



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**Þyngdarmælingar á Ökelduhálsi  
og Hellisheiði 1996**

Hjálmar Eysteinnsson

Samvinnuverk Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar

OS-96075/JHD-44 B

Desember 1996



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 730 009  
/os/pi/jhd.os/mælingar/nes96.t

## **Þyngdarmælingar á Ökelduhálsi og Hellisheiði 1996**

Hjálmar Eysteinnsson

Samvinnuverk Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar

OS-96075/JHD-44 B                      Desember 1996

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. MÆLINIÐURSTÖÐUR	3
3. ÞYNGDARBREYTINGAR	8
4. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	11
5. HEIMILDIR	14
VIÐAUKI:	
Þyngd sem fall af tíma í punktum mældum 1996 þar sem mælt hefur verið oftar en einu sinni	15

## MYNDASKRÁ

1. Staðsetning þyngdarmælinga	7
2. Þyngdarbreytingar milli áráanna 1994 og 1996	8
3. Þyngdarbreytingar milli áráanna 1986 og 1996	9
4. Hæðarbreyting milli áráanna 1994 og 1996	10
5. Hæðar- og þyngdarbreytingar yfir Ölkelduháls frá 1994 til 1996	11
6. Þyngdarsvörun kúlu líkans	12
7. Þyngdarsvörun tveggja kúlna líkans	13

## TÖFLUSKRÁ

1. Aflestur þyngdarmælis 1996	4
2. Þyngdargildi í fastmerkjum 1996	6

## 1. INNGANGUR

Hæðarmælingar yfir Ölkelduháls og um Hellisheiði á undanförmum árum hafa leitt í ljós að land hefur risið umtalsvert, eða sem nemur allt að 3 mm/ári milli árana 1986-1994 og 17 mm/ári milli árana 1994-1996. Miðja rishæðarinnar er nærri Ölkelduhálsi (Gunnar Þorbergsson og Guðmundur Vigfússon, 1995 og 1996). Sett hefur verið fram tilgáta um að kvikuinnstreymi í kviku-hólf á um 4 km dýpi undir Tjarnarhnúki við Ölkelduháls valdi þessum hæðarbreytingum og kvikuflæðið skýri dreifingu og aukinni tíðni jarðskjálfta á svæðinu (Gunnar Þorbergsson og Guðmundur Vigfússon 1996; Freysteinn Sigmundsson o.fl. 1996). Jafnframt hefur mælst merkjanleg þyngdarminnkun á Hengilssvæðinu milli árana 1990-1994 (Hjálmar Eysteinnsson 1996). Með tilliti til þessa var ákveðið að þyngdarmæla í fastmerkjum á Ölkelduhálssvæðinu og í fastmerkjum yfir Hellisheiði en á síðarnefnda svæðinu hafði einungus verið mældir einu sinni áður eða árið 1986.

## 2. MÆLINIÐURSTÖÐUR

Í lok september 1996 var þyngdarmælt í þeim 57 fastmerkjum sem sýndir eru á mynd 1. Mælingar gengu vel og var klárað að mæla á 6 mældidögum, þar af fór einn dagur í tengingar nokkurra mælipunkta við landsnetspunkt þyngdamælinga á Skólavörðuholti (OS-5451). Að meðaltali var mælt í 12 mælipunktum á dag. Að þessu sinni var mælt í nokkrum punktum sem aldrei hefur verið þyngdarmælt í áður (sjá töflu 2).

Þar sem þyngdarmælir Orkustofnunar mælir ekki þyngdarsviðið beint heldur þyngdarmun milli punkta, þarf að tengja mælingarnar við mælipunkt með þekktu þyngdargildi. Eins og áður var grunnstöðin á Skólavörðuholti notuð (OS-5451, sjá Gunnar Þorbergsson o.fl. 1990). Mælingar fóru þannig fram að fyrst var komið upp 5 grunnstöðvum jafndreift um mælisvæðið (LM-3179, OS-7404, OS-7393, OS-HH11 og OS-HH60) og þær tengdar með tveim tengingum við landsnetsgrunnstöðina á Skólavörðuholti. Mælingar á öðrum punktum voru síðan tengdar við þessar grunnstöðvar á svæðinu. Í hverri tengingu var komið við og mælt að minnsta kosti tvisvar í hverjum punkti. Aflestur þyngdarmælis er sýndur í töflu 1. Línur í töflunni sem byrja á ! eru ekki notaðar (athugasemmdir eða mælingu sleppt í úrvinnslu). Aðrar línur sýna nafn stöðvar, tíma (klukkustund og mínútur), aflestur á skífu þyngdarmælis og loks aflestur af "fín-mælingu" (analog force feedback system).

Við úrvinnslu mælinga er aflestri mælis fyrst breytt í þyngdargildi samkvæmt  $g=F(s)+k*f$ ; þar sem  $F$  er kvörðunarfall mælis og  $s$  er aflestur mæliskífu,  $k$  er kvörðunarfasti "analog force feedback system" og  $f$  er aflestur á fín-mælingu. Því næst er leiðétt fyrir þyngdaráhrifum tungls og sólar. Til þess var notað "þyngdarpotential" Tamura 1987, með leiðréttingarstuðlum sem fengnir voru með úrvinnslu á mælingum á þyngdaráhrifum tungls og sólar í Reykjavík (Hjálmar Eysteinnsson 1996, óbirt gögn). Mæliniðurstöður eru síðan leiðréttar með tilliti til línulegs reks í mæli og loks voru skekkjur jafnaðar út með forritinu GNET (Gunnar Þorbergsson). Niðurstöður þessarar úrvinnslu er sýnt í töflu 2.

Tafla 1. Aflestur þyngdarmælis 1996.

