



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**Hjálmar Eysteinnsson**

**Hæðar- og þyngdarmælingar á  
utanverðum Reykjanesskaga 1992**

Samvinnuverkefni Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar

**OS-93029/JHD-08**

Reykjavík, júní 1993



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 760 221  
[/os/pi/jhd.os/maelingar.jel/reyknes.t](http://os/pi/jhd.os/maelingar.jel/reyknes.t)

**Hjálmar Eysteinnsson**

## **Hæðar- og þyngdarmælingar á utanverðum Reykjanesskaga 1992**

**Samvinnuverkefni Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar**

**OS-93029/JHD-08**

**Reykjavík, júní 1993**

**ISBN 9979-827-22-X**



## ÁGRIP

Sumarið 1992 var hæðar- og þyngdarmælt í öllu mælinetinu á utanverðum Reykjanesskaga. Áður eða allt frá 1975 hafði Orkustofnun mælt af og til hluta mælisvæðisins. Með mælingunum 1992 var í fyrsta sinn farið yfir allt mælisvæðið á einu og sama sumrinu.

Tilgangur þessara mælinga er að fylgjast með umhverfisáhrifum vegna vinnslu úr jarðhitakerfunum í Svartsengi og á Reykjanesi. Þegar jarðhitavökva er dælt upp úr jörðinni minnkar þrýstingur og veldur samþjöppun bergsins og landsigi. Ef jarðhitavökvinn nær ekki að endurnýjast nægjanlega hratt veldur það lækun í þyngdarsviði. Því gefa þessar mælingar mikilvægar upplýsingar um ástand og stærð jarðhitakerfisins.

Niðurstöður mælinganna sýna að land heldur áfram að síga á um 100 km<sup>2</sup> svæði, mest um 1 cm á ári við vinnslusvæðið í Svartsengi. Mesta sig er 155 mm frá 1976 (SNH2). Einnig kemur fram landsig við Sjóefnavinnsluna á Reykjanesi, sem er innan við 1 cm á ári. Sýnt er fram á að landhæðarbreytingar eru í beinu hlutfalli við þrýsting í borholum, þannig að hæðarbreytingarnar endurspeglar almenna þrýstibreytingu á svæðinu. Þyngdarmælingarnar sýna óverulegar breytingar.

## EFNISYFIRLIT

	bls.
ÁGRIP	3
1. INNGANGUR	5
2. HÆÐARBREYTINGAR	5
3. ÞYNGDARBREYTINGAR	12
4. NIÐURSTÖÐUR	15
5. HEIMILDIR	15
ENGLISH SUMMMARY	16
VIÐAUKI A: Mæliniðurstöður hæðarmælinga	17
VIÐAUKI A: Mæliniðurstöður þyngdarmælinga	35

## MYNDASKRÁ

Mynd	bls.
1 Staðsetning fastpunkta	6
2 Meðaltal landsigs fyrir tímabilið 1975-1992	7
3 Meðaltal landsigs á Svartsengissvæðinu fyrir tímabilin 1975-1982, 1981-1987, og 1985-1993	8
4 Meðaltal landsigs eftir NS og AV línum gegnum Svartsengissvæðið, fyrir tímabilin 1975-1982, 1981-1987 og 1985-1992	9
5 Hæðarbreytingar á Reykjanesi milli árana 1983 og 1992, mm/ár	10
6 Samband þrýstings í borholum í Svartsengi og hæðar í punkti SNH2	11
7 Þrýstingur í borholum á vinnslusvæðinu í Svartsengi síðustu fimm árin	11
8 Meðalþyngdarbreyting á tímabilinu 1976-1992, µgal/ár	13
9 Meðalþyngdarbreyting eftir þrem línum í gegnum mælisvæðið	14
10 Viðauki A: Hæð sem fall af tíma í sérhverjum mælipunkti	24-33
11 Viðauki B: Þyngd sem fall af tíma í sérhverjum mælipunkti	45-53

## TÖFLUSKRÁ

Tafla	bls.
1 Viðauki A: Mæld hæð í sérhverjum punkti	19-23
2 Viðauki B: Mæld þyngd í sérhverjum punkti	37-44

## 1. INNGANGUR

Í samvinnu við Hitaveitu Suðurnesja mældi Orkustofnun sumarið 1992 landhæð og þyngdarhröðun í um 200 punktum á utanverðum Reykjanesskaga (sjá mynd 1). Tilgangur þessara mælinga er að fylgjast með hæðar- og þyngdarbreytingum sem verða við vinnslu á jarðhitasvæðunum í Svartsengi og Eldvörpum og á Reykjanesi.

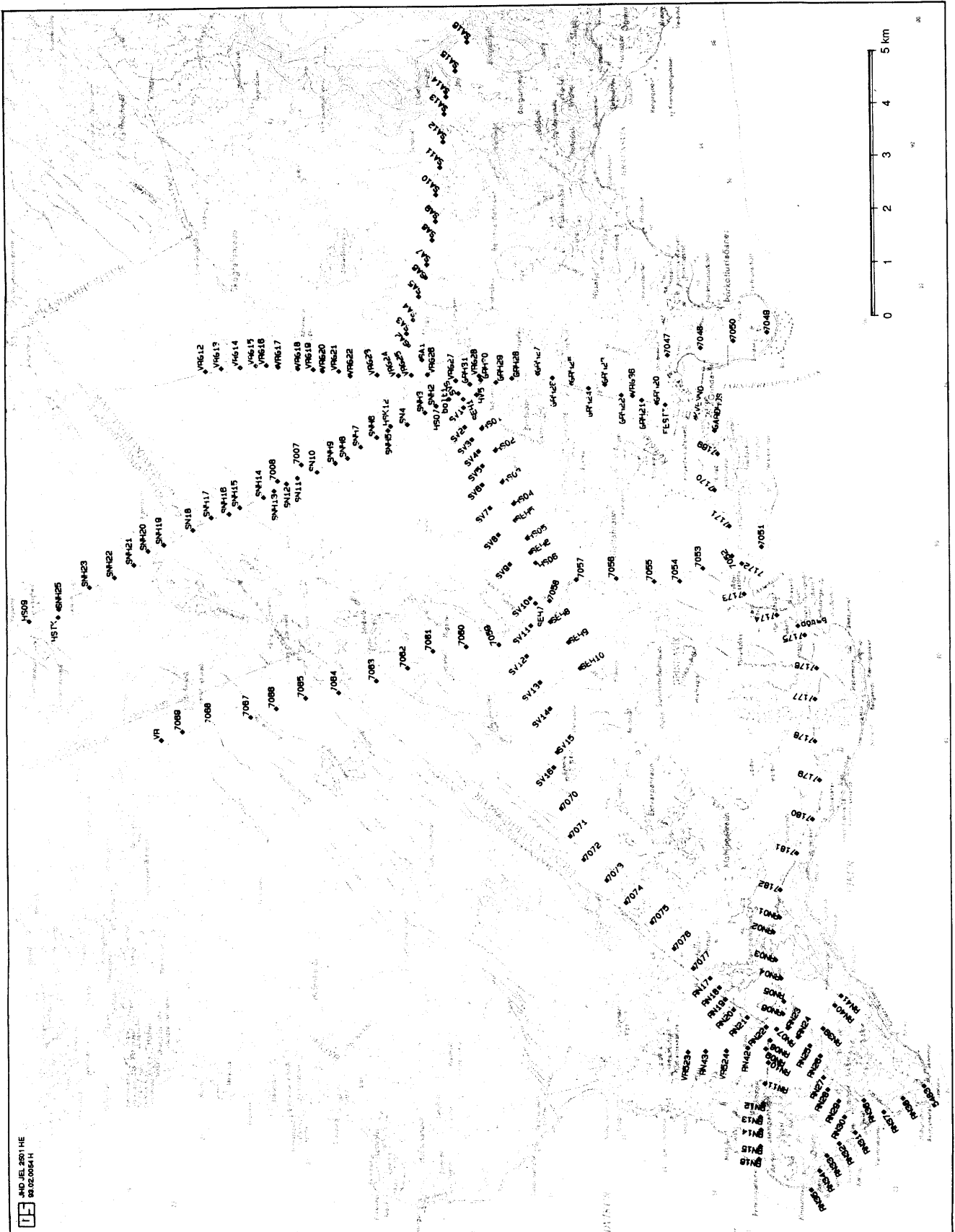
Við vinnslu úr jarðhitakerfinu í Svarsengi hefur þrýstingur í því farið minnkandi (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991). Við það leggjast sprungur og aðrar glufur í berginu saman að hluta til. Það leiðir til þess að land sígur með tímanum. Mælingar sýna að landhæðarbreytingarnar eru í beinu hlutfalli við þrýstifall jarðhitakerfisins og endurspegla því útbreiðslu þrýstifallsins. Með landhæðarmælingum fást því veigamiklar upplýsingar um þrýstifallið sem fall af fjarlægð frá vinnsluholum sem annars er einungis hægt að fá með borholum. Ef jarðhitavökvi nær ekki að endurnýjast nægjanlega hratt vegna vinnslu á svæðinu, veldur það almennri lækkun vatnsboðs sem þýðir annarsveggar að þyngdarsvið lækkar, og hinsvegar frekari samþjöppun bergs sem aftur veldur frekara sigi. Þyngarmælingarnar gefa því upplýsingar um heildarmassatöku af svæðinu þ.e. mismun þess jarðhitavökva sem dælt er af svæðinu og innstreymi á svæðið. Slíkar hæðar- og þyngdarbreytingar hafa verið mældar víða erlendis við virkjun háhitasvæða, t.d. á Wairakei svæðinu á Nýja Sjálandi. Þar hefur mælst allt að 9 metra landsig og þyngdarlökkun upp á 1 mgal (Allis og Hunt 1986).

Hæðar- og þyngdarmælingar hafa verið gerðar á utanverðum Reykjanesskaga með nokkurra ára bili frá 1975, og hafa að hluta verið endurmælingar en að hluta mælingar á nýjum línum. Þannig hefur mælinetið í heild verið mælt í áföngum. Mælingar á þyngd hafa ekki alltaf verið gerðar samtímis landhæðarmælingum. Þetta er óheppilegt fyrirkomulag sem veldur erfiðleikum við að meta gögnin. Að tillögu Orkustofnunnar var ákveðið að breyta þessu fyrirkomulagi þannig að allt mælinetið er mælt sama sumarið en látið líða lengra á milli mælinga t.d. 6 ár, nema vart verði snögggra breytinga við jarðhræringar (Hjálmar Eysteinnsson o.fl. 1991).

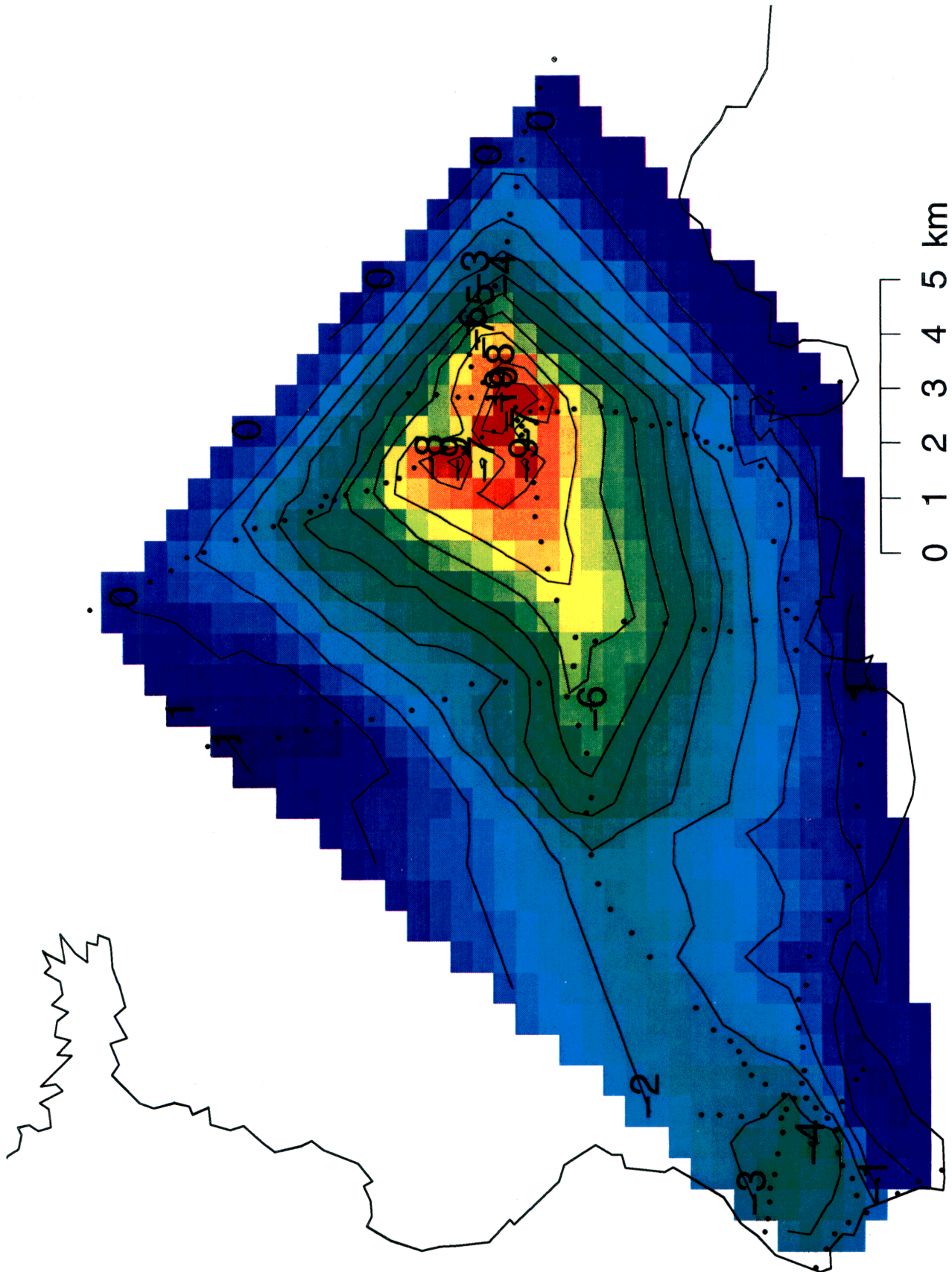
## 2. HÆÐARBREYTINGAR

Tafla 1 í viðauka A sýnir mælda hæð í mælinetinu frá 1975 til 1992. Allar hæðir, utan mælinga frá 1979 og 1986, eru miðaðar við hæð í punkti SNH25 sem er nyrst á svæðinu (sjá mynd 1). Mælingar frá 1979 eru miðaðar við punkt SA16 eins og hann var mældur 1982, en það ár var SA16 tengdur við SNH25. Mælingar frá 1986 eru miðaðar við meðaltal hæðar í punkti 7052 eins og hann var mældur 1982 og 1983 (Guðmundur Vigfússon, munnlegar upplýsingar). Hæðir sem fall af tíma fyrir alla mælistaðina eru teiknaðar aftan við töflu 1 í viðauka A.

Mynd 2 sýnir meðalsig á ári á öllu mælisvæðinu. Þar kemur fram flöng sigdæld með mesta sigi á miðju vinnslusvæðinu í Svartsengi eða 10 mm á ári. Einnig mælist landsig eftir Reykjnesskaganum út á Reykjanestá sem svarar til 2-4mm á ári. Sigdældin í kringum Svartsengi nær frá Náttthagakrika í austri og vestur fyrir Eldvörp. Það sýnir að jarðhitakerfin í Svartsengi og Eldvörpum eru samtengd. Samskonar samtenging sést einnig í þrýstimælingum í borholum (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991), og eins í viðnámsmælingum (Lúðvík S. Georgsson og Helga Tulinius 1983; Lúðvík S. Georgsson 1991).

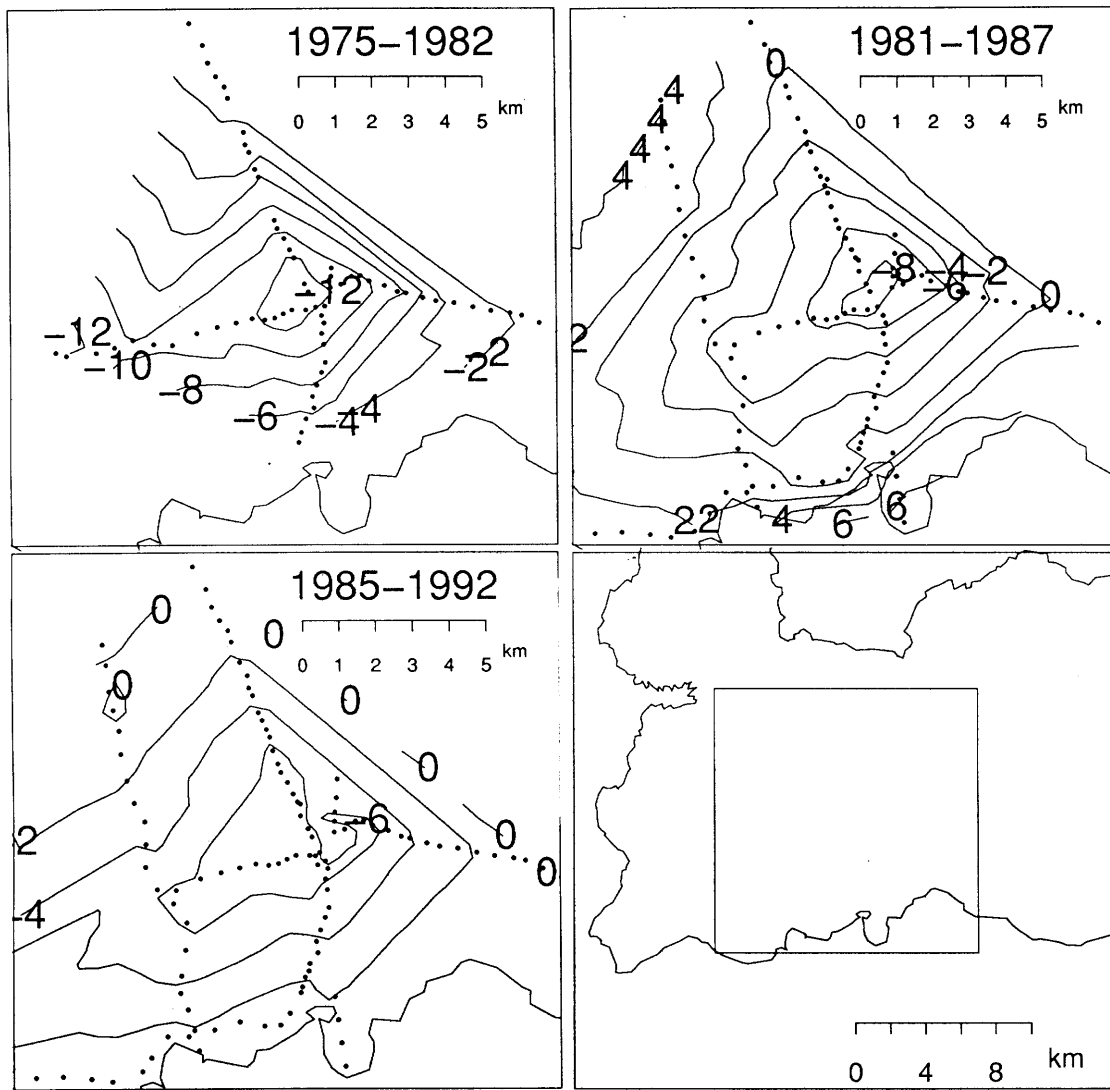


Mynd 1. Staðsetning fastpunkta fyrir hæðar- og þýngdarmælingar á utanverðum Reykjaneskaga.



