

DRÖG

**KERLINGARFJÖRÐUR,  
KJÁLKAFJÖRÐUR OG  
MJÓIFJÖRÐUR**

**Straumlíkan**

Unnið fyrir Vegagerðina



**KERLINGARFJÖRÐUR,  
KJÁLKAFJÖRÐUR OG  
MJÓIFJÖRÐUR**

**Straumlíkan**

Unnið fyrir Vegagerðina

11.04

Maí 2011



<b>Skýrsla nr:</b> 11.04	<b>Útgefið:</b> Maí 2011	<b>Fjöldi síðna:</b> 53	<b>Dreifing:</b> Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>
-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	---

**Heiti skýrslu:**

Kerlingarfjörður, Kjálkafjörður og Mjóifjörður. Straumlíkan.

**Höfundar:**

Þröstur Hrafnkelsson

**Verkefnisstjóri:**

Sveinn Óli Pálmarsson

**Útdráttur:**

Áhrif þverunar Kjálkafjarðar og Mjóafjarðar á strauma í fjörðunum voru könnuð með straumlíkani. Líkanið tók til Kerlingarfjarðar, Kjálkafjarðar og Mjóafjarðar og afmarkaðist í suðvestri af mynni Kjálkafjarðar við Auðshaug (Höfða) og í suðri af mynni Kerlingarfjarðar við Svartbakssker og Hríthólma.

Að lokinni uppsetningu líkansins voru fundin tilfelli vatnsopa þveranna sem uppfylltu bæði full vatnsskipti í fjörðunum og hraðatakmarkanir vegna brúarhönnunar í vatnsopunum. Gerð er grein fyrir reiknuðum sjávarfallastraumum eftir þveranir Kjálkafjarðar með 90 m virku vatnsopi og Mjóafjarðar með 130 m virku vatnsopi. Þær niðurstöður voru bornar saman við strauma án mannvirkja (grunnástand). Miðað var við að sjávarfallið svaraði til meðalstórstraums.

Niðurstöður eru birtar fyrir sjávarhæð og straumhraða í einstökum punktum, auk þess sem rennsli í skilgreindum þversniðum er sýnt. Einnig var metið mesta rennsli og mesti straumhraði í vatnsopunum. Jafnframt eru birtar yfirlitsmyndir strauma í fjörðunum á aðfalli og útfalli.

Óverulegar breytingar verða á sjávarfallastraumum fjarri vegfyllingunum. Í nágrenni þeirra myndast iður og verður því straummynstrið nokkuð breytt frá grunnástandi.

**Verkkaupi:**

Vegagerðin

**Tengiliður verkkaupa:**

Einar Hafliðason

**Samstarfsaðilar:**

## EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT .....	3
MYNDASKRÁ .....	4
INNGANGUR.....	6
1 STRAUMLÍKAN OG LÍKANKEYRSLUR.....	6
2 NIÐURSTÖÐUR .....	7
2.1 Án mannvirkja.....	7
2.1.1 Kjálkafjörður .....	7
2.1.2 Kerlingarfjörður.....	7
2.1.3 Mjóifjörður .....	8
2.2 Með mannvirkjum .....	8
2.2.1 Kjálkafjörður .....	8
2.2.2 Kerlingarfjörður.....	8
2.2.3 Mjóifjörður .....	8
2.3 Samantekt niðurstaðna.....	9
HEIMILDIR.....	10
MYNDIR .....	11

## MYNDASKRÁ

1. Líkansvæði
2. Dýpi reiknilíkansins ásamt mælistöðvum
3. Dýpi líkansins við vegfyllingar ásamt nærliggjandi mælistöðvum
4. Randgildi sjávarhæðar í líkaninu og tímabil til athugunar
5. Grunnástand. Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna
6. Grunnástand. Kjálkafjörður. Rennsli í sniðum
7. Grunnástand. Kjálkafjörður. Straumhraði. Aðfall
8. Grunnástand. Kjálkafjörður. Straumhraði. Útfall
9. Grunnástand. Kerlingarfjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna
10. Grunnástand. Kerlingarfjörður. Rennsli í sniðum
11. Grunnástand. Kerlingarfjörður. Straumhraði. Aðfall
12. Grunnástand. Kerlingarfjörður. Straumhraði. Útfall
13. Grunnástand. Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna
14. Grunnástand. Mjóifjörður. Rennsli í sniðum
15. Grunnástand. Mjóifjörður. Straumhraði. Aðfall
16. Grunnástand. Mjóifjörður. Straumhraði. Útfall
17. Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 1
18. Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 2
19. Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 3
20. Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 1
21. Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 2
22. Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 3
23. Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 4
24. Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 5
25. Kjálkafjörður. Meðalhraði í brúaropi
26. Kjálkafjörður. Með brú. Straumhraði. Aðfall
27. Kjálkafjörður. Með brú. Straumhraði. Útfall
28. Kerlingarfjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 4
29. Kerlingarfjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 5
30. Kerlingarfjörður. Rennsli í sniði 6
31. Kerlingarfjörður. Rennsli í sniði 7
32. Kerlingarfjörður. Rennsli í sniði 8
33. Kerlingarfjörður. Með brú. Straumhraði. Aðfall
34. Kerlingarfjörður. Með brú. Straumhraði. Útfall

35. Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 6
36. Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 7
37. Mjóifjörður. Rennsli í sniði 9
38. Mjóifjörður. Rennsli í sniði 10
39. Mjóifjörður. Rennsli í sniði 11
40. Mjóifjörður. Meðalhraði í brúaropi
41. Mjóifjörður. Með brú. Straumhraði. Aðfall
42. Mjóifjörður. Með brú. Straumhraði. Útfall



## INNGANGUR

Vegagerðin fól Verkfræðistofunni Vatnaskilum að kanna með straumlíkani af Kerlingarfirði, Kjálkafirði og Mjóafirði áhrif þverana Kjálkafjarðar og Mjóafjarðar á strauma í fjörðunum. Reiknað var grunnástand, án mannvirkja. Jafnframt voru reiknuð tilfelli fyrir þveraða firðina með það að markmiði að ákvarða stærð vatnsopa sem fullnægja bæði kröfum um full vatnskipti í fjörðunum og að mesti straumhraði í vatnsopunum sé undir 2 m/s. Í öllum tilfellum var botnkóta í vatnsopi haldið í -3,0 m miðað við meðalsjávarstöðu. Eftirfarandi tilfelli uppfylla þessi skilyrði og er gerð grein fyrir niðurstöðum tilsvareandi keyrslu í þessari skýrslu:

- 1) Kjálkafjörður
  - a. Grunnástand án mannvirkja
  - b. Virkt vatnsop 90 m
    - i. Frá stöð 12844 að stöð 12934
    - ii. Botnkóti í brúarstæði -3,0 m
- 2) Mjóifjörður
  - a. Grunnástand án mannvirkja
  - b. Virkt vatnsop 130 m
    - i. Frá stöð 2688 að stöð 2818
    - ii. Botnkóti í brúarstæði -3,0 m

Reiknuð tilfelli þverunar voru borin saman við tilsvareandi grunnástand. Gert var ráð fyrir að flái vegfyllinga væri 1:3 (lárétt:lóðrétt). Þetta gerði það að verkum að breidd vegfyllinga var breytileg eftir dýpi í firðinum. Miðað var við að sjávarfallið svaraði til meðalstórstraums. Sérstaklega var metið mesta rennsliog mesti straumhraði í vatnsopunum. Jafnframt eru birtar yfirlitsmyndir strauma í fjörðunum með og án mannvirkja.

## 1 STRAURLÍKAN OG LÍKANKEYRSLUR

Til útreikninga á sjávarstraumum var sett upp straumlíkan af Kerlingarfirði, Kjálkafirði og Mjóafirði. Líkansvæðið afmarkast í suðvestri af mynni Kjálkafjarðar við Auðshaug (Höfða) og í suðri af mynni Kerlingarfjarðar við Svartbakssker og Hríthólma (mynd 1). Líkanjaðarinn var látinn fylgja 10 m hæðarlínu. Landmælingar og dýptarmælingar voru fengnar frá Vegagerðinni sem jafnframt afhentu loftmyndir frá Loftmyndum ehf. Myndir 2 og 3 sýna dýpi líkansins þar sem negatífar tölur tákna hæð yfir meðalsjó. Myndirnar sýna jafnframt skilgreiningu tímaraðapunkta og þversniða í líkaninu. Í tímaraðapunktum var safnað tímaröðum af sjávarhæð auk straumhraða og -stefnu í keyrslum líkansins en í þversniðunum var reiknað rennsli á hverjum tíma.

Sjávarhæð á jaðri líkansins við mynni Kjálkafjarðar og Kerlingarfjarðar var áætluð út frá mældri sjávarhæð við Vesturnes í Breiðafirði, í mælipunkti HVM17 en þær mælingar fengust þegar rannsóknir og líkangerð var framkvæmd fyrir Þorskafjörð 2007 [3]. Mælingarnar voru framkvæmdar af VGK-Hönnun. Tímabilið sem var til sérstakrar athugunar var 27. október til 29. október, 2007, yfir rúmlega 3 sjávarfallasveiflur þ.m.t. meðalstórstraum. Tímasetning

meðalstórstraums í fjörðunum var ákvörðuð út frá tímasetningu meðalstórstraums í Reykjavík, en samkvæmt sjávarfallatöflum Sjósmælinga Íslands [1,2] svarar flóð og fjara þann 28. október 2007 til meðalstórstraums. Flóð og fjara við Vesturnes var þá mæld um  $\pm 2,3$  m miðað við meðalsjávarstöðu. Meðalstórstraumssveiflan er því um 4,6 m sem er um 20% hærra gildi en í Reykjavík og svarar vel til áætlaðs margföldunarstuðuls sjávarhæðar hjá Sjósmælingum Íslands [2].