!L:CRG445	7399 1640 5659.80 -30	7395 1408 5666.20 -89	7404*1951 5672.40 +77
!!9601	7399 1641 5659.80 -29	7393*1425 5666.70 -25	HH02 2004 5669.80 +40
!Tenging grunnpunkta	7399 1642 5659.80 -28	!7394 1448 5667.00 -68	HH04 2018 5667.00 +27
!DATE 1996.08.23	7399 1643 5659.80 -26	7395 1456 5666.20 -79	!L:CRG445
5451*0936 5742.70 -50	7399 1644 5659.80 -25	7394 1505 5667.00 -26	!!9604
5451*0939 5742.70 -54	7393 1702 5666.70 -2	7396 1520 5663.30 +52	!Ölkelduháls-Katlatjarnir
5451*0941 5742.70 -52	7393 1703 5666.70 -1	7397 1535 5662.40 +26	!DATE 1996.09.27
3179 1035 5692.55 -66	7393 1704 5666.70 +0	7398 1548 5659.70 +53	7393*1108 5666.85 -99
3179 1037 5692.55 -60	7393 1705 5666.70 +1	7399*1600 5659.70 +72	HH80 1125 5672.70 -37
3179 1040 5692.55 -67	HH60 1731 5728.00 -63	7393*1620 5666.70 +25	HH81 1144 5667.20 -89
3179 1042 5692.55 -58	HH60 1731 5728.00 -63	7394 1635 5667.00 +5	HH82 1200 5661.00 -24
3179 1043 5692.55 -69	HH60 1731 5728.00 -63	7403 1654 5671.30 +44	HH83 1218 5657.20 -4
7404 1113 5672.45 -86	7404 1748 5672.45 -12	7404*1704 5672.40 +74	HH84 1239 5659.90 -85
7404 1116 5672.45 -72	7404 1749 5672.45 -10	!L:CRG445	HH85 1257 5660.10 -68
7404 1118 5672.45 -70	7404 1750 5672.45 -9	!!9603	HH86 1321 5665.90 -59
7404 1120 5672.45 -70	7404 1751 5672.45 -9	!Svínahraun-Hellisheiði-	HH87 1344 5666.60 -61
7393 1141 5666.70 -67	7393 1810 5666.70 -6	!Kambar	HH87 1358 5666.60 -57
7393 1142 5666.70 -70	7393 1811 5666.70 -1	!DATE 1996.09.25	HH86 1419 5665.90 -57
7393 1143 5666.70 -71	7393 1812 5666.70 0	3179*1001 5692.60 -46	HH85 1439 5660.10 -52
7393 1144 5666.70 -70	7393 1813 5666.70 0	7078 1014 5692.20 -110	HH84 1459 5659.90 -48
7399 1202 5659.80 -89	7399 1831 5659.80 -8	HH22 1024 5691.70 +2	HH83 1519 5657.20 +19
7399 1203 5659.80 -86	7399 1832 5659.80 -4	HH21 1032 5690.20 -55	HH82 1543 5661.00 +24
7399 1204 5659.80 -84	7399 1833 5659.80 -4	HH20 1042 5690.00 -20	HH81 1607 5667.20 -54
7399 1205 5659.80 -82	7399 1834 5659.80 -3	HH18 1052 5689.10 -47	HH80 1620 5672.70 0
7399 1206 5659.80 -81	7404 1857 5672.45 0	HH16 1107 5683.50 -31	7393*1640 5666.85 -64
!7404 1228 5672.45 -73	7404 1858 5672.45 0	HH14 1117 5679.30 -36	7393*1713 5666.85 -61
7404 1230 5672.45 -65	7404 1859 5672.45 -1	HH11*1134 5668.95 -51	!L:CRG445
7404 1231 5672.45 -66	7404 1900 5672.45 -2	3179*1152 5692.60 -65	!!9605
7404 1232 5672.45 -67	HH11 1917 5668.95 -4	7078 1204 5692.20 -112	!Ölkelduháls-Ölvusvatns á
7404 1233 5672.45 -68	HH11 1918 5668.95 0	HH22 1216 5691.70 +2	!DATE 1996.09.29
HH60 1327 5728.00 -109	HH11 1919 5668.95 0	HH21 1226 5690.20 -38	!7393*1410 5666.80 -121
HH60 1328 5728.00 -111	HH11 1920 5668.95 0	HH20 1236 5690.00 -8	!7393*1412 5666.80 -118
HH60 1329 5728.00 -109	!3179 1937 5692.55 51	HH18 1248 5689.10 -26	7393*1414 5666.80 -115
HH11 1402 5668.95 -55	!3179 1938 5692.55 54	HH16 1303 5683.50 -26	7393*1415 5666.80 -114
HH11 1403 5668.95 -53	!3179 1939 5692.55 51	HH14 1314 5679.30 -31	7392 1425 5672.85 -34
HH11 1404 5668.95 -53	3179 1940 5692.55 44	HH11*1327 5668.95 -48	7392 1426 5672.85 -31
!3179 1420 5692.55 -25	3179 1941 5692.55 43	3179*1347 5692.60 -40	7392 1427 5672.85 -30
!3179 1421 5692.55 -19	3179 1942 5692.55 43	7404*1414 5672.40 +9	7392 1428 5672.85 -31
3179 1422 5692.55 -16	5451*2013 5742.70 58	HH02 1426 5669.80 -11	7391 1447 5676.30 -56
3179 1423 5692.55 -14	5451*2014 5742.70 59	HH04 1437 5667.00 -41	7391 1448 5676.30 -54
3179 1424 5692.55 -10	5451*2015 5742.70 59	HH06 1449 5663.40 -60	7391 1449 5676.30 -54
3179 1425 5692.55 -9	5451*2016 5742.70 60	HH08 1500 5666.00 -151	7390 1504 5677.20 -76
3179 1426 5692.55 -11	!L:CRG445	HH10 1511 5667.30 +5	7390 1505 5677.20 -75
!5451*1456 5742.70 0	!!9602	HH11*1521 5668.95 -19	7390 1506 5677.20 -75
5451*1458 5742.70 +8	!Hellisheiði-Ölkelduháls	HH10 1531 5667.30 +9	7389 1520 5687.70 -53
5451*1459 5742.70 +9	!DATE 1996.09.24	HH08 1540 5666.00 -141	7389 1522 5687.70 -52
5451*1500 5742.70 +11	7404*1002 5672.40 -62	HH06 1552 5663.40 -52	7389 1524 5687.70 -56
5451*1501 5742.70 +12	7403 1013 5671.30 -88	!STEP 1600	!7389 1525 5687.70 -48
5451*1502 5742.70 +12	7402 1035 5671.70 -90	HH04 1602 5667.00 +7	7389 1526 5687.70 -50
!3179 1538 5692.55 -4	7092 1051 5670.80 -104	HH02 1613 5669.80 +38	!7389 1527 5687.70 -46
!3179 1539 5692.55 +2	7401 1100 5666.50 -65	7404*1627 5672.40 +71	!7389 1528 5687.70 -70
3179 1541 5692.55 +7	7400 1112 5662.75 -64	HH51 1643 5674.30 -9	7389 1529 5687.70 -50
3179 1542 5692.55 +8	7399*1123 5659.70 -17	HH52 1656 5678.30 -14	7389 1530 5687.70 -58
HH11 1558 5668.95 -29	7404*1145 5672.40 -40	HH54 1724 5683.90 -50	!7388 1546 5689.00 -46
!HH11 1559 5668.95 -19	7403 1155 5671.30 -73	HH56 1741 5692.40 -55	!7388 1547 5689.00 -50
!HH11 1600 5668.95 -22	7402 1208 5671.70 -58	HH59 1756 5716.10 -32	!7388 1548 5689.00 -45
HH11 1601 5668.95 -26	7092 1224 5670.80 -64	HH60*1806 5728.00 -14	!7388 1549 5689.00 -43
HH11 1602 5668.95 -28	7401 1235 5666.50 -23	7404*1823 5672.40 +85	!7388 1550 5689.00 -40
HH11 1603 5668.95 -28	7400 1246 5662.75 -44	HH51 1834 5674.30 0	!7388 1551 5689.00 -36
7404 1615 5672.45 -18	7399*1257 5659.70 +8	HH52 1845 5678.30 -12	7388 1552 5689.00 -30
7404 1616 5672.45 -16	7399*1316 5659.70 +18	HH54 1900 5683.90 -41	7388 1554 5689.00 -28
7404 1617 5672.45 -16	7398 1328 5659.70 -5	HH56 1911 5692.40 -32	7388 1555 5689.00 -30
7404 1618 5672.45 -16	7397 1337 5662.40 -20	HH59 1923 5716.10 -13	7388 1556 5689.00 -30
!7399 1639 5659.80 -32	7396 1351 5663.30 +20	HH60*1935 5728.00 -20	7335 1620 5690.35 -58

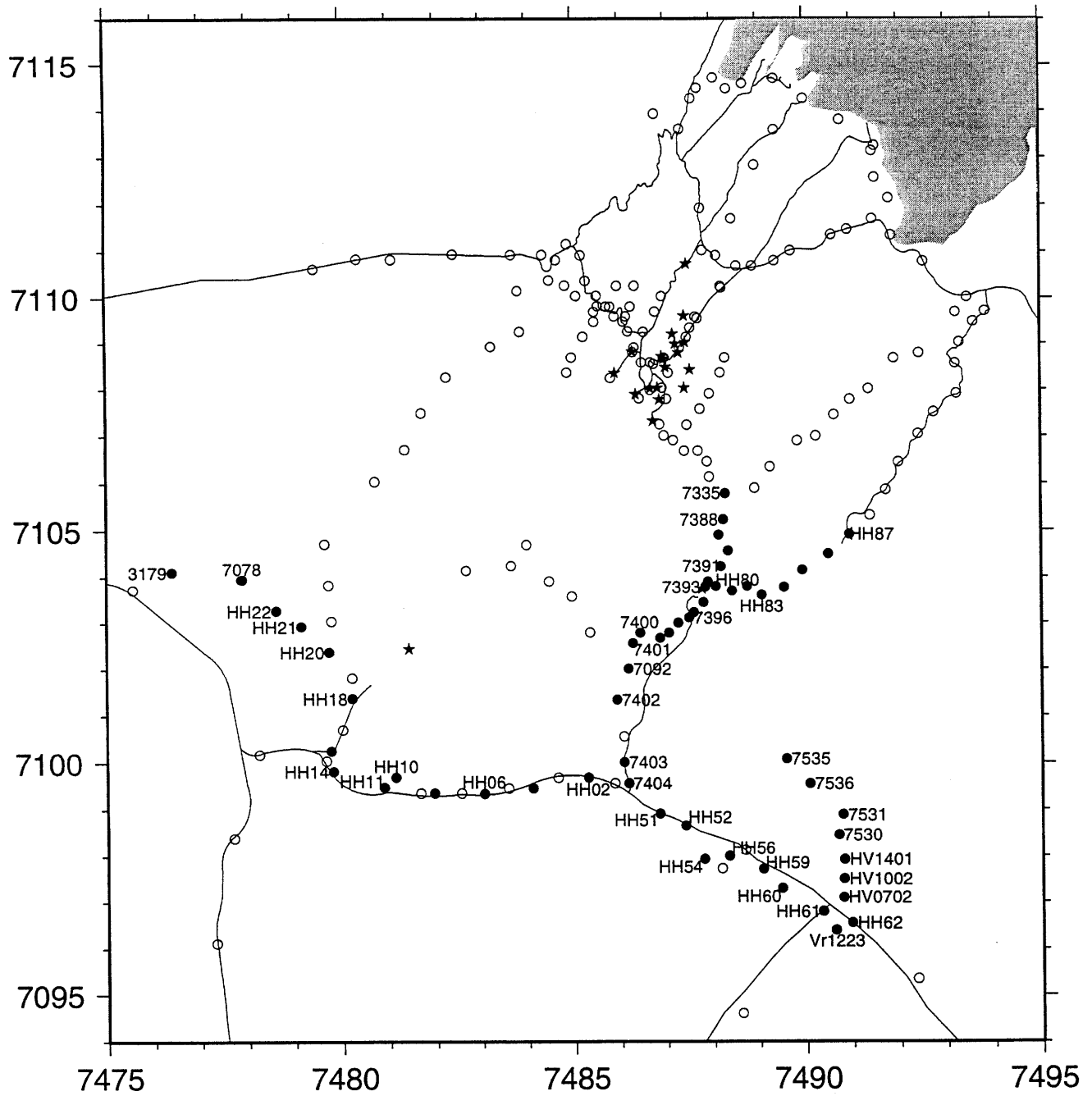
**Tafla 1. Aflestur þyngdarmælis 1996 (framhald)**