**Mynd 2.** Meðalhæðarbreytingar (mm/ár) á utanverðum Reykjaneskaga frá upphafi mælinga til 1992. Deplar sýna staðsetningu mælipunkta.

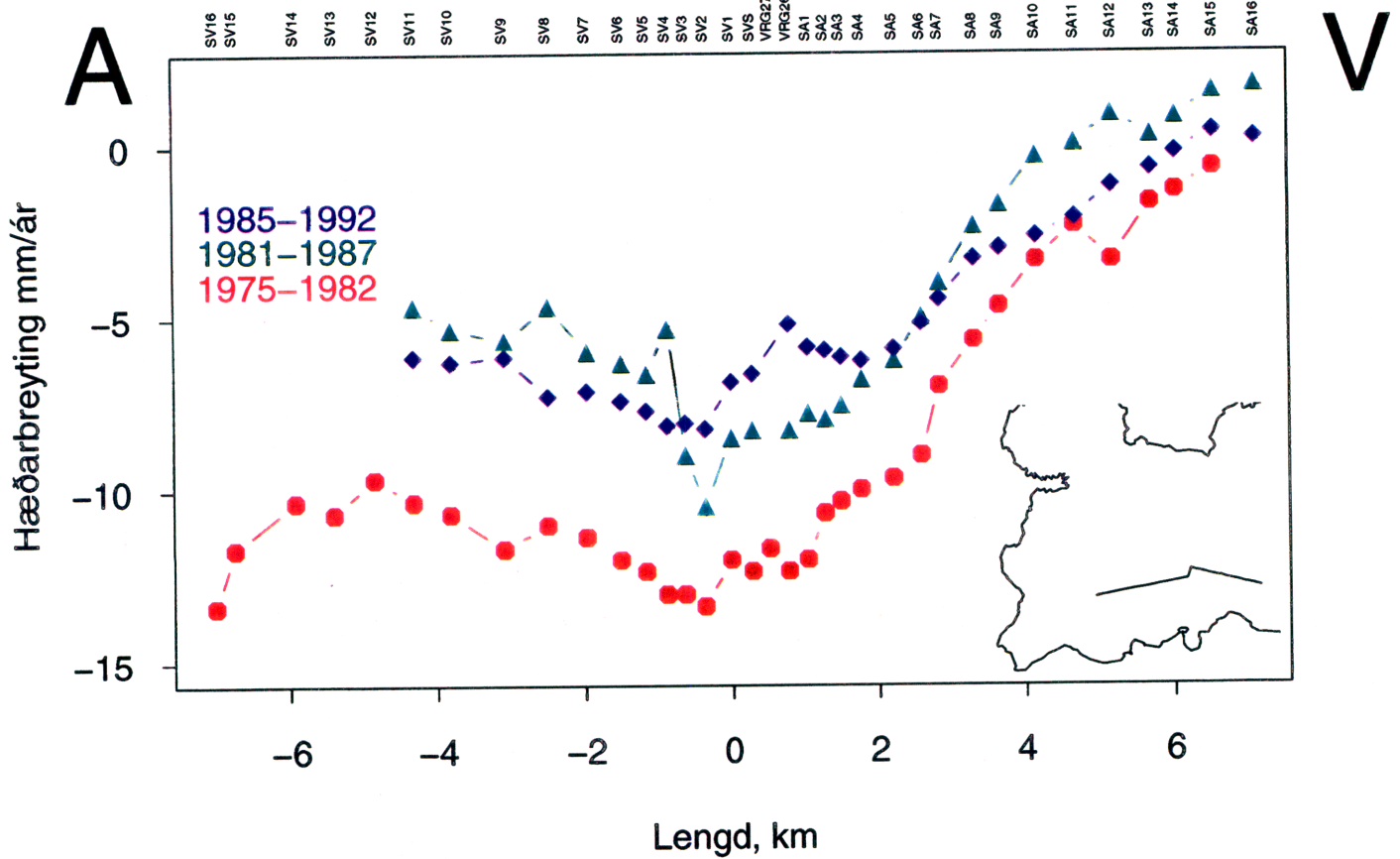
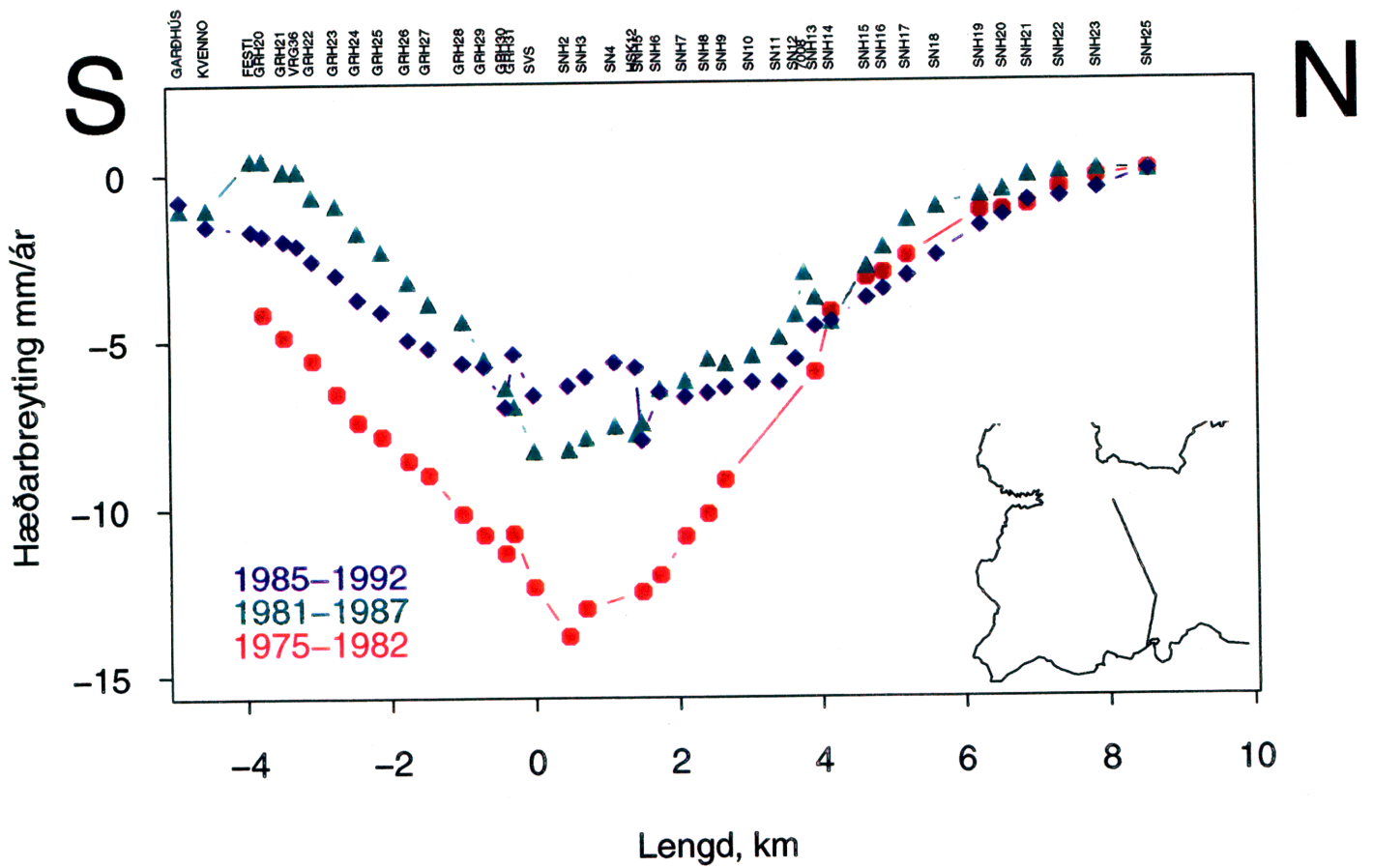




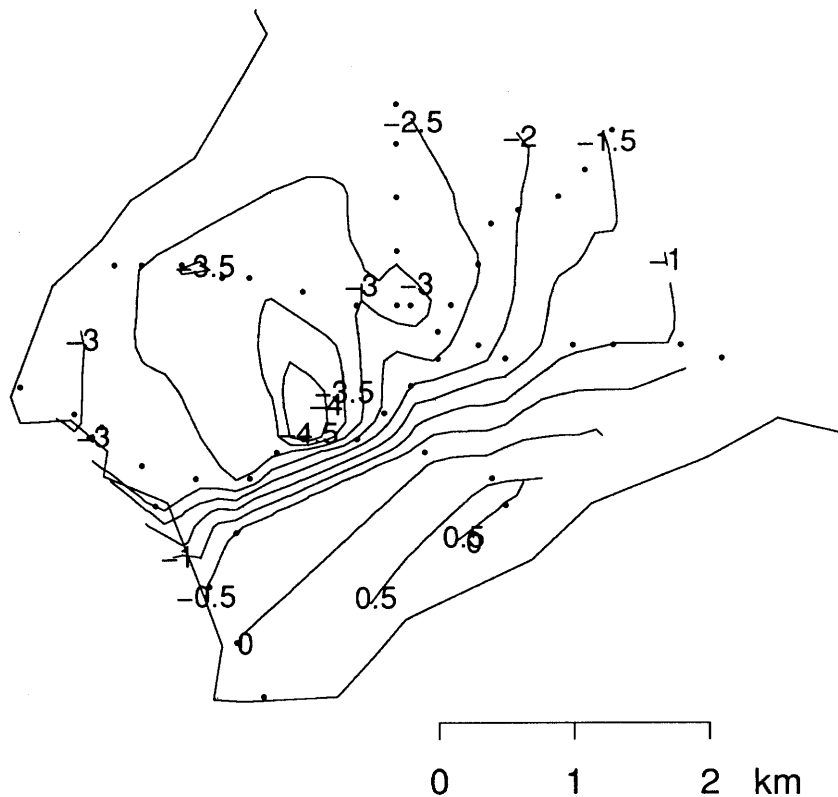
**Mynd 3.** Meðallandsig í mm á ári á Svartsengissvæðinu fyrir tímabilin 1975-1982, 1981-1987, og 1985-1993, mmlár. Deplar sýna staðsetningu mælipunkta.

Mynd 3 sýnir jafnsigslínur í Svartsengi fyrir tímabilin 1975-1982, 1981-1987 og 1985-1992. Þar kemur fram að sighraðinn hefur farið minnkandi. Á árunum frá 1975 til 1982 var mesta sig 14 mm á ári, 8 mm á ári fyrir annað tímabilið og 7 mm á ári á milli árana 1987 og 1992. Svartsengissigdældin hafði í upphafi A-V stefnu en á seinni árum hefur hún snúist meira í NA-SV, sem er ríkjandi sprungustefna. Á mynd 4 er sýndur meðalsighraðinn fyrir sömu tímabil, teiknað eftir NS og AV línun í gegnum vinnslusvæðið í Svartsengi. Á myndinni sést vel hvernig dregið hefur úr sighraða frá því að vinnsla hófst á svæðinu 1976, og er sighraði á tímabilunum 1981-1987 og 1985-1992 nokkurn vegin sá sami.

Ef gert er ráð fyrir að líkja megi landsiginu umhverfis vinnslusvæðið í Svartsengi sem kúluhluta með 5 km radíus og mesta sig er 1 cm/ári, þá má reikna út að heildarrúmmál sem þjappast saman vegna sigsins sé  $0.4 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3/\text{ári}$ , eða um  $7 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$  frá 1975. Ef gert er ráð fyrir að þessi samþöppun komi fram í kúluhluta sem ná niður á eins km dýpi í miðjunni, og með 5 km radíus þá þýðir þetta um 0.02% breytingu í poruhluta.



Mynd 4. Meðalhæðarbreytingar eftir NS og AV línunum gegnum Svartsengissvæðið, fyrir tímabilin 1975-1982, 1981-1987 og 1985-1992.

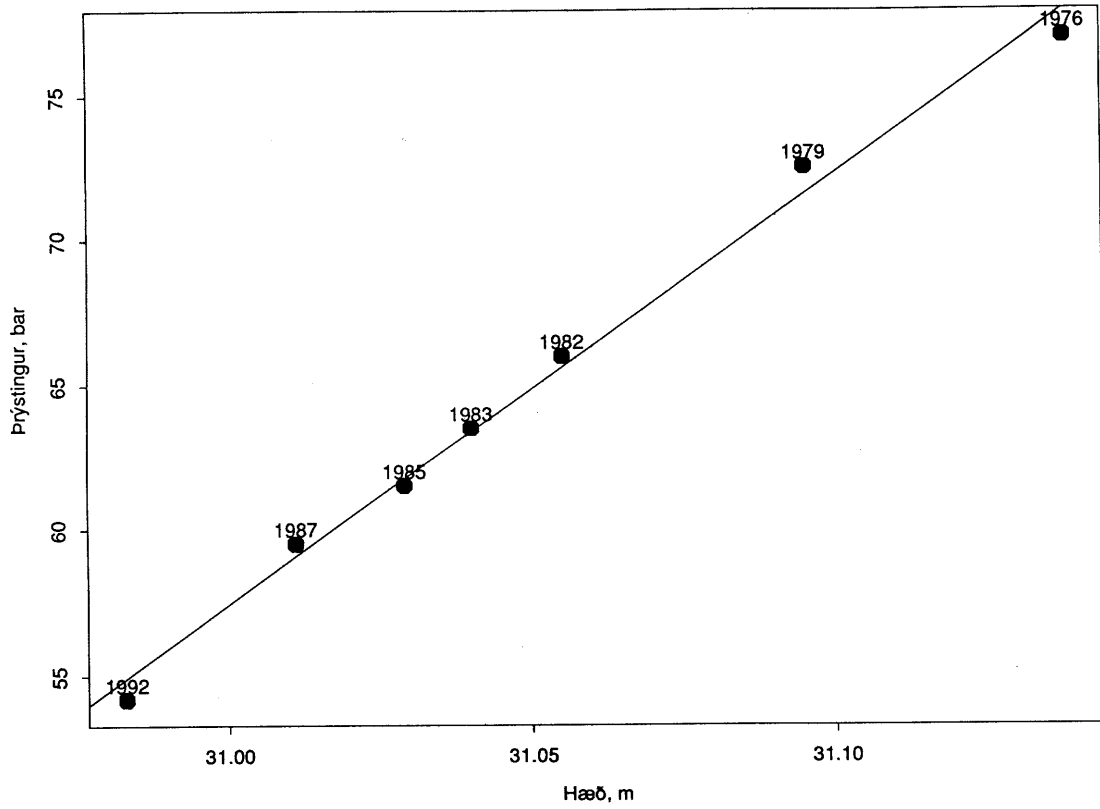


Mynd 5. Hæðarbreytingar á Reykjanesi milli árunna 1983 og 1992, mml/ár. Deplar sýna staðsetningu mælipunkta.

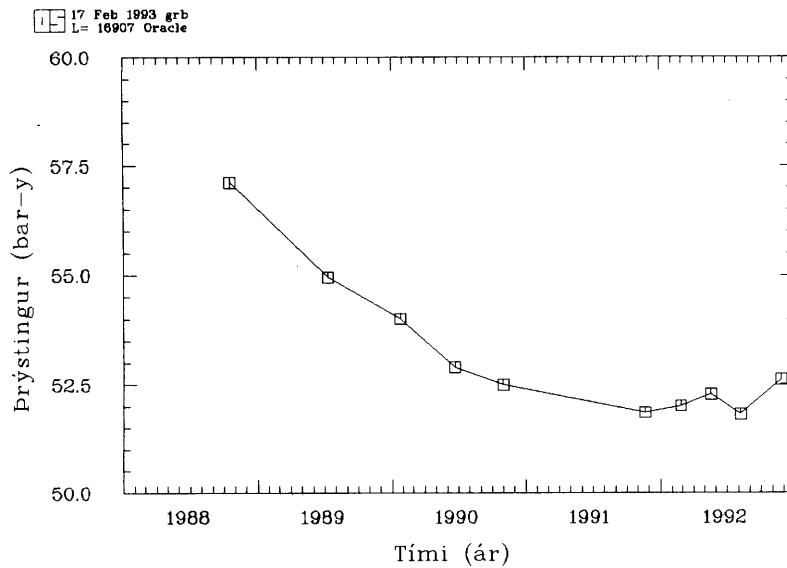
Mynd 5 sýnir hæðarbreytingar umhverfis Sjóefnavinnsluna milli árunna 1983 og 1992, 1 mm á ári. Þar kemur fram umtalsvert sig eða um 5 mm á ári þar sem það er mest, sem er svipað og núverandi sikhraði í Svartsengi en sigið er þó á mun afmarkaða svæði. Miðja mesta sigs er um 1 km suðvestan við Sjóefnavinnsluna. Á þessu svæði hefur verið mælt þrisvar og mældist fyrst landris milli árunna 1983 og 1986 en landsig milli 1986 og 1992. En eins og áður hefur komið fram voru mælingar frá 1986 ekki miðaðar við fastpunkt SNH25 eins og allar aðrar mælingar (fyrir utan mælingar frá 1979) heldur við punkt 7052, og auk þess var aðeins mælt í um þriðjungi mælipunkta á þessu svæði það árið. Því eru mælingar frá 1986 ekki teknar með á mynd 5.

Þar sem hæðarbreytingarnar eru mestar, þ.e. í kringum Svartsengi og Sjóefnavinnsluna er full ástæða til að auka við mælinetið. Í því sambandi var á síðastliðnu sumri bætt við nokkrum punktum meðfram Grindarvíkureginum (VRG12-VRG21 sbr. mynd 1). Einnig stóð til að fjölga punktum meðfram Þjóðveginum norðan við Sjóefnavinnsluna en tími vannst ekki til þess.

Mynd 6 sýnir samband þrýstings á 900 m dýpi í borholum á Svartsengissvæðinu (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991) og hæðar í punkti SNH2 sem er staðsettur á miðju virkjunarsvæðinu. Þar kemur fram mjög gott línulegt samband og sígur landið um 1 cm fyrir hver 1.48 bör sem þrýstingur lækkar. Hæðarbreytingarnar endurspeglar því þrýstibreytingar í jarðhitakerfinu. Mynd 7 sýnir þrýsting á 900 m dýpi í borholum í Svartsengi síðastliðin fimm ár. Þar kemur fram að þrýstingur hefur verið nokkuð stöðugur síðustu tvö árin og mætti því búast við að verulega hafi dregið úr landssigi. Það kemur ekki fram í mælingunum frá síðastliðnu sumri vegna þess að síðast var hæðarmælt 1987, en mynd 7 sýnir að þrýstingur hefur einungis haldist stöðugur frá 1990.



