



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Nesjavallaveita

**GPS-mælingar
á Hengilssvæði
í apríl og maí 2003**

Gunnar Þorbergsson

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

2003

OS-2003/033

Nesjavallaveita

**GPS-mælingar á
Hengilssvæði
í apríl og maí 2003**

Gunnar Þorbergsson

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

OS-2003-033

Júní 2003

ORKUSTOFNUN — RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Reykjavík — Sími: 569 6000 — Fax: 568 8896
Akureyri: Rangárvöllum, P.O.Box 30, 602 Akureyri — Sími: 460 1380 — Fax: 460 1381
Netfang: os@os.is - Veffang: <http://www.os.is>



Skýrsla nr.: OS-2003-033	Dags.: Júní 2003	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: GPS-mælingar á Hengilssvæði í apríl og maí 2003	Upplag: 25	
	Fjöldi síðna: 26	
Höfundar: Gunnar Þorbergsson	Verkefnisstjóri: Benedikt Steingrímsson Grímur Björnsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Svæðisbundnar landmælingar	Verknúmer: 8-730014	
Unnið fyrir: Orkuveitu Reykjavíkur		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Greint er frá GPS-mælingum á Hengilssvæði í apríl og maí 2003. Mælt var með hitaveitupípu á Mosfellsheiði að Nesjavallavirkjun og áfram austur að Sogsvirkjunum, í nokkrum stöðvum nálægt Nesjavallavirkjun og austur á Ölkelduháls. Á Hellsheiði var mælt net frá Litlu kaffistofunni austur í Hveragerði. Með þremur undantekningum voru línur í netinu undir 3 km og hver lína var mæld í 6-20 klst, oft að næturlagi. Til að komast yfir allt mælsvæðið þurfti að sleppa útskotum. Samkvæmt mælingunum virðist hafa verið kyrrt á Hengilssvæðinu frá því í júní 2001, nema hvað land sunnan Nesjavallavirkjunar og á Ölkelduhálsi hefur risið mest um 2 cm. Vatnsborð í Þingvallavatni var mælt við sjö mælistöðvar og engin marktæk breyting hefur orðið innbyrðis á hæðum þeirra síðan mælt var síðast, árið 2000.		
Lykilorð: Hengilssvæði, Nesjavellir, Hellsheiði, Þingvallavatn, GPS, landbreytingar	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra:	
	Yfirfarið af: IDM, PI	

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 INNGANGUR	5
1.1 Fyrri mælingar	5
1.2 Yfirlit yfir mælingarnar 2003	5
2 GPS-MÆLINGAR Í APRÍL OG MAÍ 2003	6
2.1 Framkvæmd	6
2.2 Úrvinnsla	9
2.2.1 Um kerfi ÍSN93, GRS80 og WGS84	9
2.3 Niðurstöður	9
3 BREYTINGAR MILLI ÁRA	17
3.1 GPS-mælingar 2001, 2002 og 2003	17
3.2 Breytingar 2002–2003	19
3.3 Breytingar 2001–2003	19
4 VATNSBORÐSMÆLINGAR Á ÞINGVALLAVATNI	20
5 HEIMILDIR	22

TÖFLUSKRÁ

	Bls.
1 Loftnetshæðir o. fl. samkvæmt mælibók	7
2 Niðurstöður útreikninga með WAVE	10
3 Yfirlit yfir niðurstöður jöfnunar	12
4 Baugahnit mælistöðva árið 2003 og hæðir yfir sporvölu	13
5 Keiluhnit mælistöðva árið 2003 og hæðir yfir sporvölu	15
6 Keiluhnit og hæðir yfir sporvölu 2002 og breytingar til 2003	17
7 Keiluhnit og hæðir yfir sporvölu 2001 og breytingar til 2003	18
8 Vatnsborð á Þingvallavatni 21/5 2003	20

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 GPS-mælingar á Hengilssvæði í apríl–maí 2003	23
2 Breytingar frá maí–júní 2002 til apríl–maí 2003	24
3 Breytingar frá maí–júní 2001 til apríl–maí 2003	25
4 Hæðarbreytingar við Þingvallavatn 2000–2003	26

1. INNGANGUR

1.1 Fyrri mælingar

Orkustofnun fallmældi á Hengilssvæði með nokkurra ára millibili frá 1982 til 1998 til að fylgjast með hæðarbreytingum lands, lengst af í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur, en árið 1998 var bæði fallmælt og mælt með GPS-mælitækni í fallmældum línnum, þ.e. sum fastmerkjanna, sem fallmælt var á, voru notuð sem mælistöðvar við GPS-mælingarnar. Þá var ráðgert að nota framvegis GPS-mælingar og ef til vill SAR-mælitækni í stað fallmælinga til að fylgjast með hreyfingum lands á Hengilssvæði (Gunnar Þorbergsson o.fl. 1998). Meðal þess sem mælt var með GPS-mælitækni árið 1999 var áður lengdarmælt net norðvestan Nesjavallavirkjunar (Gunnar Þorbergsson 1999), og árið 2000 fóru fram vatnsborðsmælingar á Þingvallavatni auk GPS-mælinga á Hengilssvæði (Gunnar Þorbergsson 2000).

Fyrir GPS-mælingar á Hengilssvæði í maí og júní 2001 var mælistöðvum á Hellisheiði fjölgað nokkuð, þar sem boranir voru hafnar þar. Niðurstöður þeirra mælinga sýndu að-allega færslur lands í Suðurlandsskjálftunum 2000 (Gunnar Þorbergsson 2001).

Fyrir GPS-mælingar í maí og júní 2002 var fimm nýjum stöðvum bætt við mælinetið vestast á Hellisheiði, og nær það nú að Litlu kaffistofunni. Gerð var tilraun með að mæla nokkrar 6-10 km langar línur í allt að hálfan annan sólarhring. Tilraunin gafst ekki vel, enda voru skilyrði til mælinga ekki góð (Gunnar Þorbergsson 2002).

1.2 Yfirlit yfir mælingarnar 2003

Mynd 1 (bls. 23) sýnir GPS-mælingar á Hengilssvæði árið 2003. Tilhögun mælinganna var í aðalatriðum þannig:

- Notuð voru fimm mælitæki í stað fjögurra við fyrri mælingar. Lengst af var einn maður við mælingarnar, en um tíma voru mælingamenn tveir.
- Flestar mælitínur voru mældar mun lengur en áður, og oftast var mælt bæði að nóttu og degi. Mælitíminn var 6-20 klst.
- Netið, sem mælt var, teygir sig yfir mestallt áður mælt svæði, en flestum útskotum var sleppt og stöðvum þar sem margar eru á litlu svæði.
- Vatnsborð voru mæld við sjö hæðarmerki við Þingvallavatn.

Á mynd 2 (bls. 24) eru sýndar láréttar og lóðréttar breytingar á hnitum mælistöðva milli mælinga í maí–júní 2002 og apríl–maí 2003. Helst ber að líta á þessa mynd sem staðfestingu á að mælingarnar árið 2002 tókust ekki sem skyldi.

Á mynd 3 (bls. 25) eru sýndar láréttar og lóðréttar breytingar á hnitum mælistöðva frá maí–júní 2001 til apríl–maí 2003.

