



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

ÚTLÁN

Bókasafn Orkustofnunar

HITAVEITA DALVÍKUR

Eftirlit með jarðhitavinnslu
við Hamar árið 1994

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

OS-95020/JHD-13 B

Apríl 1995

útlán



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 621
/os/gax/dvik/veft/1994/text.t

HITAVEITA DALVÍKUR

**Eftirlit með jarðhitavinnslu
við Hamar árið 1994**

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

OS-95020/JHD-13 B

Apríl 1995

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ	3
3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	6
4. HITAMÆLINGAR Í EFTIRLITSHOLUM	11
5. LOKAORÐ	15
6. HEIMILDIR	15

TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1994	4
2. Efnasamsetning vatns úr holu 11 við Hamar	7

MYNDASKRÁ

1. Vatnsborð og vinnsla árin 1992 og 1994	5
2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1994	5
3. Vatnshiti holu 11 árin 1988-1994 skv. mælingum hitaveitunnar	6
4. Hiti vatns úr holum 10 og 11, mældur við sýnatöku árin 1977 til 1994	8
5. Kísilstyrkur í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994	8
6. Styrkur natrífums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994	9
7. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994	9
8. Styrkur súlfats í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994	10
9. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994	10
10. Hitamælingar í holu 3 við Hamar árin 1991 og 1994	12
11. Hitamælingar í holu 4 við Hamar árin 1990 og 1994	12
12. Hitamælingar í holu 5 við Hamar árin 1991 og 1994	13
13. Hitamælingar í holu 7 við Hamar árin 1991 og 1994	13
14. Hitamælingar í holu 8 við Hamar árin 1985 og 1994	14
15. Hitamælingar í holu 9 við Hamar árin 1991 og 1994	14

1. INNGANGUR

Hitaveita Dalvíkur nýtir holur 10 og 11 á jarðhitasvæðinu við Hamar í Svarfaðardal og er í þessari skýrslu fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu á svæðinu árið 1994. Hún er sjöunda árlega skýrslan unnin samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um slíkt eftirlit (Guðrún Sverrisdóttir og Guðni Axelsson, 1989; Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990, 1991 og 1993; Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992 og 1994). Nákvæmt eftirlit hefur verið haft með jarðhitakerfinu við Hamar undanfarinn áratug, sem hefur skilað sér í ítarlegri þekkingu á kerfinu og viðbrögðum þess við vinnslu. Hitaveita Dalvíkur safnar gögnum um vatnstöku, vatnsborð og vatnshita en Orkustofnun sér um töku vatnssýna, efnagreiningu þeirra og úrvinnslu gagnanna.

Eftirlitsholurnar á Hamri, sem mælirör voru steipt í haustið 1990, voru hitamældar þann 25. ágúst síðastliðinn. Tilgangurinn var að kanna hvort jarðhitakerfið hefði kólnað á þessum þremur árum vegna niðurrennslis grunnvatns. Nokkrir nemendur í Jarðhitaskóla Sameinuðu þjóðanna voru þá staddir á Norðurlandi ásamt leiðbeinendum sínum og var ákveðið að nota tækifærið og hitamæla eftirlitsholurnar og þjálfva nemendurna í leiðinni. Jarðhitaskólinn og Hitaveita Dalvíkur deildu því með sér kostnaðinum. Um þessar mælingar verður fjallað hér á eftir.

2. VINNSLA OG VATNSBORÐ

Hola 11 hefur verið aðalvinnsluhola Hitaveitu Dalvíkur síðan í lok júlí 1988, en hola 10 varahola veitunnar. Lesið er af rennismæli á aðalæðinni frá Hamri á tveggja daga fresti að jafnaði. Jafnframt hefur vatnsborð verið mælt á hálfsmánaðar fresti í holum 7 og 9, sem hafa verið eftirlitsholur síðan steipt var í holu 2 í október 1990. Eins og áður hefur verið bent á virðast holur 7 og 9 sýna u.þ.b. 1,5 m hærra vatnsborð en áætla má að hola 2 hefði sýnt. Mælirör til vatnsborðsmælinga í holum 10 og 11 eru því miður biluð. Undanfarið hefur jafnframt verið unnið að uppsetningu sjálfvirks gagnasöfnunarbúnaðar.

Á mynd 1 er sýnd vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Hamar ásamt vatnsborðsbreytingum í eftirlitsholunum síðustu tvö árin. Vinnsla og vatnsborð frá því í september 1977, er hola 10 tók við sem vinnsluhola veitunnar, eru sýnd til samanburðar á mynd 2. Auk þess eru í töflu 1 birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu frá því nýting þess hófst. Tölur fyrir árin 1970 til og með 1981 eru byggðar á vatnssölu hitaveitunnar þessi ár og mánaðarmeðalvinnsla árána 1978 til 1981 á mynd 2 var áætluð útfrá veðurfari og áætlaðri heildarvinnslu hvers árs. Frá og með árinu 1982 hefur vinnslan verið mæld.

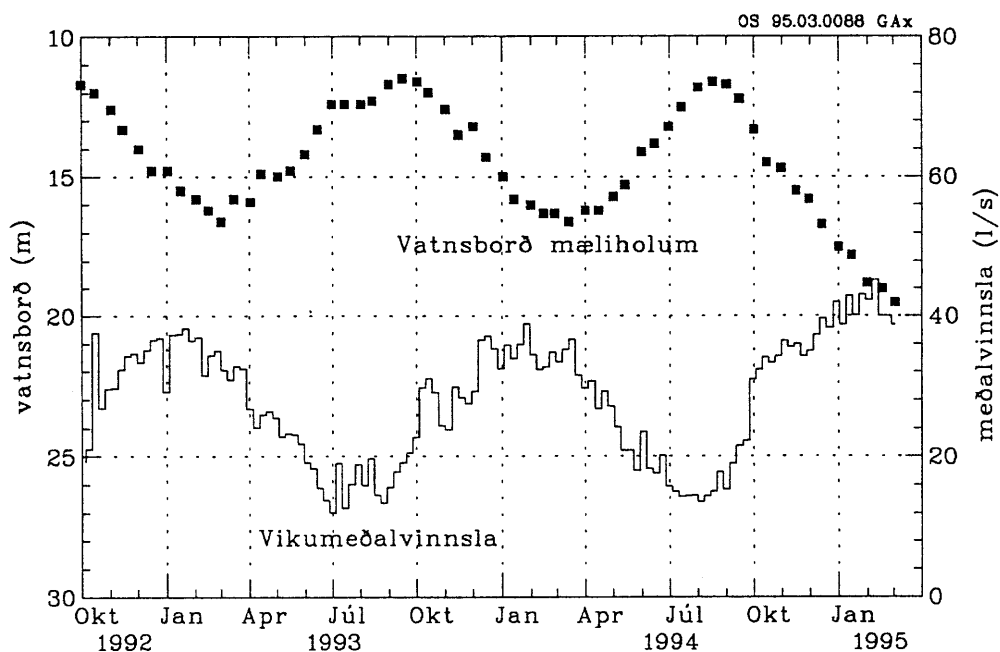
Á síðasta ári mældist ársmeðalvinnslan 27,6 l/s, sem er rétt yfir meðallagi síðustu ára. Stafar það af mikilli aukningu sem varð í vinnslu síðustu þrjá mánuði ársins, eftir að ný sundlaug var tekin í notkun. Ef mánaðarmeðalvinnslan október 1994 til og með febrúar 1995 er borin saman við mánaðarmeðalvinnslu sömu mánaða næstu sjö árin á undan sést að vinnslan hefur aukist um 6 l/s að jafnaði, eða um 23 %. Skv. athugunum hitaveitunnar þá hefur sundlaugin tekið um 4 - 5 l/s. Hér er um verulega aukningu að ræða og má ef-laust eitthvað draga úr notkun sundlaugarinnar.