**Mynd 6.** Samband þrýstings á 900 m dýpi í borholum á vinnslusvæði Svartsengisvirkjunar og hæðar í punkti SNH2.



**Mynd 7.** Þrýstingur í borholum á vinnslusvæðinu í Svartsengi síðustu fimm árin.

### 3. ÞYNGDARBREYTINGAR

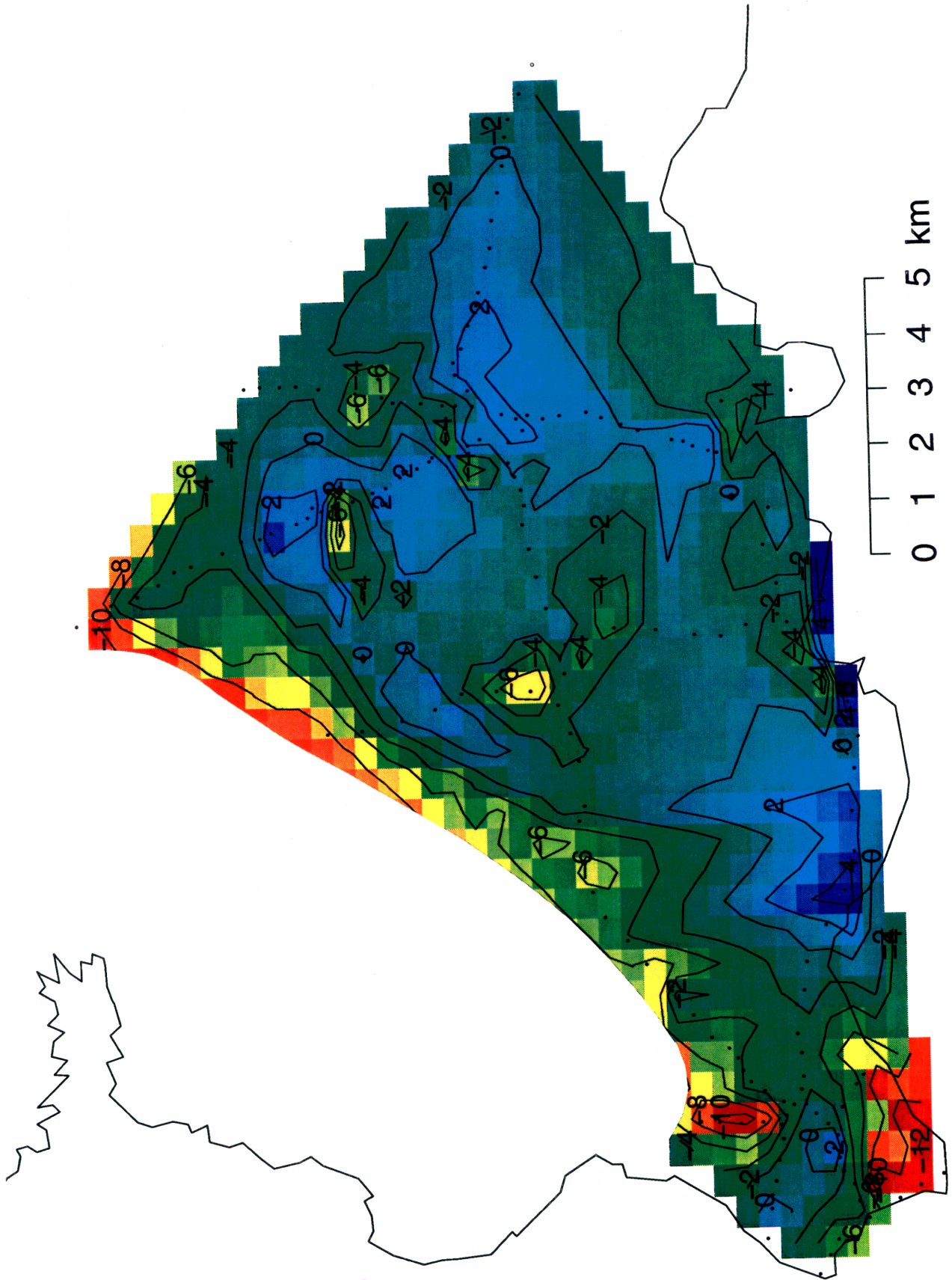
Tafla 2 í viðauka B sýnir þyngdarsviðsgildi allra mælinga á utanverðum Reykjanesskaga. Mælingarnar hafa verið leiðréttar fyrir áhrifum tungls og sólar, og reki í mæli. Allar mælingar fram að 1986 erum miðaðar við grunnstöð á Keflavíkflugvelli 5471 (RVIK K) en mælingar 1986 og 1992 miðaðar við grunnstöð á Skólavörðuholti 5451 (RVIK B). Báðar þessar grunnstöðvar eru í landsneti þyngdarmælinga á Íslandi og hafa verið tengdar við grunnstöðvar erlendis (Gunnar Þorbergsson o.fl. 1990). Tenging mælipunkta við þessar grunnstöðvar fer þannig fram að fyrst er búin til svæðisbundin grunnstöð í mælinetinu (GRH21) með nokkrum ferðum (tengingum) milli þess punktar og landsnets grunnstöðvarinnar. Þegar mælt er í mælinetinu er byrjað og endað í þessari svæðisbundnu grunnstöð, þannig fæst innbyrðis tenging við grunnstöðvar í landsnetinu.

Í töflu 2 hefur verið reynt að meta óvissu á mældum gildum. Hún er fengin sem summa af tveimur þáttum, annars vegar óvissa við ákvörðun á þyngdargildi svæðisbundinnar grunnstöðvar og hins vegar óvissa í mælingu einstakra punkta í mælinetinu. Óvissa sérhvers punkts er metin sem meðaltal mismunar einstakra mælinga og meðaltals þess punkts. Í mælingunum frá 1992 var mælt að minnsta kosti tvisvar í hverjum punkti og fóru mælingar þannig fram að í upphafi var mælt í svæðisbundni grunnstöð (GRH21) síðan mælt eftir línu í 5-10 punktum, og mælt til baka í sömu punktum og endað í punkti GRH21. Í sumum eldri mælingum var einungis mælt einu sinni í hverjum punkti og í þeim tilvikum er óvissa metin upp á 30 µgal.

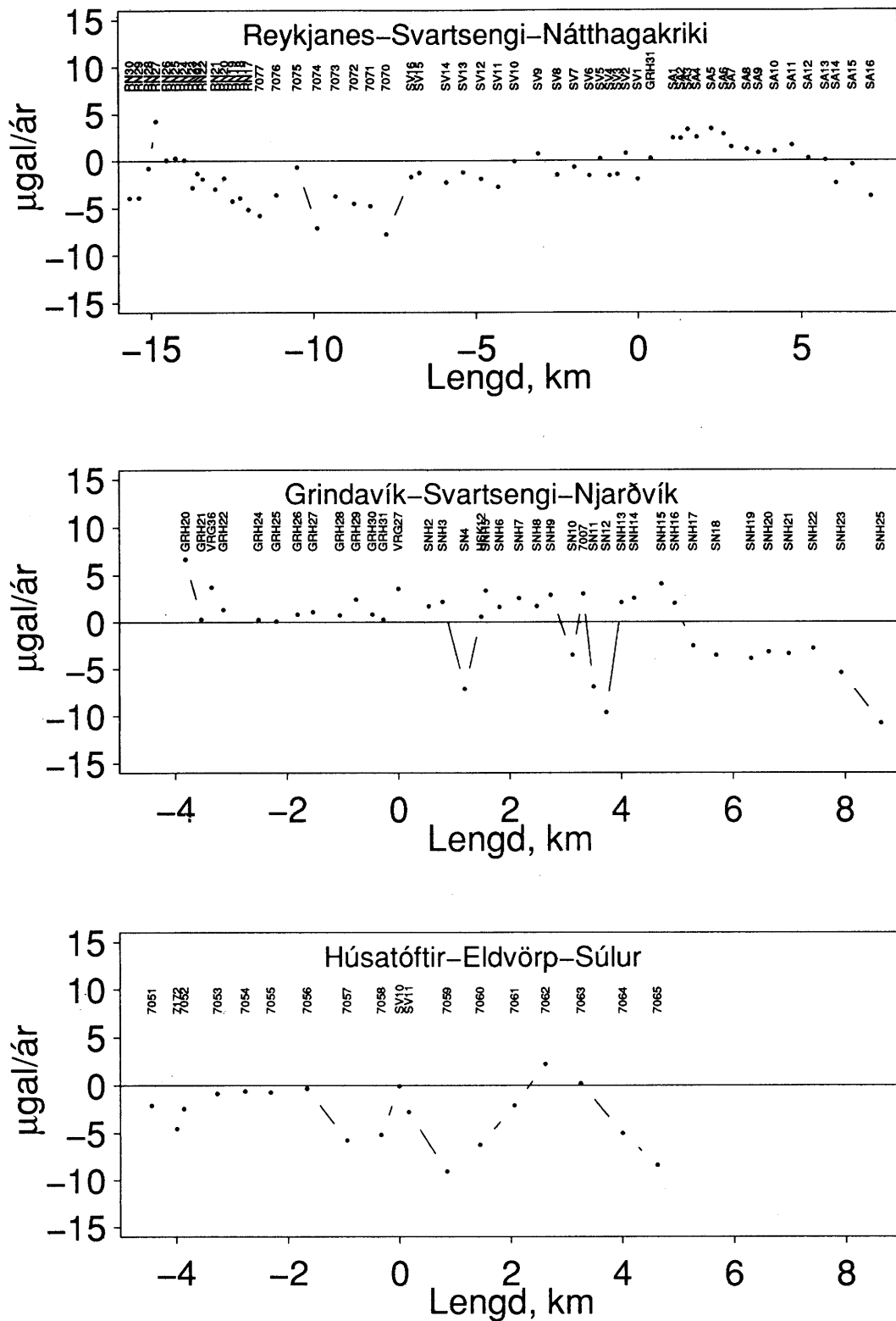
Aftan við töflu 2 í viðauka B er þyngdarsviðsgildi sérhvers mælipunkts teiknuð sem fall af tíma, þar sem leiðrétt hefur verið fyrir landhæðarbreytingum. Í þeim tilvikum sem ekki var mæld hæð og þyngd á sama árinu hefur hæð verið áætluð með brúun. Þessi leiðrétting er yfirleitt lítil eða sem svarar -3.0855 µgal fyrir hvern cm í sigi. Eins og fram kemur á myndunum eru almennt litlar þyngdarbreytingar á mælisvæðinu. Þó er yfirleitt um að ræða lítilsháttar þyngdarlækkun með tíma, eða álfta og metin óvissa.

Á mynd 8 er teiknuð meðalþyngdarbreyting á ári fyrir tímabilið 1976-1992. Myndin er fengin með því að fella beina línu að mælingum sérhvers mælistaðar sem fall af tíma. Hallatala þeirrar línu gefur þá meðalþyngdarbreytingu á ári yfir tímabilið. Á myndinni kemur fram að lítil sem engin þyngdarbreyting er á mælisvæðinu. Einkum er eftirtektarvert að nánast engin þyngdarbreyting er á vinnslusvæði virkjunarinnar í Svartsengi. Ef almennt niðurdráttur á svæðinu væri um 160 m frá 1976 (Verkfræðistofan Vatnaskil 1989), og gert væri ráð fyrir að poruhluti bergs sé 10% (Lúðvík S. Georgsson og Helga Tulinius 1983), þá ætti að koma fram þyngdarlækkun upp á 6-700 µgal, eða um 40 µgal á ári. Þetta er hins vegar ekki raunin og verður því að túlka niðurstöður hæðar- og þyngdarmælingarnar þannig að sigið stafi af almennri þrýstingslækkun á svæðinu og að jarðhitakerfið hafi fram að þessu náð að endurnýja að stórum hluta þann jarðhitavökva sem dælt hefur verið upp af svæðinu, með innstreymi um jaðar jarðhitakerfisins. Þær þyngdarbreytingar sem fram koma á mynd 8 eru mjög litlar og vart marktækar, einkum þar sem þær koma fram á afmörkuðu svæði.

Mynd 9 sýnir þyngdarbreytingar ákvarðaðar á sama hátt og á mynd 8, eftir þrem línum í gegnum mælisvæðið. Breyting í þyngd eftir þessum línum eru óverulegar og gefur mælinákvæmnin ekki tilefni til að ætla að þær séu marktækar. Ef nákvæmari niðurstöðu er þörf þyrfti að mæla oftar í hverjum punkti sem þýddi að minnsta kosti þreföldun í tíma við þyngdarmælingarnar.



Mynd 8. Meðalþyngdarbreyting á tímabilinu 1976-1992,  $\mu$ gallár. Deplar sýna staðsetningu mælipunkta.



Mynd 9. Meðalþyngdarbreyting á tímabilinu 1976-1992,  $\mu\text{gal}/\text{ár}$ , eftir þrem línum í gegnum mælisvæðið.

#### 4. NIÐURSTÖÐUR

Land hefur sigið um allt að 15 cm frá 1976 á yfir 100 km<sup>2</sup> svæði umhverfis Svartsengisvirkjun. Sýnt er fram á að þetta sig er í beinu hlutfalli við þrýstibreytingar í borholum á Svartsengissvæðinu, og endurspeglar sigið því þrýstibreytingar og stærð jarðhitakerfisins umhverfis Svartsengi. Talsvert hefur dregið úr hraða sigsins frá því vinnsla hófst. Í upphafi var mesta sig um 14 mm/ári (meðaltal tímabilsins 1975-1982) en hefur verið um 7 mm/ári að meðaltali frá 1985 til 1992. Þyngdarmælingarnar sýna óverulegar þyngdarbreytingar umhverfis virkjunarsvæðið í Svartsengi. Það sýnir að jarðhitakerfið hefur fram til þessa náð að endurnýja þann jarðhitavökva sem dælt er upp að stórum hluta. Til samanburðar má nefna á Wairakei jarðhitasvæðinu á Nýja Sjálandi, sem er mjög áþekka jarðhitakerfinu í Svartsengi, hefur sig verið allt að 450 mm/ári og þyngdarbreytingar allt að 80 µgal/ári (Allis og Hunt 1986).

Nokkuð sig hefur einnig mælst við vinnslu jarðhitakerfisins á Reykjanesi (Sjóefnavinnslan) eða um 5 mm/ári. Þyngdarmælingar þar sýna óverulega þyngdarbreytingu.

#### 5. HEIMILDIR

- Allis, Richard, G., og Trevor M. Hunt 1986. Analysis of exploitation-induced gravity changes at Wairakei Geothermal Field. *Geophysics*, 51, 1647-1660.
- Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991. *Hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu í Svartsengi*. Orkustofnun, OS-91016/JHD-04, 69 s.
- Gunnar Þorbergsson, Ingvar Þór Magnússon, og Guðmundur Pálmason, 1990. *Þyngdarmæling og þyngdarkort af Íslandi*. Orkustofnun, OS-90001/JHD-01, 50 s.
- Hjálmar Eysteinnsson, Gunnar Þorbergsson og Ólafur G. Flóvenz 1991. *Landhæðar- og þyngdarmælingar við Svartsengi og á Reykjanesi*. Greinargerð Orkustofnunnar. HE-GP-ÓGF-91/01.
- Lúðvík S. Georgsson og Helga Tulinius 1983. *Viðnámsmælingar á utanverðum Reykjaneskaga 1981 og 1982*. Orkustofnun, OS-83049/JHD-09, 70 s.
- Lúðvík Georgsson 1991. *TEM-viðnámsmælingar í Svartsengi og Eldvörpum sumarið 1991*. Orkustofnun, OS-91053/JHD-31 B, 12 s.
- Verkfræðistofan Vatnaskil 1989. *Svartsengi - Reiknilíkan af jarðhitakerfinu*. Orkustofnun, OS-89031/JHD-05, 111 s.



## ENGLISH SUMMARY

Ground leveling and gravity measurements have been performed in the outer part of the Reykjanes peninsula since 1975 (Figure 1, Tables 1 and 2), with the purpose to monitor changes due to the geothermal exploitation in the Svartsengi and the Reykjanes geothermal fields. In 1992 the whole area was, for the first time, surveyed during a single summer. Before that the survey each year partly consisted of remeasurements of some sites and partly of an extension of previous survey lines. Thus, continuous data sets covering the whole survey area do not exist. Furthermore, the gravity and elevation measurements were not measured within the same year at the same sites. This caused some difficulties in evaluating the data.

Figure 2 shows the mean subsidence rate in the survey area. In about a 100 km<sup>2</sup> area around Svartsengi the land has subsided, at the maximum mean rate of about 10 mm/year in the vicinity of the Svartsengi power plant. The maximum measured subsidence since 1976 is 155 mm (at site SNH2, Figure 1). The subsidence anomaly is elongated towards the Eldvörp geothermal field, WSW from the Svartsengi power plant. This, along with measured pressure relationship and resistivity structure between those two geothermal fields, shows that they are interconnected. Figures 3 and 4 show the subsidence rate around the Svartsengi area during three different time intervals. The initial subsidence rate was up to 14 mm/year (1975-1982) but since then it has decreased to 7 mm/year (1985-1992). The maximum subsidence rate at the tip of the Reykjanes peninsula is about 5 mm/year (Figure 5).

The data shows that the subsidence in the Svartsengi area is linearly related to well pressure at 900 m depth (Figure 6). Thus the subsidence is a mirror image of the pressure drop in the geothermal reservoir due to geothermal exploitation. From 1990 this pressure has been steady (Figure 7), so the subsidence rate could be expected to have decreased substantially since then. This is, however, not apparent from the 1992 measurements, as the latest ground leveling survey before 1992 was made in 1987.

The gravity survey shows that there are virtually no gravity changes associated with the exploitation of the Svartsengi geothermal field (Figures 8 and 9). This must indicate that during the production period since 1976 the geothermal system in Svartsengi has to a large extent been able to recharge the geothermal fluid. The subsidence, however, is due to partial closing of fractures and pore space within the geothermal system, resulting from the 22 bars pressure drawdown since 1976.

## **VIÐAUKI A, Mæliniðurstöður hæðarmælinga**

Í töflu 1 eru niðurstöður allra hæðarmælinga og aftan við hana eru þær teiknaðar sem fall af tíma fyrir sérhvern punkt þar sem mælt hefur verið oftar en einu sinni.