Gert var ráð fyrir að botnnúningsstuðullinn C væri ákvarðaður með sama hætti og í Gufufirði, Djúpifirði og Þorskafirði [4] og er lýst með jöfnunni:

$$C = 40 \cdot D^{1/6}$$

Hér táknar D meðaldýpi. Þau tilfelli sem reiknuð voru eru skilgreind í inngangi. Tímabilið til athugunar er 48 klst, frá 180 til 228 klst, en keyrslur hófust á tímaskrefi 154 klst. Þessir tímar svara til 27.10.2007 12:00 til 29.10.2007 12:00 með upphafskeyrslutíma 26.10.2007 10:00. Randgildi líkansins er sjávarhæð við mynni Kjálkafjarðar og Kerlingarfjarðar, sem sýnd er fyrir þetta tímabil á mynd 4. Þriðja sjávarfallasveiflan er áætlaður meðalstórstraumur, með hæðarmun hæstu og lægstu gilda um 4,6 m.

## 2 NIÐURSTÖÐUR

Fyrir hvert tilfelli eru birtar niðurstöður útreikninga af;

- 1) Tímaröðum: Sjávarhæð, straumhraða og –stefnu
- 2) Rennli í sniðum
- 3) Straumhraða í líkaninu frá tveimur völdum tímum (táknaðir með svörtum lóðréttum strikum á myndum með tímaröðum):
  - a. 211,022 klst, sem er á aðfalli.
  - b. 216,000 klst, sem er á útfalli.

### 2.1 Án mannvirkja

#### 2.1.1 Kjálkafjörður

Ekki er merkjanlegur munur á sjávarhæð í stöðvum 1 og 3 á flóði, en á fjöru má sjá að fjörðurinn þornar í stöð 3 en ekki í stöð 1 (mynd 5). Straumhraði er um 0,05 m/s á aðfalli og útfalli við mynni Kjálkafjarðar en mun meiri innarlega í firðinum þegar hann hefur ekki þornað (mynd 5). Hámarksrennsli á stórstraumi í gegnum snið 3 er liðlega 800 m<sup>3</sup>/s á aðfalli og um 500 m<sup>3</sup>/s á útfalli (mynd 6). Heildarvatnsskipti yfir rúmar þrjár sjávarfallasveiflur, frá tíma 180,02 til 228,02, í gegnum snið 3 eru um  $8,520 \cdot 10^5$  m<sup>3</sup>. Myndir 7 og 8 sýna strauma á svæðinu á aðfalli og útfalli.

#### 2.1.2 Kerlingarfjörður

Ekki er merkjanlegur munur á sjávarhæð í stöðvum 4 og 5 og minnkar straumhraði er innar dregur í firðinum (mynd 9). Það dregur úr rennsli innar í firðinum og í sniði 8 er mesta rennsli um 2000 m<sup>3</sup>/s á útfalli en um 3000 m<sup>3</sup>/s á aðfalli við meðalstórstraum (mynd 10). Myndir 11 og 12 sýna reiknaðar straumörvar á aðfalli og útfalli.

### 2.1.3 Mjóifjörður

Óverulegur munur er á sjávarhæð í stöðvum 6 og 7 (mynd 13). Straumhraði minnkar verulega þegar innar er komið í fjörðinn (mynd 2). Mesti straumhraði er um 0,13 m/s á aðfalli og útfalli í stöð 6 (fyrirhuguð veglína) en um 0,03 m/s innarlega í firðinum (mynd 13). Hámarksrennsli á meðalstórstraumi í gegnum snið 9 er liðlega 600 m<sup>3</sup>/s á aðfalli og um 500 m<sup>3</sup>/s á útfalli (mynd 14). Hámarksrennsli í gegnum innsta sniðið, snið 11, er minna en 200 m<sup>3</sup>/s á út- og aðfalli. Heildarvatnsskipti yfir þrjár sjávarfallasveiflur, frá tíma 180,02 til 228,02, í gegnum snið 9 eru um  $9,573 \cdot 10^5$  m<sup>3</sup>. Myndir 15 og 16 sýna strauma í innanverðum Kerlingarfirði og í Mjóafirði á aðfalli og útfalli.

## 2.2 Með mannvirkjum

### 2.2.1 Kjálkafjörður

Óverulegur munur er á sjávarhæð í mælistöðvunum í Kjálkafirði með og án vegfyllinga (myndir 17-19). Fjara innst í firðinum verður óbreytt með tilkomu brúar (mynd 19).

Straumhraði utan vegfyllingarsvæðis (stöðvar 1 og 3) breytist einungis lítillega með tilkomu fyllinganna (myndir 17 og 19). Í brúaropinum hins vegar breytist straumhraði verulega eins og búast má við í slíkri þrengingu (mynd 18). Mesti hraði í stöð 2 á meðalstórstraumi er um 1,8 m/s með tilkomu brúarinnar.

Rennsli í gegnum snið 1 – 5 breytist mjög lítið með tilkomu vegfyllinganna (myndir 20 til 24). Heildarvatnsskipti yfir þrjár sjávarfallasveiflur, frá tíma 180,02 til 228,02, í gegnum snið 3 eru um  $8,504 \cdot 10^5$  m<sup>3</sup>, sem er um 99,8% af vatnsskiptum við grunnástand.

Mesti meðalhraði í brúaropinum við meðalstórstraumssveiflu er á aðfalli, um 1,8 m/s (mynd 255).

Af framansögðu sést að 90 m virkt vatnsop leiðir af sér að fullum vatnsskiptum er náð og mesti straumhraði í vatnsopi er undir 2 m/s. Slík þverun hefur jafnframt óverulegar breytingar í för með sér með tilliti til sjávarfallastrauma í samanburði við grunnástand fjarri fyllingarsvæðum. Myndir 26 og 27 sýna straumhraða á aðfalli og útfalli í firðinum og í nágrenni brúaropsins. Straumar breytast í nágrenni fyllinganna, þannig að næst fyllingunum verða straumar samsíða þeim en fjær þeim myndast iður.

### 2.2.2 Kerlingarfjörður

Óverulegur munur er á sjávarhæð og straumhraða í mælistöðvunum í Kerlingarfirði með og án vegfyllinga (myndir 28 og 29). Mjög lítt munur er á rennsli í sniðum fyrir og eftir þverun (myndir 30 – 32).

Myndir 33 og 34 sýna straumhraða á aðfalli og útfalli á öllu líkansvæðinu, þ.m.t. í Kerlingarfirði. Áhrif þverana hafa lítil áhrif á strauma í Kerlingarfirði.

### 2.2.3 Mjóifjörður

Sjávarhæð í mælistöðvunum breytist óverulega með tilkomu vegfyllinga og vatnsops að breidd 130 m (myndir 35 og 36). Í brúaropi eykst straumhraði töluvert og verður mest um 2 m/s á aðfalli við meðalstórstraum (mynd 35).

Rennsli í gegnum snið 9, 10 og 11 breytist lítið með tilkomu vegfyllinga (myndir 37 til 39). Heildarvatnsskipti yfir þrjár sjávarfallasveiflur, frá tíma 180,02 til 228,02, í gegnum snið 9 eru um  $9,544 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ , eða um 99,7% af vatnsskiptum við grunnástand. Mesti meðalhraði í brúaropinunni við meðalstórstraumssveiflu er á aðfalli, um 2,0 m/s (mynd 40).

Af framansögðu sést að 130 m virkt vatnsop leiðir af sér að fullum vatnsskiptum er náð og mesti straumhraði í vatnsopi er um 2 m/s. Þverunin hefur jafnframt óverulegar breytingar í för með sér með tilliti til sjávarfallastrauma í samanburði við grunnástand fjarri fyllingarsvæðum. Myndir 41 og 42 sýna straumhraða á aðfalli og útfalli í firðinum og í nágrenni brúaropsins. Straumar breytast í nágrenni vegfyllinganna, þannig að næst fyllingunum verða straumar samsíða þeim en fjær þeim myndast iður og verður straummynstrið nokkuð breytt frá grunnástandi.

### 2.3 Samantekt niðurstaðna

Helstu niðurstöður reikninga vegna þverunar Kjálkafjarðar og Mjóafjarðar eru dregnar saman í töflu 1. Í báðum tilfellum er fullum vatnsskiptum náð og straumar breytast einungis í nágrenni vegfyllingana í þá veru að iður myndast og verður því straummynstrið nokkuð breytt frá grunnástandi.

Tafla 1. Niðurstöður vegna þverunar Kjálkafjarðar og Mjóafjarðar við stórstraumsástand.

Staður	Stærð vatnsops (m)	Straumhraði í brúaropi		Vatnsskipti í brúaropi
		Mesti meðalhraði (m/s)	Mesti straumhraði í miðju ops (m/s)	Hlutfall af grunnástandi (%)
Kjálkafjörður	90	1,7	1,8	99,8
Mjóíffjörður	130	2,0	2,0	99,7



## HEIMILDIR

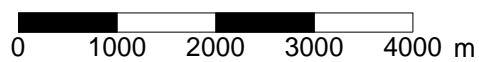
1. Sjósmælingar Íslands, 2007. **Sjávarfallaalmanak 2007, Reykjavík.** Landhelgisgæsla Íslands.
2. Sjósmælingar Íslands, 2007. **Sjávarfallatöflur 2007, Reykjavík, Ísafjörður, Siglufjörður, Djúpivogur.** Landhelgisgæsla Íslands.
3. VGK-Hönnun, 2007. **Þorskafjörður. Sjávarfallamælingar.** Desember 2007.
4. Vatnaskil, 2008. **Gufufjörður, Djúpifjörður og Þorskafjörður. Straumlíkan.** Unnið fyrir Vegagerðina.