Mynd 4 (bls. 26) sýnir niðurstöður vatnsborðsmælinga á sjö stöðum við Þingvallavatn 24. júní árið 2000 og 21. maí árið 2003. Engar marktækar breytingar hafa orðið á þessu tímabili.

2. GPS-MÆLINGAR Í APRÍL OG MAÍ 2003

2.1 Framkvæmd

Vegur á Ölkelduháls var snjólaus og þurr 17. apríl, og einn skafli var á slóð undir Skarðs-mýrarfjalli, en hægt að aka að honum báðum megin frá. Til stóð að tæki Landmælinga Íslands yrðu í notkun síðari hluta maímánaðar. Ákveðið var því að hefja mælingar á Hengilssvæði fyrir lok aprílmánaðar.

Tvö tæki Landsvirkjunar og þrjú tæki Landmælinga Íslands voru notuð við mælingarnar. Tæki Landsvirkjunar (LVB og LVR) eru af gerð Trimble 4400 með loftnetum að gerð "Compact L1/L2 w/Ground Plane". Tvö tæki Landmælinga Íslands (LMB og LMW) eru af gerð Trimble 4000SSi, en það þriðja (LMR) að gerð Trimble 4700. Loftnetin með tækjum Landmælinga Íslands eru öll af gerð "Micro-centered L1/L2 w/Ground Plane". Öll mál loftnetanna fimm eru eins, þar á meðal þvermál jarðskífu og hæð fasamiðju yfir neðri brún hennar, en þær tölur eru notaðar við að mæla og reikna loftnetshæðir.

Mælingarnar stóðu frá 25. apríl til 8. maí og frá 13. til 17. maí. Fimm tæki voru notuð frá 28. apríl til 8. maí, en tvö tæki Landsvirkjunar utan þess tíma. Ingvar Þór Magnússon var með góðan bíl og tvö tækjanna við mælingar 3. til 7. maí, enda var þá illfært akandi vegna snjóa í sumar mælistöðvar. Annars var höfundurinn á einum bíl við mælingarnar.

Fyrstu dagana, sem mælingarnar stóðu, var veður eins og að sumarlagi, en fljótlega versnaði það með stinningskalda og snjókomu. Að minnsta kosti einu sinni stóð til að taka tækin niður og stilla upp í öðrum mælistöðvum að kvöldlagi, en vegna veðurs frestaði höfundurinn þeirri aðgerð til morgunsins eftir og mælitíminn varð allt að tuttugu klukkustundir. Skemmstur var mælitíminn 6 klst. í stöðvum vestast á Hellisheiði, enda voru skilyrði til mælinga þá góð.

Mælt var á 15 sek. fresti til gervitungla 15° eða meir yfir sjóndeildarhring og mælitími í einstökum línunum var 6-20 klst. eins og áður segir.

Tafla 1 sýnir hvenær mælt var í hverri stöð, nafn mæliskrár (á disklingi) og hæð loftnets eins og hún var skráð í mælibók. Mældar loftnetshæðir eru auðkenndar með "u" (uncorrected) eða "t" (true vertical). Í fyrnefnda tilvikinu eru mældar þrjár skáfjarlægðir frá yfirborði bolta í klöpp að neðri brún jarðskífu í raufum á jaðri hennar, og álestrarnir skráðir í mælibók (fyrir og eftir mælingu). Í síðarnefnda tilvikinu er mælt (með tilfæringum) frá yfirborði bolta í landmælingastöpli lóðrétt að neðra borði jarðskífu og 7 mm bætt við til að fá fjarlægð frá boltanum lóðrétt að fasamiðju loftnetsins.

Mynd 1 sýnir mældar línur. Mælt var með pípulínu á Mosfellsheiði fram hjá Nesjavallavirkjun að Sogsvirkjunum, í stöðvum umhverfis Nesjavallavirkjun og yfir Ölkelduháls á Hellisheiði. Þar var mælt net frá Litlu kaffistofunni austur að Ölfusborgum.

Tafla 1. Loftnetshæðir o. fl. samkvæmt mælibók						
Dags.	Dagur	Tími og mælitæki	Mæli- stöð	Mæli- skrá	Loftnets- hæð	Athuga- semnd
25/4	115	1625-0925 LVB 1850-0845 LVR	A216 7087	A2161150 70871150	1,083 u 1,615 u	1) 1)
26/4	116	1030-2005 LVB 1200-1840 LVR	7274 7331	72741160 73311160	1,206 u 1,040 u	2)
27/4	117	1840-0740 LVR 1925-0720 LVB	A216 3216	A2161170 32161170	1,086 u 1,033 u	1) 1)
28/4	118	0750-0930 LVR 0815-1705 LVB 1810-0850 LMR 1840-0820 LVR 1900-0835 LMB 1925-0805 LMW 1935-0745 LVB	A216 7347 NV41 NV39 E058 NV16 7347	A2161180 73471180 83211180 NV391180 E0581180 NV161180 73471180	1,086 u 0,989 u 1,148 u 0,921 u 1,082 u 1,024 u 0,989 u	1) 1) 3)
29/4	119	1615-0735 LMW 1710-0715 LVB 1900-0630 LMR 1910-0630 LMB 2015-0925 LVR	7347 A216 NV33 E058 NV04	73471190 A2161190 83211190 E0581190 NV041190	0,926 u 1,064 u 1,042 u 1,081 u 0,937 u	3)
30/4	120	0930-0710 LVR 1030-0640 LVB 1045-0530 LMB 1100-0555 LMR 1130-0610 LMW	HH38 NV10 E058 NV33 7274	HH381200 NV101200 E0581200 83211200 72741200	1,026 u 0,990 u 1,082 u 1,042 u 1,080 u	3)
01/5	121	1655-1020 LVR 1745-0840 LMB 1810-0745 LVB 1840-0910 LMR 1905-0715 LMW	NV35 7315 NV10 NV33 7274	NV351210 73151210 NV101210 83211210 72741210	1,309 u 1,024 u 0,989 u 1,043 u 1,081 u	3)
02/5	122	1055-0610 LVB 1035-0535 LVR 1130-0640 LMB 1230-0710 LMW 1320-0740 LMR	HH38 NV35 HH41 HH43 HH45	HH381220 NV351220 HH411220 HH431220 83211220	1,010 u 1,309 u 1,076 u 0,982 u 1,056 u	3)
03/5	123	1410-2115 LVR 1455-2140 LMR 1530-2200 LVB 1400-2131 LVB 1440-2106 LMW	7078 HH23 HH19 HH77 2424	70781230 83211230 HH191230 HH771230 24241230	1,229 u 1,089 u 1,059 u 1,008 u 1,039 u	3)

