



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**UTLAN**

*Bókasafn Orkustofnunar*

**JARÐHITAKERFIÐ VIÐ  
HAMAR Í SVARFAÐARDAL**

**Endurskoðaðar vatnsborðsspár**

Guðni Axelsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

OS-95037/JHD-23 B

Júní 1995

*útlán*



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 620  
/os/gax/dvik/saga/1995/text.t

**JARÐHITAKERFIÐ VIÐ  
HAMAR Í SVARFAÐARDAL**  
**Endurskoðaðar vatnsborðsspár**

Guðni Axelsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

OS-95037/JHD-23 B

Júní 1995

## **EFNISYFIRLIT**

1. INNGANGUR	3
2. ENDURSKOÐAÐIR HERMIREIKNINGAR	4
3. VATNSBORÐSSPÁR	6
4. LOKAORÐ	7
5. HEIMILDIR	8

## **TÖFLUSKRÁ**

1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1994	3
2. Eiginleikar þjappaðra líkana	5

## **MYNDASKRÁ**

1. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1994	4
2. Þjappað líkan af jarðhitakerfinu	5
3. Vatnsborð skv. endurskoðuðum hermireikningum	5
4. Endurskoðaðar vatnsborðsspár fyrir holu 11 við Hamar	7

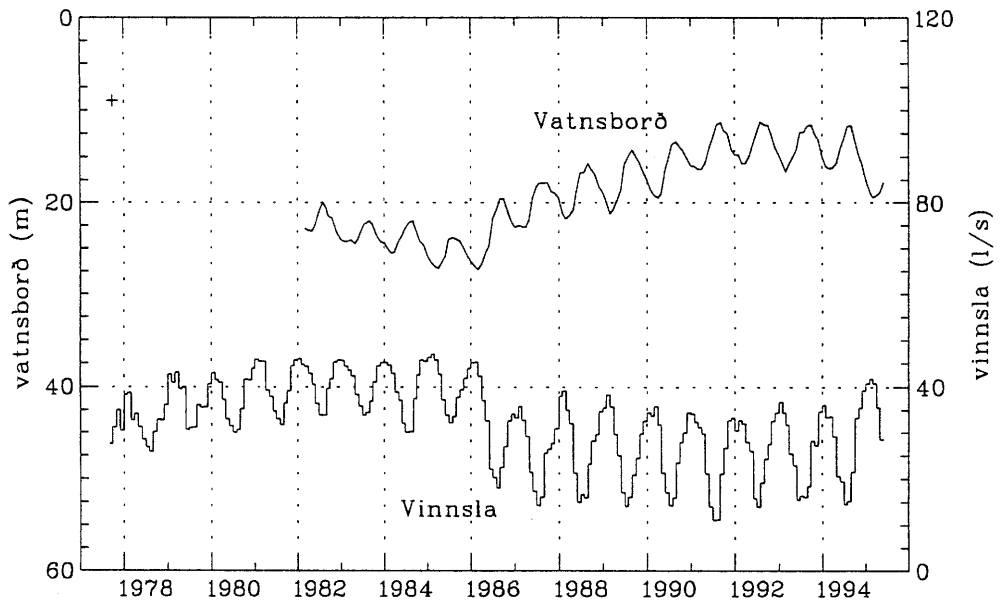
## 1. INNGANGUR

Árið 1988 voru reiknaðar vatnsborðsspár fyrir jarðhitakerfið við Hamar í Svarfaðardal til ársins 2010 (Guðni Axelsson, 1988). Við reikningana var notað þjappað líkan af jarðhitakerfinu, sem hermdi þau gögn um vatnsborð og vinnslu, sem þá voru tiltæk. Árið 1993 voru vatnsborðsspárnar endurreiknaðar og tekið tillit til þeirra gagna, sem þá höfðu safnast til viðbótar (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993). Undir lok seinasta árs var tekin í notkun ný sundlaug á Dalvík og jókst notkun heits vatns í bænum verulega við það. Því þótti enn á ný ástæða til að endurskoða vatnsborðsspárnar í ljósi þessarar aukningar, enda um lítið verk að ræða, og eru niðurstöðurnar birtar í þessari skýrslu.