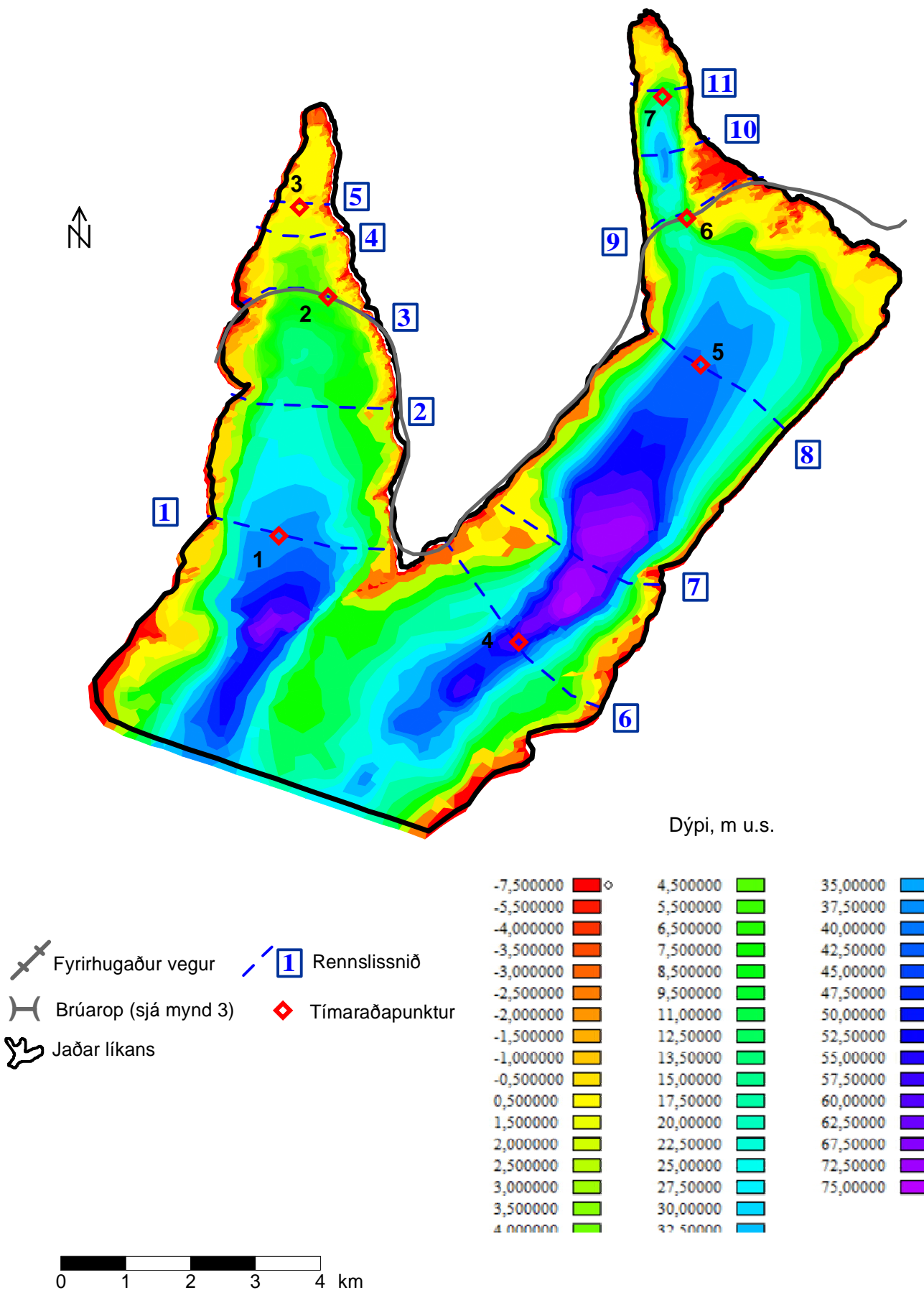
## **MYNDIR**

Líkansvæði



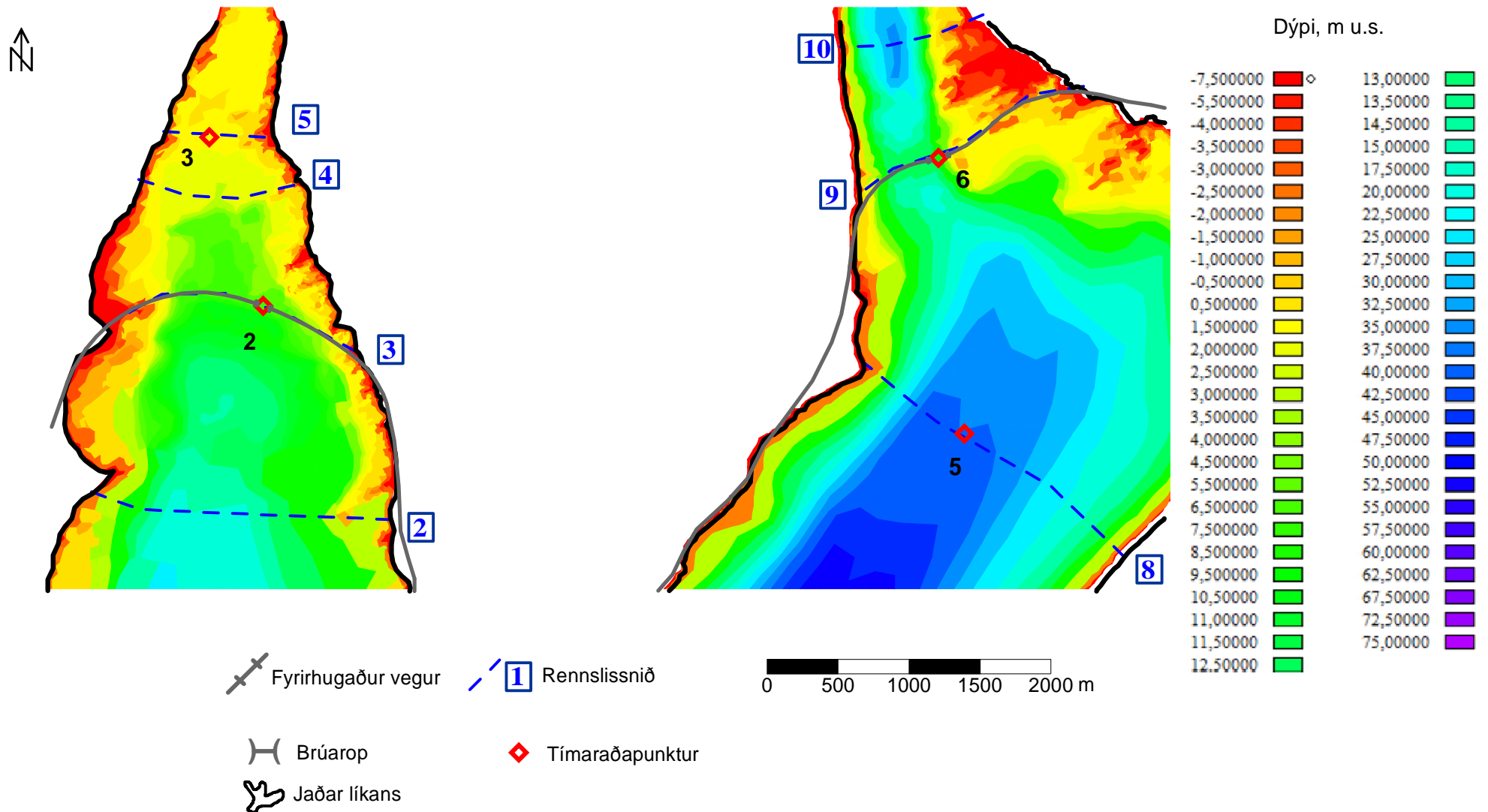
-  Jaðar líkans
-  Fyrirhugaður vegur



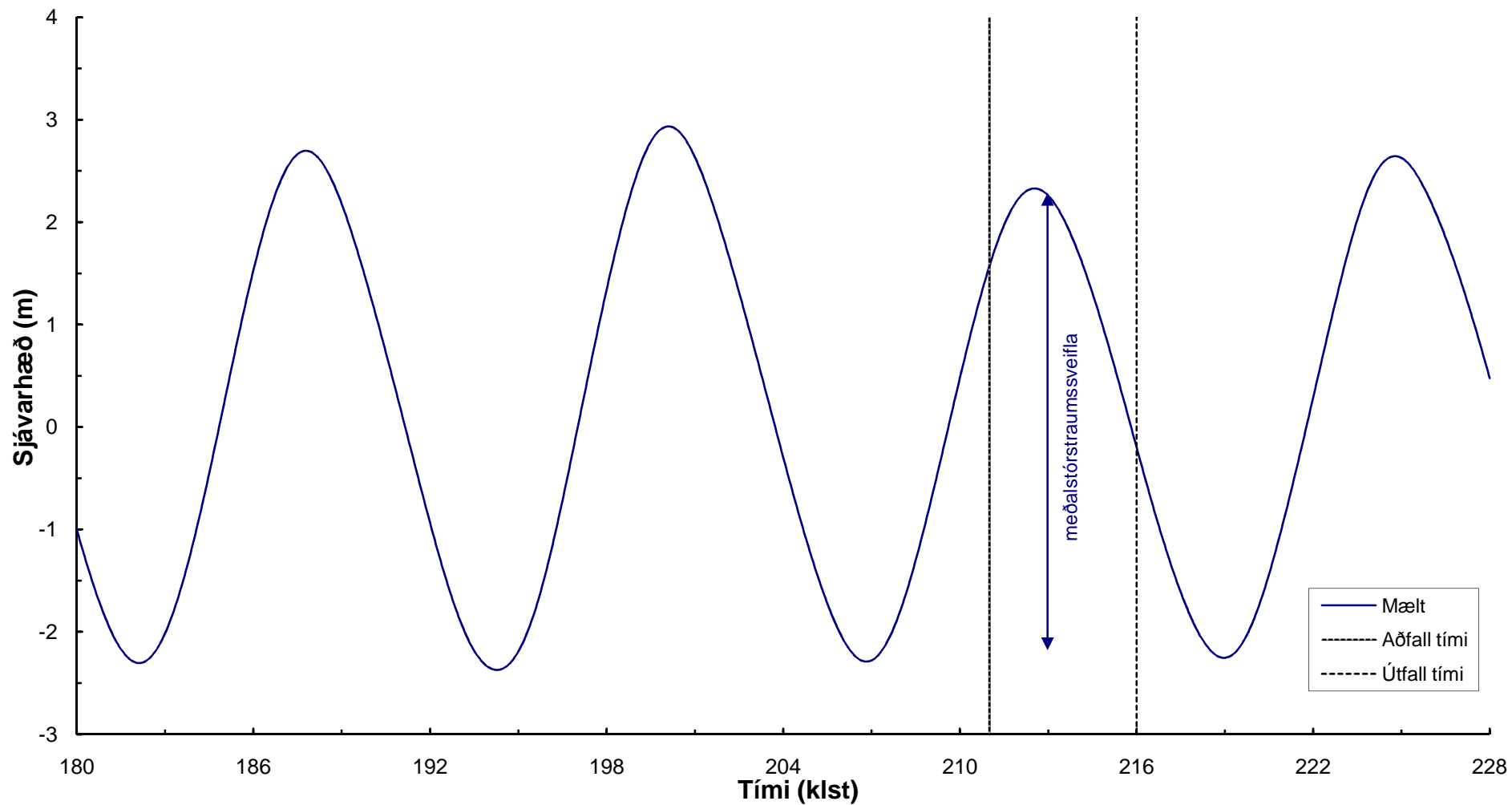