Tafla 1. Loftnets hæðir o. fl. samkvæmt mælibók (framhald)						
Dags.	Dagur	Tími og mælitæki	Mæli- stöð	Mæli- skrá	Loftnets- hæð	Athuga- semd
04/5	124	0535-1335 LMR 0600-1300 LVB 0640-1315 LVR 0530-1230 LMB 0605-1240 LMW 1402-2135 LMR 1322-2155 LVB 1356-2138 LMW	HH23 HH19 HH15 HH77 2417 HH47 HH09 HH48	83211240 HH191240 HH151240 HH771240 24111240 83211241 HH091240 HH481240	1,089 u 1,059 u 1,157 u 0,960 u 0,734 u 1,014 u 1,089 u 1,062 u	3) 4) 3)
05/5	125	1030-0610 LVR 1215-0820 LVB 1250-0800 LMR 1047-0652 LMB 1200-0622 LMW	7274 7402 HH76 7393 7399	72741250 74021250 83211250 73931250 73991250	1,079 u 0,869 u 1,008 u 1,003 u 1,074 u	3)
06/5	126	0750-0725 LVR 0830-0815 LVB 0910-1700 LMR 0812-1719 LMB 0854-1659 LMW 1755-0700 LMR 1806-0722 LMB 1846-0658 LMW	HH49 7402 7404 HH04 HH09 HH76 HH47 E063	HH491260 74021260 83211260 HH041260 HH091260 83211261 HH471260 E0631260	1,029 u 0,869 u 1,002 u 1,106 u 1,041 u 1,010 u 1,012 u 1,057 u	3) 3)
07/5	127	1705-0750 LVR 1745-0825 LVB 1820-0840 LMR 1713-0810 LMB 1815-1755 LMW	7404 0305 7535 7143 7531	74041270 03051270 83211270 71431270 75311270	1,049 u 0,114 t 0,895 u 1,127 u 1,081 u	5) 3)
08/5	128	0755-1735 LVR 0815-1800 LMB 0830-1915 LVB 0920-1835 LMW 1005-1855 LMR	7404 7143 0305 1401 0365	74041280 71431280 03051280 14011280 83211280	1,048 u 1,127 u 0,114 t 1,117 u 0,109 t	3)
13/5	133	0930-2135 LVB 1030-2055 LVR	7393 HH85	73931330 HH851330	1,056 u 1,050 u	
15/5	135	1435-0930 LVB 1515-1000 LVR	3216 A216	32161350 A2161350	1,073 u 1,048 u	
16/5	136	1005-2130 LVR 1045-2200 LVB	A216 7087	A2161360 70871360	1,048 u 1,520 u	

1) Sleppt við úrvinnslu.
2) 'u' (uncorrected): Skáfjarlægð frá bolta að neðri brún skífu í raufum.
3) Nafn stöðvar og hæð og gerð loftnets vantar í mæliskrá.
4) Nafn mæliskrár er óreglulegt.
5) 't' (true vertical): Loftnets hæð mæld lóðrétt og skráð frá bolta að fasamiðju.

2.2 Úrvinnsla

Við úrvinnslu mælinganna var hæð og láréttum hnitum stöðvar NV10, um kílómetra norðvestan við stöðvarhús Nesjavallavirkjunar, haldið föstum frá því mælt var 2001 og 2002.

Rúmvigrar voru reiknaðar með forriti WAVE (sem er hluti af GPSurvey frá Trimble) og niðurstöður útreikninganna eru í töflu 2. Mælingar, sem var hafnað (þar sem endurmælt var), eru ekki með í töflunni. Skrár með upplýsingum um brautir gervitunglanna (precise ephemeris) voru sóttar í veffang "<http://gibs.leipzig.ifag.de/GIBS/GPS/IGS/igssp3>" og notaðar við þessa útreikninga, en fyrst voru skrárnar umritaðar á form, sem hentar við úrvinnsluna, með forriti "C:\gpsurvey\bin\sp3ef18.exe".

Mæliskekkjum var jafnað með forriti, sem er hluti af GPSurvey, og yfirlit yfir jöfnunina er í töflu 3.

2.2.1 Um kerfi ÍSN93, GRS80 og WGS84

Sporvalan, sem notuð er í kerfi ÍSN93, er hluti af alþjóðlegum staðli, GRS80 (Geodetic Reference System 1980), sem samþykktur var á þingi IUGG (International Union og Geodesy and Geophysics) í Canberra í desember 1979. Hálfásarnir eru $a = 6378137$ m og $b = 6356752,3141$ m (Moritz 1984). Geta má þess að sporvala GRS80 er m. a. notuð í NAD83, North American Datum 1983.

Sporvalan, sem notuð er í kerfi WGS84, World Geodetic System 1984, hefur hálfásana $a = 6378137$ m og $b = 6356752,3142$ m (Department of Defense 1988). Þessi sporvala er notuð við rekstur GPS staðsetningarkerfisins.

Reikna má út úr GPS-mælineti, sem er innan við 640 km í þvermál, á eftirfarandi hátt:

- Gengið er út frá hnitum í grunnstöðvaneti (sporvala GRS80).
- Reiknað er í kerfi WGS84.
- Reiknaðar breiddir, lengdir og hæðir yfir sporvölu eru túlkaðar með 0,01 mm nákvæmni sem stærðir miðaðar við sporvölu GRS80.
- Jarðmiðjuhnit (í kerfi WGS84) eru ekki gefin upp í skýrslu með niðurstöðum.

2.3 Niðurstöður

Breidd og lengd mælistöðva og hæð yfir sporvölu eru í töflu 4. Viðmiðun (geodetic datum) er ÍSN93 með sporvölu GRS80.

Keiluhnit (og hæðir yfir sporvölu) með sömu viðmiðun eru gefin í töflu 5. Keiluhnitin eru fengin með hornsannri vörpun Lamberts af sporvölu á keilu, þannig að mælikvarði er 1:1 á breiddarbaugum $64^{\circ}15'N$ og $65^{\circ}45'N$. X-ásinn stefnir austur og Y-ásinn norður sam-síða hádegisbaugi á $19^{\circ}V$. Staður ($65^{\circ}N$, $19^{\circ}V$) hefur hnitin $X = 500000$ m, $Y = 500000$ m.

Tafla 2. Niðurstöður útreikninga með WAVE							
Frá stöð	Til stöðvar	Tegund lausnar	Skáfjar-lægð (m)	Hlutfall (Ratio)	Viðm.-fervik	Loftnetshæðir (m)	
0305	1401	L1 fixed	1526.174	58.4	3.448	0.114 t	1.117 u
0305	7143	L1 fixed	1560.174	15.7	5.432	0.114 t	1.127 u
0305	7404	L1 fixed	3459.980	163.3	4.703	0.114 t	1.049 u
0305	7531	L1 fixed	1766.612	11.5	3.547	0.114 t	1.081 u
0305	7535	L1 fixed	2215.157	18.2	11.717	0.114 t	0.985 u
1401	0365	L1 fixed	1904.749	103.4	4.230	1.117 u	0.109 t
2417	HH15	L1 fixed	1432.911	93.0	1.427	0.734 u	1.157 u
2424	HH77	L1 fixed	2538.855	10.3	3.941	1.039 u	1.009 u
7078	2424	L1 fixed	2316.172	12.0	2.448	1.229 u	1.039 u
7274	7315	L1 fixed	1276.459	13.9	10.630	1.081 u	1.024 u
7274	7331	L1 fixed	1130.628	228.0	4.134	1.206 u	1.040 u
7315	NV33	L1 fixed	1517.276	13.5	3.662	1.024 u	1.043 u
7315	NV35	L1 fixed	1055.027	14.2	5.146	1.024 u	1.309 u
7347	A216	L1 fixed	2232.069	1.7	13.799	0.926 u	1.064 u
7393	7274	L1 fixed	4074.014	10.6	11.947	1.003 u	1.079 u
7393	7274	L1 fixed	4074.013	13.6	7.590	1.003 u	1.079 u
7393	7399	L1 fixed	1482.617	10.6	3.554	1.003 u	1.074 u
7393	HH85	L1 fixed	2166.281	20.0	5.810	1.056 u	1.050 u
7399	7402	L1 fixed	1712.411	11.6	6.480	1.074 u	0.869 u
7399	HH76	L1 fixed	1535.467	132.4	2.873	1.074 u	1.008 u
7404	7143	L1 fixed	2526.528	191.1	5.559	1.049 u	1.127 u
7404	7402	L1 fixed	1851.439	35.9	3.178	1.002 u	0.869 u
7404	7535	L1 float	3409.362		9.025	1.049 u	0.985 u
A216	3216	L1 fixed	4999.274	10.1	10.132	1.048 u	1.073 u
A216	7087	L1 fixed	4493.274	23.1	5.417	1.048 u	1.520 u
E058	NV33	L1 float	1425.569		8.123	1.081 u	1.042 u
E063	HH49	L1 fixed	1138.305	19.6	3.922	1.057 u	1.029 u
HH04	7404	L1 fixed	2012.341	8.6	1.503	1.106 u	1.002 u