Tafla 1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1994.

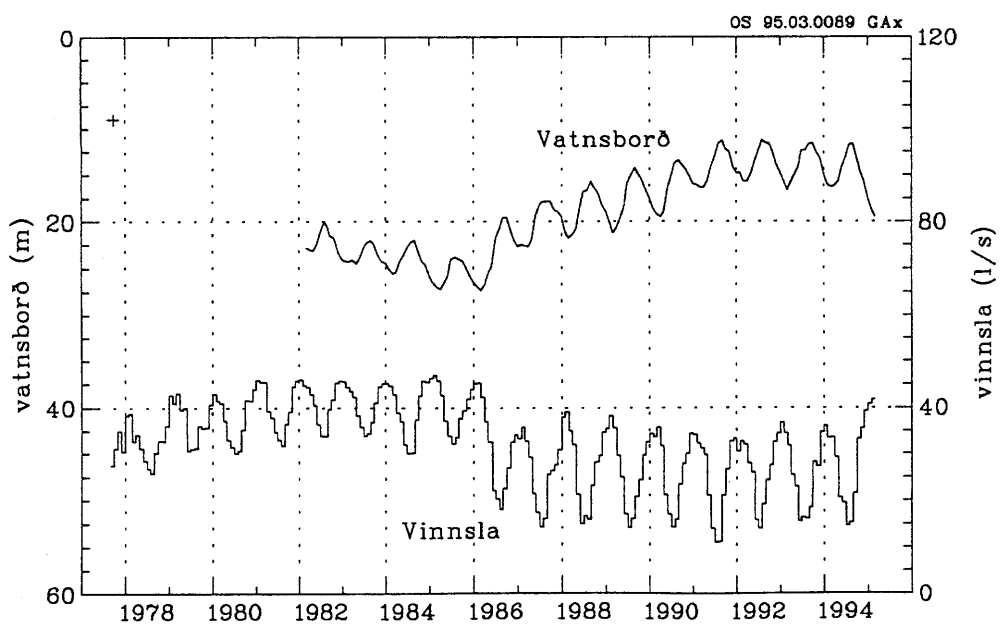
Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Athugasemdir
1970-73	22,5	hola 2, áætlað
1974	23,5	hola 2, áætlað
1975	29,1	holur 2 og 9, áætlað
1976	29,9	hola 9, áætlað
1977	30,6	holur 9 og 10, áætlað
1978	32,3	hola 10, áætlað
1979	37,2	hola 10, áætlað
1980	37,5	hola 10, áætlað
1981	39,9	hola 10, áætlað
1982	42,0	hola 10
1983	41,1	hola 10
1984	40,0	hola 10
1985	40,8	hola 10
1986	32,2	hola 10
1987	26,4	hola 10
1988	27,4	holur 10 og 11
1989	26,4	hola 11
1990	26,8	hola 11
1991	24,8	hola 11
1992	26,3	hola 11
1993	25,6	hola 11 (+ hola 10)
1994	27,6	hola 11

Árið 1994 mældist vikumeðalvinnslan mest seinustu viku ársins, eða 42,0 l/s, en minnst 13,6 l/s fyrstu vikuna í ágúst. Vatnsborð fór lægst í 18 m í lok ársins og var þá á hraðri niðurleið vegna vinnsluaukningarinnar. Hæst fór vatnsborð í 11,6 m um miðjan ágúst. Ætlunin er að endurskoða fljótlega vatnsborðsspár þær sem reiknaðar voru 1993 í ljósi breyttra aðstæðna (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993). Reikna má með að 6 l/s vinnsluaukningin valdi því að vatnsborð verði um 10 m neðar en ella í framtíðinni.

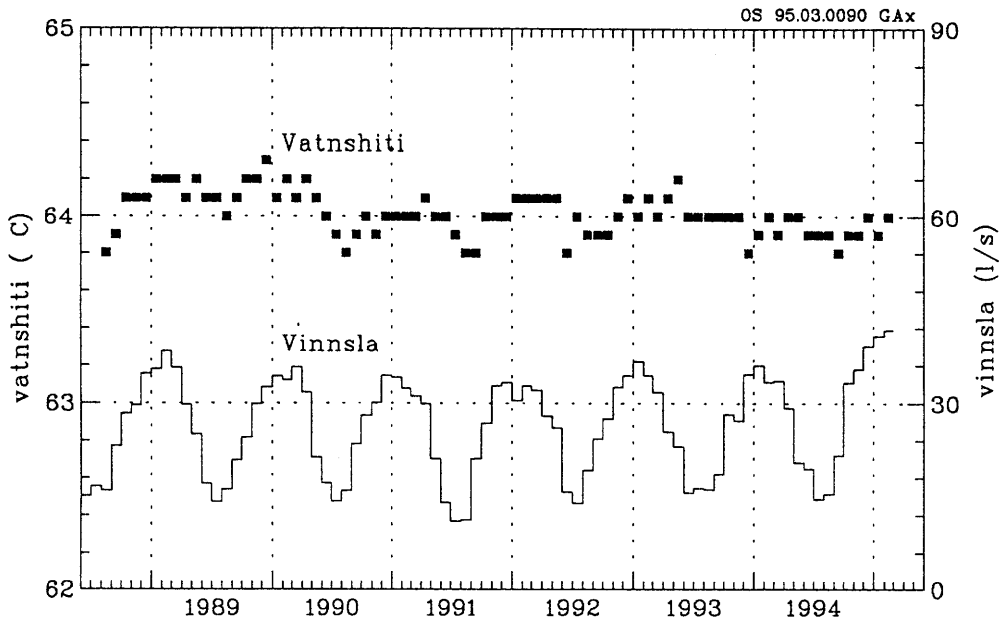
Mynd 3 sýnir hita vatns úr holu 11, skv. mælingum hitaveitunnar, eftir að holan tók við sem aðalvinnsluhola. Vatnshitinn virðist ekki hafa breyst marktækt á þessum árum og er hann um 64 °C. Eins og áður hefur verið bent á endurspeglar væg árssveifla væntanlega örlítið meiri kólnun vatns á leið þess upp holuna á sumrin en á veturna. Miðað við nýtingu niður í 30°C svarar vinnsla ársins 1994 til um 33 GWh orkuvinnslu.