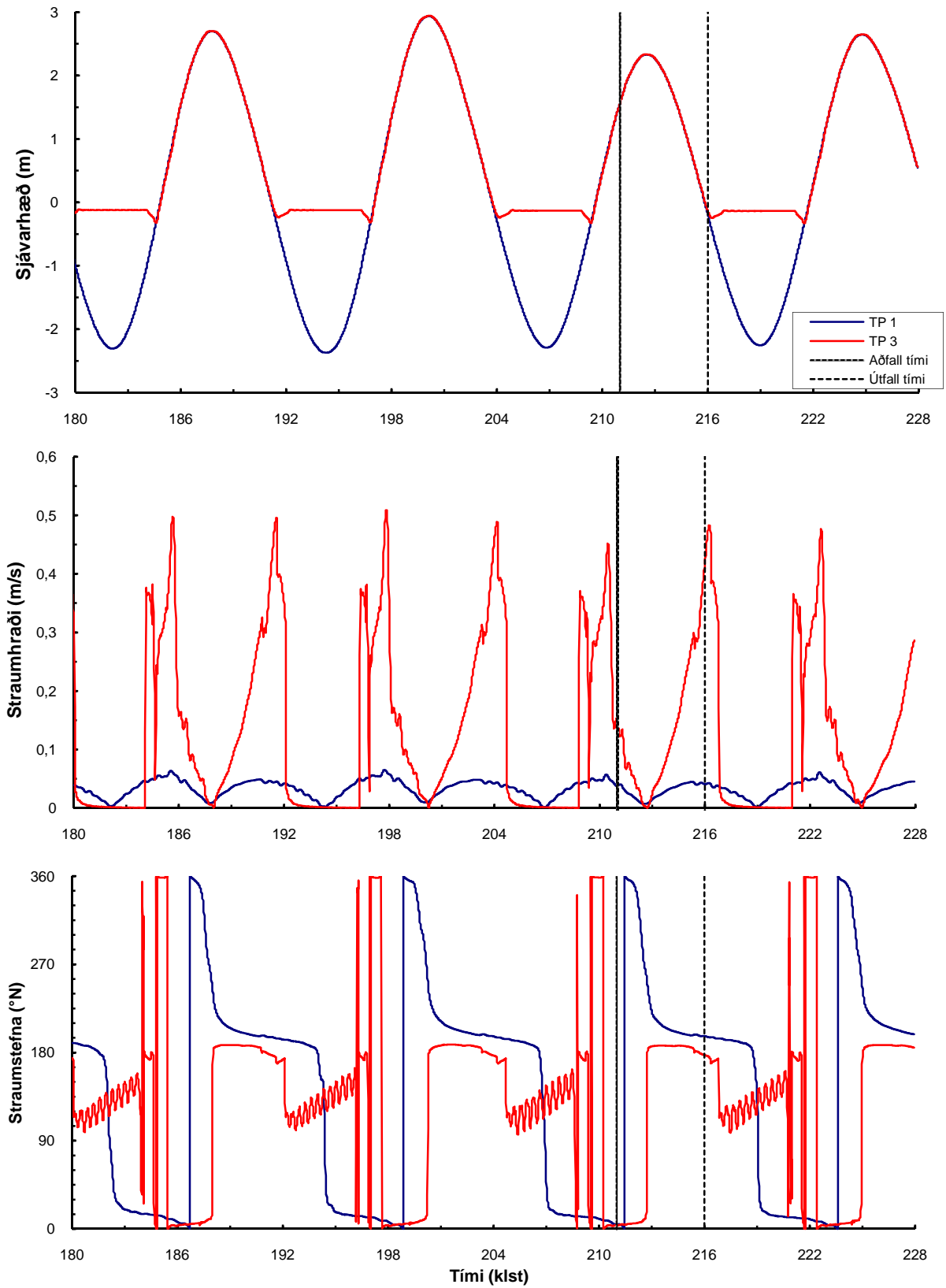
Dýpi líkansins við vegfyllingar ásamt nærliggjandi mælistöðvum



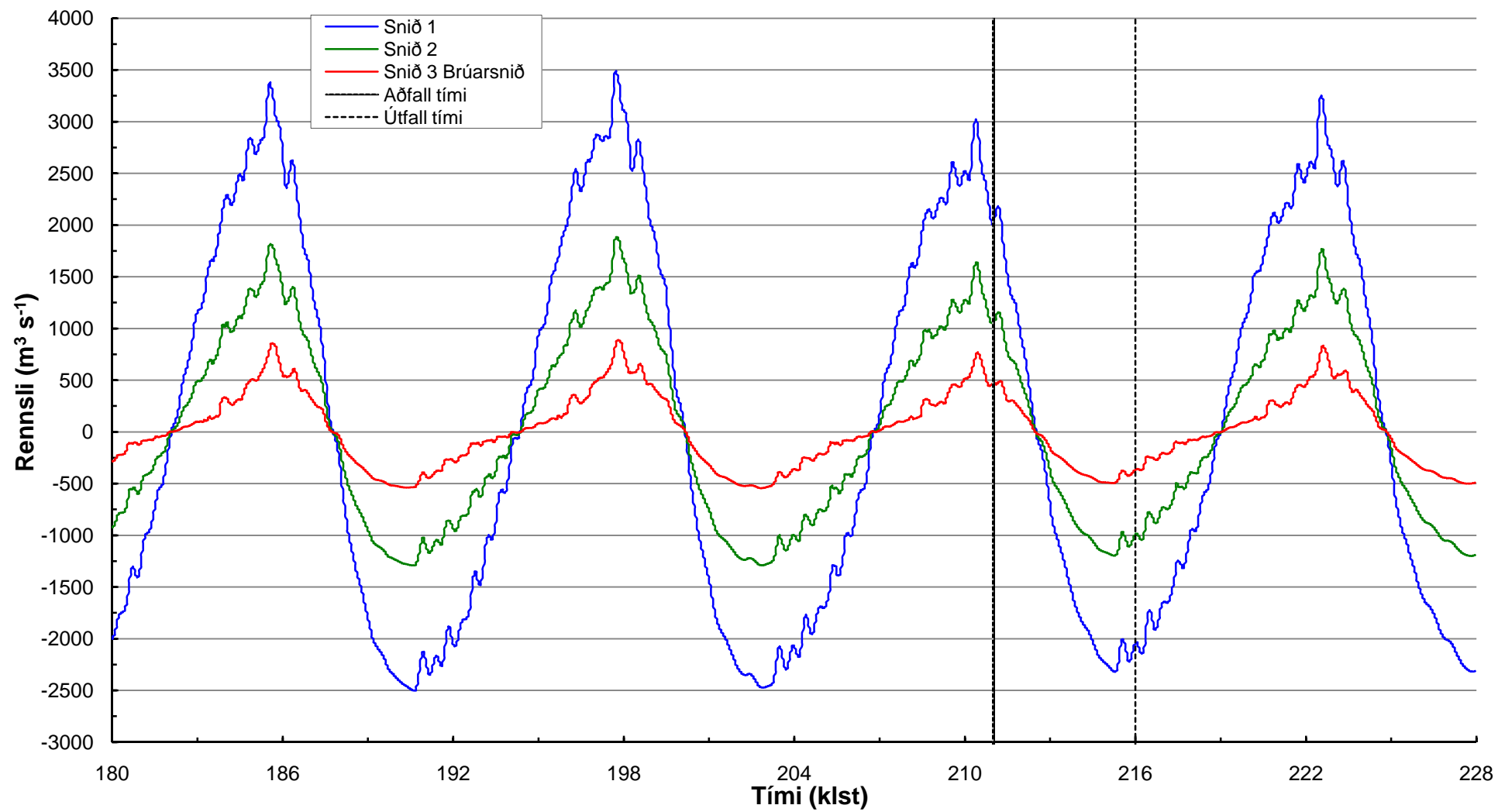
Randgildi sjávarhæðar í líkaninu og tímabil til athugunar