Tafla 2. Niðurstöður útreikninga með WAVE (framhald)							
Frá stöð	Til stöðvar	Tegund lausnar	Skáfjar-lægð (m)	Hlutfall (Ratio)	Viðm.-fervik	Loftnetshæðir (m)	
HH04	HH49	L1 fixed	2402.585	22.1	3.325	1.106 u	1.029 u
HH09	HH04	L1 fixed	2635.233	17.2	1.849	1.041 u	1.106 u
HH09	HH15	L1 fixed	2011.833	11.6	1.742	1.089 u	1.157 u
HH15	HH19	L1 fixed	1819.735	90.6	2.399	1.157 u	1.059 u
HH19	HH23	L1 fixed	1278.183	10.0	3.152	1.059 u	1.089 u
HH19	HH47	L1 fixed	1661.377	16.7	2.072	1.059 u	1.014 u
HH23	7078	L1 fixed	2085.126	12.3	2.806	1.089 u	1.229 u
HH23	HH77	L1 fixed	2537.186	11.3	2.799	1.089 u	0.960 u
HH38	HH41	L1 fixed	1228.360	10.2	1.930	1.010 u	1.076 u
HH38	NV10	L1 fixed	2257.308	81.2	10.784	1.026 u	0.990 u
HH41	HH43	L1 fixed	2611.179	12.5	3.961	1.076 u	0.982 u
HH43	HH45	L1 fixed	1645.902	10.6	2.183	0.982 u	1.056 u
HH47	E063	L1 fixed	1438.357	14.8	6.760	1.012 u	1.057 u
HH47	HH48	L1 fixed	766.397	22.2	1.308	1.014 u	1.062 u
HH48	HH09	L1 fixed	1079.347	19.6	1.347	1.062 u	1.089 u
HH49	HH76	L1 fixed	1414.367	1.6	8.905	1.029 u	1.010 u
HH77	2417	L1 fixed	1997.076	16.7	1.552	0.960 u	0.734 u
NV10	E058	L1 fixed	1750.899	23.7	6.353	0.990 u	1.082 u
NV10	NV33	L1 fixed	957.095	16.1	5.210	0.990 u	1.042 u
NV16	7347	L1 fixed	1785.584	10.4	3.276	1.024 u	0.989 u
NV16	E058	L1 fixed	2553.576	10.4	3.635	1.024 u	1.082 u
NV16	NV39	L1 fixed	1897.235	12.1	6.319	1.024 u	0.921 u
NV33	7274	L1 fixed	1876.744	4.0	10.315	1.042 u	1.080 u
NV33	NV04	L1 fixed	1247.422	37.9	12.706	1.042 u	0.937 u
NV35	HH38	L1 fixed	1597.413	17.6	5.700	1.309 u	1.010 u
NV35	NV10	L1 fixed	1116.511	11.5	2.817	1.309 u	0.989 u
NV39	NV41	L1 fixed	2318.286	21.2	5.446	0.921 u	1.148 u

Tafla 3. Yfirlit yfir niðurstöður jöfnunar	
Skekkjustuðull (global scalar)	6,4
Fjöldi mæli lína	54
Stærsta leiðrétting stefnu (")	0,34
Stærsta leiðrétting lengdar (mm)	2
Stærsta leiðrétting hæðarauka (mm)	4
Stærsta hlutfall hálfáss í staðalellipsu á móti lengd vigrar í milljónustu hlutum (ppm)	2,2
Stærsta staðalfrávik mælds hæðarauka (mm)	19
τ -gildi	3,34
Fjöldi útlaga	0
Þekktar stöðvar	0
Reiknaðar stöðvar	44
Stærsti hálfás staðalellipsu (mm)	4
Stærsta staðalfrávik hæðar (mm)	24
Frívídd	33
95%-stuðull fyrir eina vídd, $t_{33,0.975}$	2,04
95%-stuðull fyrir tvær víddir, $\sqrt{2 * F_{2,33,0.95}}$	2,57
Óvissa við mælingu loftnetshæða var sett 0 mm og við lóðun loftnets yfir bolta einnig 0 mm. t og F er hægt að fletta upp í töflum (Neave 1978).	

Tafla 4. Baugahnit mælistöðva árið 2003 og hæðir yfir sporvölu

Stöð	Breidd	Lengd	Upp (m)
7078	64°03'33.37830"N	21°27'09.41478"V	319.765 ^e
7087	64°07'59.50337"N	21°01'39.90466"V	167.963 ^e
7143	64°00'08.28317"N	21°14'56.67141"V	368.633 ^e
7274	64°05'40.12112"N	21°16'00.65488"V	377.134 ^e
7315	64°06'15.25692"N	21°16'49.89112"V	402.786 ^e
7331	64°05'06.44552"N	21°15'28.42238"V	374.254 ^e
7347	64°07'17.41135"N	21°09'06.70333"V	178.424 ^e
7393	64°03'31.97705"N	21°14'52.77632"V	429.903 ^e
7399	64°02'57.45642"N	21°16'08.45396"V	464.137 ^e
7402	64°02'11.01466"N	21°17'16.80614"V	407.003 ^e
7404	64°01'12.21370"N	21°16'52.16756"V	400.920 ^e
7531	64°00'53.26440"N	21°11'19.16633"V	138.185 ^e
7535	64°01'31.96568"N	21°12'45.88041"V	154.603 ^e
AU216	64°06'51.31148"N	21°06'32.98672"V	182.425 ^e
HH04	64°01'13.37576"N	21°19'20.28568"V	421.113 ^e
HH09	64°01'10.50414"N	21°22'34.18001"V	422.184 ^e
HH15	64°01'31.61610"N	21°24'54.11385"V	333.803 ^e
HH19	64°02'27.32504"N	21°24'11.47751"V	322.808 ^e
HH23	64°03'04.97950"N	21°24'50.05228"V	323.417 ^e
HH38	64°07'27.47765"N	21°18'34.67121"V	432.768 ^e
HH41	64°07'22.31868"N	21°20'04.61471"V	390.775 ^e
HH43	64°07'19.25526"N	21°23'17.42796"V	379.292 ^e