Tafla 1. Hæðir í metrum

Grindarvíkurvegur									
Stöð	1975	1976	1979	1982	1983	1985	1986	1987	1992
VRG12									20.922
VRG13									29.814
VRG14									34.502
VRG15									40.119
VRG16									43.767
VRG17									46.738
VRG19									63.132
VRG20									63.575
VRG21									61.256
VRG22				59.624		59.606			59.573
VRG23				42.607		42.582			42.544
VRG24			45.229	45.197		45.174			45.130
VRG25			46.676	46.644		46.618			46.575
VRG26			43.922	43.885		43.857		43.844	43.820
VRG27			30.405	30.370					
GRH31	23.215		23.171	23.140	23.131	23.116		23.105	23.078
VRG28				28.828					
GRH30	28.943		28.895	28.864	28.856	28.845		28.831	
GRH29	27.543		27.496	27.468	27.462			27.440	27.411
GRH28	47.560			47.489	47.481	47.477		47.465	47.437
GRH27	38.737			38.674	38.671	38.666		38.654	38.629
GRH26	37.959			37.899	37.896	37.893		37.882	37.858
GRH25	39.145			39.090	39.089	39.087		39.078	39.058
GRH24	33.842			33.790	33.792	33.789		33.782	33.763
GRH23	27.999			27.953	27.959	27.956		27.950	27.935
GRH22	24.276			24.237	24.242	24.240		24.235	24.222
VRG36				19.728	19.738	19.736		19.731	19.721
GRH21	16.448			16.414	16.424	16.422		16.417	16.408
GRH20	15.539			15.510	15.519	15.519		15.514	15.506
FESTI				13.876	13.885	13.885		13.880	13.873
Svartsengi Nátthagakriki									
SA1/V			41.911	41.876		41.850		41.835	
SA1			43.282	43.246		43.222		43.207	43.180
SA2			52.671	52.639		52.616		52.599	52.573
SA3			59.393	59.362		59.340		59.324	59.296
SA4			62.723	62.693		62.672		62.659	62.628
SA5			77.738	77.709		77.688		77.678	77.647
SA6			78.079	78.052		78.037		78.027	78.001
SA7			85.140	85.119		85.107		85.099	85.076
SA8			79.301	79.284		79.278		79.272	79.255
SA9			75.428	75.414		75.411		75.405	75.390
SA10			77.206	77.196		77.197		77.194	77.179
SA11			78.983	78.976		78.977		78.976	78.963
SA12			76.685	76.675		76.680		76.679	76.672
SA13			77.642	77.637		77.640		77.638	77.635
SA14			83.611	83.607		83.609		83.611	83.608
SA15			90.970	90.968		90.970		90.976	90.974
SA16			97.570	97.570		97.572		97.579	97.575



Tafla 1 (frh.). Hæðir í metrum

Svartsengi Sandafellshæð									
Stöð	1975	1976	1979	1982	1983	1985	1986	1987	1992
SV1			27.399	27.363		27.341		27.320	27.291
SV2			27.362	27.322		27.295		27.269	27.235
SV3			29.137	29.098		29.078		29.052	29.019
SV4			29.947	29.908		29.892			29.835
SV5			33.218	33.181		33.161			33.107
SV6			34.423	34.387		34.368			34.316
SV7			27.858	27.824		27.806			27.756
SV8			33.054	33.021		33.007			32.956
SV9			43.475	43.440		43.423			43.380
SV10			49.353	49.321		49.305			49.261
SV11			48.881	48.850		48.836			48.793
SV12			40.918	40.889					40.838
SV13			45.209	45.177					45.125
SV14			51.059	51.028					50.981
SV15			67.845	67.810					67.779
SV16			81.024	80.984					80.954
Húsatóttir Eldvörp Súlur									
7051				5.193		5.201			5.192
7052				10.224	10.221	10.230	10.222	10.222	10.215
7053				13.798		13.804			13.782
7054				19.480		19.480			19.455
7055				26.469		26.466			26.435
7056				31.614		31.602			31.563
7057				38.626		38.609			38.563
7058				39.804		39.790			39.746
7059				43.607		43.598			43.565
7060				42.938		42.932			42.909
7061				50.859		50.857			50.838
7062				40.523		40.521			40.502
7063				37.178		37.179			37.166
7064				57.471		57.480			57.471
7065				50.853		50.861			50.858
7066				50.735		50.744			50.747
7067				43.731		43.742			43.743
7068				36.196		36.206			36.206
7069				41.842		41.856			41.858
VR				33.660					
Þorkötlustaðarnes									
7047				9.930		9.942		9.933	9.926
7048				4.125		4.142			4.133
7050				2.885		2.903			2.894
7049				9.558		9.582			9.574

Tafla 1 (frh.). Hæðir í metrum

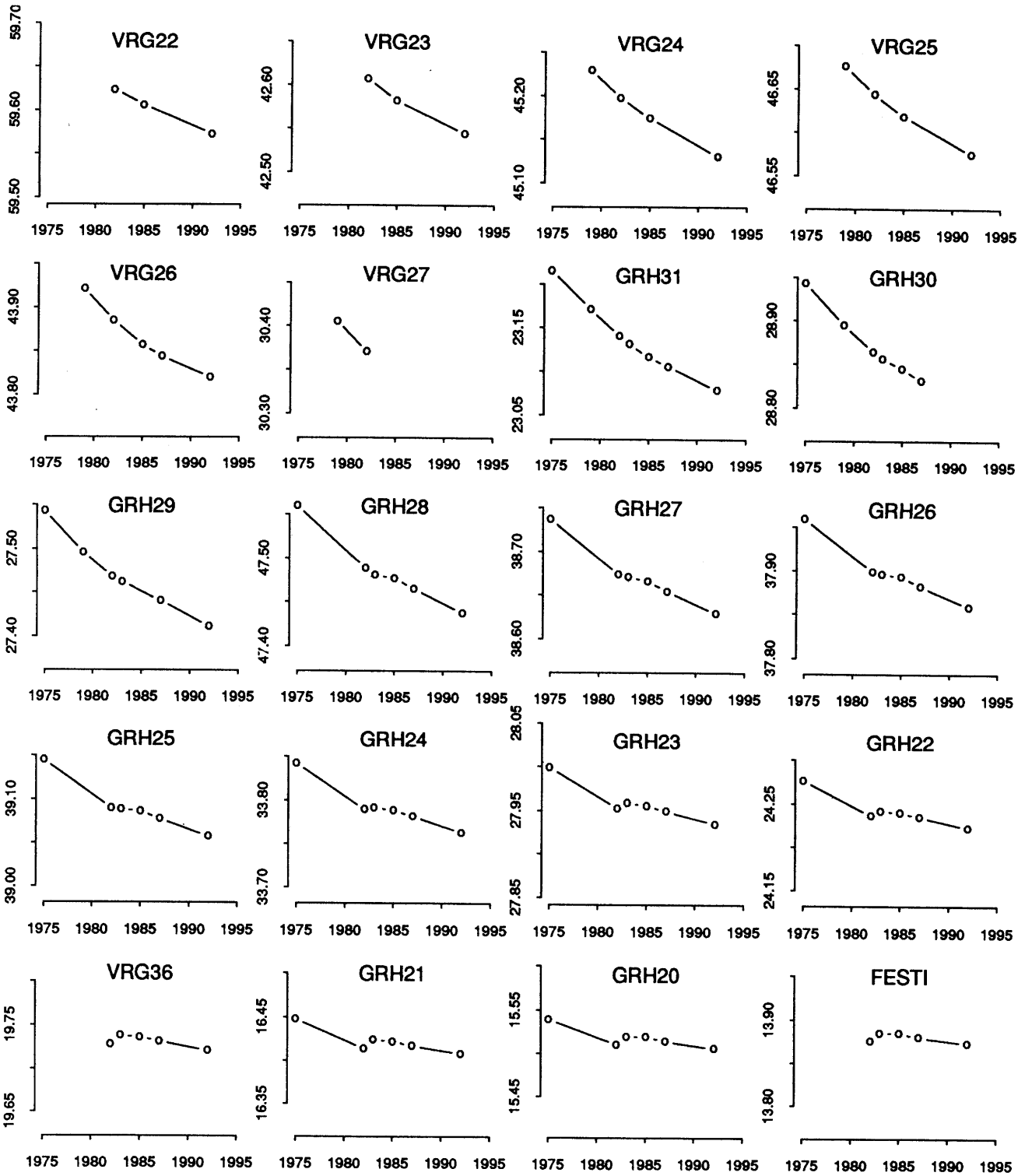
Grindarvík Húsatóttir Sjóefnavinnslan									
Stöð	1975	1976	1979	1982	1983	1985	1986	1987	1992
KVENNO					11.079	11.080		11.075	11.069
GARÐHÚS					5.284	5.284		5.280	5.278
7169					6.876	6.877		6.872	6.865
7170					8.962	8.962		8.959	8.953
7171					9.607	9.613		9.609	9.604
7172					5.155		5.159		5.153
7173					4.678		4.680		4.673
7174					7.324		7.330		7.324
Bstöðp							16.001		16.001
7175					12.788		12.793		
7176					8.090		8.096		8.095
7177					6.498		6.507		6.503
7178					19.938		19.947		19.943
7179					14.088		14.096		14.090
7180					8.624		8.632		8.623
7181					4.760		4.769		4.758
7182					15.992		16.004		15.994
RN01					12.786		12.795		12.782
RN02					9.267		9.272		9.258
RN03					18.220		18.229		18.211
RN04					25.076		25.085		25.066
RN05					16.862		16.869		16.845
RN06					17.725		17.733		17.706
RN07					19.019		19.029		18.994
Sandafellshæð Sýrfell Reykjanesviti									
7070				63.860					63.832
7071				49.686					49.662
7072				31.455					31.431
7073				25.954					25.927
7074				18.146					18.122
7075				23.657					
7076				18.462					18.439
7077				22.270	22.259				22.246
RN17					9.172		9.182		9.156
RN18					12.912		12.922		12.895
RN19					24.421		24.433		24.403
RN20					12.524		12.534		12.503
RN21					14.481		14.491		14.458
RN22					12.745		12.754		12.720
RN23					21.431		21.439		21.408
RN24					22.101		22.110		22.083
RN25					20.496		20.504		20.474
RN26					21.880		21.887		21.858
RN27					13.935				13.893
RN28					9.466				9.437
RN29					8.270				8.241
RN30					14.373				14.347

**Tafla 1 (frh.). Hæðir í metrum**

Sjóefnavinnslan Hafnavegur									
Stöð	1975	1976	1979	1982	1983	1985	1986	1987	1992
RN42					20.219				20.193
VR524					24.189				24.164
RN43					23.088				23.063
VR523					25.198				25.175
Sjóefnavinnslan Stampahraun									
RN08					18.657		18.663		18.627
RN09					19.146		19.152		19.116
RN10					19.505		19.513		19.478
RN11					17.740		17.747		17.711
RN12					15.234		15.241		15.203
RN13					19.807		19.814		19.776
RN14					20.492				20.460
RN15					9.660				9.633
RN16					5.949				5.924
Reykjanesviti Öngulbrjótsnef									
RN31					14.395				14.370
RN32					11.622				11.598
RN33					18.889				18.865
RN34					13.900				13.872
RN35					11.741				11.711
Reykjanesviti Reykjanestá									
RN36					17.103				17.100
RN37					12.400				12.396
RN38					18.475				18.475
5483					16.448				16.451
Austan Skálafells									
RN39					19.776				19.775
RN40					18.657				18.661
RN41					22.214				22.221