Tölur um ársmeðalvinnslu úr jarðhitasvæðinu við Hamar, frá því nýting þess hófst, eru birtar í töflu 1 hér að neðan (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1995). Vinnsla og vatnsborð frá því í september 1977, er hola 10 tók við sem vinnsluhola Hitaveitu Dalvíkur, eru síðan sýnd á mynd 1, og eru þau gögn lögð til grundvallar hermireikningunum. Á myndinni sést vinnsluaukningin í lok síðasta árs greinilega ásamt áhrifunum sem aukningin hafði á vatnsborð í jarðhitakerfinu.

**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

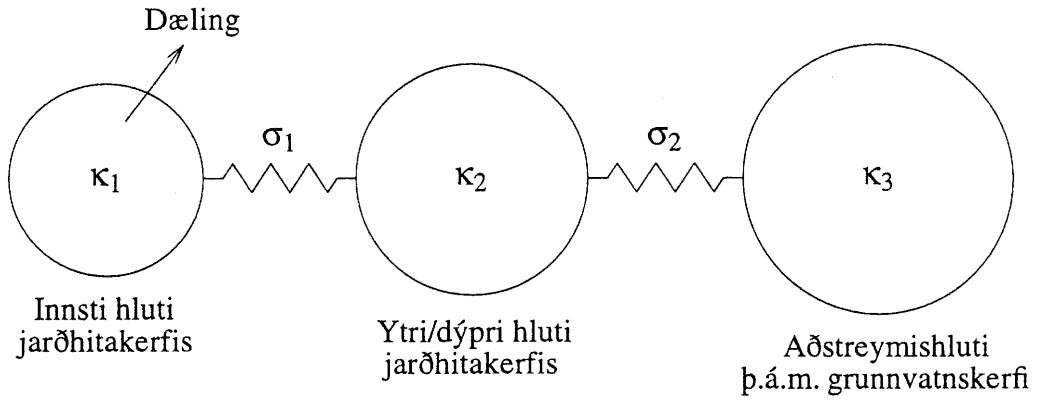


Mynd 1. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1994 (+: stök mæling í október 1977).