framhald á næstu síðu

Tafla 4. Baugahnit mælistöðva árið 2003 og hæðir yfir sporvölu

framhald

Stöð	Breidd	Lengd	Upp (m)
HH45	64°07'12.61976"N	21°25'18.08689"V	385.915 ^e
HH47	64°02'09.55847"N	21°22'16.40120"V	454.589 ^e
HH48	64°01'45.12571"N	21°22'25.37850"V	456.248 ^e
HH49	64°02'30.89292"N	21°19'13.10325"V	435.276 ^e
HH76	64°03'03.73094"N	21°18'00.67065"V	425.689 ^e
HH77	64°02'32.48382"N	21°27'41.66853"V	356.507 ^e
HH85	64°03'45.93611"N	21°12'16.28189"V	449.857 ^e
HV1401	64°00'21.79268"N	21°11'14.13515"V	131.010 ^e
LM0305	64°00'21.00972"N	21°13'06.32176"V	196.568 ^e
LM0365	63°59'30.78568"N	21°09'55.84210"V	105.756 ^e
LM3216	64°05'36.89642"N	21°01'05.38320"V	157.113 ^e
NE058	64°07'13.13471"N	21°14'06.45833"V	209.277 ^e
NE063	64°02'23.12545"N	21°20'35.06406"V	451.848 ^e
NV04	64°05'59.44011"N	21°14'32.33295"V	308.811 ^e
NV10	64°06'53.50195"N	21°16'07.19784"V	367.787 ^e
NV16	64°07'40.02713"N	21°11'08.07545"V	196.577 ^e
NV33	64°06'36.23642"N	21°15'09.40251"V	233.848 ^e
NV35	64°06'45.13177"N	21°17'27.28334"V	430.798 ^e
NV39	64°08'40.24537"N	21°10'42.27913"V	180.651 ^e
NV41	64°09'22.42595"N	21°13'03.94631"V	181.800 ^e
Vg2417	64°01'34.04283"N	21°26'39.47932"V	344.456 ^e
Vg2424	64°03'27.80973"N	21°29'59.68844"V	299.815 ^e

Tafla 5. Keiluhnit mælistöðva árið 2003 og hæðir yfir sporvölu

Stöð	Austur (m)	Norður (m)	Upp (m)
7078	380267.779	397449.628	319.765 ^e
7087	401265.305	404951.607	167.963 ^e
7143	389973.927	390732.786	368.633 ^e
7274	389473.233	401033.506	377.134 ^e
7315	388845.916	402144.851	402.786 ^e
7331	389872.360	399975.698	374.254 ^e
7347	395180.046	403848.652	178.424 ^e
7393	390251.098	397034.871	429.903 ^e
7399	389186.885	396003.200	464.137 ^e
7402	388207.983	394599.366	407.003 ^e
7404	388476.545	392767.528	400.920 ^e
7531	392976.634	392021.184	138.185 ^e
7535	391841.210	393259.949	154.603 ^e
AU216	397232.231	402970.759	182.425 ^e
HH04	386467.279	392876.728	421.113 ^e
HH09	383832.078	392885.711	422.184 ^e
HH15	381957.628	393611.039	333.803 ^e
HH19	382601.801	395312.916	322.808 ^e
HH23	382123.121	396498.083	323.417 ^e
HH38	387509.612	404431.353	432.768 ^e
HH41	386287.406	404316.400	390.775 ^e
HH43	383676.329	404319.047	379.292 ^e

framhald á næstu síðu

Tafla 5. Keiluhnir mælistöðva árið 2003 og hæðir yfir sporvölu

framhald

Stöð	Austur (m)	Norður (m)	Upp (m)
HH45	382036.730	404175.818	385.915 ^e
HH47	384141.985	394704.144	454.589 ^e
HH48	383991.797	393952.621	456.248 ^e
HH49	386652.862	395272.067	435.276 ^e
HH76	387672.291	396252.394	425.689 ^e
HH77	379757.209	395582.294	356.507 ^e
HH85	392387.575	397392.149	449.857 ^e
HV1401	393011.232	391044.789	131.010 ^e
LM0305	391486.682	391073.673	196.568 ^e
LM0365	394020.512	389429.508	105.756 ^e
LM3216	401591.106	400522.741	157.113 ^e
NE058	391121.065	403857.030	209.277 ^e
NE063	385532.291	395072.712	451.848 ^e
NV04	390690.164	401588.729	308.811 ^e
NV10	389466.187	403307.643	367.787 ^e
NV16	393562.628	404604.925	196.577 ^e
NV33	390229.001	402745.341	233.848 ^e
NV35	388373.401	403087.697	430.798 ^e
NV39	393975.703	406456.574	180.651 ^e
NV41	392107.016	407828.585	181.800 ^e
Vg2417	380530.666	393741.116	344.456 ^e
Vg2424	377953.140	397367.763	299.815 ^e

3. BREYTINGAR MILLI ÁRA

3.1 GPS-mælingar 2001, 2002 og 2003

Tafla 6 sýnir keiluhnit samkvæmt mælingum 2002 og breytingar til 2003. Mynd 2 sýnir sömu breytingar.

Tafla 6. Keiluhnit og hæðir yfir sporvölu 2002 og breytingar til 2003						
Stöð	Austur/X (m)	Norður/Y (m)	Upp/Z (m)	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
7078	380267.769	397449.633	319.751	0.010	-0.005	0.014
7143	389973.920	390732.776	368.624	0.007	0.010	0.009
7274	389473.238	401033.509	377.118	-0.005	-0.003	0.016
7315	388845.914	402144.853	402.781	0.002	-0.002	0.005
7331	389872.367	399975.701	374.235	-0.007	-0.003	0.019
7393	390251.096	397034.869	429.887	0.002	0.002	0.016
7399	389186.882	396003.196	464.116	0.003	0.004	0.021
7402	388207.977	394599.363	406.986	0.006	0.003	0.017
7404	388476.539	392767.523	400.908	0.006	0.005	0.012
7531	392976.621	392021.168	138.202	0.013	0.016	-0.017
7535	391841.201	393259.943	154.584	0.009	0.006	0.019
AU216	397232.232	402970.758	182.414	-0.001	0.001	0.011
HH04	386467.273	392876.722	421.101	0.006	0.006	0.012
HH09	383832.071	392885.708	422.179	0.007	0.003	0.005
HH15	381957.614	393611.041	333.783	0.014	-0.002	0.020
HH19	382601.786	395312.920	322.789	0.015	-0.004	0.019
HH23	382123.109	396498.084	323.403	0.012	-0.001	0.014
HH43	383676.329	404319.050	379.288	0.000	-0.003	0.004
HH45	382036.727	404175.816	385.933	0.003	0.002	-0.018
HH47	384141.976	394704.144	454.574	0.009	0.000	0.015
HH48	383991.787	393952.622	456.234	0.010	-0.001	0.014
HH49	386652.855	395272.069	435.263	0.007	-0.002	0.013
HH76	387672.285	396252.390	425.670	0.006	0.004	0.019
HH77	379757.194	395582.299	356.488	0.015	-0.005	0.019
HH85	392387.572	397392.156	449.832	0.003	-0.007	0.025
HV1401	393011.217	391044.780	131.000	0.015	0.009	0.010
LM0305	391486.671	391073.662	196.564	0.011	0.011	0.004
LM0365	394020.500	389429.498	105.743	0.012	0.010	0.013
NE058	391121.071	403857.030	209.264	-0.006	0.000	0.013
NE063	385532.288	395072.709	451.835	0.003	0.003	0.013
NV04	390690.170	401588.729	308.799	-0.006	0.000	0.012
NV10	389466.187	403307.643	367.787	0.000	0.000	0.000
NV33	390229.006	402745.342	233.833	-0.005	-0.001	0.015
Vg2417	380530.649	393741.120	344.441	0.017	-0.004	0.015
Vg2424	377953.132	397367.762	299.801	0.008	0.001	0.014

Tafla 7 sýnir keiluhnit samkvæmt mælingum 2001 og breytingar til 2003. Mynd 3 sýnir sömu breytingar.