Mynd 1. Vatnsborð og vinnsla árin 1993 og 1994.



Mynd 2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1994 (+: stök mæling í október 1977).



Mynd 3. Vatnshiti holu 11 árin 1988-1994 skv. mælingum hitaveitunnar.

3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Einn þáttur vinnslueftirlitsins hjá Hitaveitu Dalvíkur er að fylgjast með efnasamsetningu heita vatnsins og kanna hvort einhverjar breytingar komi þar fram t.d. vegna langvarandi dælingar úr jarðhitageyminum. Síðastliðin ár hefur efnaeftirlit verið fólgið í því að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið heilsýni úr holu 11 einu sinni á ári, en auk þess tóku starfsmenn veitunnar hlutsýni á mánaðarfresti og sendu Orkustofnun til efnagreininga um eins árs skeið, frá september 1992 til októbers 1993.

Starfsmenn Orkustofnunar tóku sýni til efnagreininga hjá Hitaveitu Dalvíkur þann 15. nóvember 1994. Sýni úr holu 11 var tekið við holutopp líkt og undanfarin ár. Að venju voru hiti og uppleyst súrefni mæld á staðnum og sýrustig, karbónat og brennisteinsvetni samdægurs. Önnur efni hafa síðan verið mæld á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar í vetur. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 2, ásamt greiningum frá árinu 1992 og 1993. Í skýrslu um jarðhitavinnslu fyrir árið 1992 voru sýndar niðurstöður allra efnagreininga allt frá árinu 1988, þegar hola 11 tók við sem aðalvinnsluhola hitaveitunnar af holu 10 (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993).

Í töflu 2 kemur fram að efnasamsetning vatns úr holu 11 hefur ekki breyst á marktækan hátt milli árana frá árinu 1992. Þetta á reyndar við allan tímann frá því vinnsla hófst úr holunni á árinu 1988. Myndir 4 til 9 sýna hita vatns við holutopp og styrk allra aðalefna í vatni úr holum 10 og 11. Mynd 5 sýnir að styrkur kísils lækkaði jafnt og þétt í vatni úr holu 10 allt til ársins 1986, þegar sölukerfi hitaveitunnar var breytt úr hemlakerfi í mælakerfi. Í fyrri skýrslum um vinnslueftirlit hefur verið á þetta bent og lækkunin rakin til mikillar vinnslu úr jarðhitakerfinu. Þegar vinnsla hófst úr holu 11 kom í ljós að efnasam-

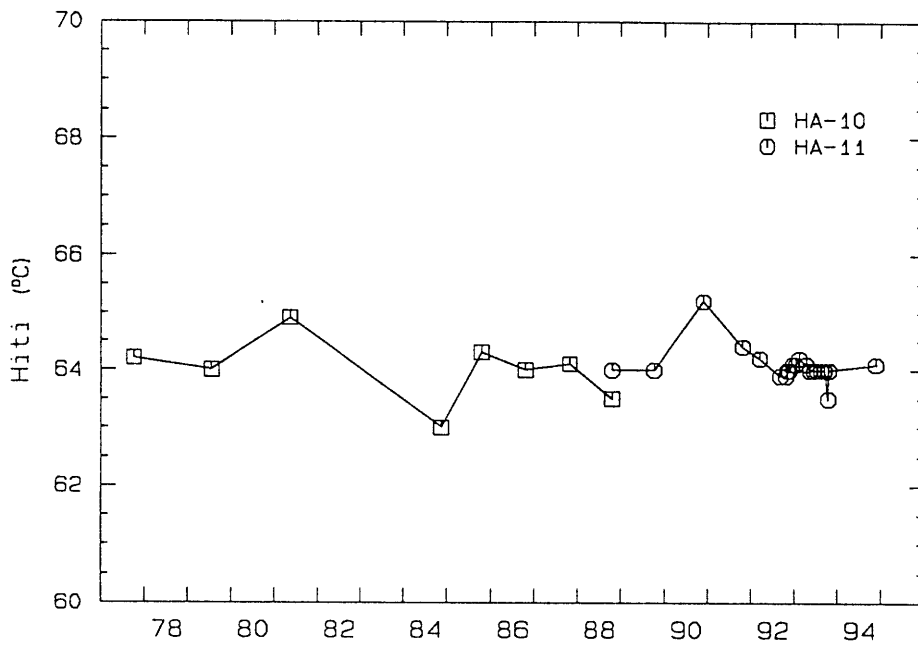
Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu 11 (mg/l).