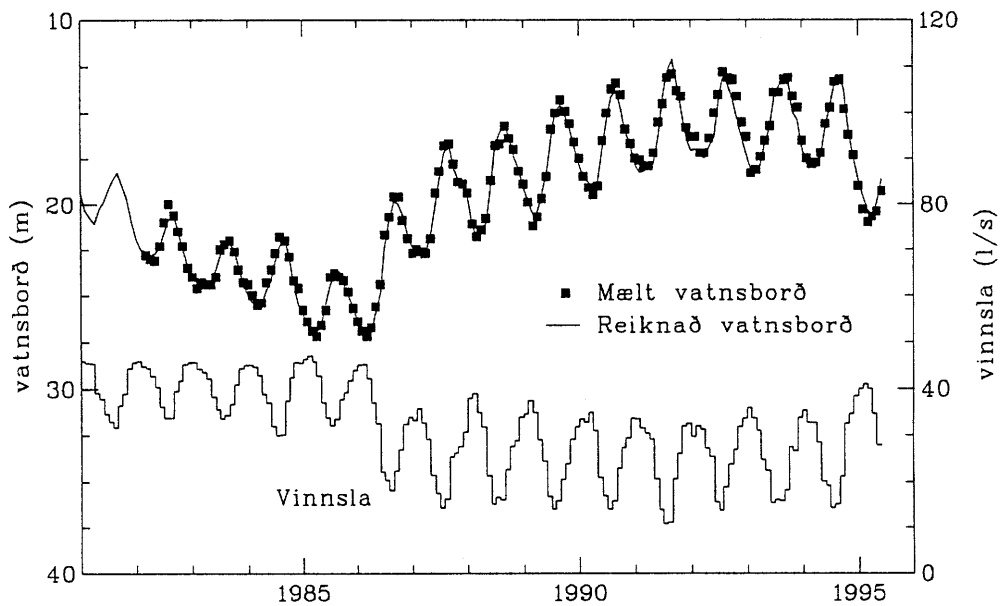
Nýja sundlaugin á Dalvík var tekin í notkun 1. október 1994. Samkvæmt tölum hitaveitunnar notaði sundlaugin um 39.000 m<sup>3</sup> frá þeim degi til áramóta, en það jafngildir um 4,9 l/s jafnaðarnotkun. Auk þessarar aukningar þarf að hafa í huga að hausapurkkun hjá Blika hf. tók mikið vatn á síðasta ári, eða tæplega 67.000 m<sup>3</sup>. Það jafngildir um 2,1 l/s að jafnaði. Í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu er áætlað að vinnsluaukningin síðustu þrjú mánuði síðasta árs hafi jafngilt 6 l/s borið saman við sömu mánuði síðustu sjö árin þar á undan, sem er í góðu samræmi við tölur hitaveitunnar (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1995). Því verður reiknað með að við tilkomu sundlaugarinnar og hausapurkkunarinnar aukist ársmeðalvinnslan úr 25 - 27 l/s í u.þ.b. 32 l/s.

## 2. ENDURSKOÐAÐIR HERMIREIKNINGAR

Þjappaða líkanið sem notað var til þess að herma vatnsborðsbreytingarnar í jarðhitakerfinu er sýnt á mynd 2. Það er byggt úr nokkrum vatnsgeymum, sem líkja eftir vatnsrýmd jarðhitakerfisins. Geymarnir eru innbyrðis tengdir með viðnámum, sem líkja eftir straumviðnámi (lekt) kerfisins. Fræðileg viðbrögð líkansins við vinnslusögu jarðhitakerfisins voru felld sjálfvirkt með tölvu að mældum breytingum á vatnsborði (sjá mynd 1). Mæld og reiknuð viðbrögð líkansins eru síðan birt á mynd 3. Eins og áður þá nær þjappaða líkanið mjög vel að herma vatnsborðsbreytingarnar í jarðhitakerfinu. Eiginleikar líkansins eru birtir í töflu 2 hér á eftir. Þar eru eiginleikar eldri líkananna einnig birtir til samanburðar.



Mynd 2. Þjappað líkan af jarðhitakerfinu.



Mynd 3. Vatnsborð skv. endurskoðuðum hermireikningum.

Tafla 2. Eiginleikar þjappaðra líkana.

	Líkan frá		
	1988	1993	1995
Rýmd: $\kappa_1$ (kg/Pa)	737	1040	1020
$\kappa_2$ (kg/Pa)	8340	13800	11600
$\kappa_3$ (kg/Pa)	142000	432000	261000
Leiðni: $\sigma_1$ (kg/sPa)	$3,86 \times 10^{-4}$	$3,44 \times 10^{-4}$	$3,48 \times 10^{-4}$
$\sigma_2$ (kg/sPa)	$1,90 \times 10^{-4}$	$1,38 \times 10^{-4}$	$1,43 \times 10^{-4}$

Ekki verður fjallað ítarlega um eiginleika líkansins hér og merkingu þeirra, en það var gert í skýrslunni frá 1988 (Guðni Axelsson, 1988). Þó er ljóst að það sem helst breytist milli líkana er stærð þeirra eða rýmd. Líkanið frá 1988 er minnst, en líkanið frá 1993 stærst. Líkanið eins og það er nú er mitt á milli þeirra í stærð. Eftir því sem stærðin eykst hægir á langtímaniðurdrætti skv. viðkomandi líkani. Rétt er að ítreka það, sem áður hefur komið fram, að rýmd jarðhitakerfisins við Hamar er nokkuð mikil og leiðni þess góð. Þetta skýrir nokkuð þokkalega vinnslugetu þess.