# Grindarvíkurvegur

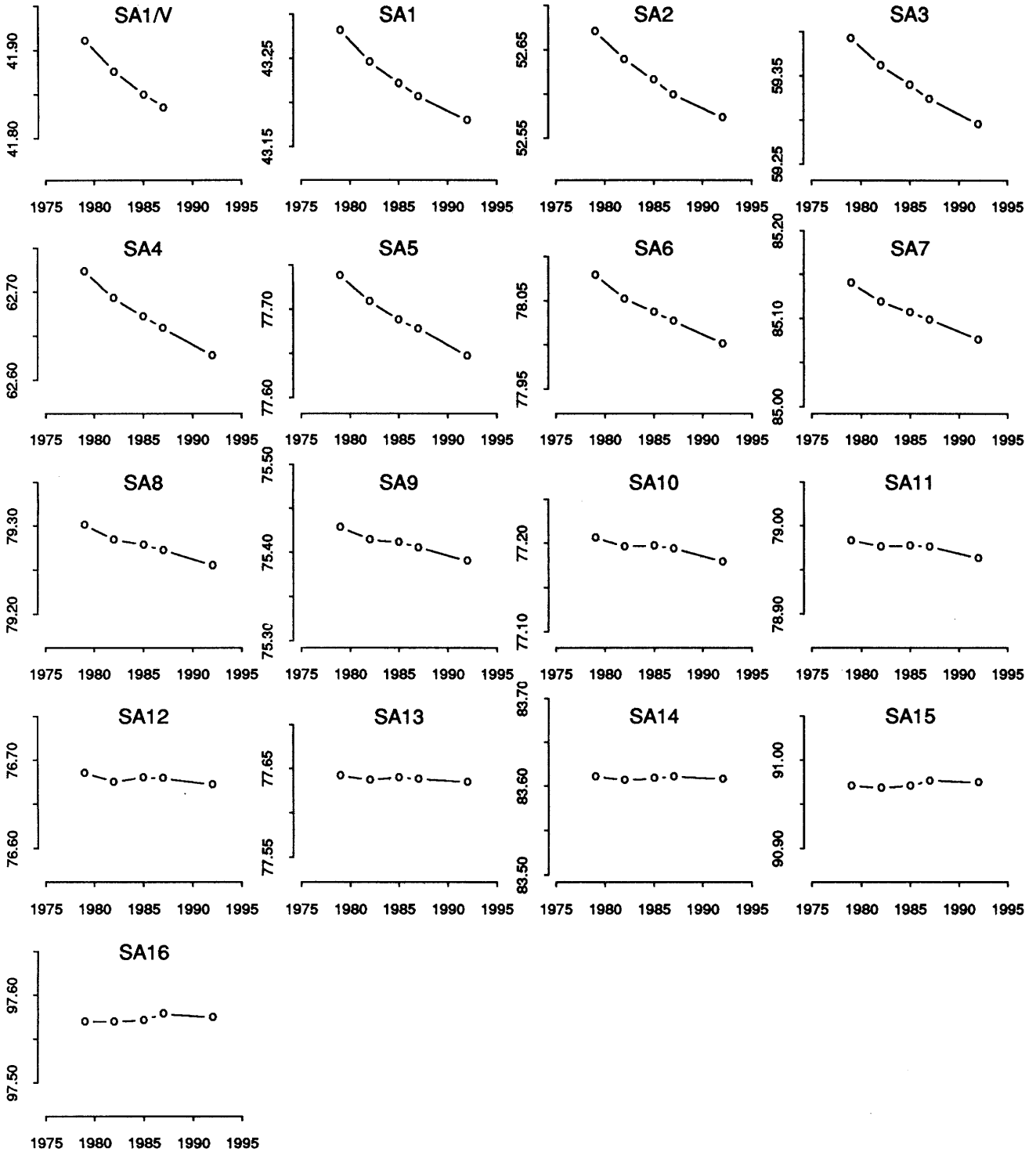
## Hæð sem fall af tíma, metrar





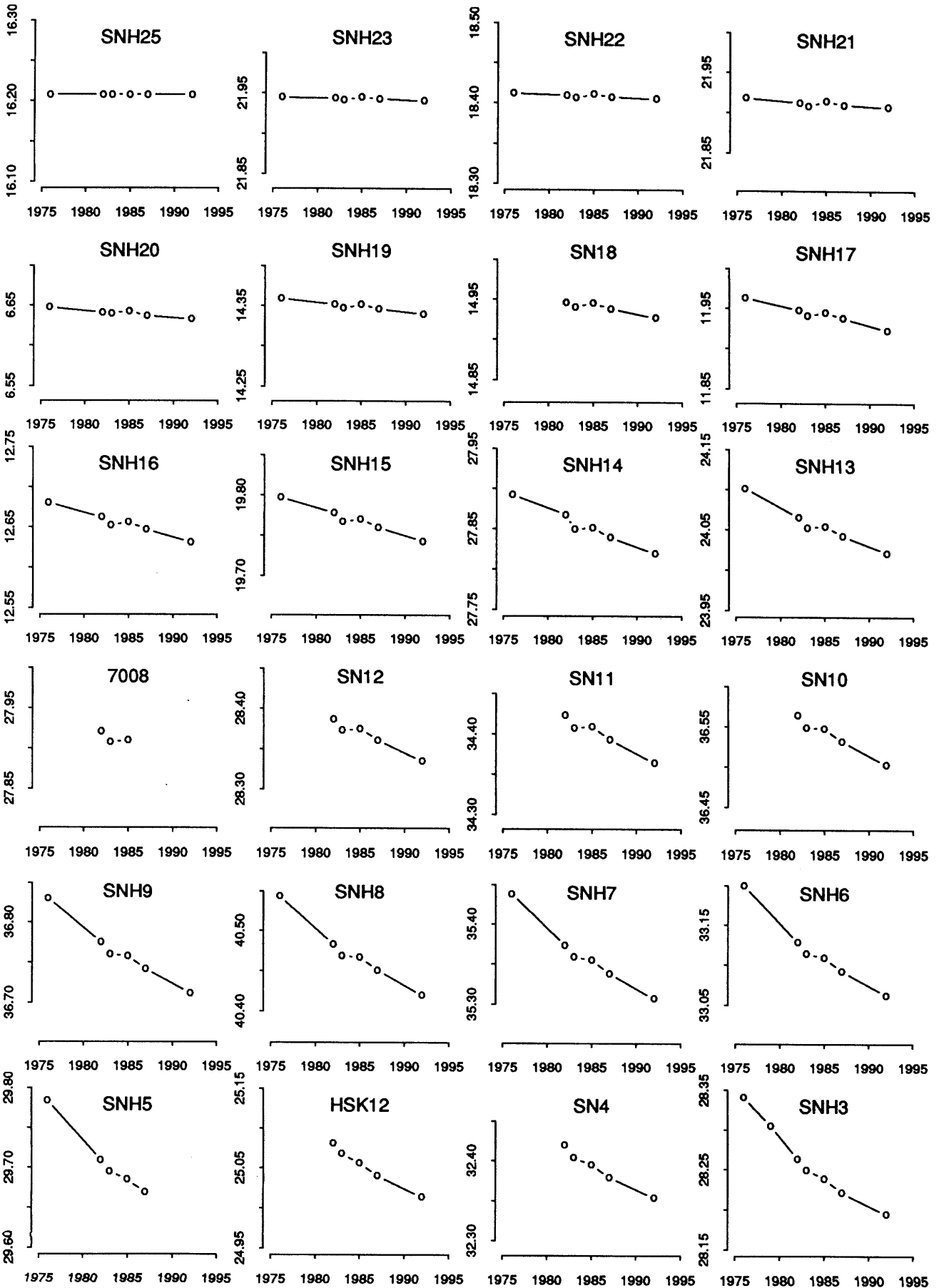
# Svartsengi Náttagakriki

## Hæð sem fall af tíma, metrar



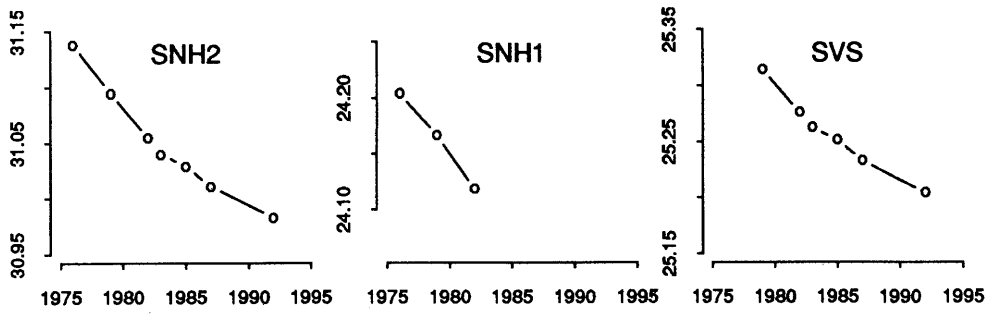
# Njarðvík Svartsengi

## Hæð sem fall af tíma, metrar



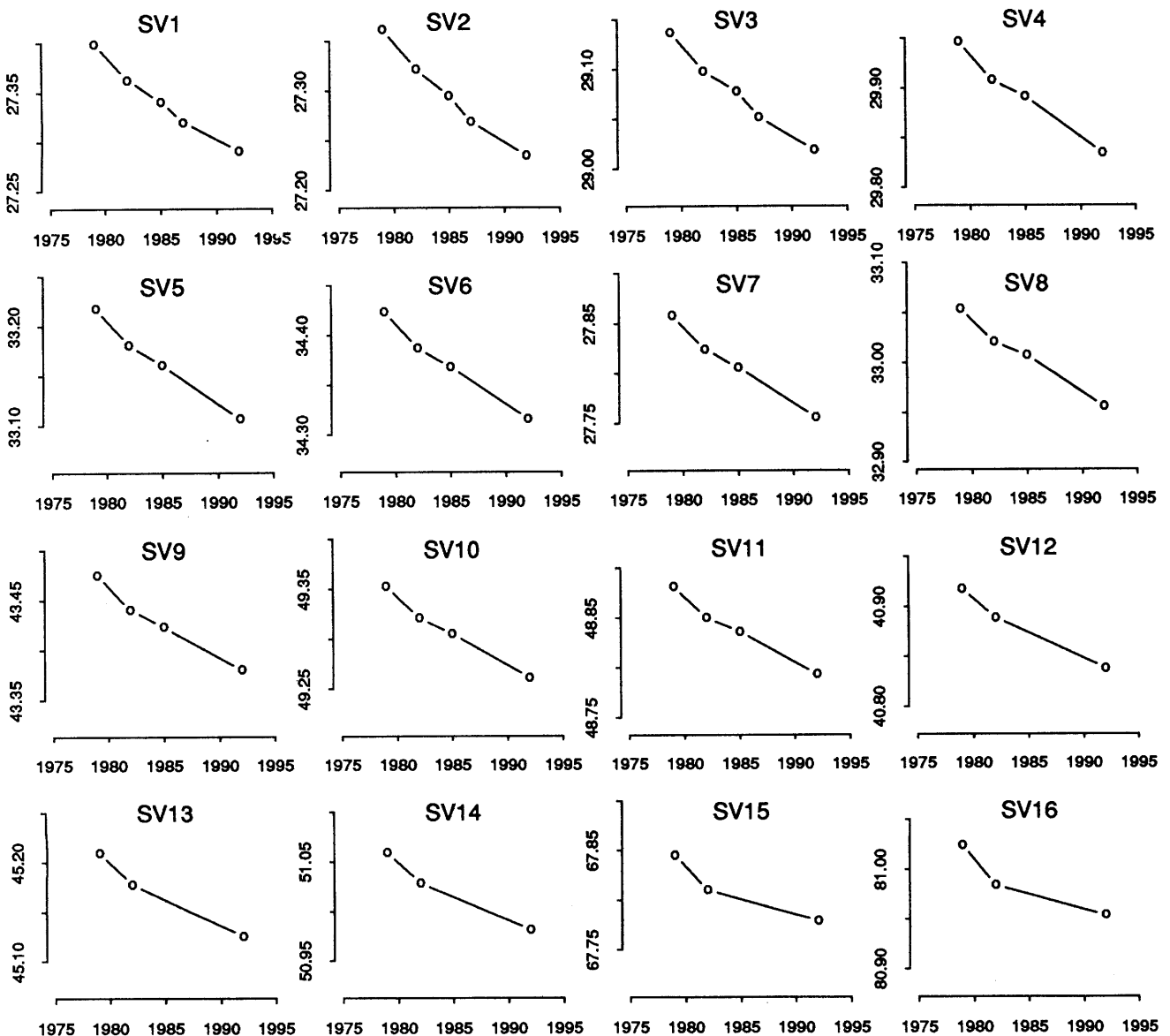
# Njarðvík Svartsengi

## Hæð sem fall af tíma, metrar



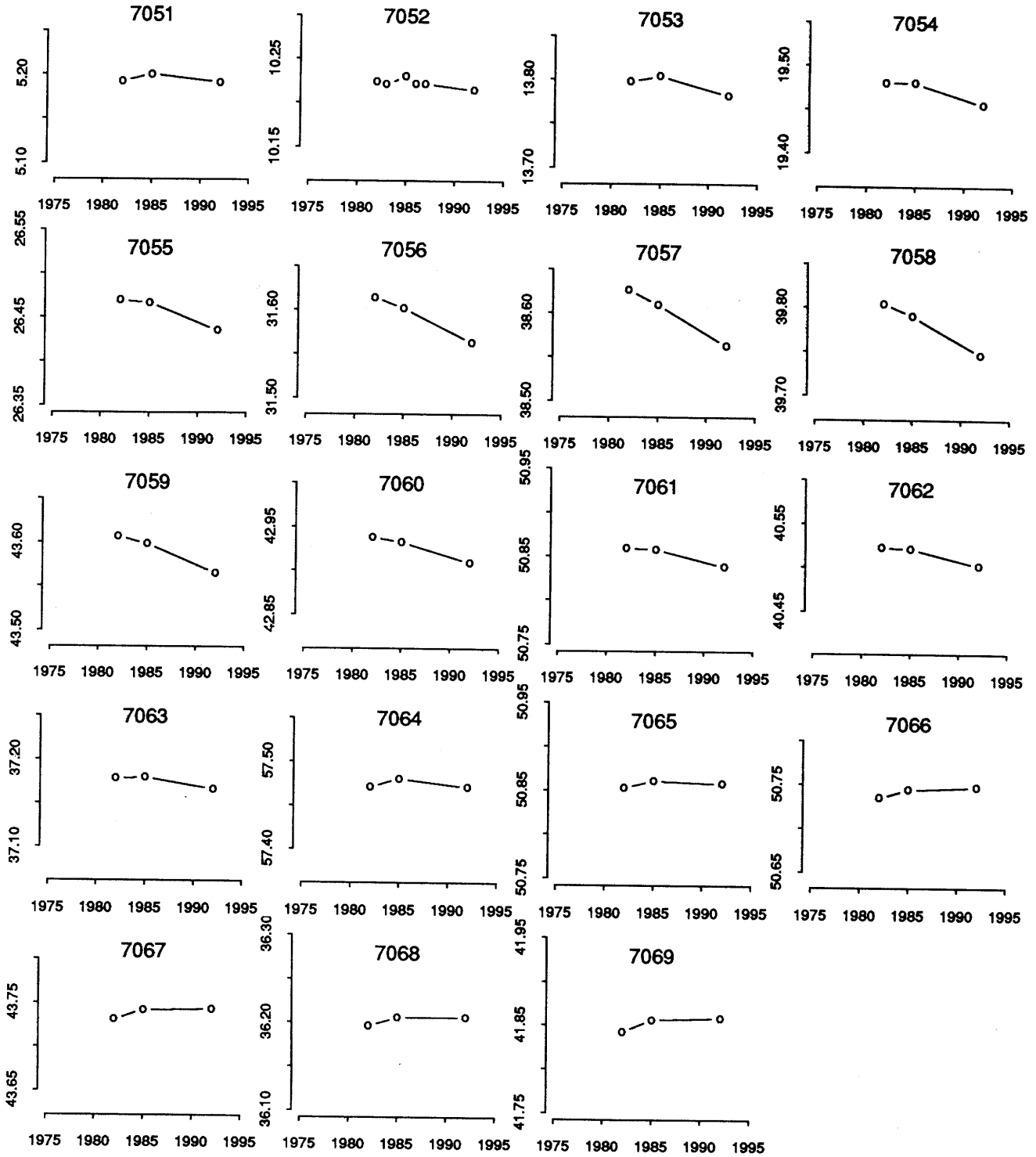
# Svartsengi Sandafellshæð

## Hæð sem fall af tíma, metrar



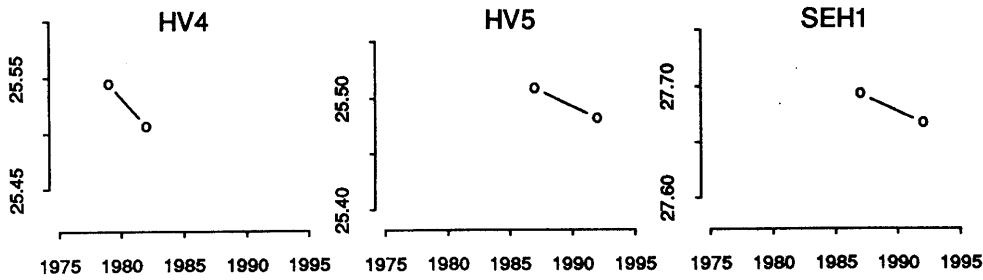
# Húsatóttir Eldvörp Súlar

## Hæð sem fall af tíma, metrar



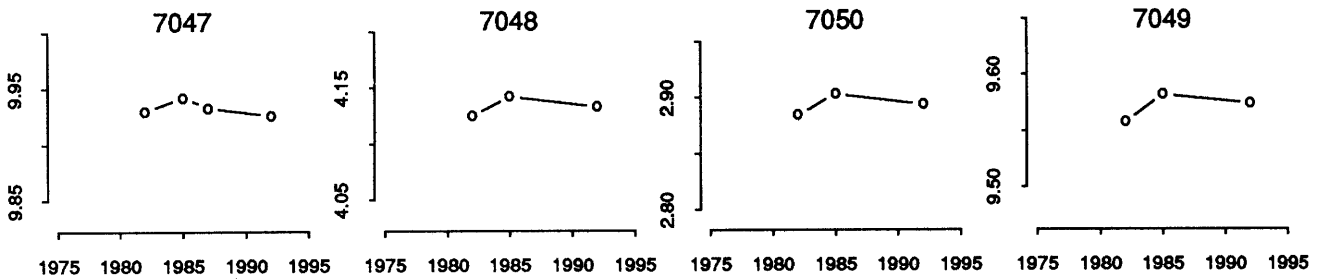
## Svartsengi Eldvörp

Hæð sem fall af tíma, metrar



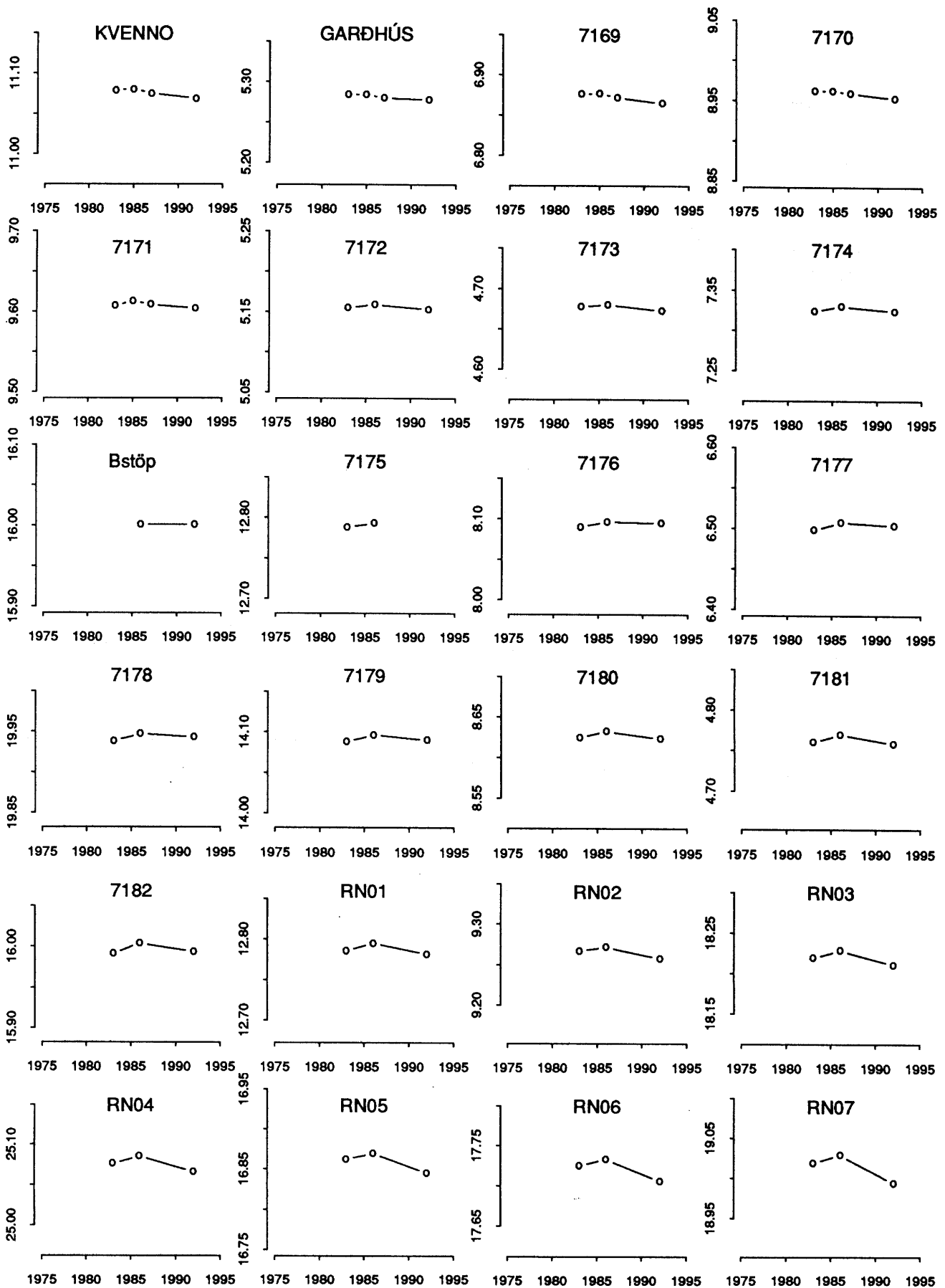
## Þorkötlustaðanes

Hæð sem fall af tíma, metrar



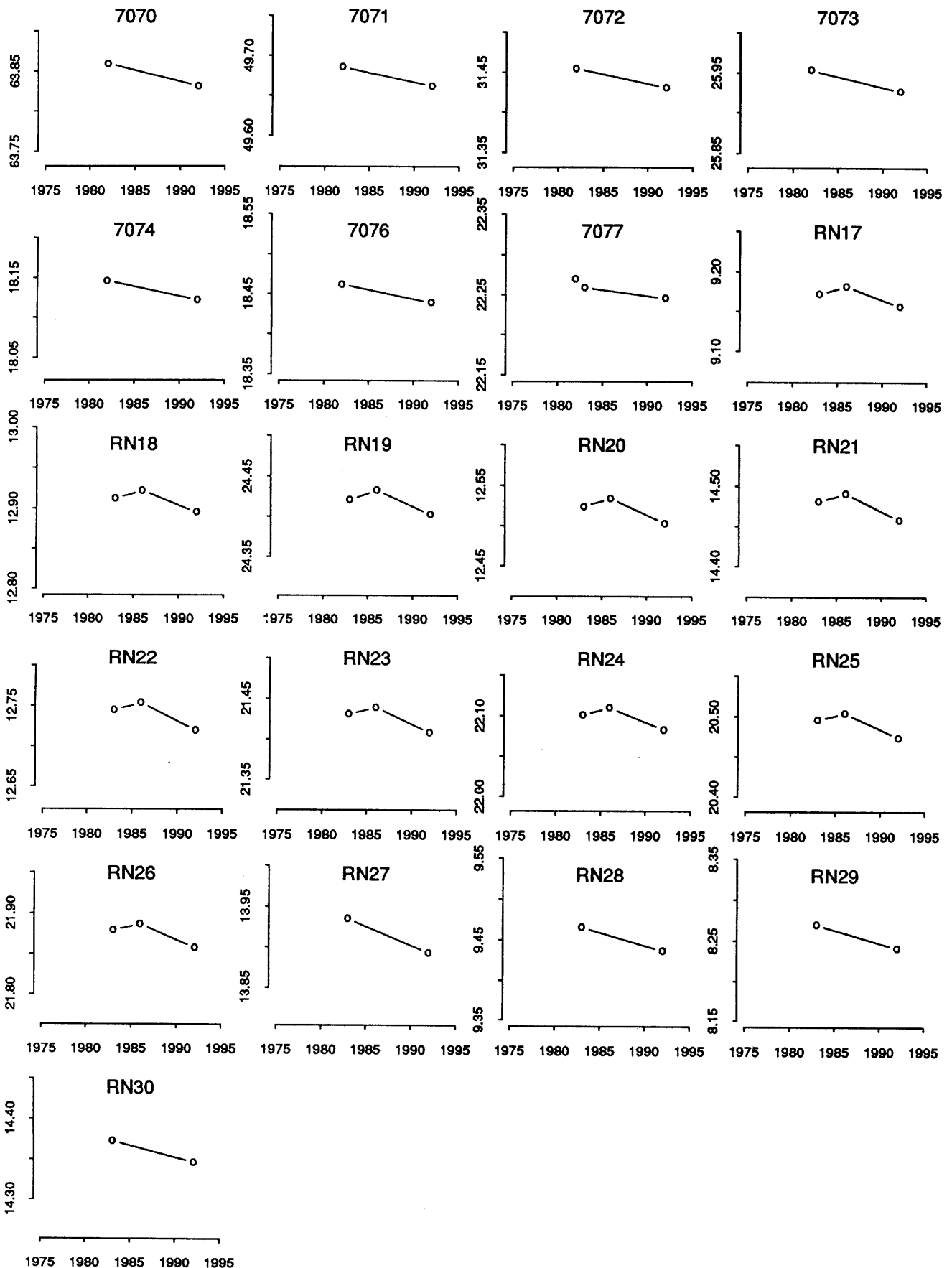
# Grindarvík Húsatóttir Sjóefnavinnslan

## Hæð sem fall af tíma, metrar

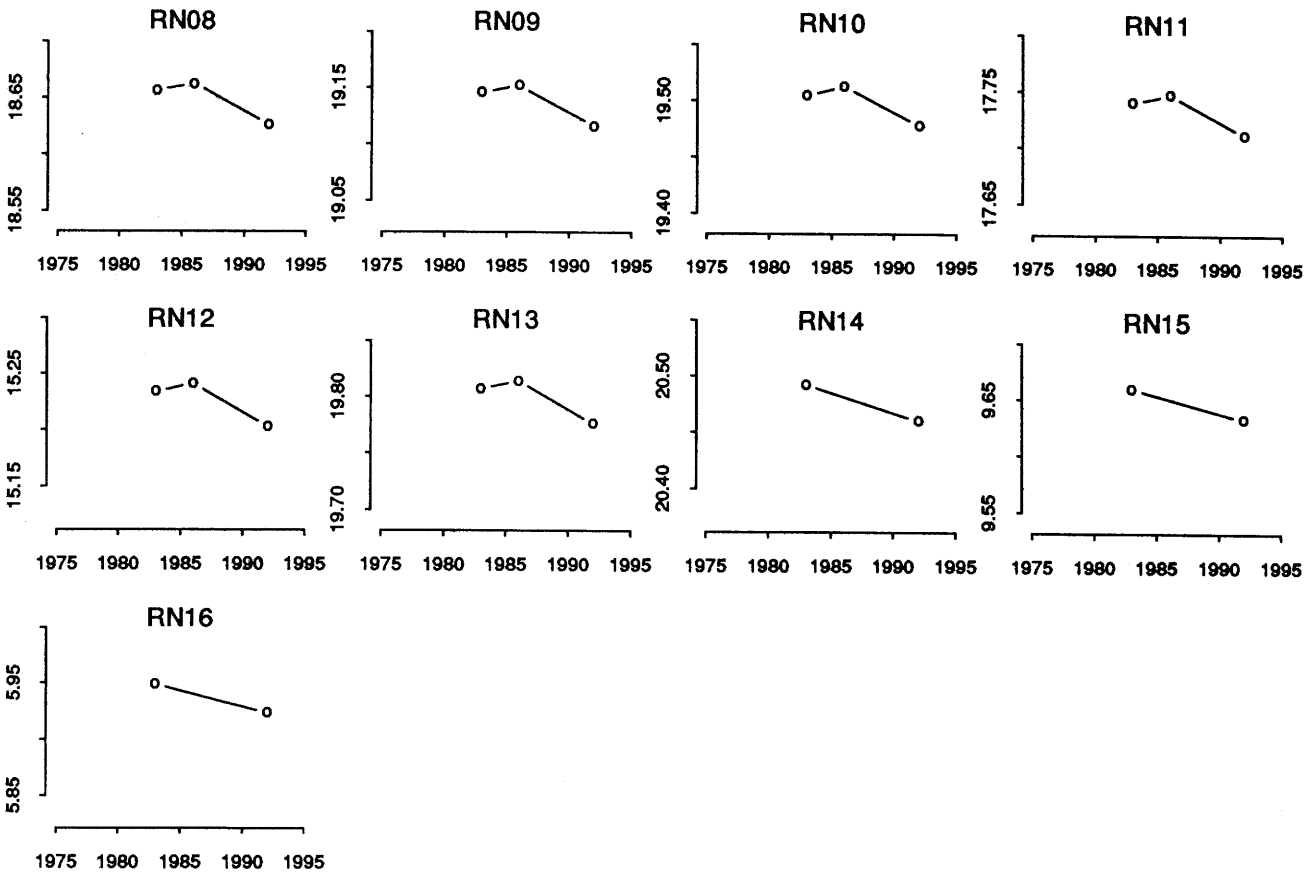


# Sandafellshæð Sýrfell Reykjanesviti

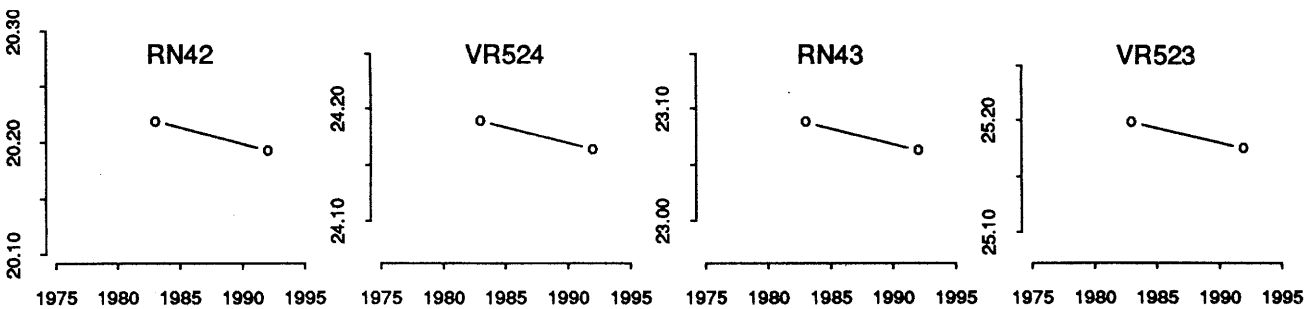
## Hæð sem fall af tíma, metrar



## Sjóefnavinnslan Stampahraun Hæð sem fall af tíma, metrar

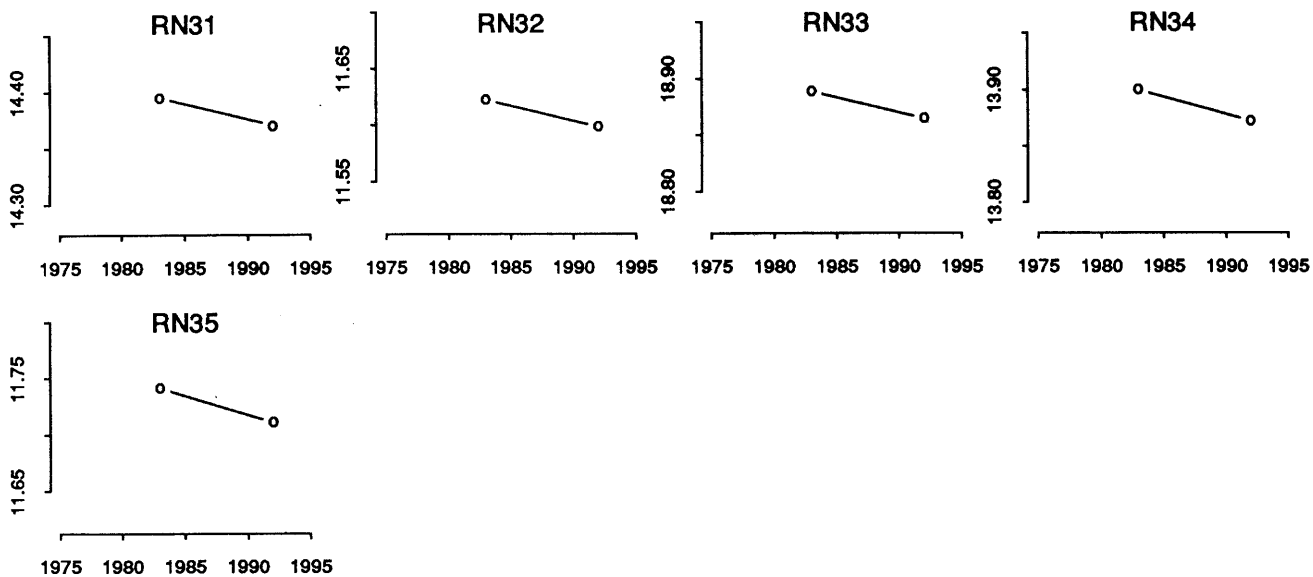


## Sjóefnavinnslan Hafnavegur Hæð sem fall af tíma, metrar

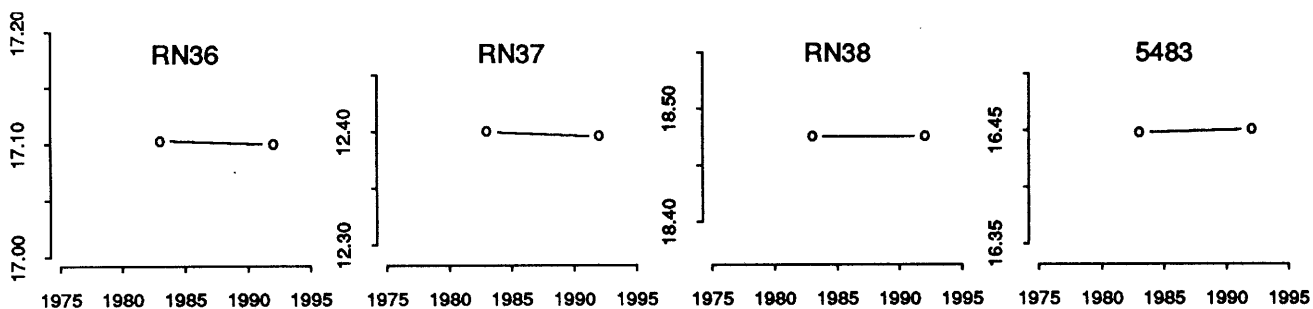




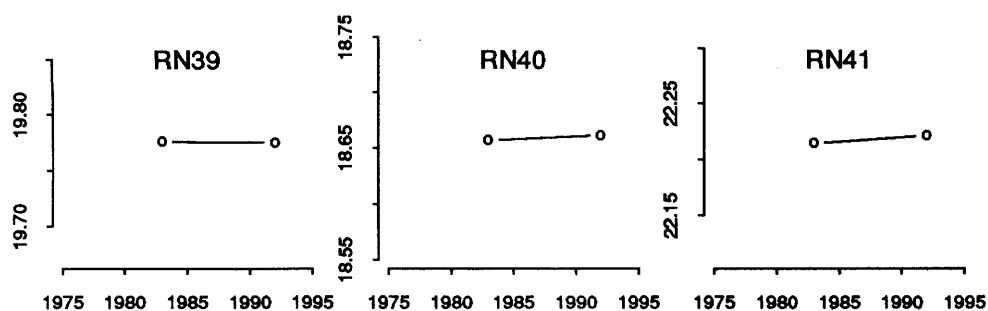
## Reykjanesviti Öngulbrjótsnef Hæð sem fall af tíma, metrar



## Reykjanesviti Reykjanestá Hæð sem fall af tíma, metrar



## Austan Skálafells Hæð sem fall af tíma, metrar





## **VIÐAUKI B, Mæliniðurstöður þyngdarmælinga**

Í töflu 2 eru niðurstöður allra þyngdarmælinga þar sem búið er að leiðrétta gögnin vegna áhrifa tungls og sólar og eins vegna reks í mæli. Aftan við töfluna eru mæliniðurstöður sérhvers punkts teiknaðar sem fall af tíma, þar sem einnig hefur verið leiðrétt fyrir áhrifum hæðarbreytinga í sérhverjum punkti.



Tafla 2. Þyngd +982200 mgal

	Grindarvíkurvegur									
Stöð	1976	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1992
VRG12		61.93±0.06								61.87±0.01
VRG13		59.59±0.06								59.54±0.01
VRG14		58.60±0.03								58.56±0.02
VRG15		57.50±0.03								57.45±0.02
VRG16		56.68±0.03								56.21±0.01
VRG17		56.25±0.03								
VRG18		53.71±0.03								
VRG19	52.59±0.06	52.48±0.06	52.49±0.01							52.41±0.02
VRG20	52.63±0.06	52.50±0.03								52.45±0.04
VRG21	53.74±0.06	53.60±0.03								53.59±0.02
VRG22		54.06±0.06								54.01±0.01
VRG23	57.46±0.05	57.46±0.03	57.48±0.02							57.39±0.04
VRG24		57.07±0.03								56.98±0.03
VRG25	56.41±0.04	56.39±0.04	56.40±0.05		56.39±0.04					56.34±0.01
VRG26	56.44±0.03	56.42±0.03	56.41±0.05	56.41±0.04	56.42±0.04					56.37±0.02
VRG27	58.29±0.06	58.33±0.06	58.30±0.05	58.32±0.04	58.30±0.04					
GRH31	59.84±0.00	59.84±0.02	59.86±0.01	59.85±0.01	59.86±0.01	59.84±0.01			59.85±0.01	59.80±0.02
GRH30	58.49±0.04	58.49±0.05	58.51±0.04	58.48±0.04	58.52±0.04	58.48±0.05				58.46±0.02
GRH29	58.48±0.04	58.48±0.05	58.46±0.04	58.47±0.04	58.50±0.04	58.48±0.05				58.47±0.02
GRH28	54.51±0.04	54.52±0.05	54.54±0.04	54.50±0.04	54.54±0.04	54.51±0.05				54.49±0.01
GRH27	55.54±0.04	55.56±0.03	55.56±0.04	55.54±0.04	55.57±0.04	55.56±0.05				55.54±0.03
GRH26	55.76±0.04	55.76±0.02		55.76±0.04		55.75±0.02				55.75±0.02
GRH25	55.31±0.04	55.32±0.03		55.31±0.04		55.32±0.05				55.29±0.02
GRH24	56.13±0.04	56.13±0.03		56.14±0.04		56.15±0.05				56.11±0.02
GRH22	57.41±0.04	57.43±0.03	57.44±0.04	57.43±0.04		57.44±0.05				57.43±0.05
VRG36				57.63±0.04		57.66±0.05				
GRH21	58.10±0.04	58.14±0.03				58.15±0.05				58.11±0.01
GRH20	57.52±0.04					57.67±0.05				57.64±0.01
FESTI				57.89±0.04		57.89±0.02				57.88±0.01

Tafla 2 (frh). Þyngd +982200 mgal

Stöð	Svartsengi Náttgagríkri										
	1976	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1992	
SA1			56.59±0.02	56.57±0.01	56.60±0.04	56.57±0.05		56.60±0.02		56.58±0.02	
SA2			53.06±0.01	53.03±0.01		53.05±0.05		53.07±0.04		53.05±0.02	
SA3			51.77±0.04	51.75±0.01		51.77±0.05				51.78±0.02	
SA4			50.83±0.01	50.83±0.02						50.84±0.02	
SA5			48.85±0.01	48.82±0.02						48.85±0.01	
SA6			48.85±0.01	48.85±0.01						48.86±0.03	
