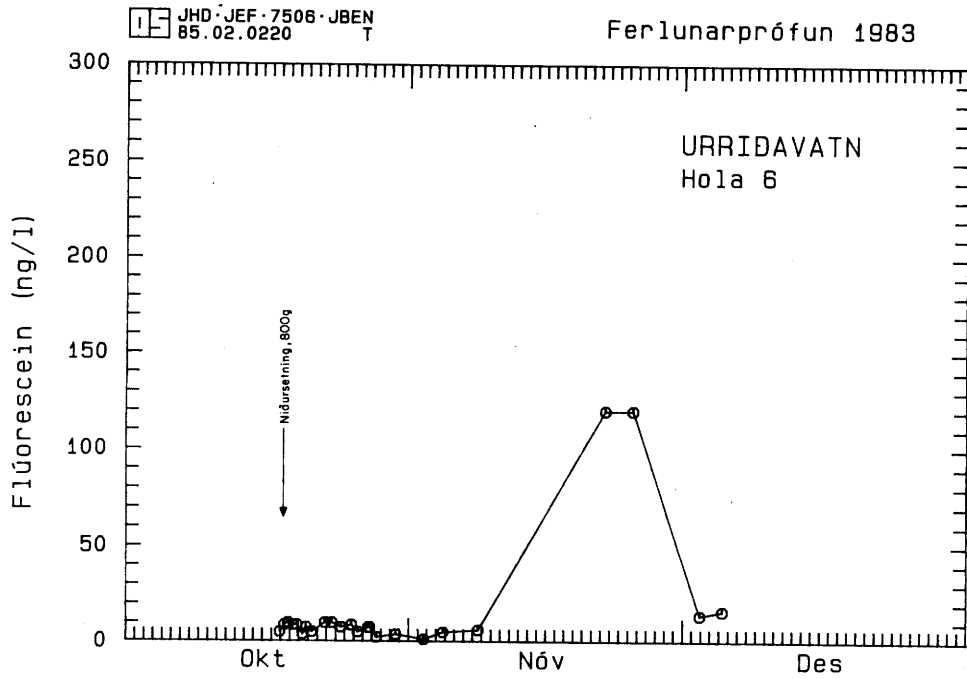
Um og upp úr miðjum nóvember mældist hærri ljómun í tveimur sýnum úr holu 6 (mynd 11). Við frekari mælingar reyndust vera mikil óhreinindi í vatnssýnunum sem gerir það að verkum að ekki er hægt að slá föstu hvort um raunverulegt merki kenniefnisins hafi verið að ræða.



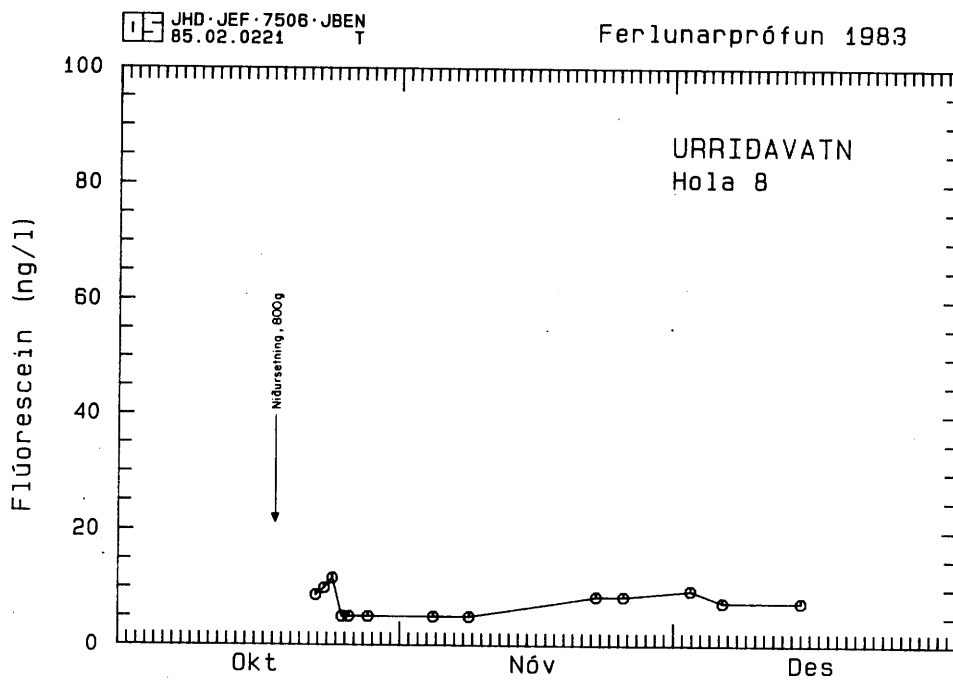
MYND 9 Urridavatn Hóla 4. Flúoresceinstyrkur október-desember