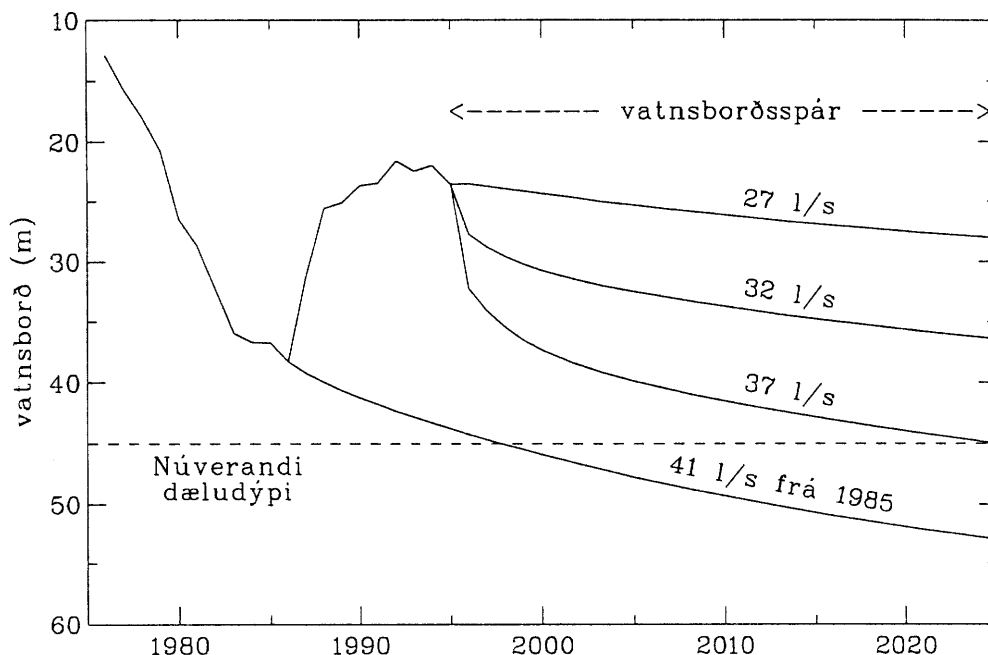
### 3. VATNSBORÐSSPÁR

Líkanið var að síðustu notað til þess að spá vatnsborðsbreytingum í holu 11 næstu 30 árin. Líkanið á mynd 2, ásamt þeim líkönum sem hingað til hafa verið notuð til þess að reikna vatnsborðsspár fyrir jarðhitakerfið við Hamar, er reyndar lokað. Spár reiknaðar með lokuðum líkönum eru mjög svartsýnar, því vatnsborð í þeim lækkar jafnt og þétt með tímanum. Hins vegar má segja að spár reiknaðar með opnum líkönum séu bjartsýnar, því í opnum líkönum næst jafnvægi milli innrennslis og vinnslu og vatnsborð hættir að lækka eftir nokkurn tíma ef vinnsla helst óbreytt. Því var hér gripið til þess ráðs að breyta líkaninu þannig að vatnsborð þess lækki lógaritmískt með tíma næstu áratugina, þ.e. mitt á milli þess sem gerist í opnu og lokuðu líkönum.