SA7			47.61±0.01	47.60±0.01						47.60±0.04	
SA8			48.99±0.02	48.98±0.02						48.99±0.02	
SA9			49.79±0.01	49.79±0.02						49.79±0.03	
SA10			49.48±0.01	49.47±0.01						49.48±0.03	
SA11			48.79±0.02	48.78±0.02						48.80±0.02	
SA12			48.62±0.02	48.62±0.02						48.62±0.01	
SA13			48.60±0.02	48.60±0.01						48.60±0.01	
SA14			46.96±0.02	46.95±0.01						46.93±0.01	
SA15			44.47±0.02	44.46±0.02						44.46±0.02	
SA16			41.81±0.05	41.80±0.02						41.76±0.02	



Tafla 2 (frh). Þyngd +982200 mgal

Stöð	Svartsengi Eldvörp									
	1976	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1992
HV5				60.19±0.04	60.21±0.04					
SEH1										60.02±0.04
HS01										60.25±0.02
HS02										60.16±0.02
HS03										61.25±0.02
HS04										62.16±0.02
SEH5										61.65±0.03
HS05										60.81±0.03
SEH6										59.59±0.03
HS06										58.83±0.02
SEH7										57.31±0.03
SEH8										57.79±0.03
SEH9										56.38±0.03
SEH10										55.17±0.02
	Svartsengi Sandafellshæð									
SV1			60.30±0.02	60.28±0.01	60.35±0.04	60.30±0.05		60.31±0.01		60.25±0.03
SV2			60.53±0.02	60.52±0.01	60.55±0.04	60.51±0.05		60.53±0.01		60.50±0.03
SV3			60.45±0.01	60.44±0.01	60.47±0.04					60.40±0.02
SV4			60.38±0.02	60.37±0.01						60.32±0.03
SV5			59.78±0.01	59.77±0.01						59.75±0.02
SV6			59.46±0.02	59.44±0.01						59.40±0.03
SV7			61.08±0.02	61.08±0.02						61.05±0.02
SV8			60.23±0.02	60.22±0.01						60.17±0.02
SV9			57.48±0.02	57.47±0.01						57.46±0.02
SV10			57.18±0.02	57.17±0.01						57.15±0.02
SV11			56.44±0.02	56.43±0.01		56.43±0.03	56.42±0.01	56.45±0.04	56.44±0.04	56.36±0.03
SV12			58.33±0.02	58.33±0.01			58.32±0.01		58.33±0.01	58.28±0.02
SV13			57.12±0.03	57.10±0.01					57.12±0.01	57.07±0.03
SV14			55.01±0.05	55.02±0.01					55.03±0.01	54.95±0.03
SV15			51.12±0.02	51.13±0.01					51.15±0.01	51.08±0.03
SV16			47.94±0.02	47.93±0.04			47.95±0.02		47.96±0.01	47.89±0.02



**Tafla 2 (frh). Þyngd +982200 mgal**

		Húsatóttir Eldvöpp Súlur									
Stöð		1976	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1992
7051							59.66±0.05	59.64±0.01		59.67±0.04	59.63±0.01
7052							59.58±0.05	59.55±0.01		59.58±0.04	59.54±0.02
7053							59.85±0.02	59.82±0.01			59.82±0.01
7054							59.40±0.03	59.37±0.01			59.37±0.02
7055							58.76±0.03	58.73±0.02			58.73±0.02
7056							58.70±0.05	58.69±0.01			58.68±0.02
7057							58.48±0.03	58.44±0.02	58.45±0.04		58.39±0.04
7058							58.48±0.03	58.46±0.01	58.46±0.04		58.41±0.04
7059								57.22±0.01			57.13±0.03
7060								57.27±0.01			57.20±0.03
7061								54.97±0.04			54.95±0.02
7062								57.03±0.04			57.04±0.03
7063								58.22±0.01			58.22±0.02
7064								54.03±0.01			53.99±0.05
7065								55.78±0.04			55.71±0.03
7066											55.78±0.03
7067											57.30±0.04
7068											58.98±0.03
7069											58.25±0.03
VR										56.60±0.04	

**Tafla 2 (frh). Þyngd +982200 mgal**

		Porköttlustabanes									
Stöð		1976	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1992
7047							57.85±0.03				57.80±0.04
7048							58.08±0.05				58.05±0.04
7050							58.02±0.05				57.97±0.03
7049											55.11±0.06
<b>Grindarvík Húsatóttir Sjöefnauvinnslan</b>											
7169							58.67±0.01				58.66±0.04
7170							59.14±0.01				59.11±0.06
7171							59.48±0.01				59.47±0.04
7172							60.40±0.02			60.43±0.01	60.37±0.06
7173							61.00±0.01			61.04±0.01	60.97±0.08
7174							60.27±0.01			60.30±0.02	60.20±0.09
Bstóþ											57.86±0.06
7175							58.77±0.01			58.82±0.01	
7176							59.61±0.01			59.65±0.01	59.64±0.06
7177							60.41±0.01			60.45±0.01	60.43±0.06
7178							58.39±0.01			58.43±0.02	58.43±0.04
7179							59.93±0.01			59.96±0.01	59.96±0.04
7180							61.02±0.02			61.06±0.01	61.07±0.05
7181										61.82±0.01	61.83±0.05
7182							59.42±0.01			59.45±0.01	59.43±0.04
RN01							59.44±0.01			59.48±0.01	59.44±0.02
RN02							60.08±0.02			60.13±0.01	60.07±0.02
RN03							58.51±0.01			58.56±0.01	58.51±0.03
RN04							56.52±0.02			56.56±0.01	56.51±0.05
RN05							58.32±0.01		58.33±0.01	58.35±0.01	58.30±0.02
RN06							57.90±0.02			57.95±0.01	57.89±0.02
RN07							57.41±0.02			57.45±0.02	57.39±0.02