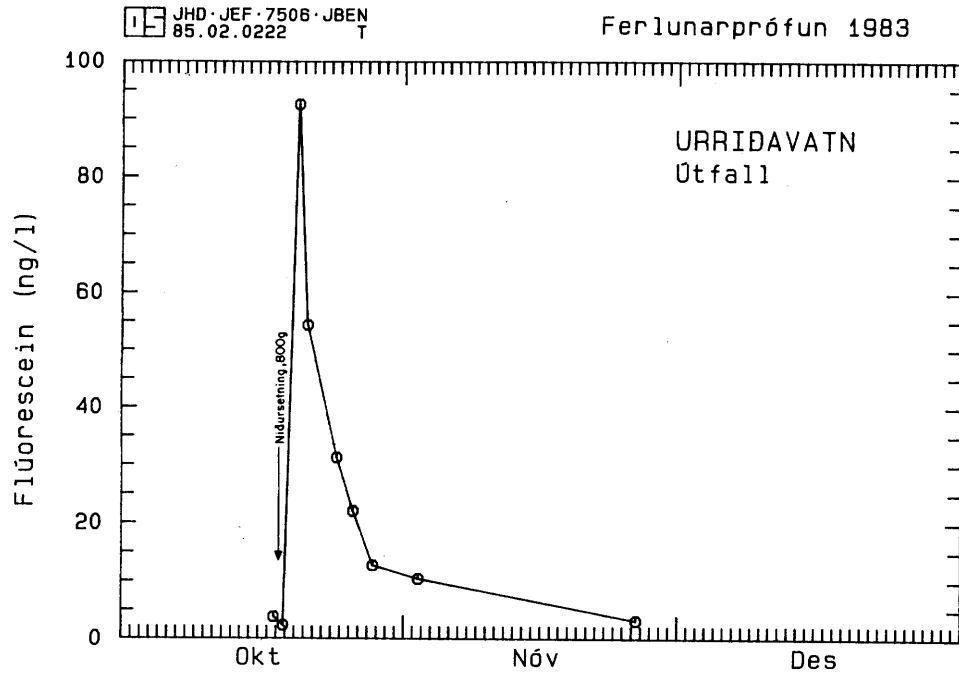
MYND 10 Urridavatn Hóla 5. Flúoresceinstyrkur október-desember



MYND 11 Urridavatn Hóla 6. Flúoresceinstyrkur október-deember



MYND 12 Urridavatn Hóla 8. Flúoresceinstyrkur október-deember



MYND 13 Urridavatn Útfall. Flúoresceinstyrkur október-deseember

6 GRUNNLJÓMUN

Hver hola hafði sína einkennandi grunnljómun. Lægst og stöðugust grunnljómun kom fram í holu 4 eða um 4 ng/l miðað við að eimað vatn sé núll. Grunnljómun í holu 5 var sveiflukennnd á milli 6 og 12 ng/l og gjarnan einstaka sýni með 20-30 ng/l. Óhreinindi voru nokkuð tíð í vatni úr holu 5 og höfðu áhrif á mælingar. Grunnljómun holu 6 gat farið niður undir 2 ng/l og upp í 7 ng/l. Annars verður að taka tillit til þess að verið er að miða við eimað vatn sem núll-styrk, en styrkur þess getur hugsanlega verið misjafn eftir því hve vel hefur eimast. Einnig er verið að mæla á lægstu mælanlegu styrktarspönn og því erfitt að meta hver hin raunverulega grunnljómun er.

Um haustið 1983 var fylgst með grunnljómun í útfalli vatnsins og holu 8. Í útfallinu var grunnljómunin 2-4 ng/l sem er aðeins lægra en mælst hafði í vatninu undir ísnum um vorið sama ár. Grunnljómun í holu 8 var frá 5-12 ng/l en ýmsar aðgerðir stóðu yfir við holuna.

7 NIÐURSTÖÐUR

Með endurheimtum á kenniefninu í vinnsluholur hitaveitunnar er sannað að kólnun heita vatnsins er vegna leka frá Urriðavatni niður í jarðhitakerfið. Tíminn frá því kenniefnið var sett niður og þar til það skilar sér með holuvatninu er skammur og bendir eindregið til streymis um sprungur. Fyrir norðan garð var hraði meiri og hugsanlegt er að þar streymi niður um holu 1 og eftir sprungum í vinnsluholur. Fjórðungur kenniefnisins skilar sér upp í holum 4 og 5 en þetta hvoru tveggja bendir til hraðs og mikils streymis af köldu Urriðavatni niður í jarðhitakerfið. Þar sem vatnið streymir eftir sprungum má gera ráð fyrir stuttum endingartíma þessara hola við óbreyttar aðstæður.

Reynslan af notkun flúrljómandi kenniefnis að Urriðavatni sýnir að notkun þess getur verið mjög gagnleg til rannsókna á hegðun jarðhitakerfis sem er í vinnslu. Munurinn á niðursetningunum í mars og í október sýnir í fyrsta lagi að þyngja verður litarefnisskýið svo það haldist við botn og í öðru lagi að neðanvatnsstraumar liggja frá landi þegar álandsvindur blæs.

Grunnljómun reyndist meiri í vatni teknu í yfirborði vaka heldur en niður undir botni, líklega vegna ásogs á svifþörungum.

HEIMILDIR

Electrowatt/Virkir 1980: Sigalda reservoir. Summary of main findings from the tracing test summer 1980. Landsvirkjun, desember 1980. Electrowatt/Virkir.

Grant, M.A., Donaldson, I.G. & Bixley, P.F. 1982: Geothermal Reservoir Engineering. Academic Press, London, 369 s.

Jón Benjamínsson, Gestur Gíslason & Þorsteinn Thorsteinsson 1982: Jarðhitasvæðið Urriðavatni. Efnagreiningar - Líkahnugmynd - Orkuvinnsla OS82129/JHD-16.

Jón Benjamínsson 1984: Urriðavatn. Leynardómar holu 1. OS-84075/JHD-13.

Jón Benjamínsson 1984: Kenniefni. Um notkun flúrefnanna rhódamíns WT og flúoresceins við ferlunar- og streymisathuganir. Heimildakönnun. OS-84076/JHD-14, 44 s.

Jón Ólafsson 1979: The chemistry of Lake Mývatn and River Laxá. Í: Ecology of eutrophic, subarctic Lake Mývatn and the River Laxá. Ritstj. Pétur M. Jónasson. Icel. Lit. Soc. Copenhagen, s. 82-112.