Dags. Númer	92.10.31 92-0267	93.10.13 93-0196	94.11.15 04-0345
Hiti (°C)	6,0	63,5	64,1
Sýrustig (pH/°C)	10,3/19	10,3/19	10,4/17
Kísill (SiO ₂)	89,2	88,9	90,8
Natríum (Na)	48,2	49,5	49,3
Kalíum (K)	0,6	0,5	0,5
Kalsíum (Ca)	2,1	2,1	2,2
Magnesium (Mg)	0,001	0,003	0,003
Karbónat (CO ₂ (t))	15,7	16,3	15,7
Súlfat (SO ₄)	13,1	12,8	13,0
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	9,1	8,9	8,8
Flúoríð (F)	0,48	0,46	0,50
Járn (Fe)	-	0,003	-
Bór (B)	-	0,08	-
Uppleyst efni	211	183	216
Súrefni (O ₂)	0	0	0

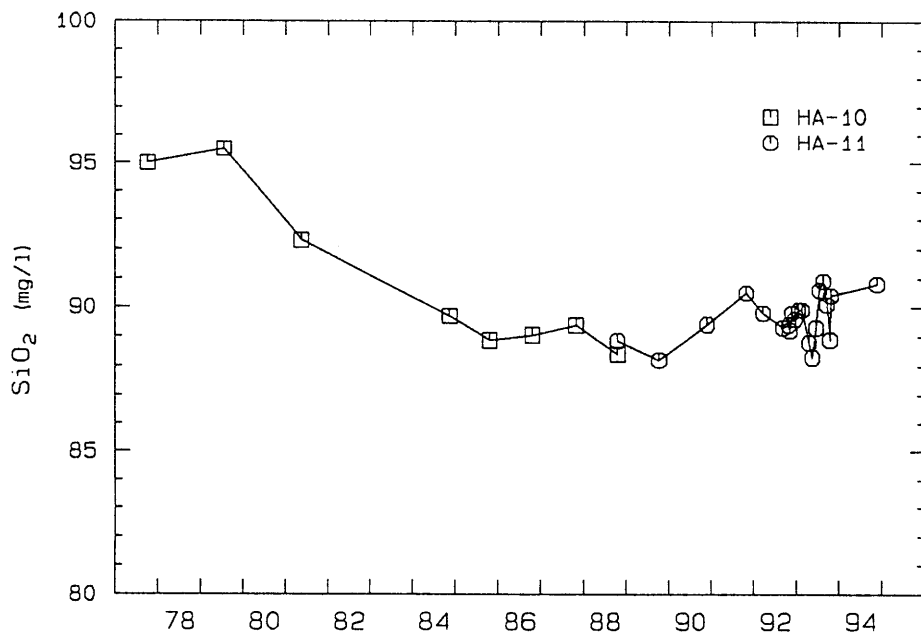
setning vatns úr henni var nánast alveg sú sama og vatns úr holu 10, eins og vel kemur fram á myndum 5 til 9.

Að framan var þess getið að um eins árs skeið, frá september 1992 til október 1993, tóku starfsmenn hitaveitunnar sýni af vatni úr holu 11 á mánaðar fresti. Í sýnum þessum voru greind kísill, klóríð og magnesium, auk þess sem stundum voru önnur efni greind. Niðurstöðum var lýst í vinnslueftirlitsskýrslu síðastliðins árs (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1994), en þær sjást jafnframt á myndum 5 til 9.

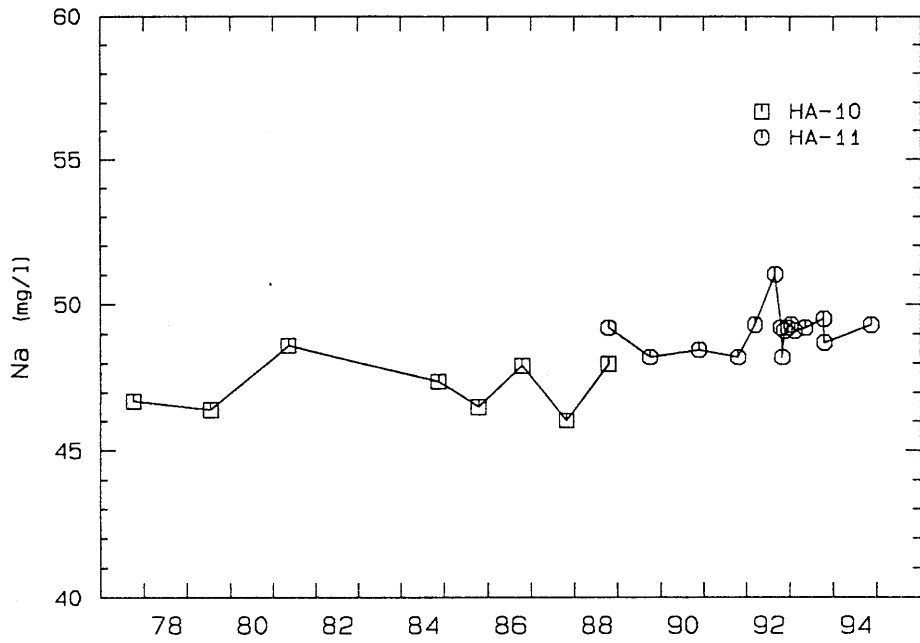
Að venju var uppleyst súrefni mælt við holutopp og mældist ekkert súrefni í vatninu frekar en undanfarin ár.



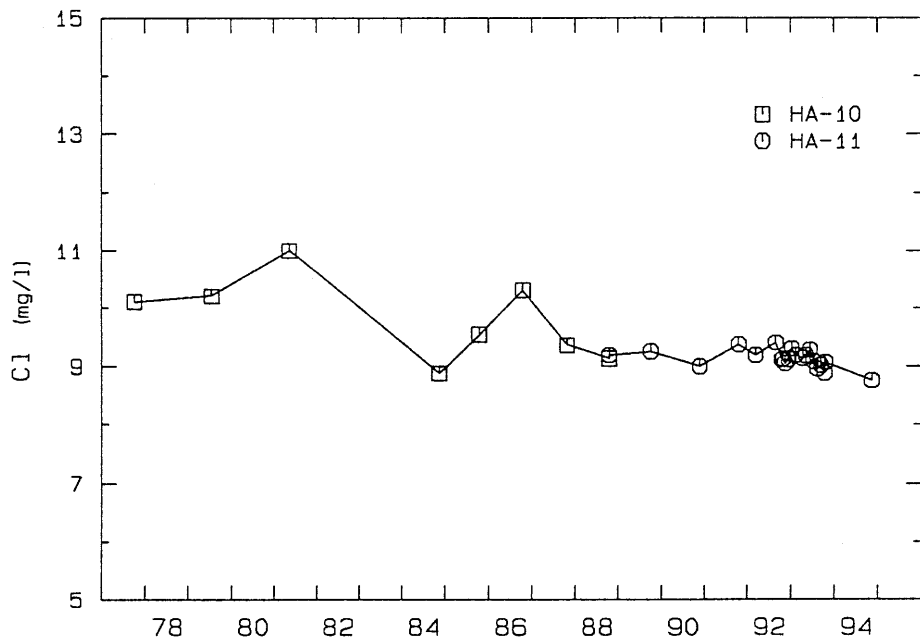
Mynd 4: Hití vatns úr holum 10 og 11, mældur við sýnatöku árin 1977 til 1994.