Tafla 2 (frh). Þyngd +982200 mgal

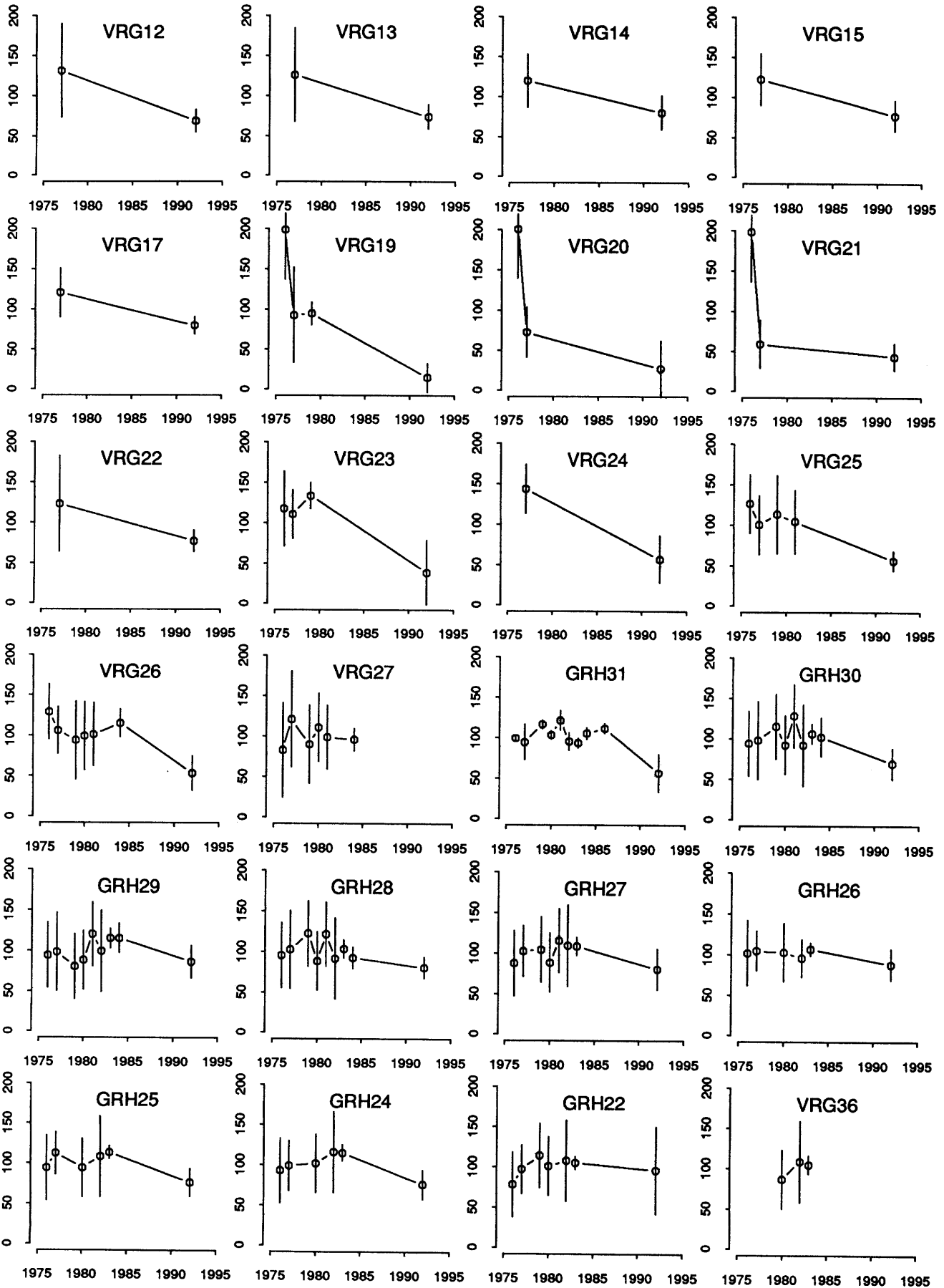
Stöð	Sandafellshæð Sýrfell Reykjanesviti									
	1976	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1992
7070							51.61±0.02		51.62±0.01	51.46±0.04
7071							55.01±0.02		55.03±0.01	54.89±0.01
7072							58.78±0.02		58.81±0.01	58.67±0.01
7073							60.03±0.02		60.05±0.01	59.92±0.02
7074							61.66±0.02		61.69±0.01	61.56±0.02
7075							60.15±0.02		60.15±0.01	60.08±0.04
7076							60.03±0.02		60.05±0.01	59.97±0.02
7077							58.45±0.02		58.48±0.01	58.37±0.01
RN17							60.49±0.02		60.51±0.01	60.42±0.02
RN18							59.42±0.02		59.44±0.01	59.36±0.03
RN19							55.99±0.02		56.02±0.01	55.94±0.03
RN20							58.90±0.05		58.94±0.02	58.88±0.02
RN21							57.96±0.02		58.01±0.01	57.93±0.01
RN22							58.15±0.02		58.18±0.01	58.13±0.01
RN23							57.09±0.02		57.12±0.01	57.06±0.02
RN24							56.81±0.02		56.85±0.01	56.81±0.02
RN25							56.12±0.02		56.16±0.01	56.12±0.01
RN26								55.73±0.04	55.78±0.02	55.74±0.02
RN27							57.01±0.02		57.08±0.01	57.05±0.01
RN28							58.20±0.02		58.23±0.01	58.19±0.02
RN29							58.17±0.02		58.21±0.01	58.14±0.04
RN30							56.76±0.02		56.78±0.01	56.72±0.03

Tafla 2 (frh). Þyngd +982200 mgal

Sjófnávinnslan Hafnavegur										
Stöð	1976	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1992
RN42									56.58±0.04	56.51±0.05
VR524									55.16±0.04	55.08±0.04
RN43									56.37±0.04	56.29±0.03
VR523									56.57±0.04	56.51±0.04
Sjófnávinnslan Stampahraun										
RN08							57.03±0.02		57.05±0.02	56.99±0.02
RN09							56.79±0.02		56.81±0.02	56.75±0.02
RN10							55.44±0.02		55.45±0.01	55.40±0.02
RN11							55.93±0.02		55.95±0.02	55.91±0.03
RN12							56.23±0.02		56.23±0.02	56.22±0.02
RN13							55.31±0.02		55.34±0.01	55.31±0.03
RN14							55.13±0.02		55.15±0.01	55.14±0.03
RN15										57.15±0.02
RN16							58.02±0.05		58.03±0.01	58.02±0.02
Reykjanesviti Öngulbrjótsnef										
RN31							56.80±0.02			56.76±0.01
RN32							57.83±0.02			57.81±0.02
RN33							55.10±0.02			55.04±0.05
RN34							56.41±0.02			56.36±0.01
RN35							57.43±0.02			57.39±0.02
Reykjanesviti Reykjanestá										
RN36							56.49±0.02		56.52±0.01	56.40±0.05
RN37							58.53±0.02		58.56±0.01	58.46±0.05
RN38							57.01±0.02		57.05±0.01	56.93±0.05
5483									57.18±0.01	57.09±0.06
Austan Skálafells										
RN39							57.19±0.02		57.23±0.01	57.17±0.02
RN40							57.44±0.02		57.48±0.01	57.41±0.04
RN41							55.51±0.05		55.56±0.04	55.45±0.04

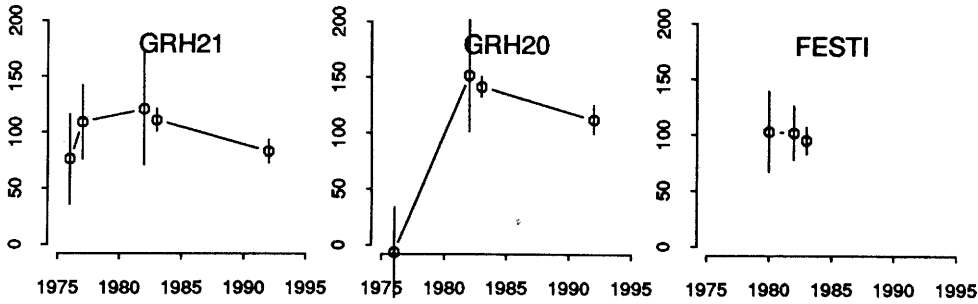
# Grindarvíkurvegur

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



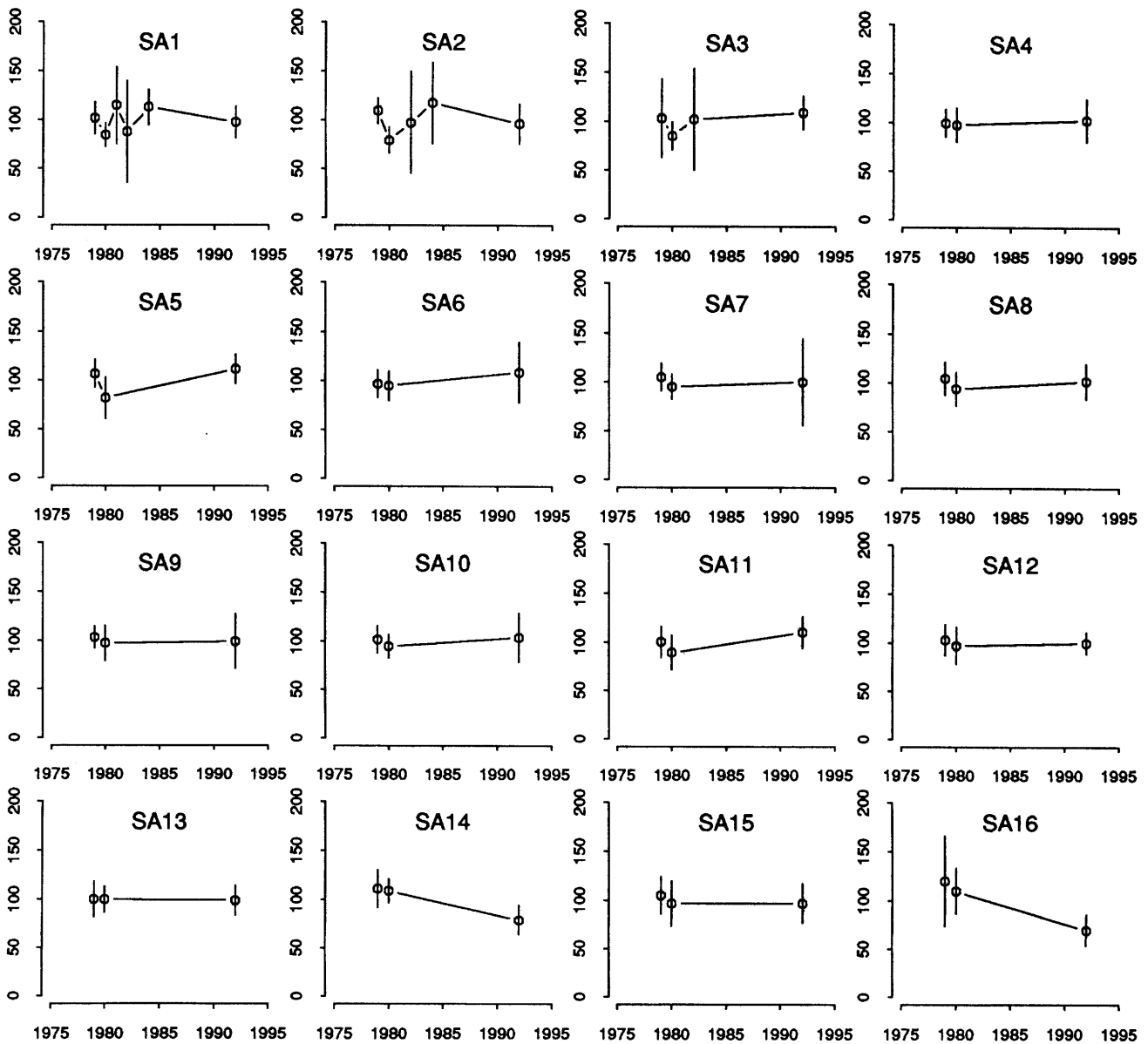
# Grindarvíkurvegur

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



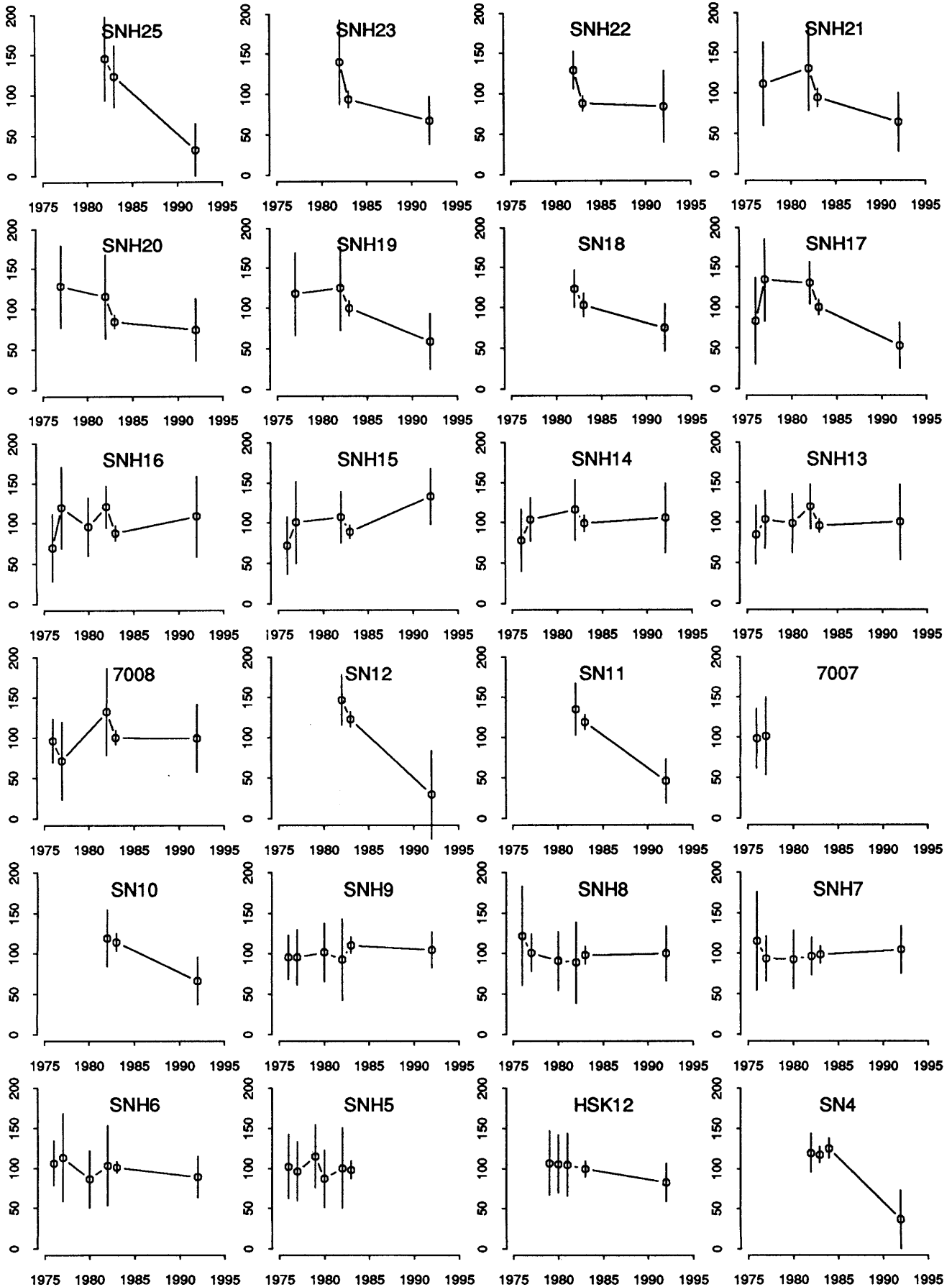
# Svartsengi Náthagakriki

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



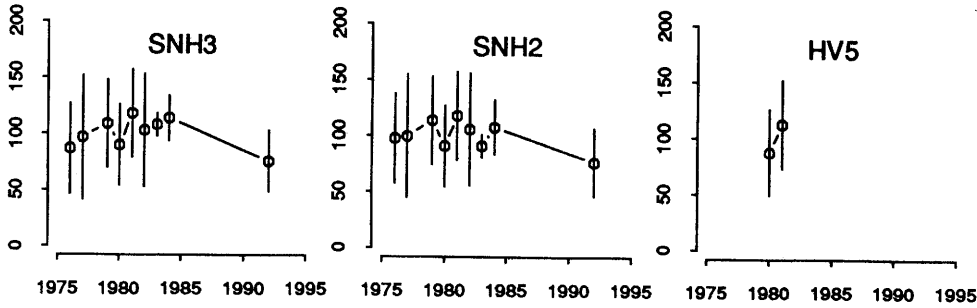
# Njarðvík Svartsengi

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



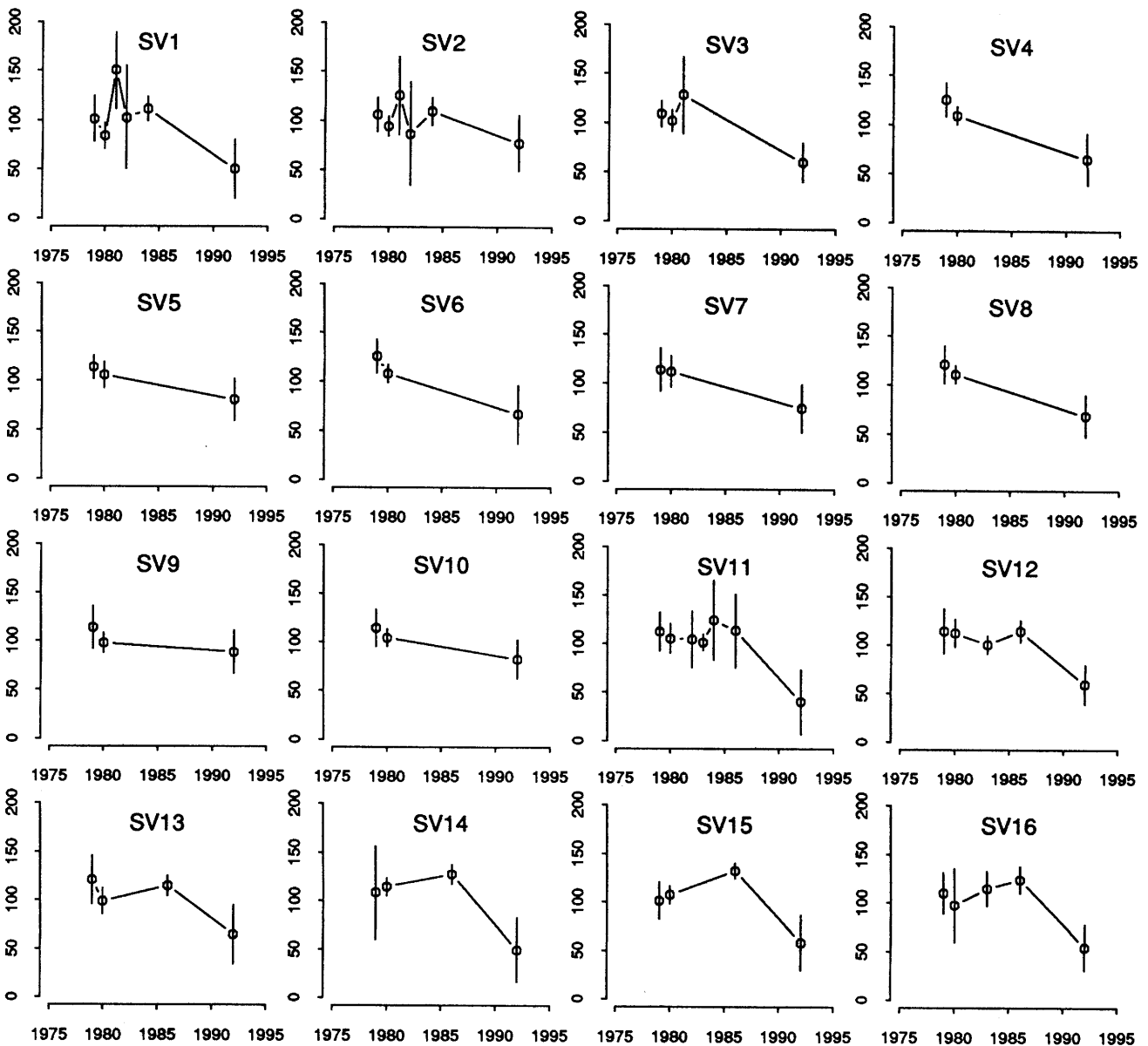
# Njarðvík Svartsengi

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



# Svartsengi Sandafellshæð

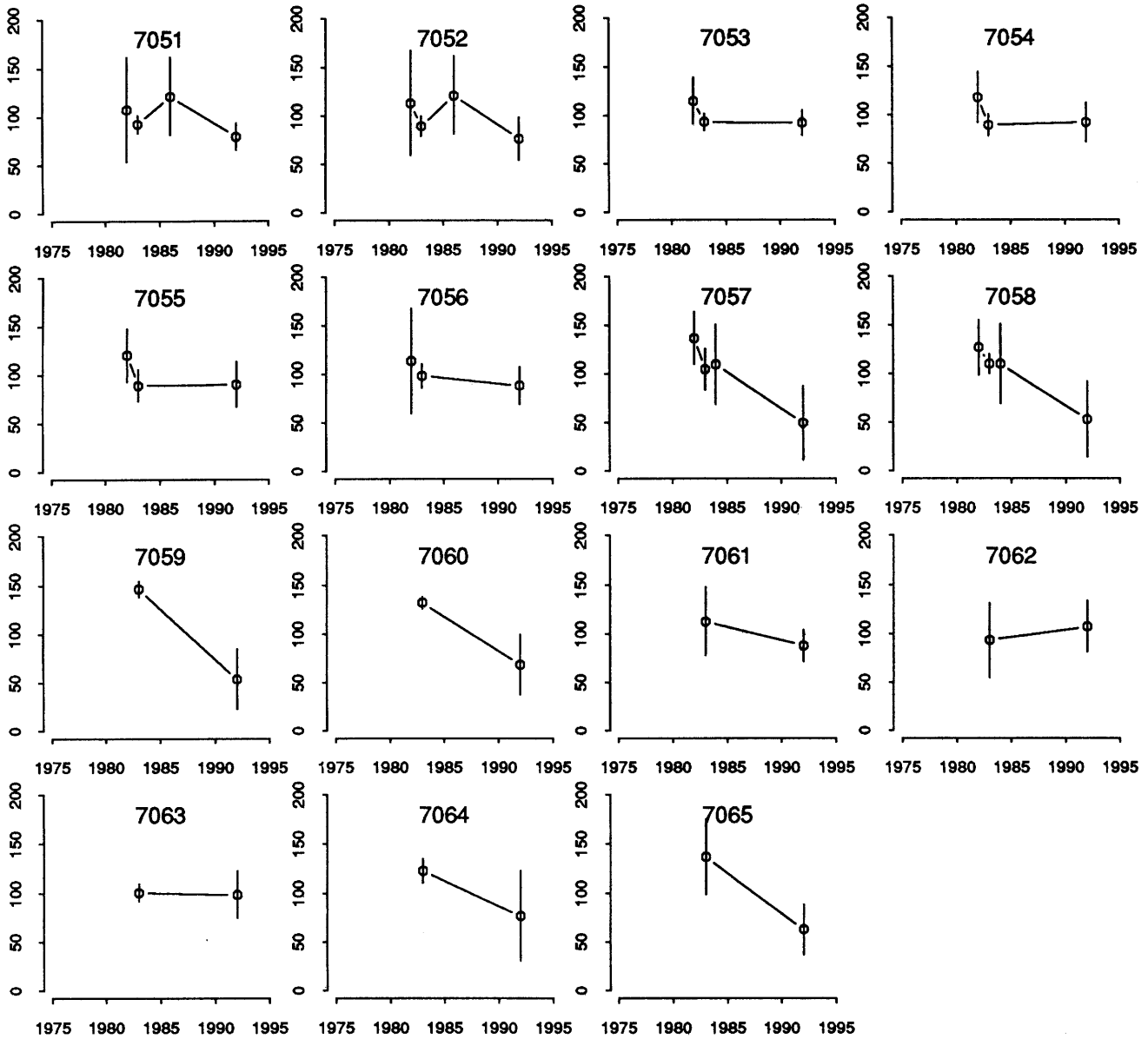
Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal





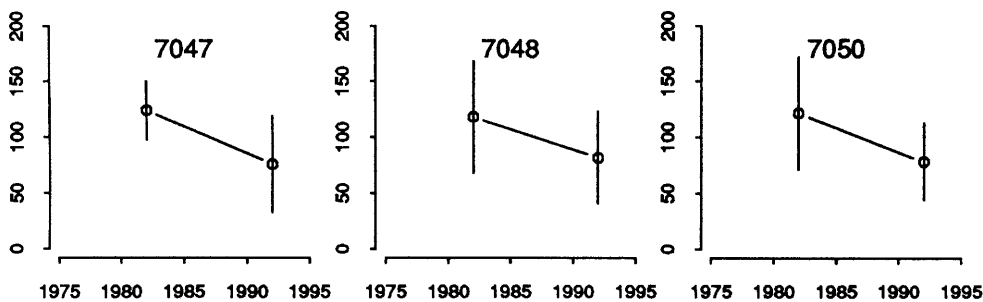
## Húsatóttir Eldvörp Súlur

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



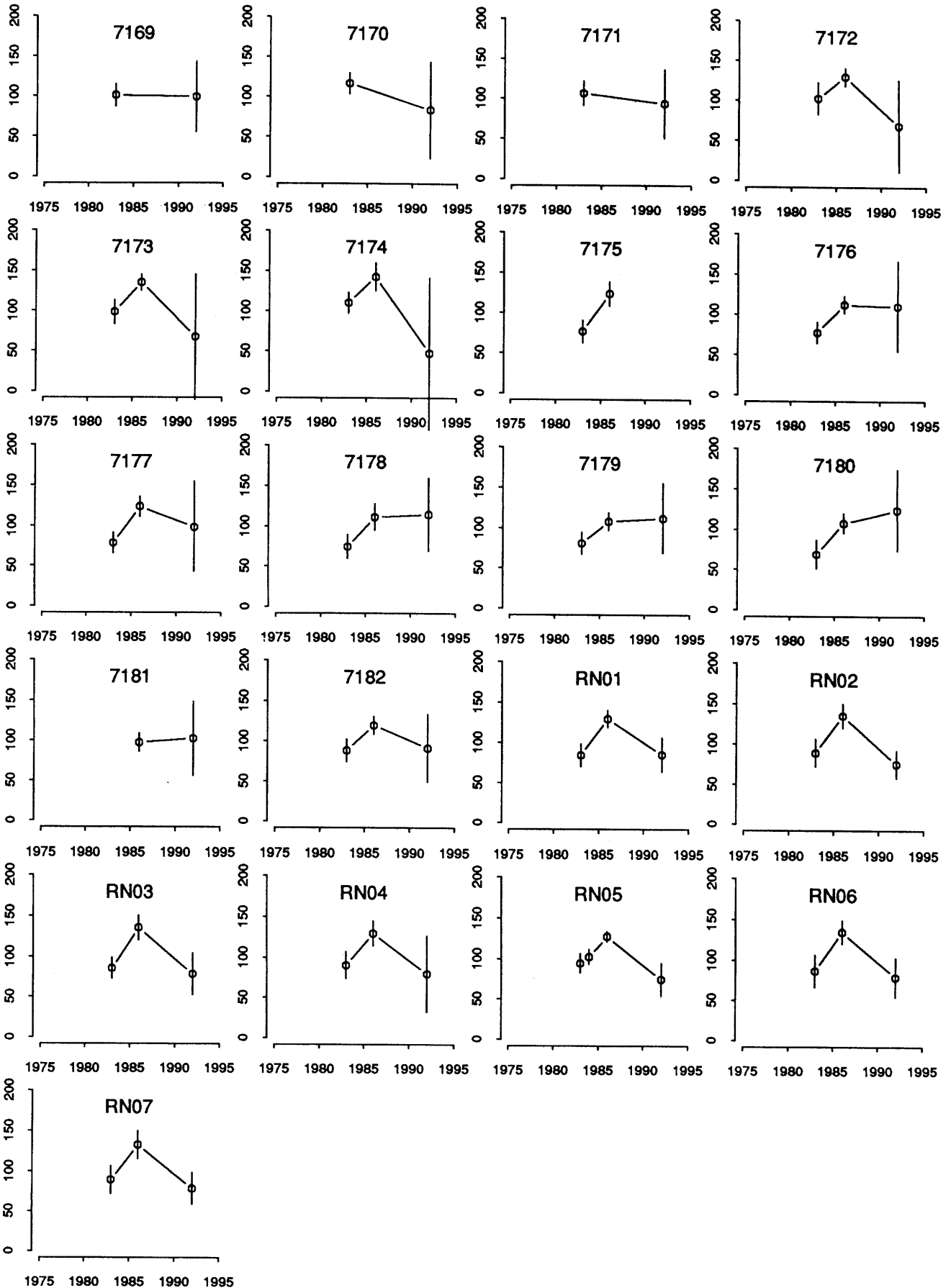
## Þorkötlustaðanes

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



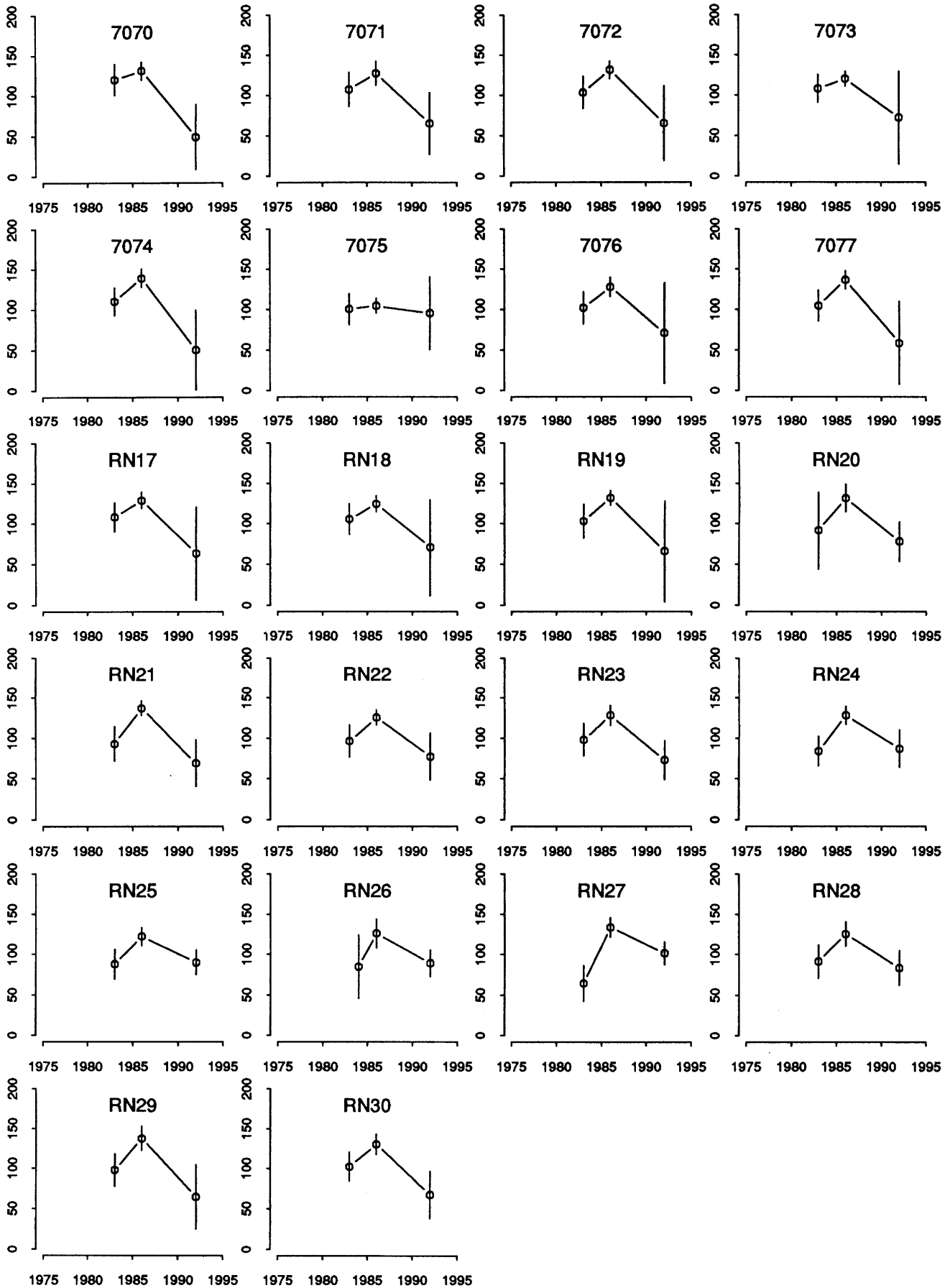
# Grindarvík Húsatóttir Sjóefnavinnslan

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



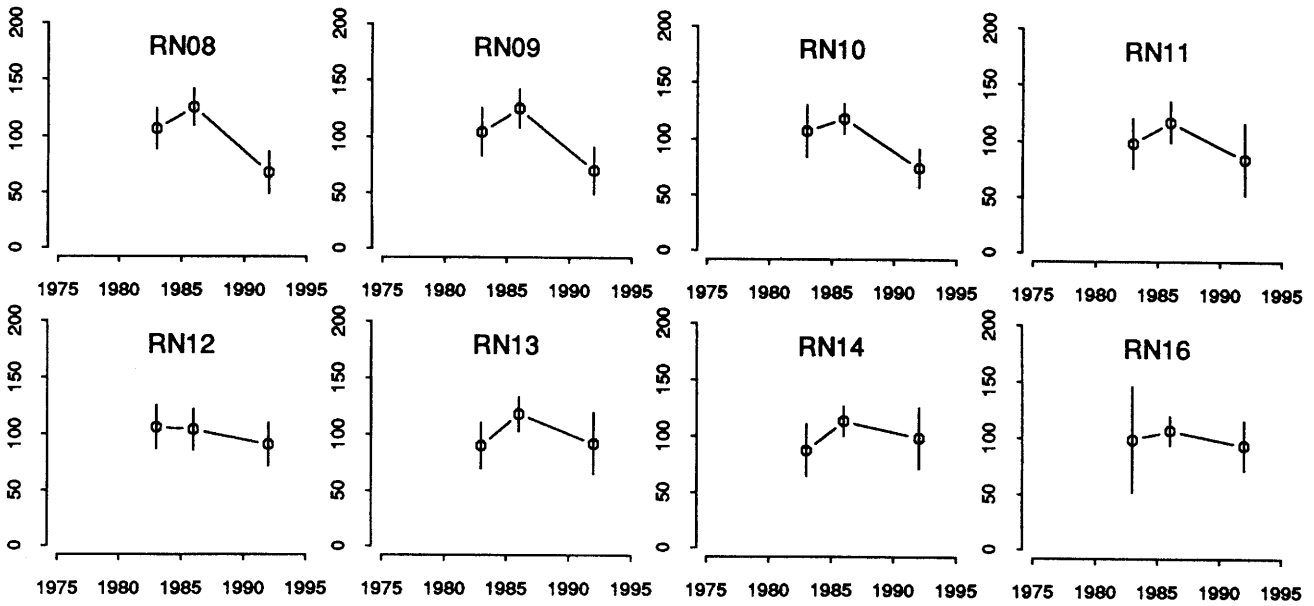
# Sandafellshæð Sýrfell Reykjanesviti

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



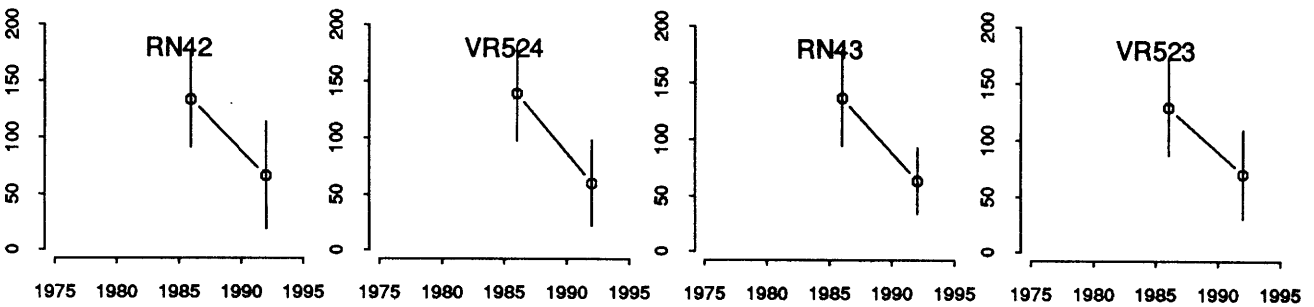
## Sjóefnavinnslan Stampahraun

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



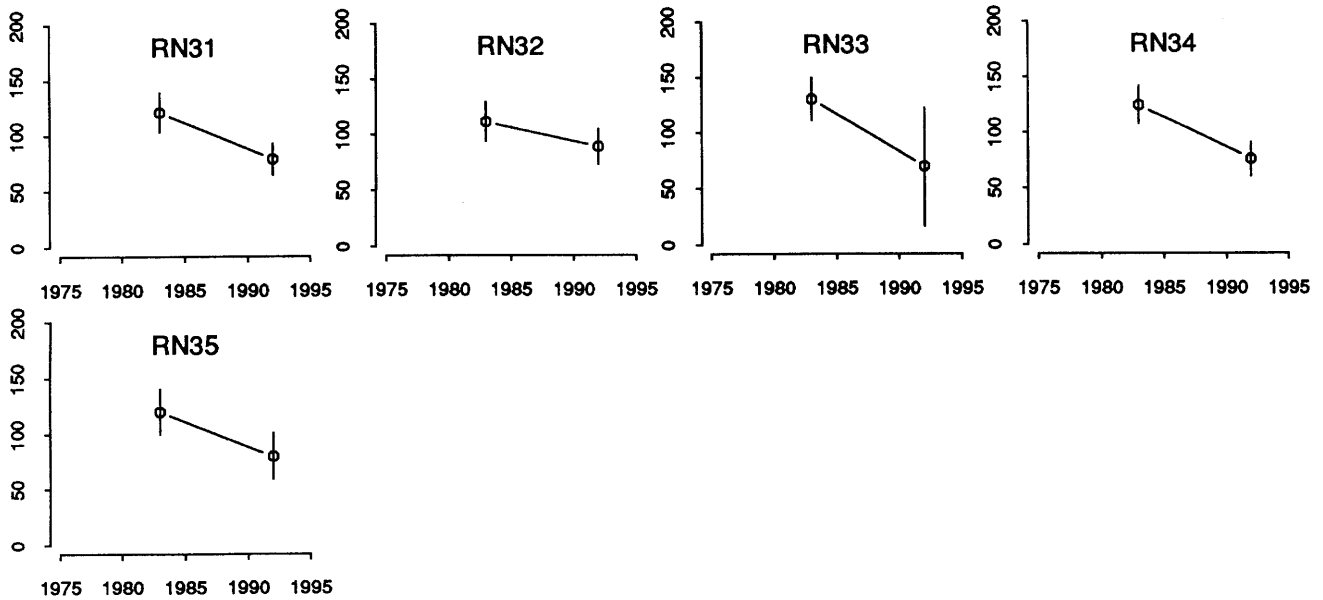
## Sjóefnavinnslan Hafnavegur

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



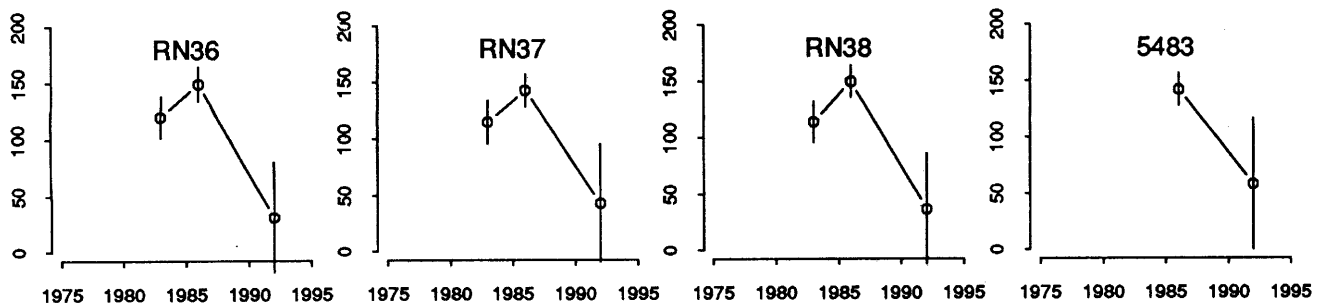
## Reykjanesviti Öngulbrjótsnef

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



## Reykjanesviti Reykjanestá

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal



## Austan Skálafells

Þyngd leiðrétt fyrir hæðarbreytingum, mgal