Tafla 7. Keiluhnit og hæðir yfir sporvölu 2001 og breytingar til 2003						
Stöð	Austur/X (m)	Norður/Y (m)	Upp/Z (m)	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
7143	389973.921	390732.791	368.615	0.006	-0.005	0.018
7274	389473.243	401033.501	377.118	-0.010	0.005	0.016
7315	388845.912	402144.852	402.778	0.004	-0.001	0.008
7331	389872.372	399975.694	374.232	-0.012	0.004	0.022
7347	395180.045	403848.642	178.410	0.001	0.010	0.014
7393	390251.101	397034.870	429.885	-0.003	0.001	0.018
7399	389186.888	396003.201	464.134	-0.003	-0.001	0.003
7402	388207.978	394599.368	407.002	0.005	-0.002	0.001
7404	388476.544	392767.530	400.914	0.001	-0.002	0.006
7531	392976.622	392021.191	138.186	0.012	-0.007	-0.001
7535	391841.202	393259.959	154.614	0.008	-0.010	-0.011
AU216	397232.228	402970.752	182.405	0.003	0.007	0.020
HH04	386467.279	392876.731	421.105	0.000	-0.003	0.008
HH09	383832.083	392885.712	422.176	-0.005	-0.001	0.008
HH15	381957.633	393611.044	333.794	-0.005	-0.005	0.009
HH19	382601.810	395312.921	322.794	-0.009	-0.005	0.014
HH38	387509.612	404431.354	432.770	0.000	-0.001	-0.002
HH41	386287.408	404316.399	390.772	-0.002	0.001	0.003
HH43	383676.333	404319.048	379.288	-0.004	-0.001	0.004
HH45	382036.733	404175.817	385.920	-0.003	0.001	-0.005
HH47	384141.991	394704.148	454.588	-0.006	-0.004	0.001
HH48	383991.802	393952.625	456.245	-0.005	-0.004	0.003
HH49	386652.865	395272.076	435.275	-0.003	-0.009	0.001
HH76	387672.294	396252.400	425.691	-0.003	-0.006	-0.002
HH85	392387.577	397392.151	449.835	-0.002	-0.002	0.022
HV1401	393011.221	391044.794	131.004	0.011	-0.005	0.006
LM0305	391486.671	391073.680	196.558	0.011	-0.007	0.010
LM0365	394020.502	389429.516	105.754	0.010	-0.008	0.002
LM3216	401591.101	400522.736	157.091	0.005	0.005	0.022
NE058	391121.069	403857.025	209.254	-0.004	0.005	0.023
NE063	385532.295	395072.717	451.849	-0.004	-0.005	-0.001
NV04	390690.178	401588.721	308.794	-0.014	0.008	0.017
NV10	389466.187	403307.643	367.787	0.000	0.000	0.000
NV16	393562.633	404604.916	196.563	-0.005	0.009	0.014
NV33	390229.007	402745.344	233.840	-0.006	-0.003	0.008
NV35	388373.404	403087.696	430.794	-0.003	0.001	0.004
NV39	393975.703	406456.560	180.643	0.000	0.014	0.008
NV41	392107.016	407828.570	181.805	0.000	0.015	-0.005

3.2 Breytingar 2002–2003

Breytingar frá 2002 til 2003 eru sýndar á mynd 2. Rétt er að bera hana saman við mynd 3 í skýrslu um mælingarnar 2002 (Gunnar Þorbergsson 2002), en sú mynd sýnir færslur stöðva frá 2001 til 2002. Þá kemur í ljós að meintar færslur á öllu mælisvæðinu sunnan við Ölkelduháls frá 2001 til 2002 ganga til baka milli mælinga 2002 og 2003. Þetta skýrist með því að mælingarnar 2002 voru lélegar, eins og tekið er fram í áðurnefndri skýrslu frá 2002. Á Hellsheiði, í Hveragerði og einnig milli stöðva HH43 og HH45 á Mosfellsheiði, sýna myndirnar sleggjur við mælingarnar 2002 fremur en færslur stöðva. Af mynd 2 má þó t.d. ráða að litlar sem engar færslur hafa orðið innbyrðis milli stöðva vestast á Hellsheiði (milli Litlu kaffistofunnar og stöðva HH15 við veg að Kolviðarhóli og HH19 vestan Kolviðarhóls). Flestar þessar stöðvar voru settar 2002 og þá mælt í þeim í fyrsta sinn.

3.3 Breytingar 2001–2003

Breytingar frá 2001 til 2003 eru sýndar á mynd 3. Árlegar GPS-mælingar milli HH45 og HH43 frá 1998 sýna nær sama hæðarmun þessara stöðva (mest munar 5 mm á mælingunum), ef mælingin 2002 er undanskilin. Eftir þá mælingu var álitnið að stöðvarnar tvær hefðu hreyfst innbyrðis, en nú má telja víst að svo hafi ekki verið.

Tvær stöðvar, 7087 og HN837, eru í stíflu þar sem Sogið rennur úr Þingvallavatni. HN837 er tæpa 40 m vestan við austurenda stíflunnar. Þar var mælt 2001, en í miklum öldugangi á vatninu skvettist vatn yfir loftnetið. 7087 er við austurenda stíflunnar undir 4 m háum klettavegg, sem skyggir á austurhimininn, og því þarf að mæla lengur en ella á þessum stað, en það var gert 2003. Þá var einnig fallmælt milli punktanna tveggja, og þannig fékkst lóðrétt, en ekki lárétt, færsla frá 2001 til 2003 samkvæmt GPS-mælingum (22 mm samkvæmt mynd 3). Á hinn bóginn sýna vatnsborðsmælingar engar hæðarbreytingar 2000–2003 í stöð 7087. Þetta ósamræmi gefur tilefni til að hugleiða hvort ris í stöðvum NE058, NV16, NV39, NV41, 7347, AU216, LM3216 og 7087, sem sýnt er á mynd 3, sé í reynd skekkja í mælingum milli NE058 og næstu stöðva vestan hennar, en um það skal ekkert fullyrt.

Land sunnan Nesjavallavirkjunar suður á Ölkelduháls virðist hafa risið, mest um 22 mm í 7331 og HH85, en sunnan við Ölkelduháls og á Hellsheiði vestur að Litlu Kaffistofunni hafa engar marktækar breytingar orðið 2001–2003. Stöðvar nálægt Hveragerði sýna ekki hæðarbreytingu, en virðast allar hafa hreyfst eins í suðaustlæga stefnu, en önnur skýring er að um sé að ræða skekkju í mælingu milli 7404 og stöðva austan við hana, og ris í stöð 7143 er grunsamlegt. Æskilegt hefði verið að mæla einn dag til viðbótar í Hveragerði og annan í Katlatjarnalínu.