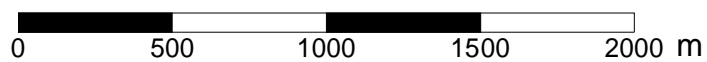
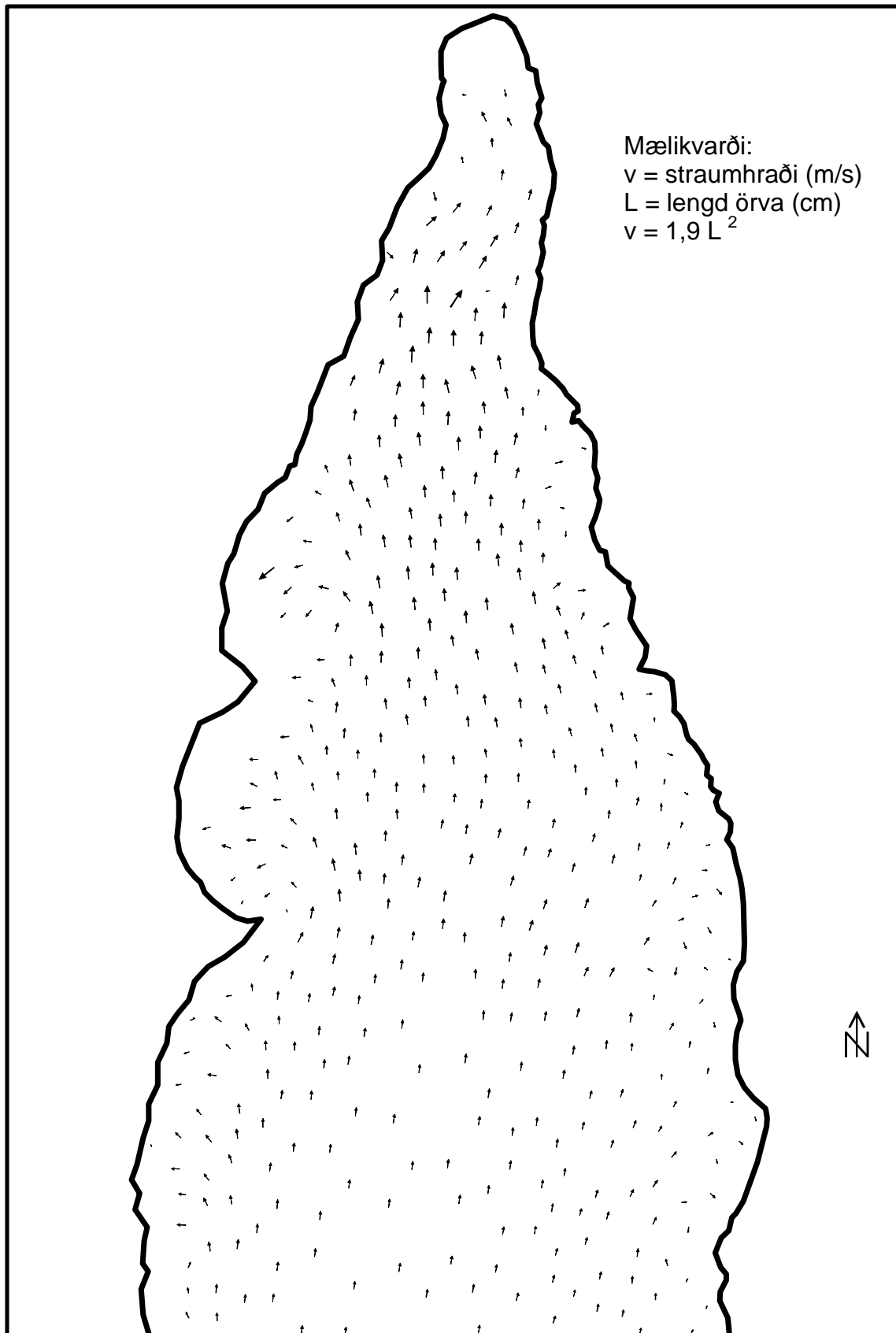


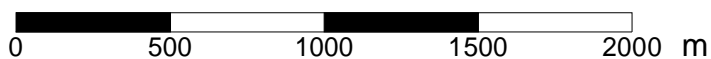
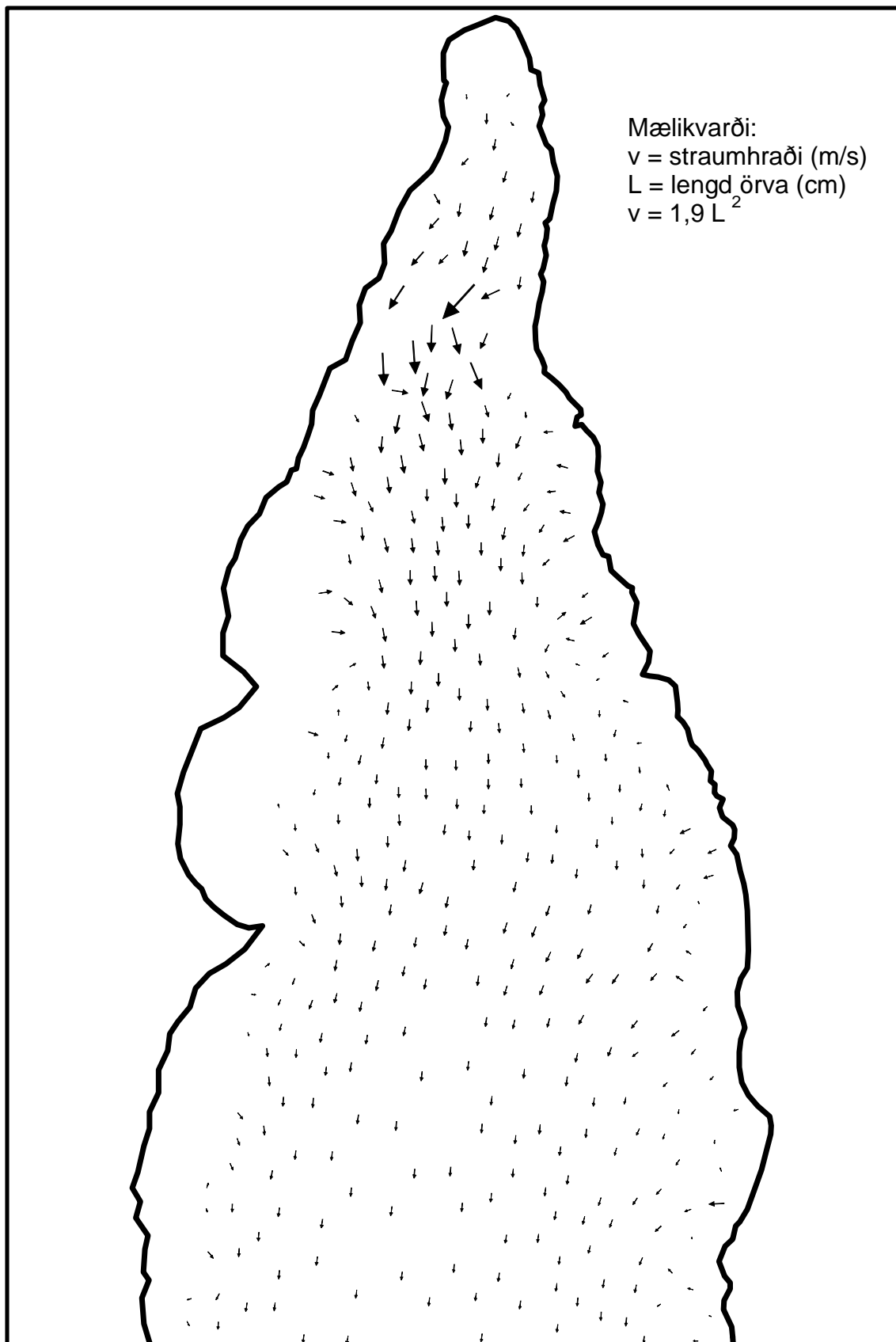
Grunnástand. Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna



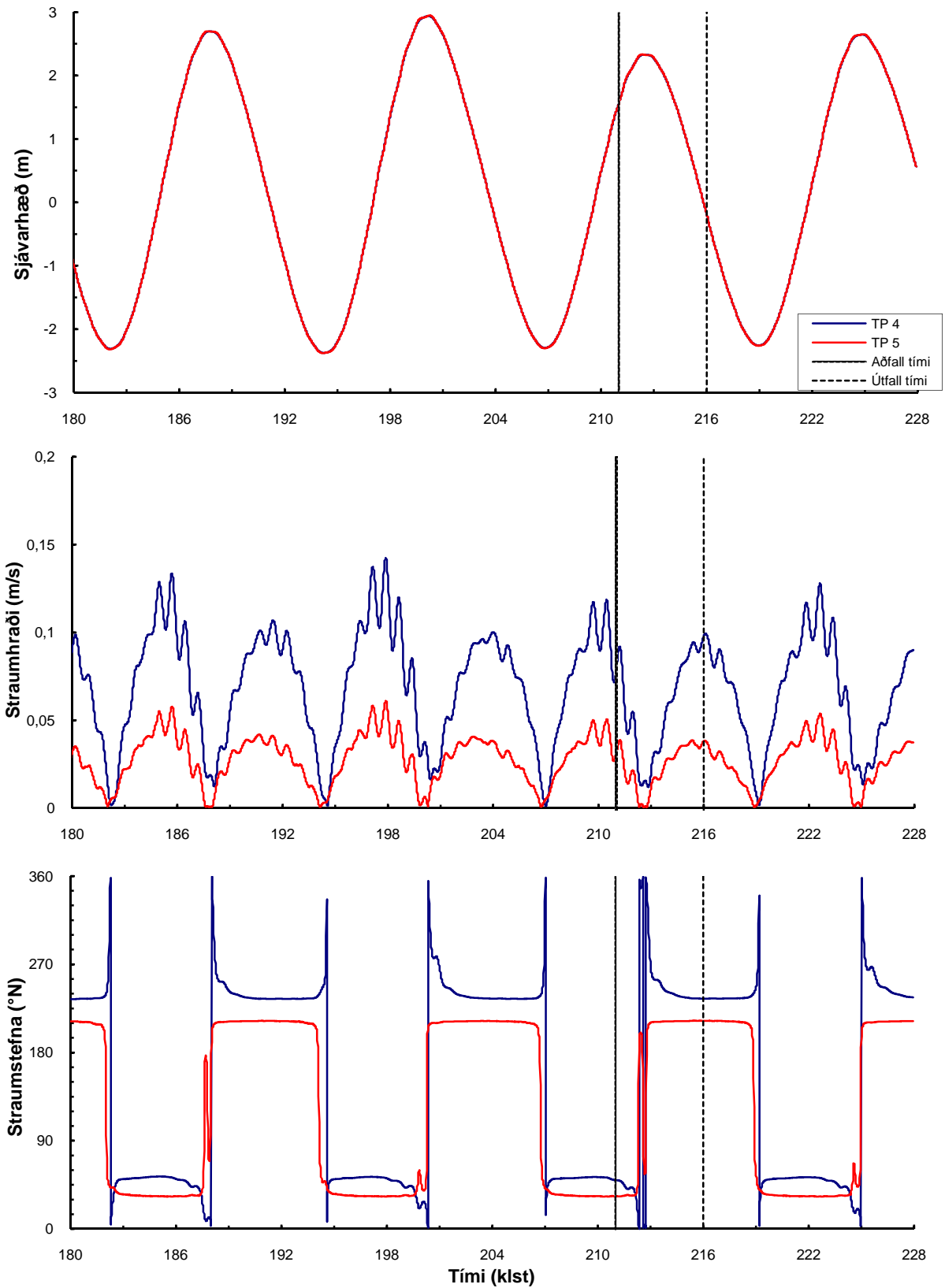
Grunnástand. Kjálkafjörður. Rennsli í sniðum



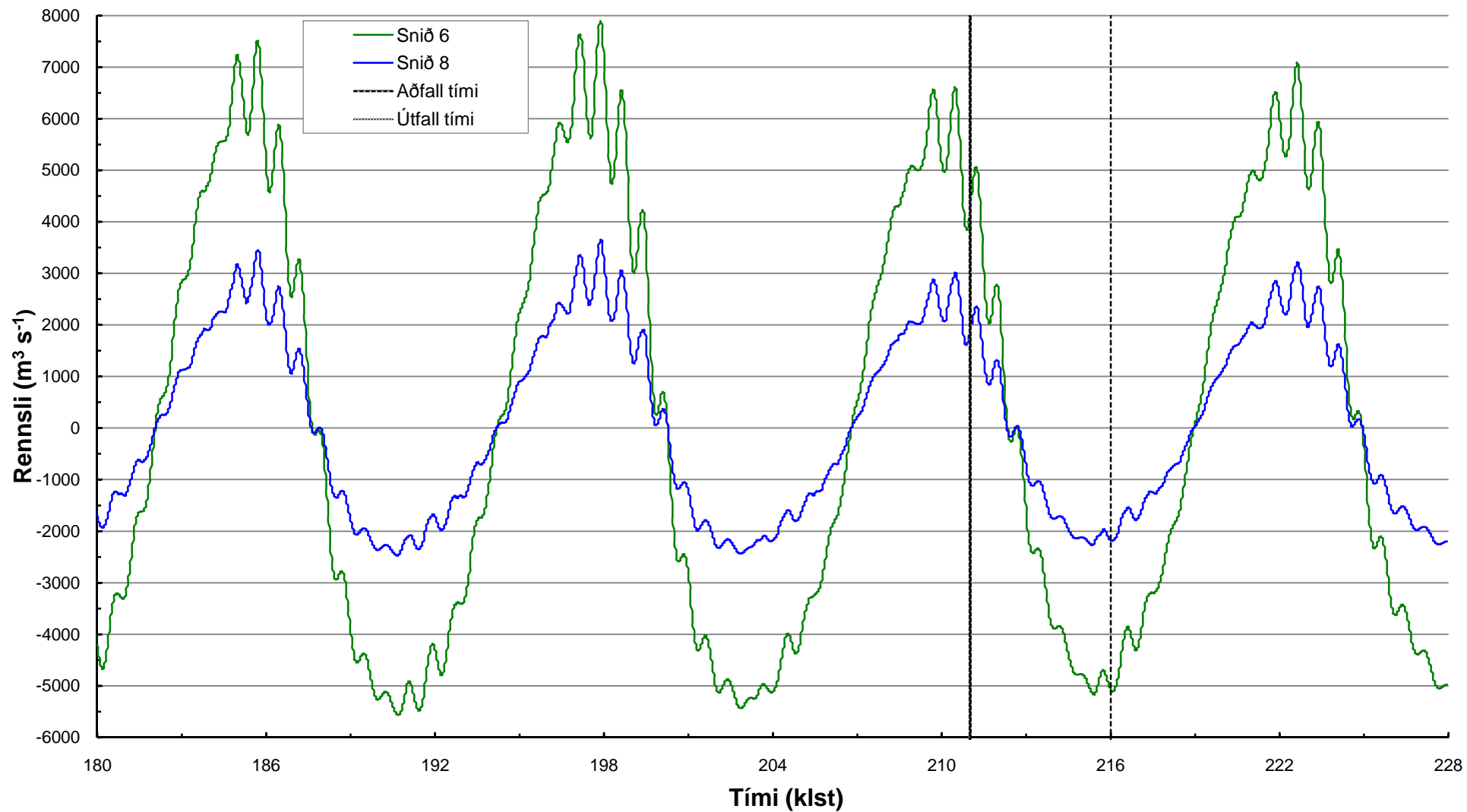




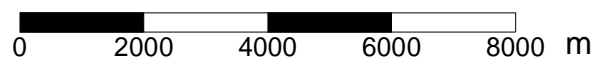
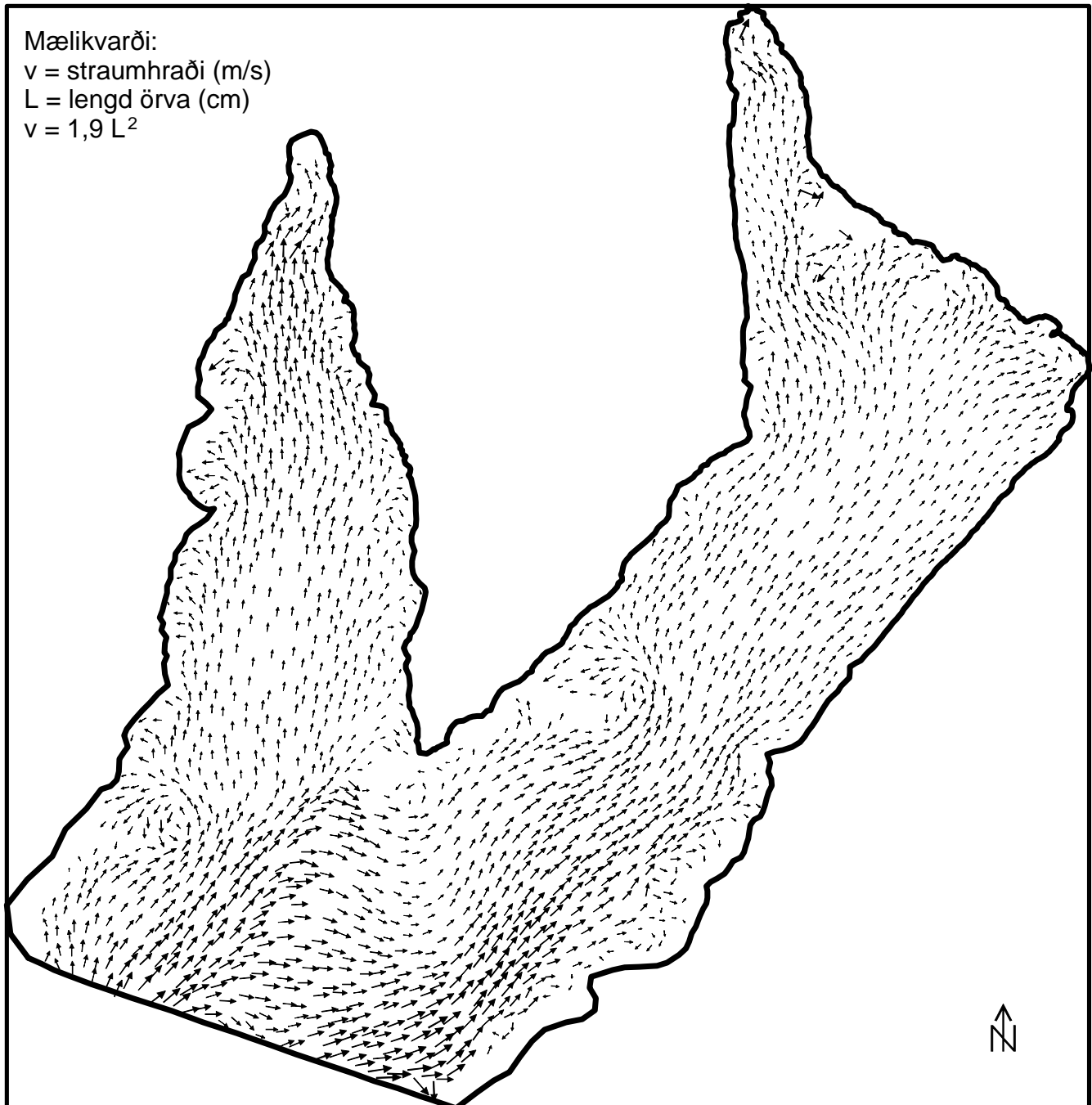
Grunnástand. Kerlingafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna

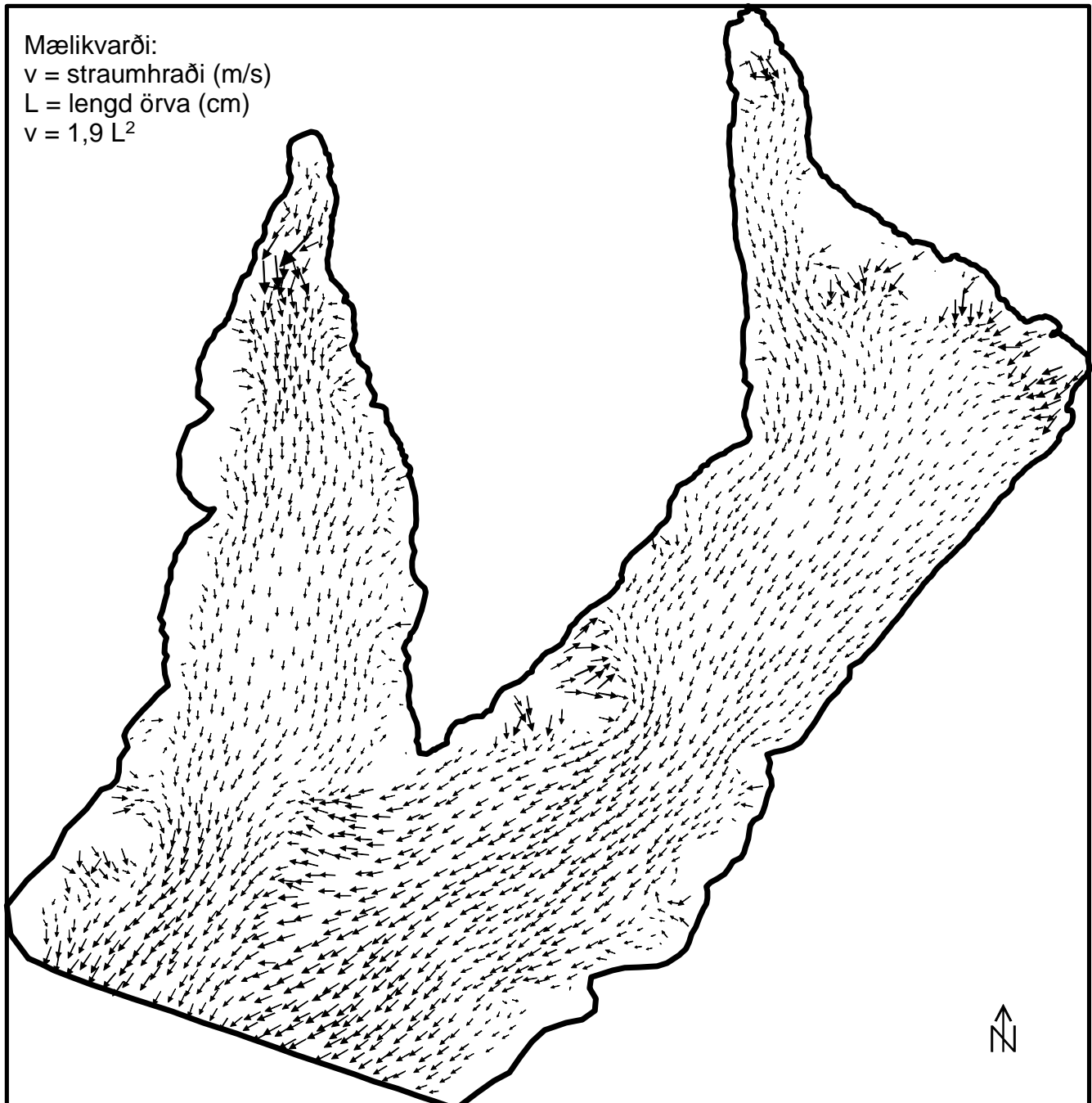


Grunnástand. Kerlingafjörður. Rennsli í sniðum

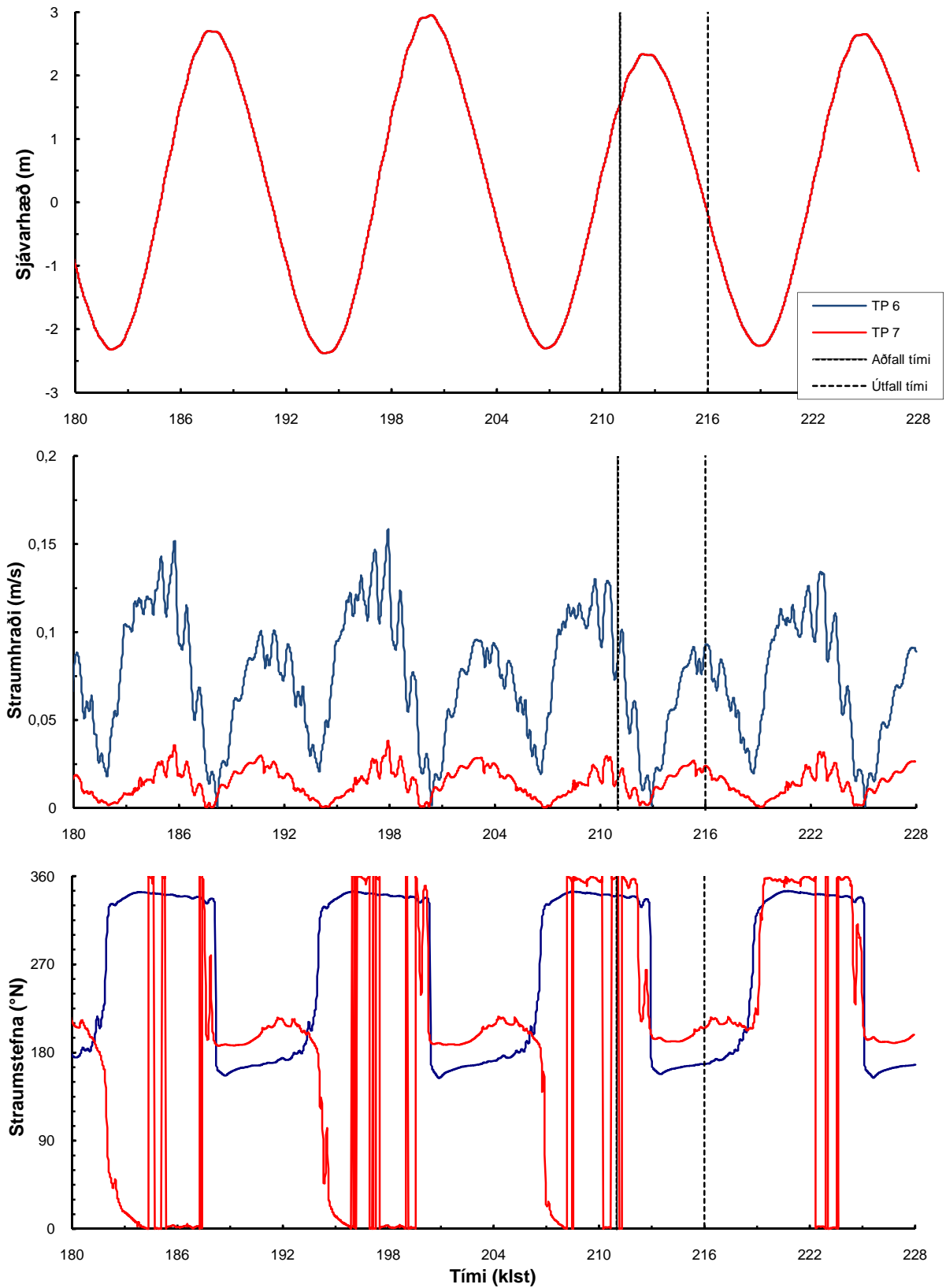




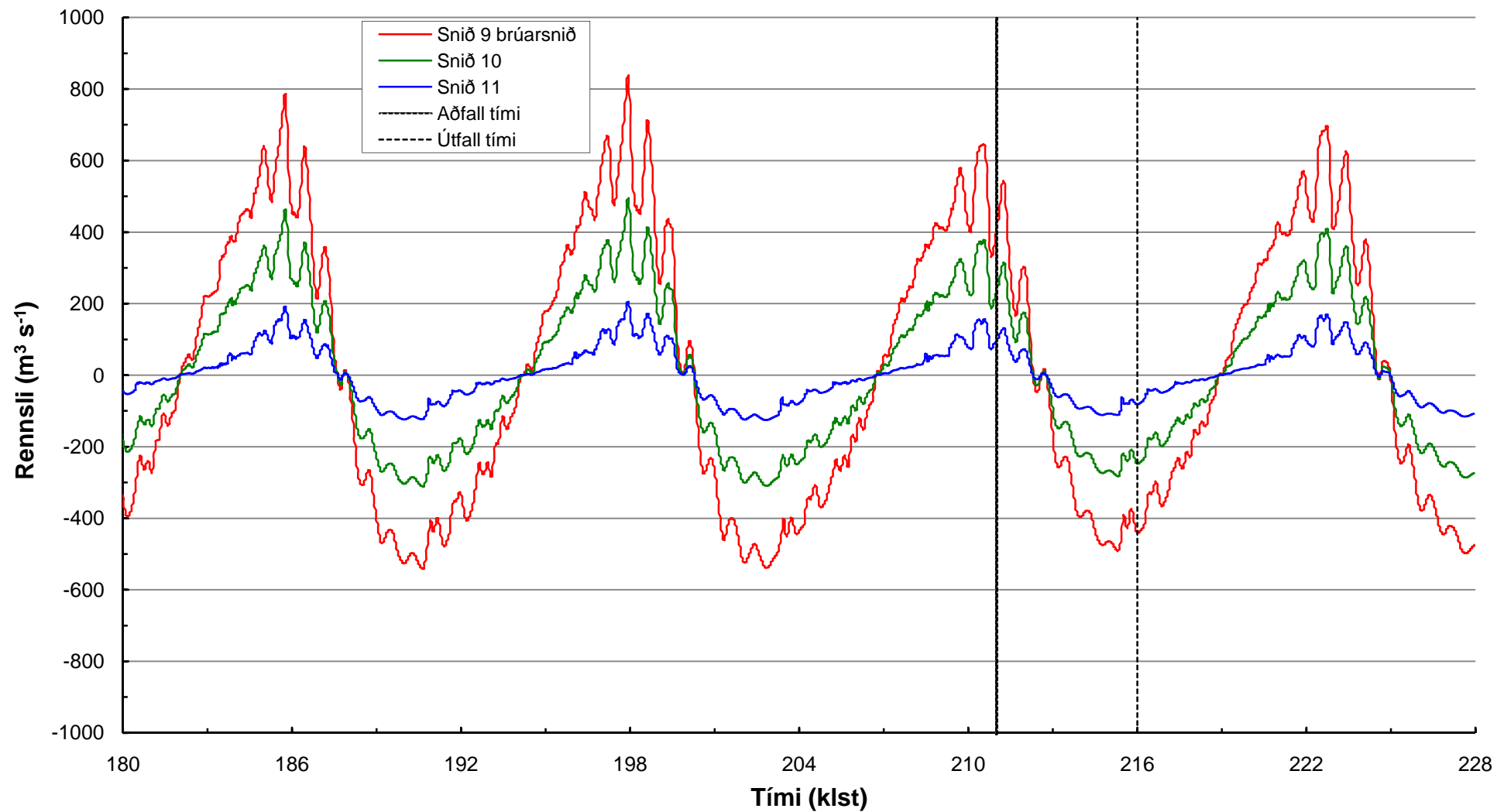


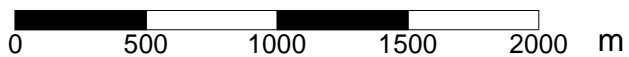