7335 1621 5690.35 -57	H1002 1134 5729.90 -44	7536 1606 5725.75 -59
7335 1622 5690.35 -57	!H1401 1146 5727.15 -25	7536 1608 5725.75 -59
7335 1623 5690.35 -57	H1401 1147 5727.15 -20	7536 1609 5725.75 -59
7335 1629 5690.35 -53	H1401 1148 5727.15 -19	HH60*1626 5728.00 -88
7335 1632 5690.35 -56	H1401 1149 5727.15 -19	HH60*1628 5728.00 -90
7335 1633 5690.35 -55	!7530 1159 5726.70 -36	HH60*1629 5728.00 -89
7335 1637 5690.35 -54	7530 1200 5726.70 -31	!HH62 1633 5732.20 -86
7388 1652 5689.00 -28	7530 1201 5726.70 -30	HH62 1634 5732.20 -77
7388 1653 5689.00 -26	7530 1202 5726.70 -30	HH62 1635 5732.20 -76
7388 1654 5689.00 -26	7530 1203 5726.70 -31	HH62 1636 5732.20 -77
7388 1655 5689.00 -26	!7531 1214 5726.70 -32	!H0702 1650 5731.80 -79
!7389 1708 5687.70 -45	!7531 1215 5726.70 -24	H0702 1652 5731.80 -60
7389 1710 5687.70 -51	!7531 1216 5726.70 -19	H0702 1653 5731.80 -59
7389 1711 5687.70 -53	!7531 1217 5726.70 -24	H0702 1654 5731.80 -61
7389 1713 5687.70 -53	7531 1218 5726.70 -27	!HH60*1703 5728.00 -93
7389 1714 5687.70 -53	7531 1219 5726.70 -29	HH60*1704 5728.00 -90
!7390 1728 5677.20 -68	7531 1220 5726.70 -29	HH60*1705 5728.00 -88
7390 1729 5677.20 -62	7536 1255 5725.75 -68	HH60*1706 5728.00 -89
7390 1730 5677.20 -59	7536 1256 5725.75 -66	!V1223 1715 5733.30 -42
7390 1731 5677.20 -58	7536 1257 5725.75 -66	V1223 1716 5733.30 -35
7390 1732 5677.20 -57	7535 1319 5720.70 -16	V1223 1717 5733.30 -34
7390 1733 5677.20 -56	7535 1320 5720.70 -15	V1223 1718 5733.30 -31
7390 1734 5677.20 -57	7535 1321 5720.70 -13	V1223 1719 5733.30 -31
7391 1747 5676.30 -32	7535 1322 5720.70 -12	HH62 1729 5732.20 -76
7391 1748 5676.30 -29	7535 1323 5720.70 -12	HH62 1730 5732.20 -74
7391 1749 5676.30 -27	HH60*1409 5728.00 -111	HH62 1731 5732.20 -74
7391 1750 5676.30 -26	HH60*1410 5728.00 -114	!H0702 1738 5731.80 -53
7391 1751 5676.30 -26	HH60*1411 5728.00 -113	H0702 1739 5731.80 -57
7391 1752 5676.30 -26	HH60*1412 5728.00 -114	H0702 1740 5731.80 -57
!7392 1808 5672.85 -8	!V1223 1420 5733.30 -70	!HH60*1748 5728.00 -87
!7392 1809 5672.85 -2	V1223 1422 5733.30 -56	HH60*1749 5728.00 -91
!7392 1810 5672.85 0	V1223 1423 5733.30 -52	HH60*1750 5728.00 -91
!7392 1811 5672.85 +3	V1223 1424 5733.30 -52	
!7392 1812 5672.85 +6	HH61 1435 5732.00 -85	
7392 1813 5672.85 +11	HH61 1436 5732.00 -85	
7392 1814 5672.85 +14	HH61 1437 5732.00 -85	
7392 1815 5672.85 +15	H1002 1446 5729.90 -53	
7392 1816 5672.85 +15	H1002 1447 5729.90 -52	
7392 1817 5672.85 +15	H1002 1448 5729.90 -51	
7393*1827 5666.80 -69	H1002 1449 5729.90 -51	
7393*1828 5666.80 -68	!H1401 1456 5727.15 -45	
7393*1829 5666.80 -66	H1401 1457 5727.15 -40	
7393*1830 5666.80 -66	H1401 1458 5727.15 -39	
7393*1845 5666.80 -56	H1401 1459 5727.15 -36	
7393*1846 5666.80 -54	H1401 1500 5727.15 -36	
7393*1847 5666.80 -54	!7530 1511 5726.70 -51	
7393*1848 5666.80 -54	!7530 1512 5726.70 -47	
!:LCRG445	!7530 1513 5726.70 -43	
!!9606	7530 1514 5726.70 -41	
!Hveragerði	7530 1515 5726.70 -40	
!DATE 1996.09.30	7530 1516 5726.70 -39	
HH60*1007 5728.00 -81	7530 1517 5726.70 -37	
HH60*1011 5728.00 -78	7530 1520 5726.70 -41	
HH60*1012 5728.00 -76	7530 1521 5726.70 -40	
HH60*1013 5728.00 -78	!7531 1528 5726.70 -40	
HH60*1014 5728.00 -81	7531 1529 5726.70 -31	
HH60*1015 5728.00 -80	7531 1530 5726.70 -29	
HH61 1041 5732.00 -85	7531 1531 5726.70 -30	
HH61 1042 5732.00 -85	!7535 1546 5720.70 -39	
HH61 1043 5732.00 -85	!7535 1548 5720.70 -28	
V1223 1100 5733.30 -38	7535 1549 5720.70 -23	
V1223 1101 5733.30 -38	7535 1551 5720.70 -20	
!H1002 1132 5729.90 -50	7535 1552 5720.70 -20	
H1002 1133 5729.90 -44	7535 1553 5720.70 -21	