Allt frá 1998 hefur höfundurinn átt í stríði við ímyndaðar eða raunverulegar allt að 2 cm skekkjur í hæðarmælingum með GPS-mælitækni. Truflanir frá sólu, sem eru samfara sólblettum og ná hámarki á 11 ára fresti, hafa sett mark sitt á þessa baráttu. Fjöldi sólbletta mun hafa verið í hámarki 2000 og 2002 (tveir toppar) og útlit er fyrir að GPS-mælingar gangi að jafnaði betur næstu fimm árin. (Sjá <http://www.sec.noaa.gov/SWN>).

4. VATNSBORÐSMÆLINGAR Á ÞINGVALLAVATNI

Tafla 8. Vatnsborð á Þingvallavatni 21/5 2003								
ORKUSTOFNUN						FALLMÆLINGAR		
Rannsóknarsvið						Blað: 1		
2000.06.24 GÞ						Forrit: GÞ		
Mælt: GHV, GÞ						Fært: GÞ		
Mælisvæði/Frumgögn Kvörðun/summur	Mælt fram	Mælt aftur	Gap	Ups.	Leiðrétting (m) (þyngd)	Aukning (m)	Nafn merkis	Hæð (m.y.s.)
Þingvallavatn 21/5 2003								
2000/1 GHV, GÞ								
	-1325	1324	1	1	.0000	.0000	7087	101.766
	19	-19	0	1	.0000	.0000	ub	100.442
							vb_21/5	100.461
	19	-19	0	1	.0000	.0000	7087	101.766
							HN837	101.785
							vb_21/5	100.461
	-28	28	0	1	.0000	.0000	ub	100.433
	878	-878	0	1	.0000	.0000	5231	101.311
							vb_21/5	100.461
	-28	28	0	1	.0000	.0000	ub	100.433
	760	-760	0	1	.0000	.0000	FMV197	101.193
							vb_21/5	100.461
	-20	20	0	1	.0000	.0000	ub	100.441
	621	-621	0	1	.0000	.0000	7085	101.062
							vb_21/5	100.461
	-20	20	0	1	.0000	.0000	ub	100.441
	1470	-1469	1	1	.0000	.0000	A	101.910
	3552	-3551	1	1	.0000	.0000	7086	105.462
							vb_21/5	100.461
	-17	17	0	1	.0000	.0000	ub2	100.444
	1016	-1016	0	1	.0000	.0000	7088	101.460
							vb_21/5	100.461
	-20	20	0	1	.0000	.0000	ub	100.441
	685	-685	0	1	.0000	.0000	NE200	101.126
							vb_21/5	100.461
	-30	30	0	1	.0000	.0000	ub1	100.431
	886	-886	0	1	.0000	.0000	5231	101.317

Guðmundur H. Vigfússon og höfundur óku að Þingvallavatni 21. maí 2003 og mældu hæðir vatnsborðs við sjö hæðarmerki umhverfis vatnið frá kl. 18 til miðnættis. Byrjað var og endað við stöð OS5231 nálægt Valhöll. Við vatnsborðsmælingarnar var járnfleigur rekinn í grynningu á vatnsbotninum, þar sem skjól var fyrir öldugangi, nokkra tugi metra frá bolta í mælistöðinni. Plastfati með gati fyrir járnfleignum var smeygt um hann og því sökkt með nokkrum steinum í, en þannig að brúnir fatsins voru ofan vatnsborðsins. Við fallmældum frá boltanum á járnfleiginn og lásnum jafnframt á mælistöngina þar sem vatnsborðið inni í fatinu nam við hana. Niðurstöður eru í töflu 8. Til samanburðar er vísað í skýrslu OS-2000/035 (Gunnar Þorbergsson 2000).

Breytingar á landhæð samkvæmt mælingunum við merkin sjö eru sýndar á mynd 4. Þar er hæð á merki OS7087 við Steingrímsstöð haldið óbreyttri frá fyrri mælingum. Breytingar frá því mælt var árið 2000 eru ekki marktækar.

5. HEIMILDIR

Neave, H. R. 1978: *Statistics Tables*. London, 88 s.

Moritz, H. 1984: *Geodetic Reference System 1980*. Bulletin Géodésique, 54 no 3: 395-405.

Department of Defense 1988: *World Geodetic System 1984*. DMA Technical Report 8350.2, 1. March 1988, Washington, DC.

Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon 1998: *Nesjavallaveita. Fallmælingar og GPS-mælingar á Hengilssvæði 1998*. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Rannsóknasvið, Orkustofnun, OS-98060, 37 s.

Gunnar Þorbergsson 1999: *Nesjavallaveita. GPS-mælingar og mælingar yfir sprungur á Hengilssvæði 1999*. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Rannsóknasvið, Orkustofnun, OS-99077, 18 s.

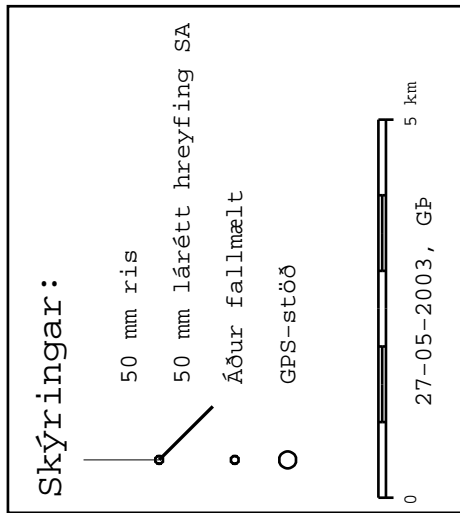
Gunnar Þorbergsson 2000: *Nesjavallaveita. GPS-mælingar á Hengilssvæði í maí 2000 og vatnsborðsmælingar á Þingvallavatni*. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Rannsóknasvið, Orkustofnun, OS-2000/035, 22 s.

Gunnar Þorbergsson 2001: *Nesjavallaveita. GPS-mælingar á Hengilssvæði í maí og júní 2001*. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Rannsóknasvið, Orkustofnun, OS-2001/050, 28 s.

Gunnar Þorbergsson 2002: *Nesjavallaveita. GPS-mælingar á Hengilssvæði í maí og júní 2002*. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Rannsóknasvið, Orkustofnun, OS-2002/031, 28 s.