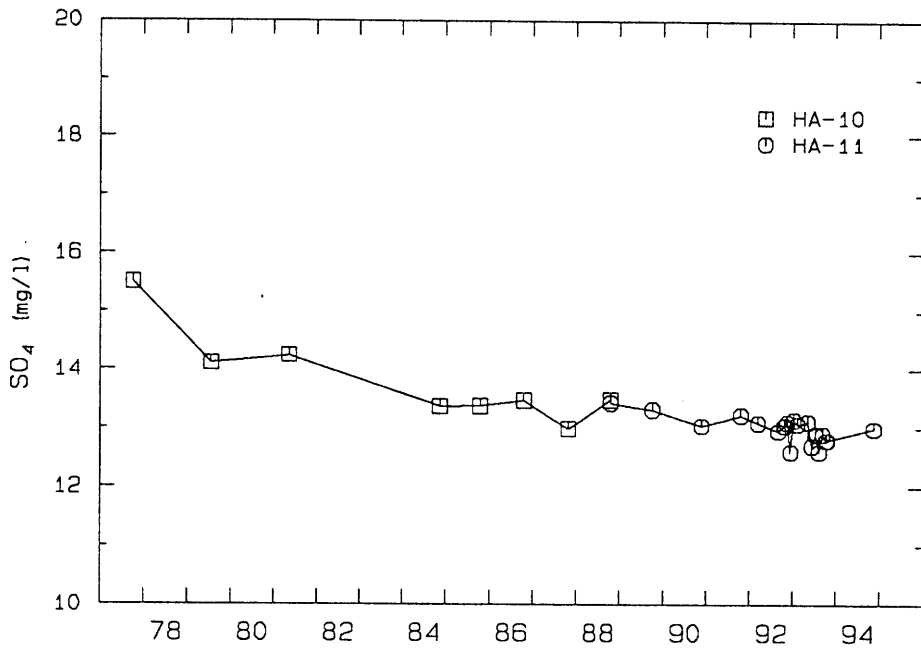
Mynd 5: Kísilstyrkur í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994.



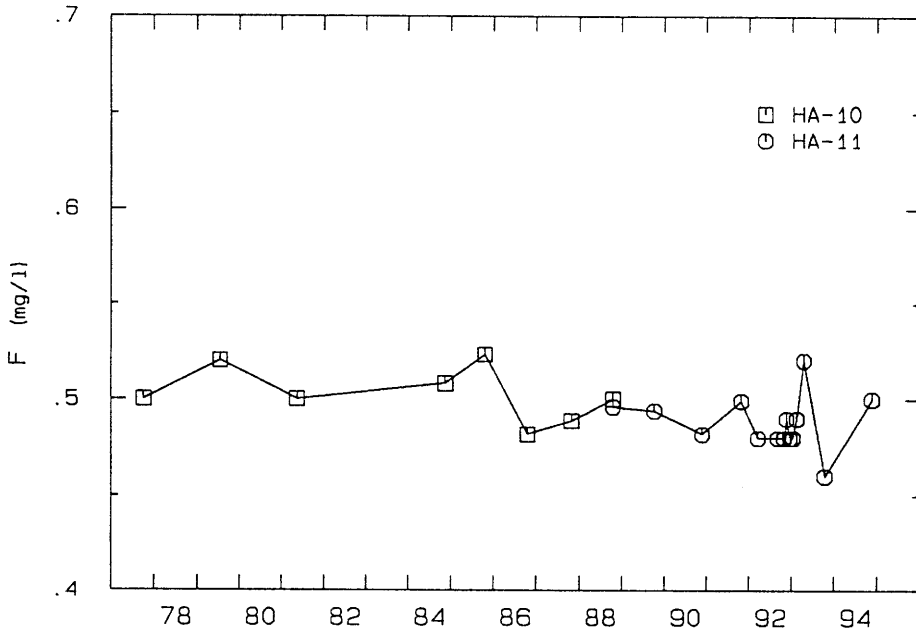
Mynd 6: Styrkur natríúms í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994.



Mynd 7: Styrkur klóríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994.



Mynd 8: Styrkur súlfats í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994.

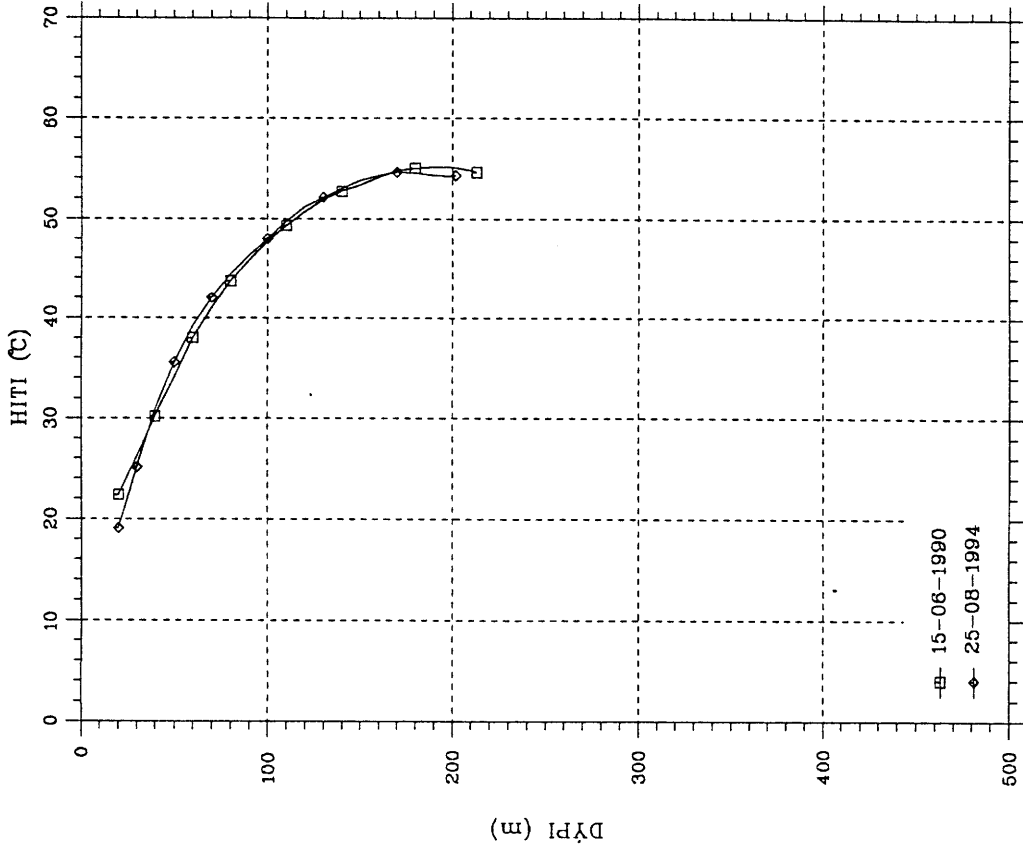


Mynd 9: Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1994.