Spárnar voru reiknaðar fyrir fjögur mismunandi vinnslutilfelli: Í fyrsta lagi tilfelli þar sem ekki er gert ráð fyrir sundlauginni, eða 27 l/s ársmeðalvinnslu. Í öðru lagi var spá reiknuð fyrir jafn mikla vinnslu og nú er útlit fyrir að verði næstu árin, eða 32 l/s. Í þriðja lagi tilfelli þar sem gert er ráð fyrir 5 l/s aukningu í vinnslu, til viðbótar við notkun sundlaugarinnar, eða 37 l/s. Í fjórða lagi var til samanburðar reiknuð spá fyrir tilfelli óbreyttrar vinnslu frá því fyrir sölukerfisbreytinguna 1986, eða 41 l/s.

Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 4 hér á eftir. Þar er sýnt áætlað lægsta vatnsborð ársins í holu 11, þ.e. myndin sýnir reiknað meðalvatnsborð í jarðhitakerfinu að viðbættu iðustreymistapi og árssveiflu. Myndin sýnir einnig núverandi dýpi á dæluna í holu 11. Um spárnar má segja eftirfarandi:

- Segja má að tilkoma sundlaugarinnar valdi því að vatnsborð verði um 8 m neðar en ella næstu áratugina.
- Þó mun vatnsborð ekki verða farið að nálgast dæluna í holunni árið 2025, ef vinnsla eykst ekki verulega umfram það sem nú hefur orðið.
- Ef vinnslan eykst hins vegar um 5 l/s til viðbótar verður vatnsborð væntanlega farið að nálgast núverandi dæludýpi á árunum 2015 - 2020.
- Þrátt fyrir tilkomu sundlaugarinnar mun vatnsborð verða um 15 - 20 m ofar næstu áratugina en orðið hefði ef sölukerfi hitaveitunnar hefði ekki verið breytt árið 1986.



**Mynd 4.** Endurskoðaðar vatnsborðsspár fyrir holu 11 við Hamar. Myndin sýnir lægsta vatnsborð ársins.

Mikilvægt er að hafa í huga að hér hefur aðeins verið spáð um vatnsborðsbreytingar í jarðhitakerfinu. Ekki hefur verið spáð um áhrif innstreymis kaldara vatns í jarðhitakerfið, en það innstreymi eykst væntanlega við vinnsluaukninguna. Með nákvæmu eftirliti með efnainnihaldi heita vatnsins og hitamælingum í eftirlitsholum má hins vegar fylgjast með því.

#### 4. LOKAORÐ

1. Búist er við að ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðinu við Hamar í Svarfaðardal aukist úr 25 - 27 l/s í u.þ.b. 32 l/s við tilkomu nýrrar sundlaugar á Dalvík.
2. Endurskoðað þjappað líkan af jarðhitakerfinu hermir vatnsborðsbreytingar fram á mitt þetta ár (1995) mjög nákvæmlega, líkt og eldri líkön.
3. Vatnsborðsspár voru reiknaðar fyrir fjögur vinnslutilfelli: 27, 32 og 37 l/s ársmeðalvinnslu og óbreytta vinnslu frá 1985, 41 l/s.
4. Samkvæmt vatnsborðsspánum veldur tilkoma sundlaugarinnar því að vatnsborð verður um 8 m neðar en ella næstu áratuginu, þó mun það ekki verða farið að nálgast dæluna í holu 11 árið 2025, ef ársmeðalvinnslan helst um 32 l/s. Ef vinnslan eykst um 5 l/s til viðbótar verður vatnsborð væntanlega farið að nálgast núverandi dæludýpi á árunum 2015 - 2020.



## 5. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 1988: IJarðhitasvæðið að Hamri í Svarfaðardal. Um afköst vinnsluhola Hitaveitu Dalvíkur. Orkustofnun, OS-88053/JHD-11, 38 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- 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 Magnús Ólafsson, 1995: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1994*. Orkustofnun, OS-95020/JHD-13 B, 15 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Ragna Karlsdóttir og Guðni Axelsson, 1986: *Vatnsöflun Hitaveitu Dalvíkur. Úttekt á jarðhitasvæðinu við Hamar*. Orkustofnun, OS-86044/JHD-12, 51 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.