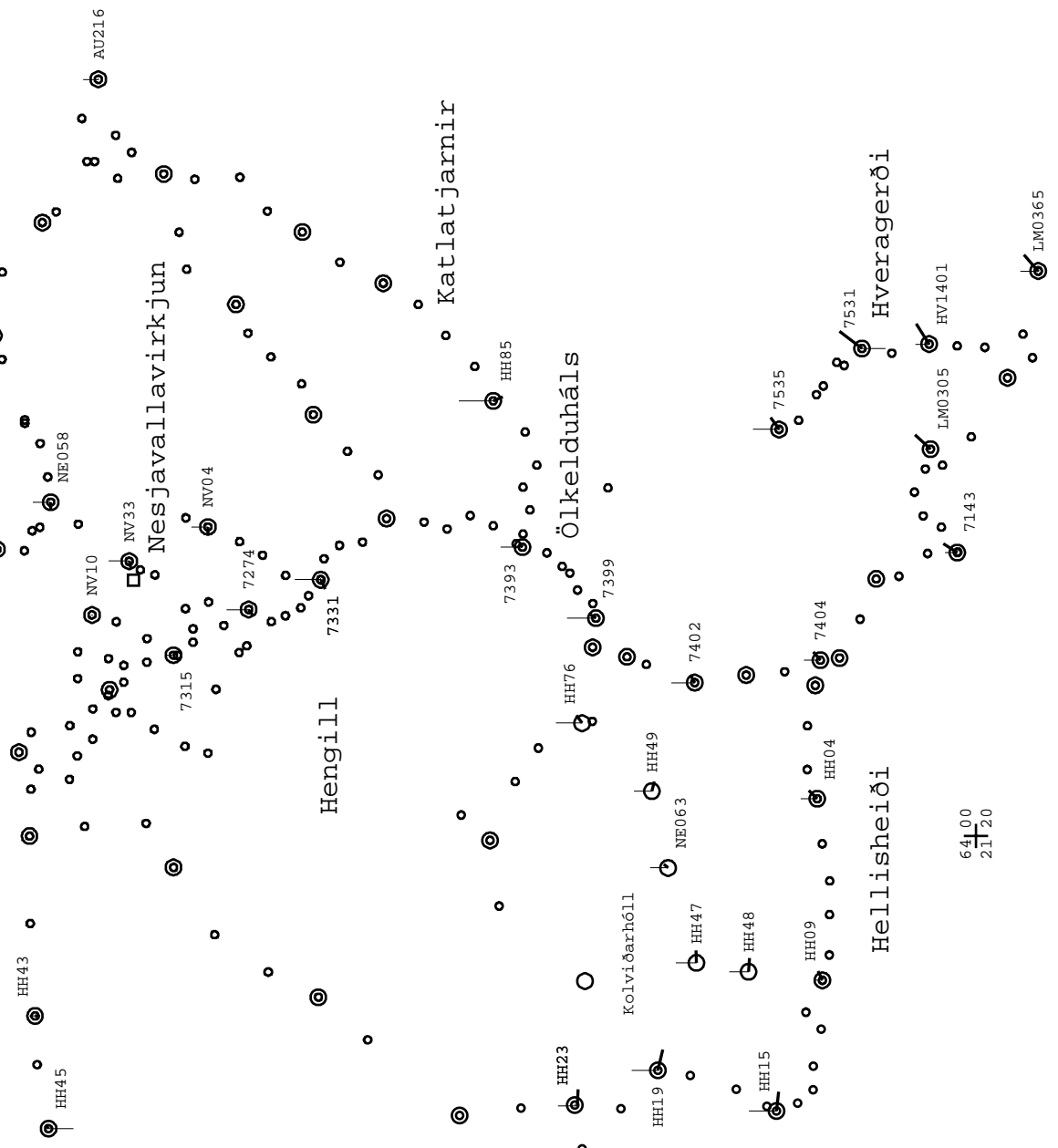
**MYND 2. Breytingar frá maí-júní 2002
til apríl-maí 2003**

Pingvallavatn



○

-24-



64100
21130

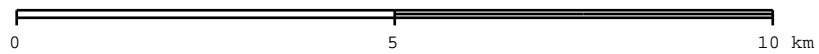
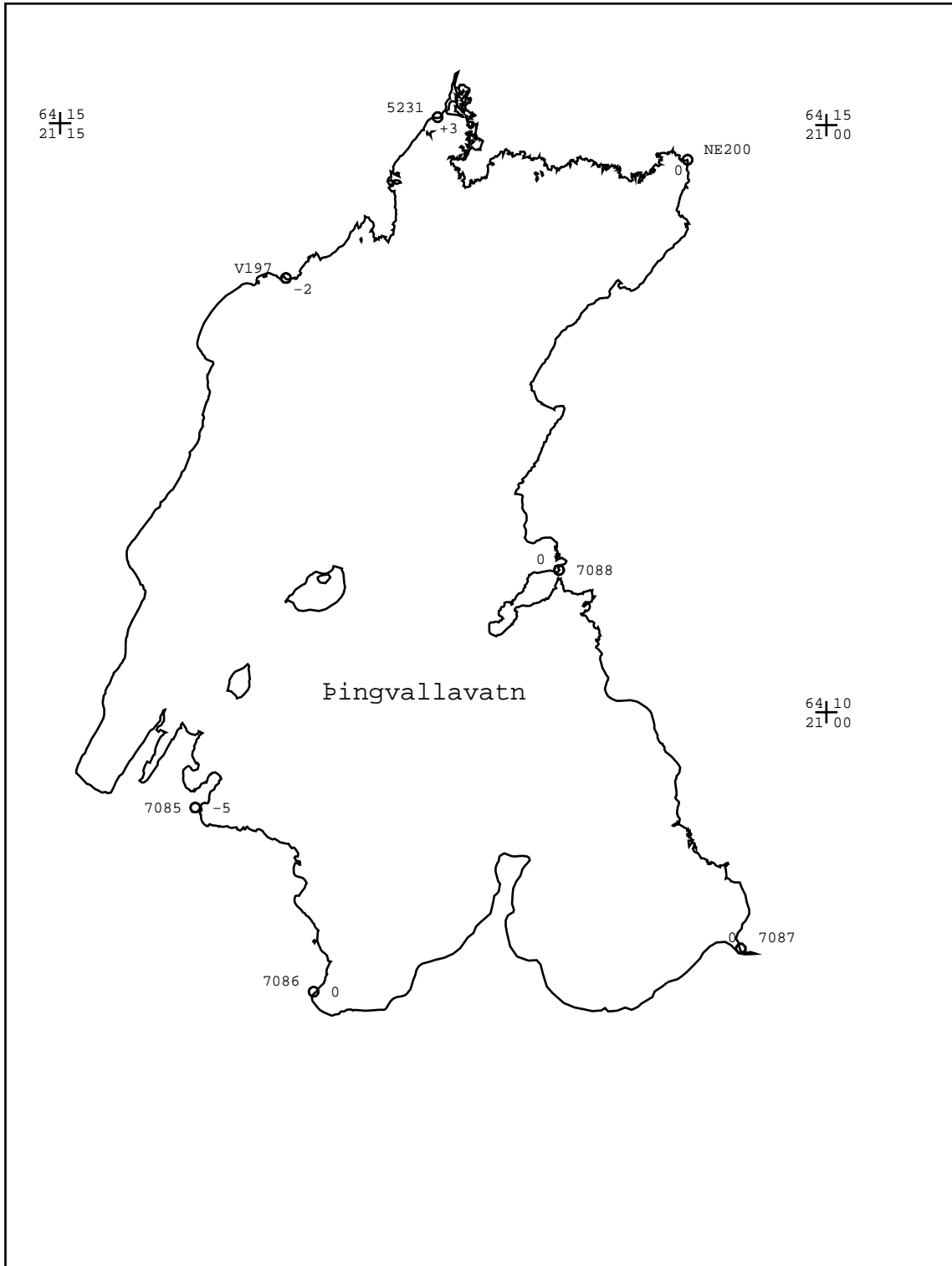
64100
21120

LM0365

Skýringar:

○ Hæðarmerki

Hæðarbreytingar eru í mm



MYND 4. Hæðarbreytingar við Þingvallavatn 2000-2003.