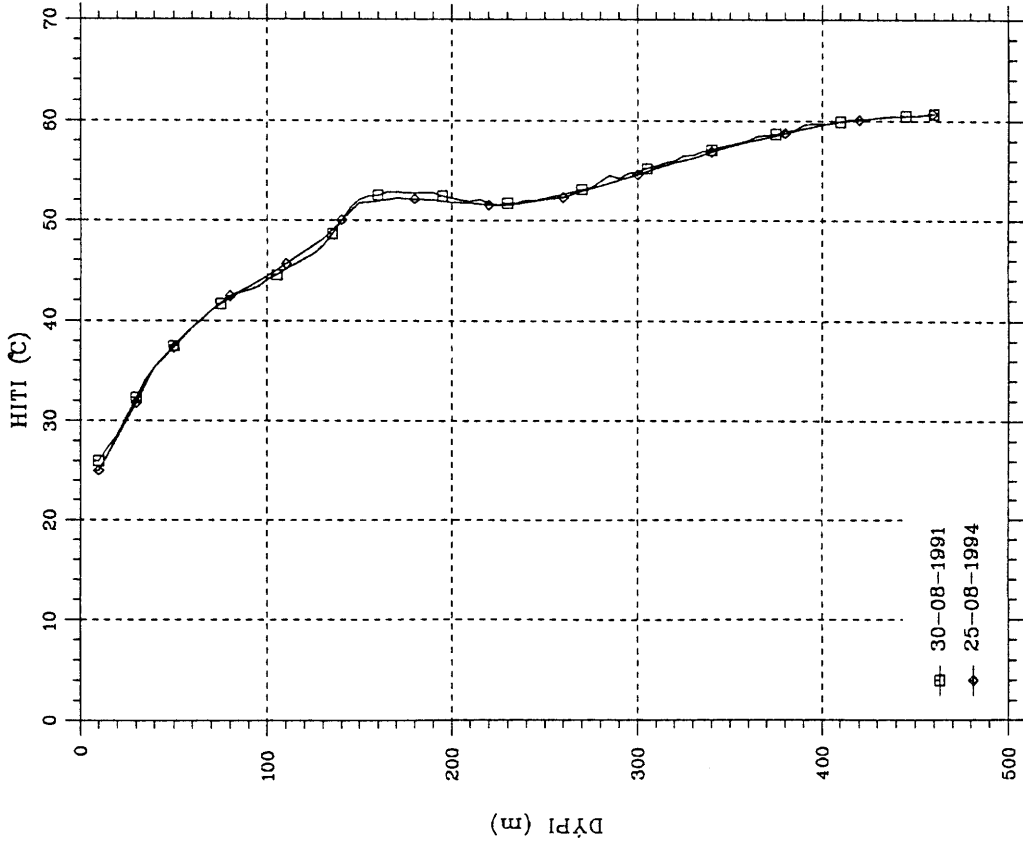
4. HITAMÆLINGAR Í EFTIRLITSHOLUM

Haustið 1990 var steipt í holur 1 - 7 og 9 á Hamri til þess að hindra að kaldara vatn úr efri jarðlögum gæti streymt niður holurnar og kælt jarðhitakerfið. Þ.á.m. voru mælirör steipt í holur 3, 4, 5, 7 og 9. Hitamælingar sem gerðar voru ári síðar sýndu að efri hluti jarðhitakerfisins hafði kólnað töluvert, nærri fyrrum uppstreymisrás þess, síðustu tvo áratugina þar á undan. Þessar eftirlitsholur voru aftur hitamældar þann 25. ágúst síðastliðinn. Tilgangurinn var að kanna hvort jarðhitakerfið hefði kólnað eitthvað meira á þessum þremur árum.