Tafla 2. Þyngdargildi, reiknuð frá grunnstöð OS-5451

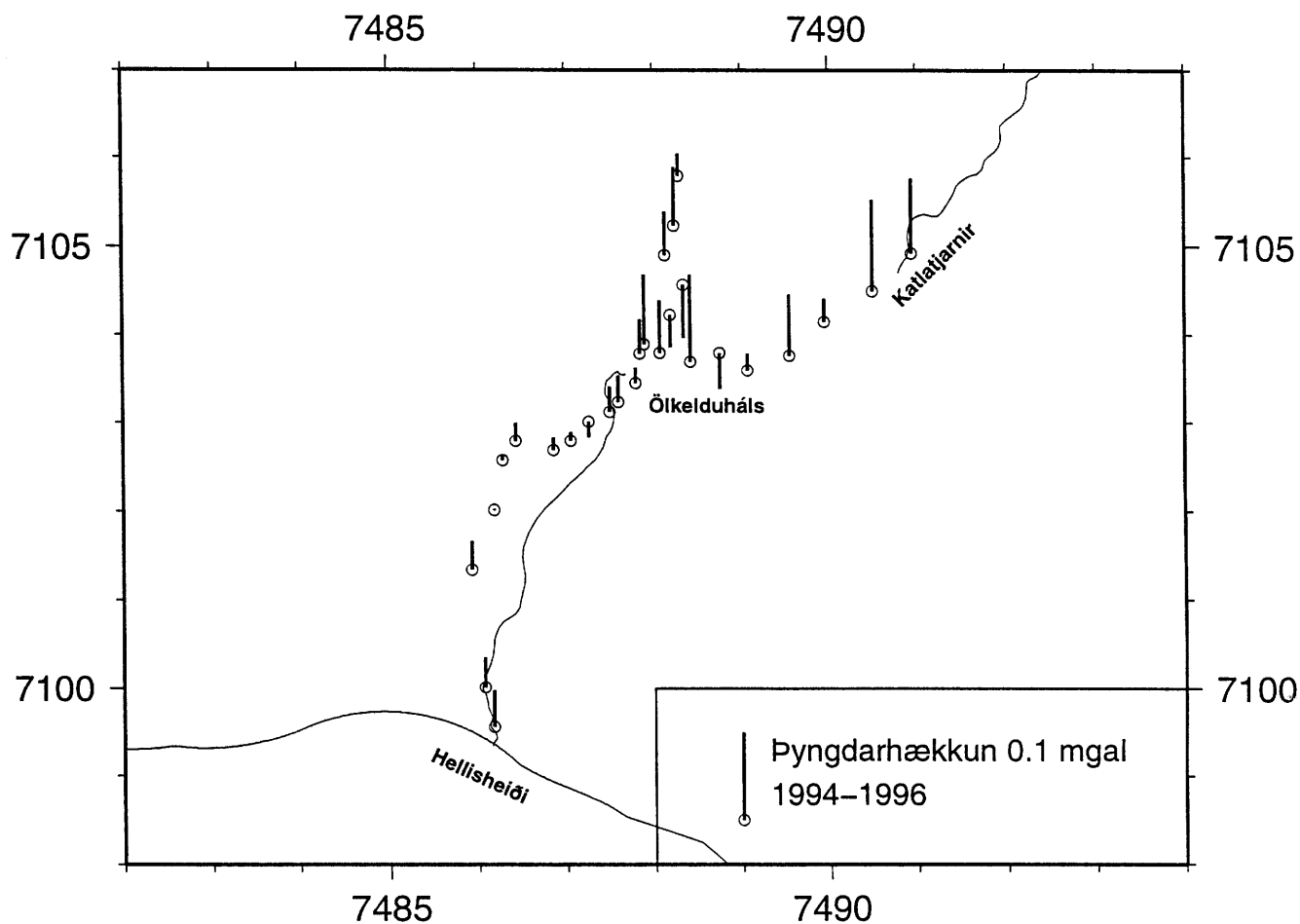
UTM hnit (m)		Hæð (m.y.s.)	Nafn punkts	Þyngd (mgal)	Athugasemd
Austur	Norður				
7476393	7104113	243.00	LM-3179	982206.185	
7477873	7103954	253.46	OS-7078	982205.703	
7486178	7102012	343.34	OS-7092	982183.348	
7488293	7105792	234.73	OS-7335	982203.783	
7488242	7105235	240.26	OS-7388	982202.402	
7488143	7104901	247.16	OS-7389	982201.011	
7488337	7104566	302.94	OS-7390	982189.980	
7488189	7104232	311.38	OS-7391	982189.068	
7487895	7103899	334.06	OS-7392	982185.490	
7487846	7103788	363.51	OS-7393	982179.052	
7487796	7103454	370.69	OS-7394	982179.343	
7487600	7103232	376.18	OS-7395	982178.451	
7487502	7103121	384.92	OS-7396	982175.555	
7487257	7103010	387.46	OS-7397	982174.570	
7487061	7102788	400.33	OS-7398	982171.765	
7486865	7102678	397.73	OS-7399	982171.795	
7486426	7102791	381.37	OS-7400	982174.937	
7486279	7102569	365.23	OS-7401	982178.884	
7485931	7101344	340.70	OS-7402	982184.309	
7486072	7100006	340.58	OS-7403	982183.888	
7486168	7099560	334.57	OS-7404	982185.074	
7490690	7098451	68.40	OS-7530	982241.958	Ekki mælt áður
7490789	7098886	71.90	OS-7531	982241.966	Ekki mælt áður
7489591	7100082	88.28	OS-7535	982235.693	Ekki mælt áður
7490092	7099545	70.58	OS-7536	982240.930	Ekki mælt áður
7485288	7099676	346.24	OS-HH02	982182.309	
7484114	7099459	354.79	OS-HH04	982179.344	
7483038	7099353	365.37	OS-HH06	982175.518	
7481963	7099359	359.40	OS-HH08	982178.134	
7481134	7099698	351.92	OS-HH10	982179.683	
7480888	7099477	342.24	OS-HH11	982181.393	
7479815	7099818	291.79	OS-HH14	982192.269	
7479769	7100264	268.18	OS-HH16	982196.680	
7480216	7101375	257.22	OS-HH18	982202.543	
7479734	7102381	254.21	OS-HH20	982203.515	
7479152	7102943	259.47	OS-HH21	982203.686	
7478617	7103280	256.22	OS-HH22	982205.317	
7486835	7098912	321.73	OS-HH51	982186.968	Ekki mælt áður
7487405	7098661	301.72	OS-HH52	982191.150	
7487786	7097933	269.66	OS-HH54	982196.977	
7488333	7097997	219.60	OS-HH56	982205.891	Ekki mælt áður
7489068	7097717	110.43	OS-HH59	982230.765	
7489480	7097300	56.37	OS-HH60	982243.247	
7490341	7096803	36.13	OS-HH61	982247.452	Ekki mælt áður
7490969	7096551	31.27	OS-HH62	982247.668	Ekki mælt áður
7488070	7103800	336.12	OS-HH80	982185.271	
7488420	7103700	361.68	OS-HH81	982179.444	
7488750	7103800	387.01	OS-HH82	982173.035	
7489070	7103600	400.89	OS-HH83	982169.065	
7489550	7103769	388.58	OS-HH84	982171.809	
7489950	7104150	383.51	OS-HH85	982172.030	
7490500	7104500	354.65	OS-HH86	982178.114	
7490950	7104920	350.39	OS-HH87	982178.849	
7490779	7097103	36.84	HV0702	982247.268	Ekki mælt áður
7490800	7097504	49.64	HV1002	982245.298	Ekki mælt áður
7490806	7097916	64.75	HV1401	982242.437	Ekki mælt áður
7490622	7096404	25.77	Vr-1223	982248.867	

Hæðir fengnar frá Gunnari Þorbergssyni og Guðmundi H. Vigfússyni 1996.



Mynd 1. Staðsetning fastmerkja þyngdarmælinga. Hringir sýna öll fastmerki þar sem hefur verið þyngdarmælt, en fylltir hringir sýna sérstaklega fastmerki þar sem þyngdarmæld var 1996. Stjörnur sýna staðsetningu borholna. UTM hnit í km.





Mynd 2. Þyngdarbreyting milli 1994 og 1996. UTM hnit í km.

### 3. ÞYNGDARBREYTINGAR

Í viðauka, aftast í skýrslunni, er sýnt með línuritum hvernig þyngd mælipunkta, mæld 1996, hefur breyst með tíma. Tekið hefur verið tillit til áhrifa hæðarbreytinga á mældu þyngd, en þau reiknast skv:

$$\Delta g = g_f + g_b$$

þar sem

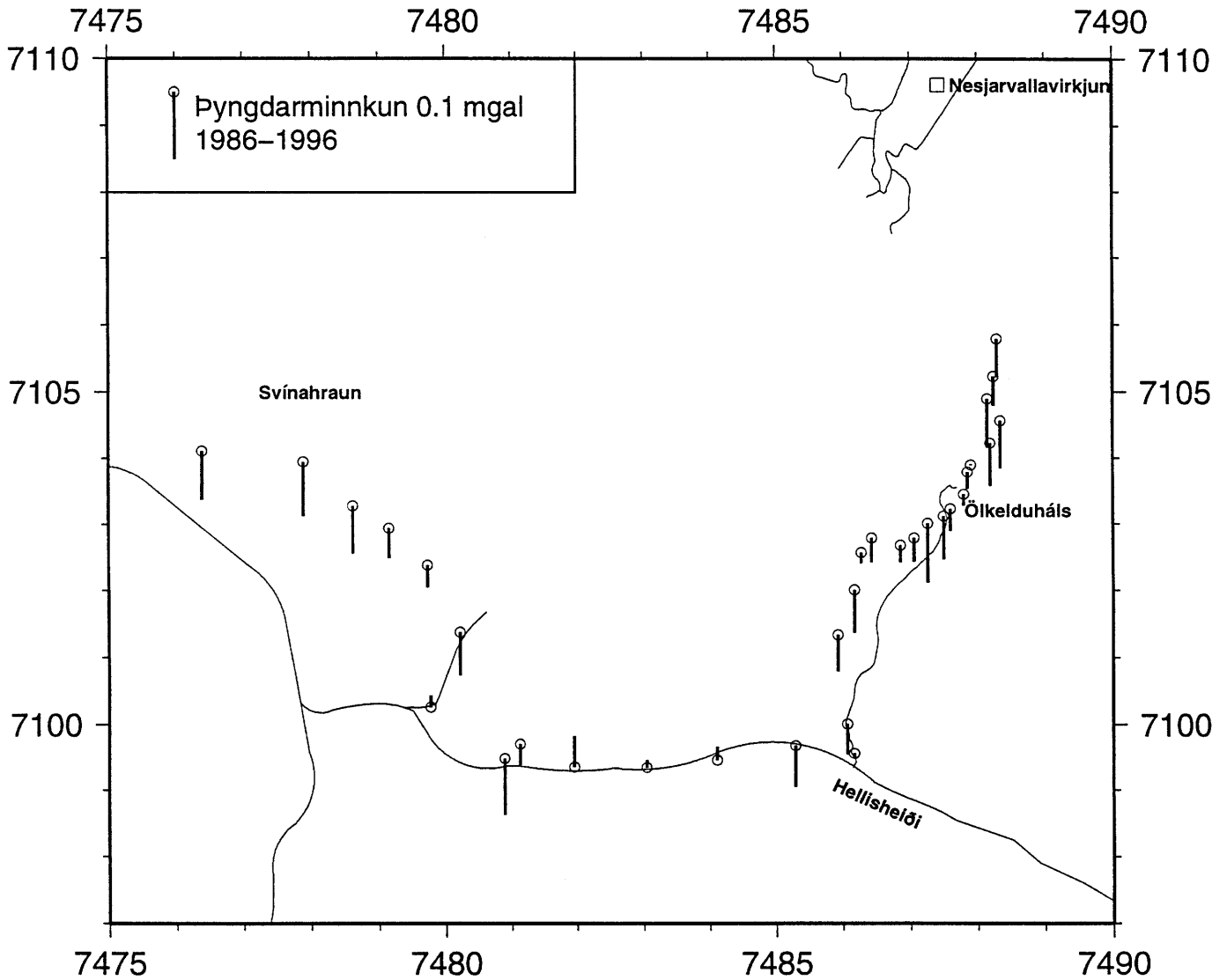
$$g_f = 0.3086 \cdot \Delta h \text{ (mgal)}$$