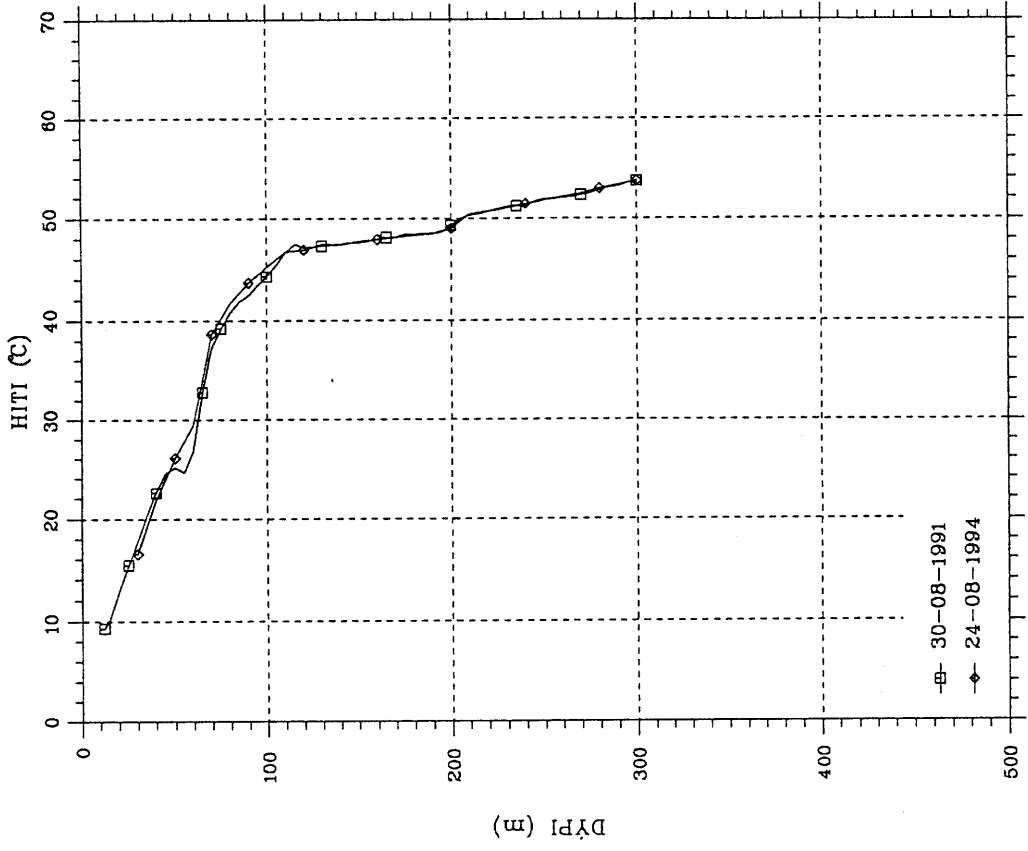
Hitamælingarnar eru sýndar á myndum 10 - 15 hér á eftir ásamt mælingunum frá 1991. Reyndar sýnir mynd 11 (hola 4) mælingu frá 1990 til samanburðar, því einhver skekkja virðist í mælingunni frá 1991. Á myndunum sést að ekki hafa orðið marktækar hitabreytingar í holunum á þessum árum. Því virðist efri hluti jarðhitakerfisins ekkert hafa kólnað á síðustu árin. Ekki er því ástæða til þess að hitamæla eftirlitsholurnar aftur fyrr en e.t.v. að fimm árum liðnum. Mynd 14 sýnir mælingar úr holu 8, sem er rannsóknarhola um 200 m norðan vinnslusvæðisins. Smávægileg kólnun milli mælinganna frá 1985 og 1991 í þeirri holu stafar væntanlega af minna rennsli upp holuna í ágúst 1991 en í júlí 1985.



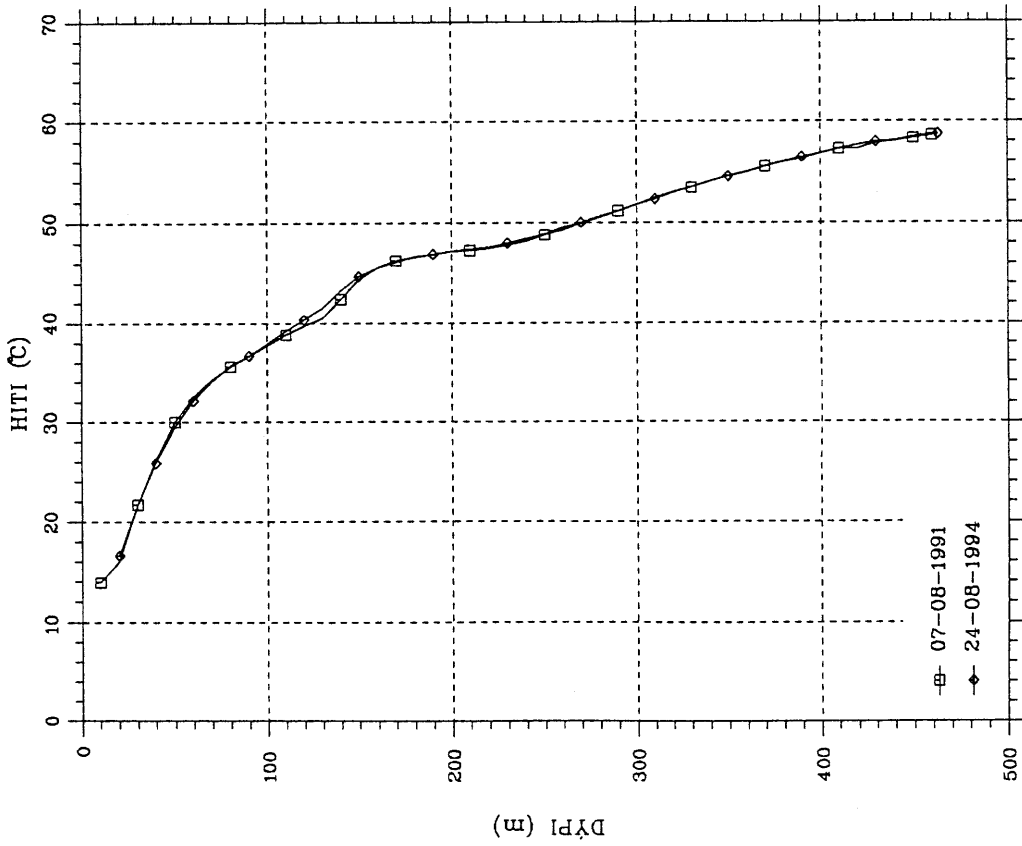
Mynd 11. Hitamælingar í holu 4 við Hamar árin 1990 og 1994.



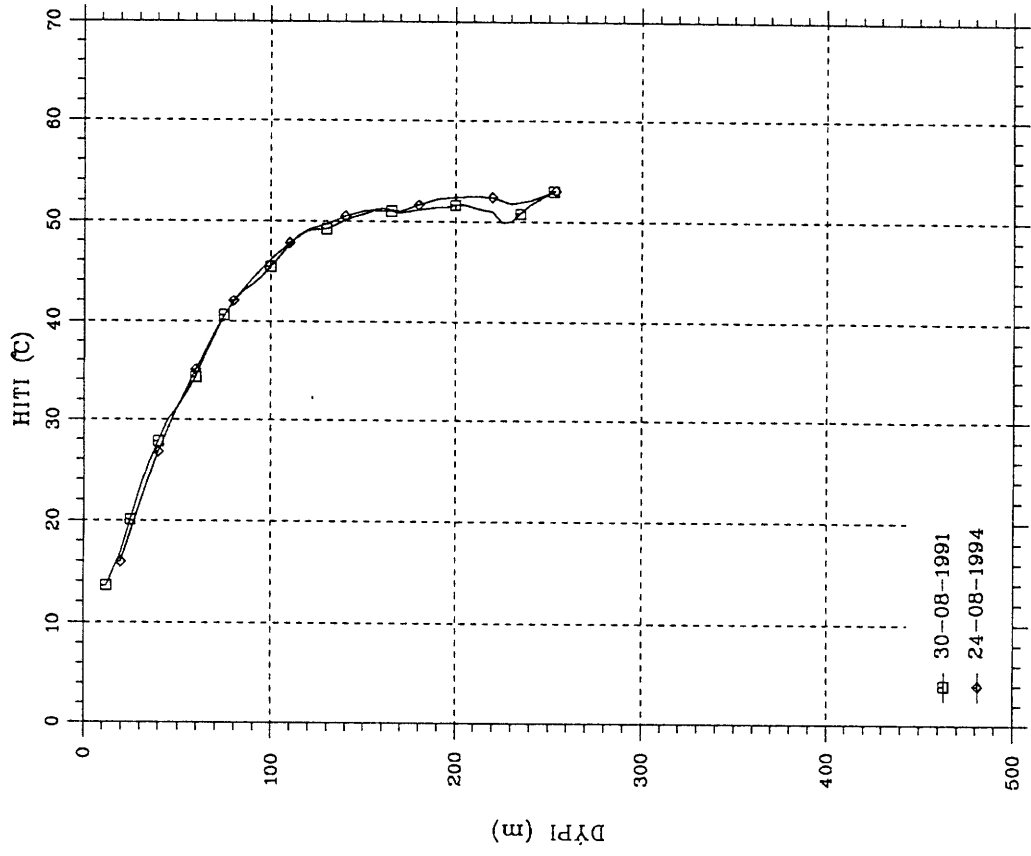
Mynd 10. Hitamælingar í holu 3 við Hamar árin 1991 og 1994.