$$g_b = 0.04191 \cdot \sigma \cdot \Delta h \text{ (mgal)}$$

og  $\Delta h$  er hæðarbreytingin í m,  $\sigma$  er eðlismassi bergsins í  $\text{g/cm}^3$  ( $2.6 \text{g/cm}^3$ ),  $g_f$  (free air leiðrétting) er eingöngu vegna mismunandi hæðar frá massamiðju jarðar og  $g_b$  (bouguer-hellu leiðrétting) er vegna massamismunar undir mælistað. Þessi leiðrétting ( $\Delta g$ ) er ávallt innan við  $\pm 10 \mu\text{gal}$  ( $0.01 \text{mgal}$ ), sem er innan við mælióvissu, en hún er á bilinu  $10\text{-}50 \mu\text{gal}$ . Áður hefur verið gerð grein fyrir eldri þyngdarmælingum í skýrslum Orkustofnunar (Hjálmar Eysteinnsson 1996; og Gunnar Þorbergsson o.fl. 1993 (þ.e. mælingar frá 1992)).

Mynd 2 sýnir þyngdarbreytingar milli árána 1994 til 1996. Þar kemur fram að yfirleitt er lítilsháttar þyngdarhækkun á þessu tímabili. Á svæðinu frá Hellisheiði að Ölkelduhálsi eru breytingar innan skekkjumarka. Á Ölkelduhálssvæðinu mælist þyngdarhækkunin mest um  $100 \mu\text{gal}$  austast

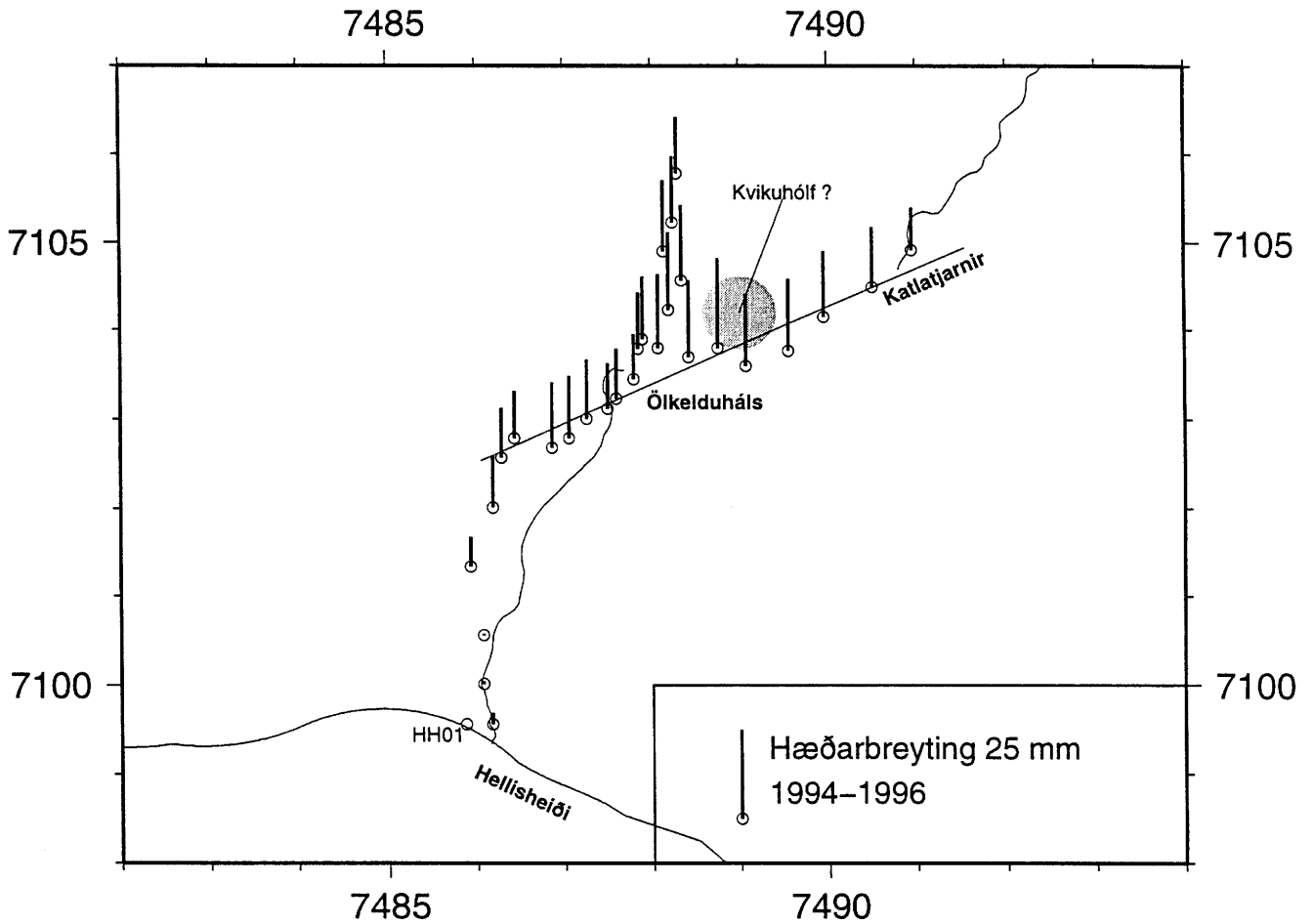
við Katlatjarnir og 80-90  $\mu$ gal vestan við Ölkelduháls. Á Ölkelduhálssvæðinu mælist þyngdarlækkun í þrem punktum. Í tveim þeirra, OS-7390 og OS-7391, er lækkunin um 50  $\mu$ gal, en eins og sjá má á línuritunum í viðaukanum virðist mæling þessara punkta frá 1994 vera í ósamræmi við mælingar nærliggjandi punkta. Hugsamleg skýring á misræmi þyngdarmunar milli 1994 og 1996 í þessum tveim punktum, samanborið aðra nærliggjandi punkta, gæti því verið ónákvæmni í mælingunum frá 1994.



Mynd 3. Þyngdarbreyting milli árána 1986 og 1996. UTM hnit í km.

Mynd 3 sýnir þyngdarbreytingar í mælipunktum sem mældir voru 1986 og 1996. Í flestum punktum lækkar þyngdargildið um 40-80  $\mu$ gal sem er í samræmi við niðurstöður fyrri mælinga um að almennt hafi þyngdarsviðið á Nesjavalla og Hengilsvæðinu lækkað um u.þ.b. 50  $\mu$ gal milli árána 1990 og 1994 (Hjálmar Eysteinnsson 1996).

Þyngdarbreyting á tímabilinu milli 1992 og 1996 í mælipunktum frá Hellisheiði (OS-HH51) og niður gamla Kambavegin eru á bilinu  $\pm 50$   $\mu$ gal sem er vart maktækt (sjá línurit í viðauka).

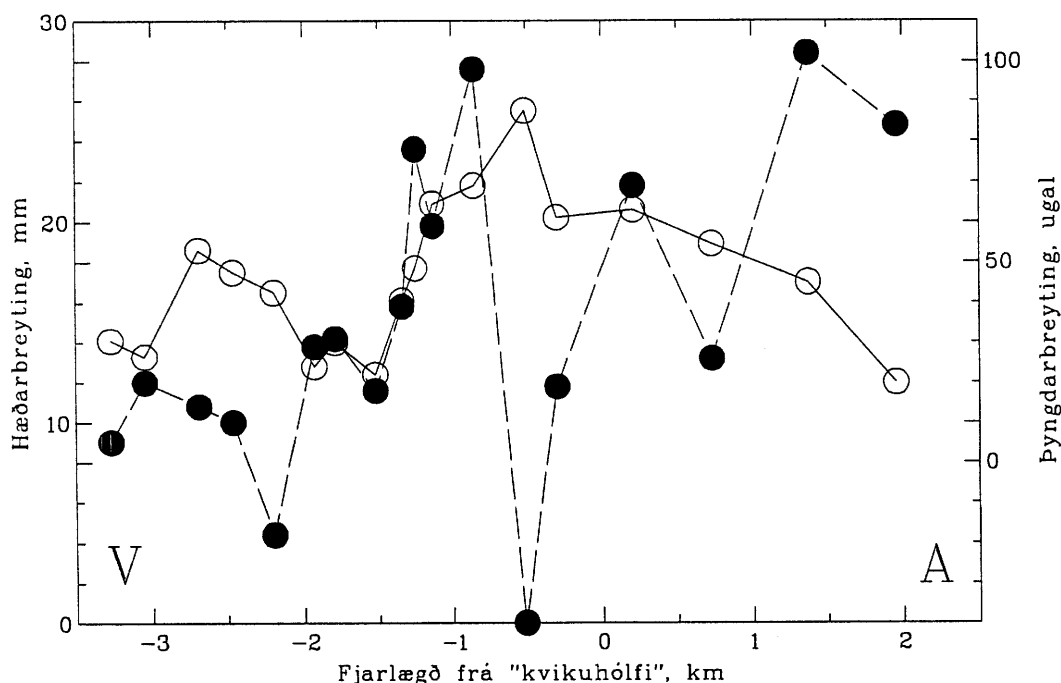


**Mynd 4.** Hæðarbreytingar milli árána 1994 og 1996, miðað við að engin breyting hafi orðið í punkti OS-HH01. Lína um Ölkelduháls sýnir staðsetningu sniðs á mynd 5. UTM hnit í km. (Endurteiknað frá Gunnari Þorbergssyni og Guðmundi H. Vigfússyni 1996).

#### 4. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

Þyngdarlækkunin milli árána 1986 og 1996 (mynd 3) er álíka mikil og almennt mælist milli árána 1990 og 1994 á Nesjarvallarsvæðinu (Hjálmar Eysteinnsson 1996, mynd 5). Á Ölkelduhálsi mælist hinsvegar almennt þyngdarhækkun milli árána 1994 og 1996, mest um 100  $\mu$ gal (mynd 2) þ.e. á sömu slóðum og landris mælist mest milli árána 1994 og 1996 eins og fram kemur á mynd 4. Hæðarbreytingarnar sem sýndar eru á mynd 4 gera ráð fyrir að hæð í vestasta punktinum (OS-HH01) hafi ekki breyst á þessu tímabili. Hinsvegar sýna hæðarmælingar að hæð í þeim punkti hefur hækkað um 15 mm milli árána 1992 og 1995 (Gunnar Þorbergsson og Guðmundur Vigfússon 1995), því verður að líta á hæðarbreytingarnar á mynd 4 sem afstæða hæðarbreytingu.

13 Jan 1997 HE  
xy V1.0



**Mynd 5.** Hæðar- (hringir) og þyngdarbreytingar (fylltir hringir) yfir Ölkelduháls frá 1994 til 1996. Lega sniðsins er sýnd á mynd 4.

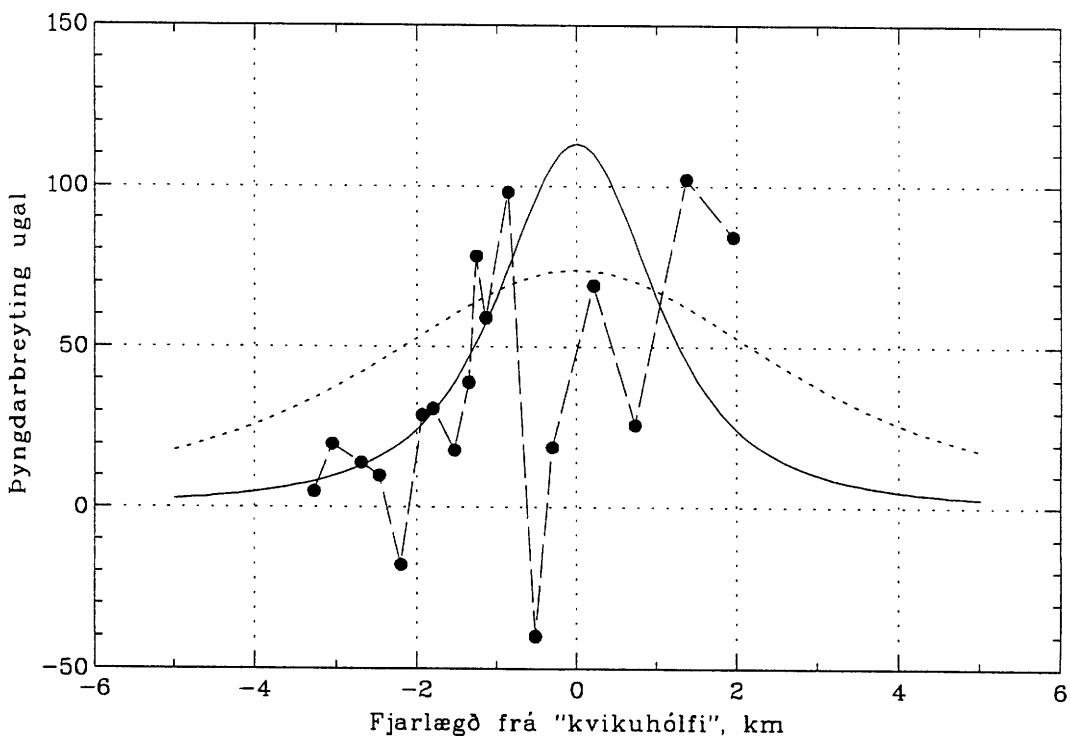
Á mynd 4 er einnig sýnd staðsetning hugsanlegs kvikuhólfs á 4 km dýpi undir Ölkelduhálsi samkvæmt túlkun á hæðarbreytingum milli 1994 og 1996 (Gunnar Þorbergsson og Guðmundur Vigfússon, 1996). Mestu þyngdarbreytingarnar koma fram í punktum sittvoru megin við staðsetningu hugsanlegs kvikuhólfs, en beint yfir því er óveruleg þyngdaraukning og jafnvel mælist þyngdarlækkun upp á 40  $\mu$ gal í OS-HH82, sem reyndar er rétt um óvissumörk. Þetta kemur betur fram á mynd 5 sem sýnir hæðar- og þyngdarbreytingarnar í sniði yfir Ölkelduháls.

Þyngdarbreytingu (lóðréttan þátt) vegna eðlismassafráviks kúlu (kvikuhólfs) á dýpi D má reikna samkvæmt:

$$\Delta g = \frac{4}{3} \pi R^3 G \delta \frac{D}{(x^2 + D^2)^{3/2}}$$

þar sem  $R$  er radíus kúlunnar,  $G$  er þyngdarkonstant jarðar,  $\delta$  eðlismassamismunur "kvikuhólfsins" og grannbergsins,  $D$  er dýpi á miðja kúlu og  $x$  er fjarlægð á yfirborði frá miðju kúlunnar. Ef  $D$  er 4 km eins og tókun hæðarmælinga segir til um, og  $\Delta g_{\max}$  er 100  $\mu\text{gal}$  eins og þyngdarbreytingar mælast mestar fæst  $\delta R^3 \approx 57 \cdot 10^9$ . Ef nú er gert ráð fyrir að rúmmálsaukningin í kvikuhólfinu sé jöfn rúmmáli þess lands sem risið hefur (eða af sömu stærðargráðu) fæst að  $R=63$  m, þ.a.  $\delta$  þarf að vera  $23000\text{kg/m}^3$ , sem er að minnsta kosti tveim stærðargráðum hærra en búast mætti við. Því er ekki hægt að skýra þyngdarhækkunina með rúmmálsaukningu í kvikuhólfi. Hinsvegar má leika sér að því að reikna hveru mikla rúmmálsaukingu þarf í kvikuhólfi á 4 km dýpi til að skýra mældu þyngdarhækkun með því að nota líkleg gildi á  $\delta$  t.d.  $100\text{kg/m}^3$ . Þá fæst að að radíus kúlunnar þarf að vera um 750 m. Svörun slíks líkans er sýnd á mynd 6 (punktaferill) samanborið við mældu gögnin. Áhrif slíks líkans gefur breiðari "bjöllu feril" en mælingar sýna. Ef reynt að fella svörun kúlulíkans að þeim hluta mæliferilsins sem er nokkuð samfelldur, þ.e. vestari hluta mælipunkta á mynd 5, verður kúlan að vera á um 1.5 km dýpi. Svörun slíks líkans er sýnd á mynd 6 (heildreginn ferill).

13 Jan 1997 HE  
xy V1.0



**Mynd 6.** Mæld þyngdarbreyting yfir Ölkelduháls (hringir) milli 1994 og 1996 (sbr. mynd 5), ásamt þyngdarsvörun kúlu (kvikuhólfs) annarsvegar á 4 km dýpi ( $R=750$  m,  $\delta=100\text{kg/m}^3$ ; puktaferill) og hinsvegar á 1.5 km dýpi ( $R=450$  m,  $\delta=100\text{kg/m}^3$ ; heildreginn ferill).