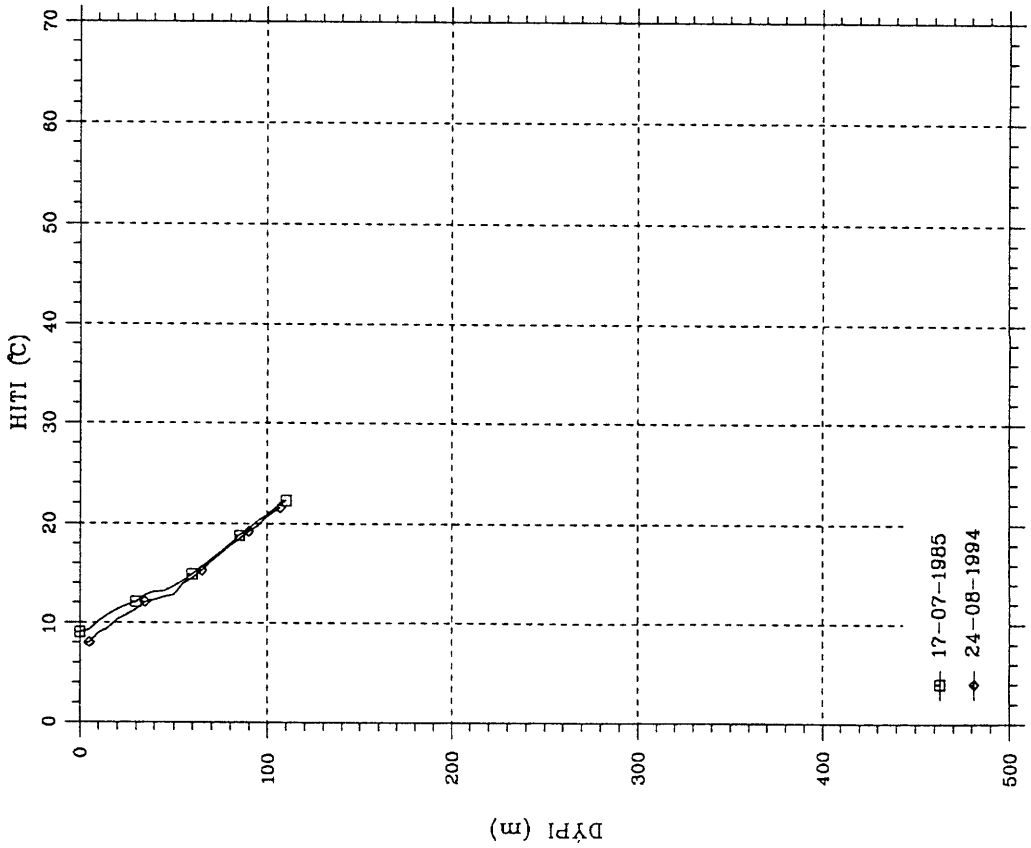
Mynd 13. Hitamælingar í holu 7 við Hamar árin 1991 og 1994.



Mynd 12. Hitamælingar í holu 5 við Hamar árin 1991 og 1994.



Mynd 15. Hitamælingar í holu 9 við Hamar árin 1991 og 1994.



Mynd 14. Hitamælingar í holu 8 við Hamar árin 1985 og 1994.

5. LOKAORÐ

1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitakerfinu við Hamar árið 1994 var aðeins yfir meðallagi síðustu ára, eða 27,6 l/s. Um 6 l/s aukning varð í vinnslu síðustu þrjá mánuði ársins, aðallega vegna þess að ný sundlaug var tekin í notkun. Ástæða er til að athuga hvort ekki má draga úr notkun laugarinnar.
2. Vatnsborð var á hraðri niðurleið í lok árs 1994 vegna vinnsluaukningarinnar. Ætlunin er að endurskoða fljótlega vatnsborðsspár þær sem reiknaðar voru 1993 í ljósi breyttra aðstæðna.
3. Hiti vatns úr holu 11 hefur haldist um 64°C að jafnaði undanfarin ár. Vinnsla ársins 1994 svarar til 33 GWh orkuvinnslu.
4. Ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holu 11 frá því holan var tekin í notkun.
5. Eftirlitsholurnar á Hamri voru hitamældar þann 25. ágúst síðastliðinn, Niðurstöðurnar sýna að svo til engar hitabreytingar hafa orðið í efri hluta jarðhitakerfisins síðan þær voru mældar 1991.

6. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1992*. Orkustofnun, OS-93020/JHD-11 B, 12 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar 1990*. Orkustofnun, OS-91018/JHD-06 B, 7 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamari 1989*. Orkustofnun, OS-90011/JHD-04 B, 7 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1994: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1993*. Orkustofnun, OS-94024/JHD-12 B, 16 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar*. Orkustofnun, OS-92024/JHD-11 B, 13 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðrún Sverrisdóttir og Guðni Axelsson, 1989: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamri ágúst 1988 - maí 1989*. Orkustofnun, OS-89025/JHD-10 B, 8 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.