Eins og áður segir er ekki hægt að skýra þyngdarhækkunina á Ölkelduhálsi með rúmmálsaukningu kvikuhólfs þar sem kvikan er eðlisþyngri en grannbergið. Til þess eru hæðarbreytingarnar of litlar og eins sýnir lögun þyngdarbreytingaferilsins á mynd 5 aðra hegðun en búast mætti við eins og fram kemur á mynd 6, einknum í puktum næst Ölkelduhálsi þ.e. í fjarlægð minna en 1 km

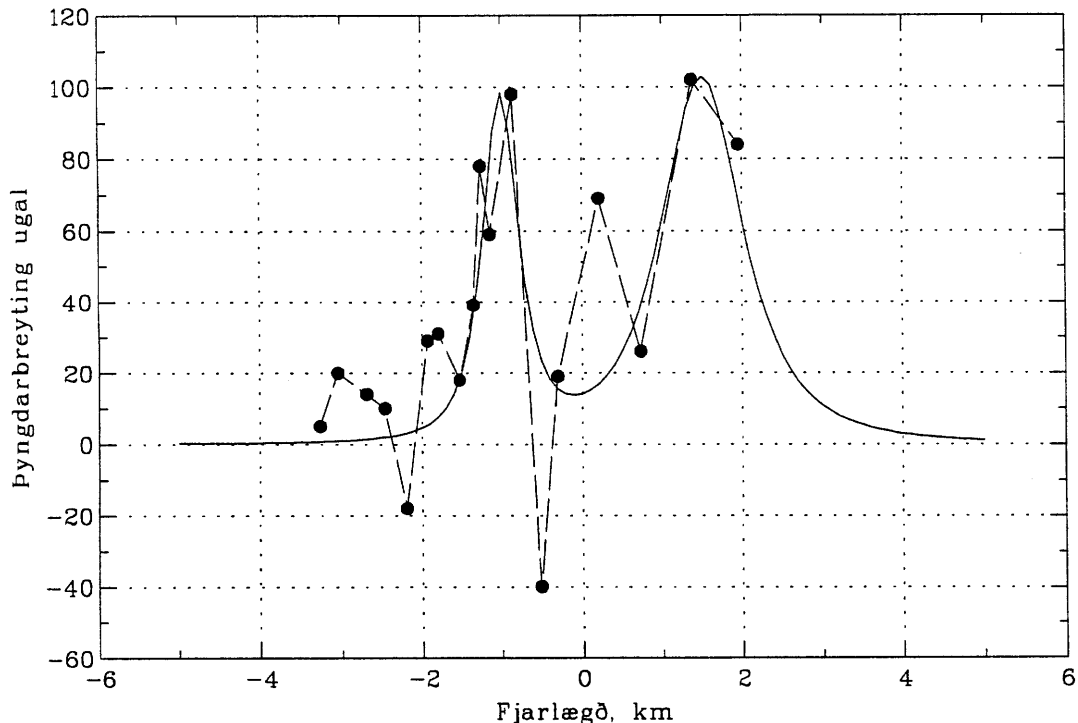
frá láréttri staðseningu kvikuhólfsins.

Lögun ferilsins á mynd 5 bendir eindregið til þess að orsök þyngdarbreytinganna sé á tiltölulega litlu dýpi. Til dæmis mætti skýra þyngdarbreytingarnar á mynd 5 að mestu með tveim kúlum, annarsvegar aðra á 350 m dýpi og í 1 km láréttri fjarlægð vestan við staðseningu kvikuhólfsins á mynd 4, og hinsvegar hina á 800 m dýpi og í 1.5 km láréttri fjarlægð austan við kvikuhólfið á mynd 4. Svörun slíks líkans er sýnd á mynd 7.

Líklegast verður að telja að orsök þyngdarbreytinganna á Ölkelduhálsi stafi fyrst og fremst af grunnstæðum massabreytingum (< 1 km). Helst kemur til greina að vatn hafi fyllt porur þar sem áður var gufa. Ef gert er ráð fyrir 20% poruhluta væri fæst í slíku dæmi að  $\delta \approx 850 \text{ t} / 0.2 = 170 \text{ kg/m}^3$ , eins og notað er í líkaninu sem gefur þyngdarsvörunina á mynd 7. Slíkt gæti hafa gerst í kjölfar skjálftavirkninnar á síðustu árum þar sem bergið brotnar og grunnvatn nær að kæla bergið og koma í stað gufu. Einnig gæti borun holunnar á Ölkelduhálsi árið 1995 hafa haft áhif á hlutfall rúmmáls vatns og gufu á þessu svæði.

Orsök hæðarbreytinganna gæti samt sem áður verið aukið rúmmál kvikuhólfs á 4 km dýpi, en þyngdaráhrif þeirra væru hverfandi miðað við mældar breytingar.

13 Jan 1997 HE  
xy V1.0



**Mynd 7.** Mæld þyngdarbreyting yfir Ölkelduháls (hringir) milli 1994 og 1996, ásamt þyngdarsvörun líkans þar sem annar svegar er gert ráð fyrir kúlu á 350 m dýpi og í -1 km fjarlægð frá núllpunkti lárétta ássins ( $R=135 \text{ m}$ ,  $\delta=170 \text{ kg/m}^3$ ) og hins vegar annarri kúlu á 800 m dýpi og í 1.5 km fjarlægð frá núllpunkti ( $R=240 \text{ m}$ ,  $\delta=170 \text{ kg/m}^3$ ).

## 5. HEIMILDIR

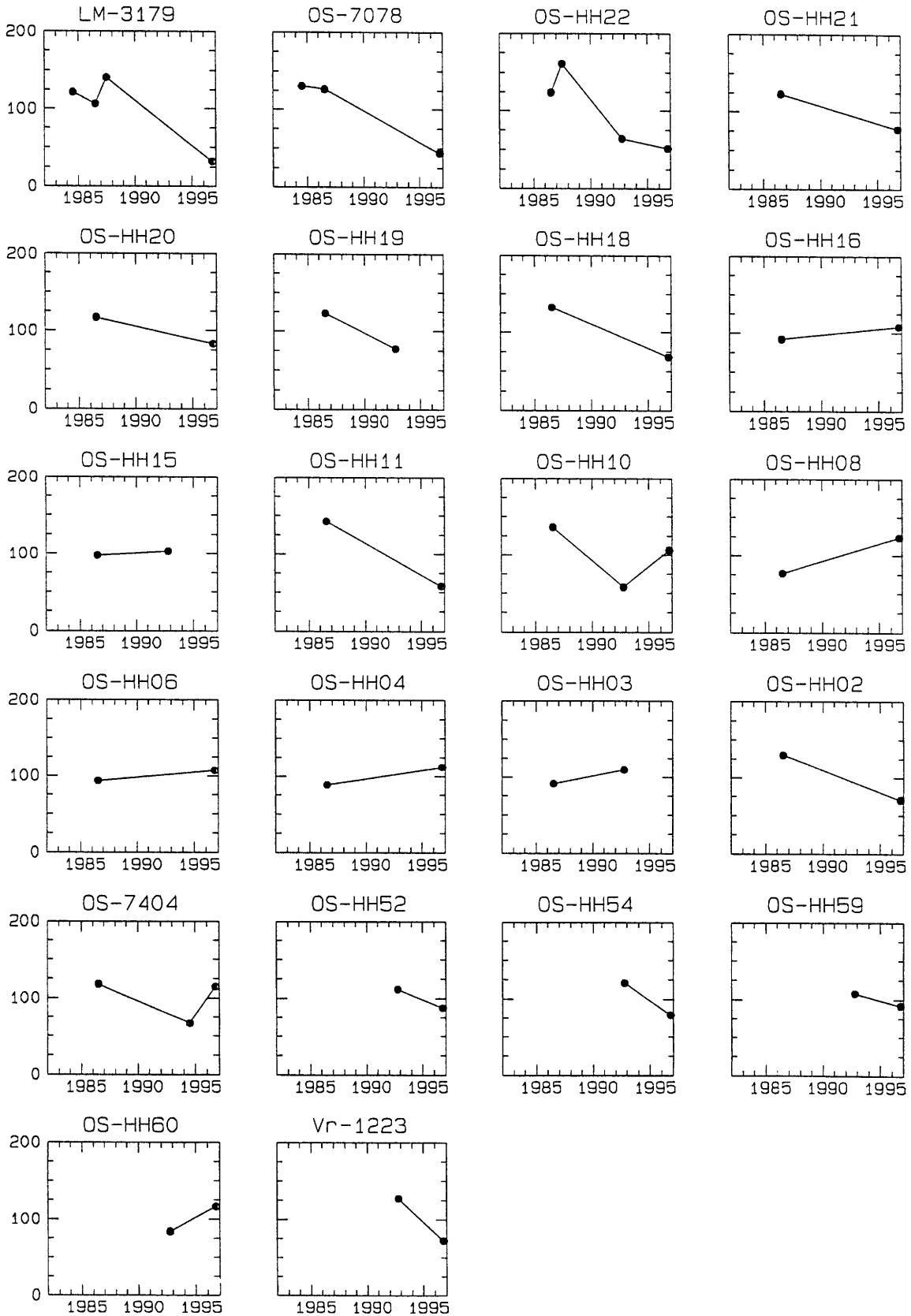
- Freysteinn Sigmundsson, Páll Einarsson, Sigurður Th. Rögnvaldsson, G. R. Foulger, K. M. Hodginson og Gunnar Þorbergsson, 1996. 1994-1995 Seismicity and Deformation at the Hengill Triple Junction, Iceland: Triggering of Earthquakes by a Small Magma Injection in a Zone of Horizontal Shear Stress. Handrit sent til byrtingar í *Journal of Geophysical Research*, july, 1996
- Gunnar Þorbergsson, Ingvar Þór Magnússon, og Guðmundur Pálmason, 1990. Þyngdarmæligögn og þyngdarkort af Íslandi. *Orkustofnun, OS-90001/JHD-01, 50 s.*
- Gunnar Þorbergsson, Guðmundur H. Vigfússon, 1993. Hæðarmælingar Orkustofnunar og Vega-gerðar ríkisins frá Reykjavík til Selfoss 1992. Unnið fyrir Landmælingar Íslands. *Orkustofnun OS-93057/VOD-10 B, 72 s.*
- Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1994. Nesjavallaveita. Landmælingar á Nesjavöllum og Hengilsvæði 1992-1994. *Orkustofnun OS-94036/VOD-05 B, 50 s.*
- Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1995. Nesjavallaveita. Fallmæling á Hellisheiði og Kömbum 1995. *Orkustofnun OS-95049/VOD-07 B, 7 s.*
- Gunnar Þorbergsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1996. Nesjavallaveita. Fallmæling yfir Ölkelduháls og í Hveragerði 1996. *Orkustofnun OS-96036/VOD-06 B, 17 s.*
- Hjálmar Eysteinnsson 1996: Þyngdarmælingar á Nesjavöllum og Hengilsvæði 1994. (Samvinnuverkefni Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar). *Orkustofnun, OS-96015/JHD-08 B, 22 s.*
- Tamura, Y., 1987. A harmonic development of the tide generating potential. *Bulletin d'Informations Marees Terrestres no. 99, 6813-6855.*

## **VIÐAUKI**

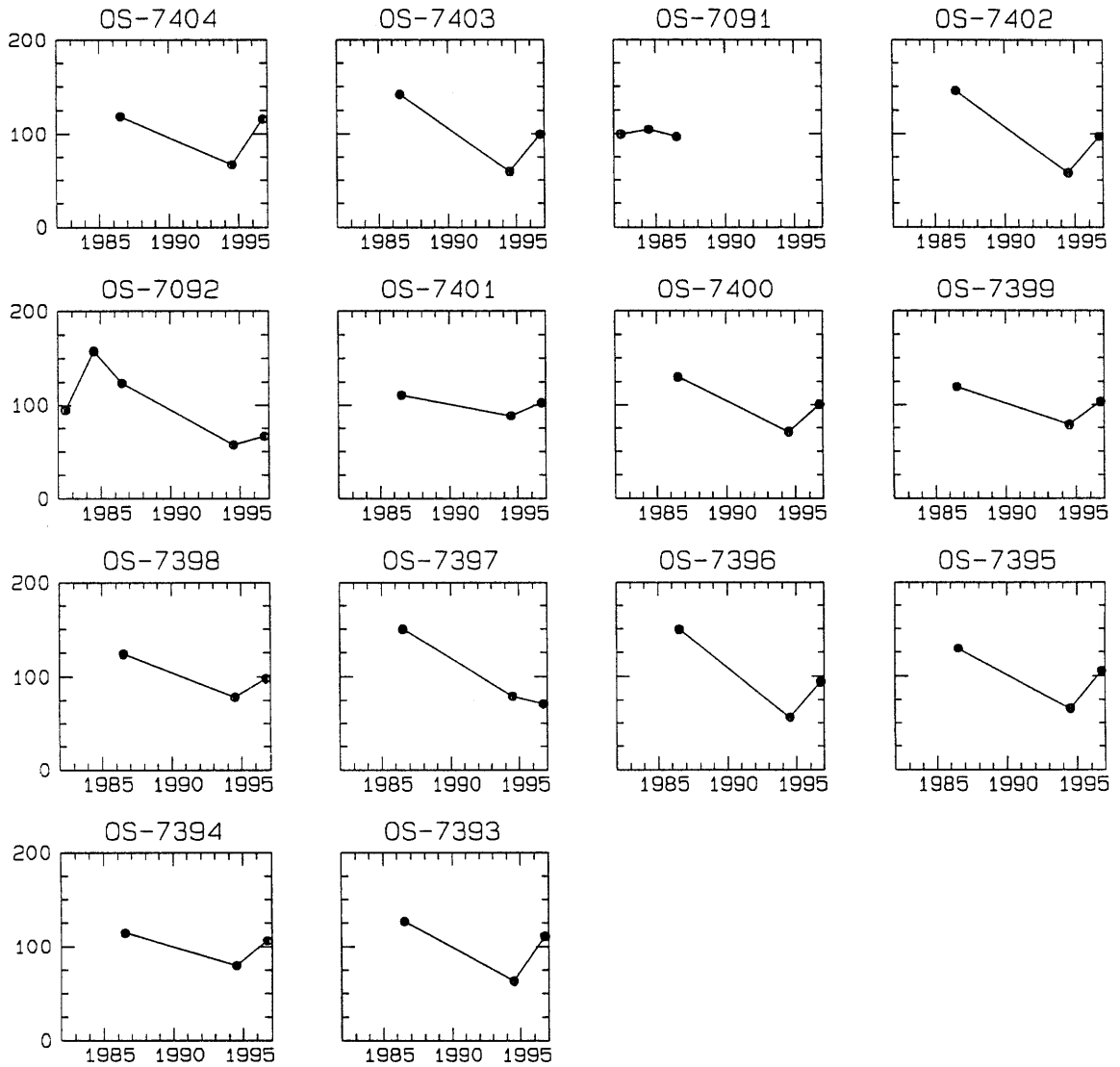
Þyngd sem fall af tíma í mælipunktum mældum 1996 og þar sem mælt hefur verið oftar en einu sinni. Kvarði lóðrétts áss er í  $\mu\text{gal}$ , þar sem meðaltal þyngdar allara mæliára í hverju fastmerki er sett í 100  $\mu\text{gal}$ .



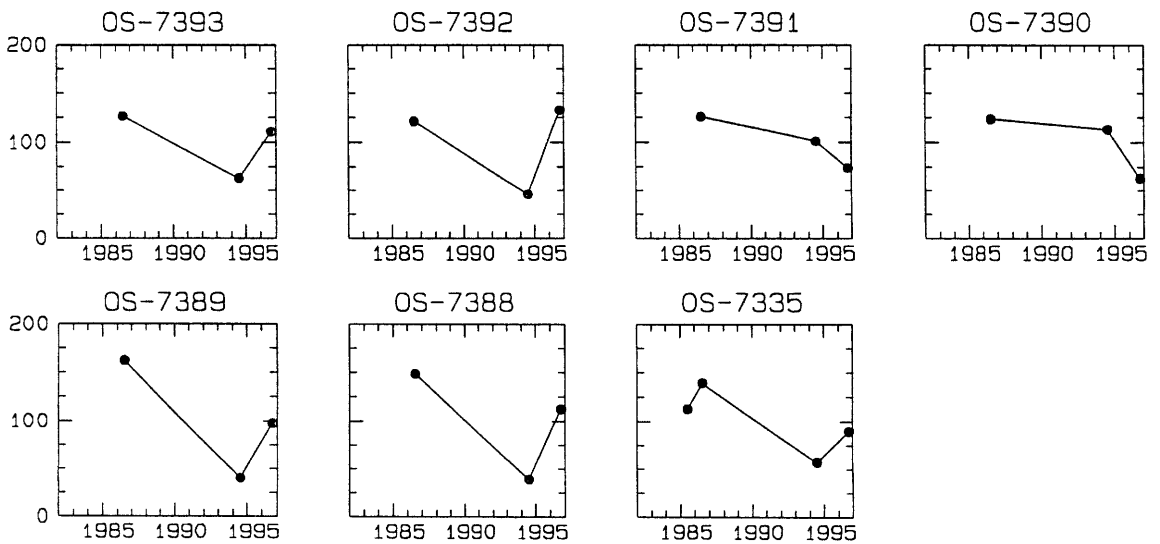
## Svínahraun-Hellisheiði-Hveragerði



## Hellisheiði-Ölkelduháls



## Ölkelduháls-Þverárdalur



## Ölkelduháls-Katlatjarnir