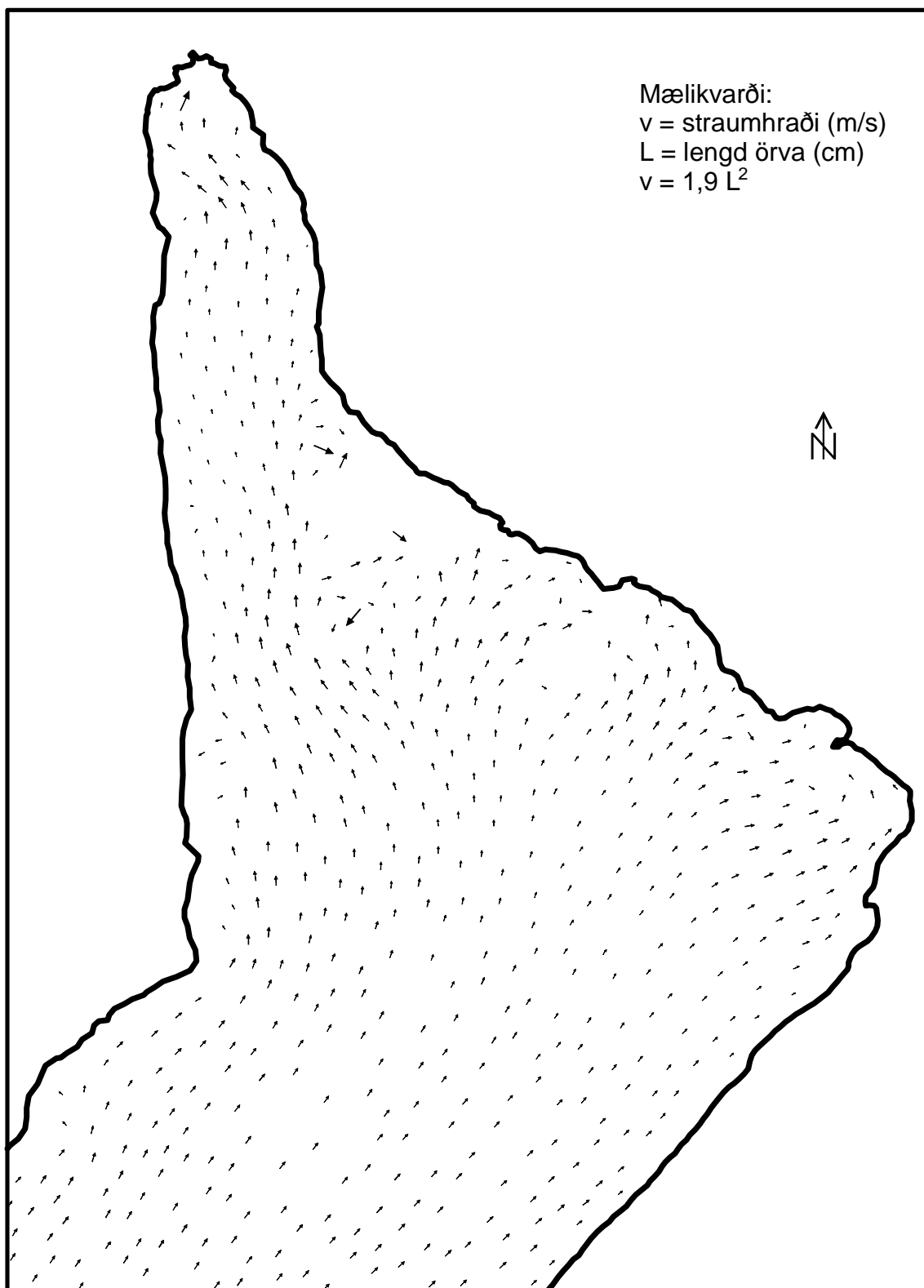


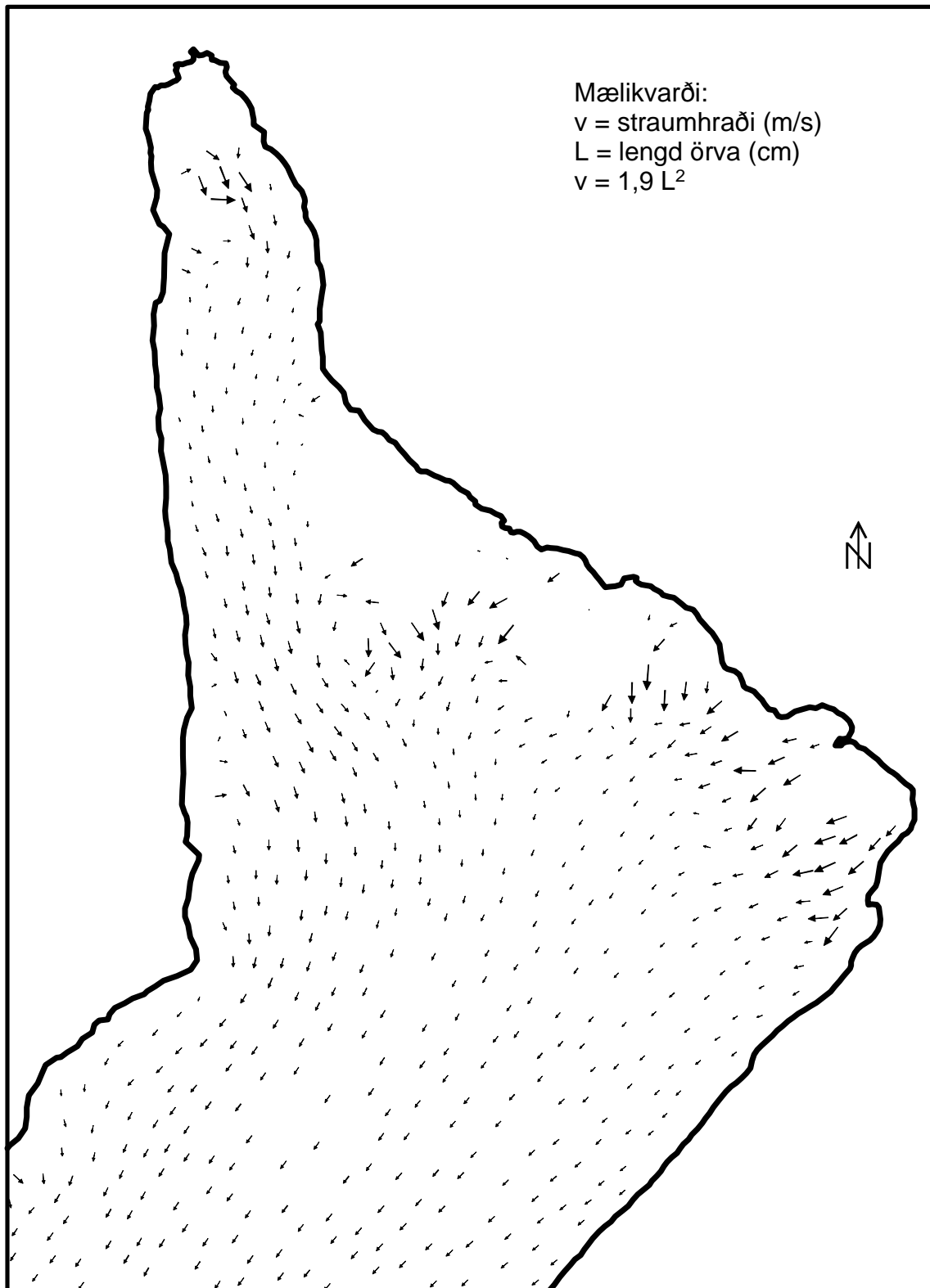
Grunnástand. Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna



Grunnástand. Mjóifjörður. Rennsli í sniðum

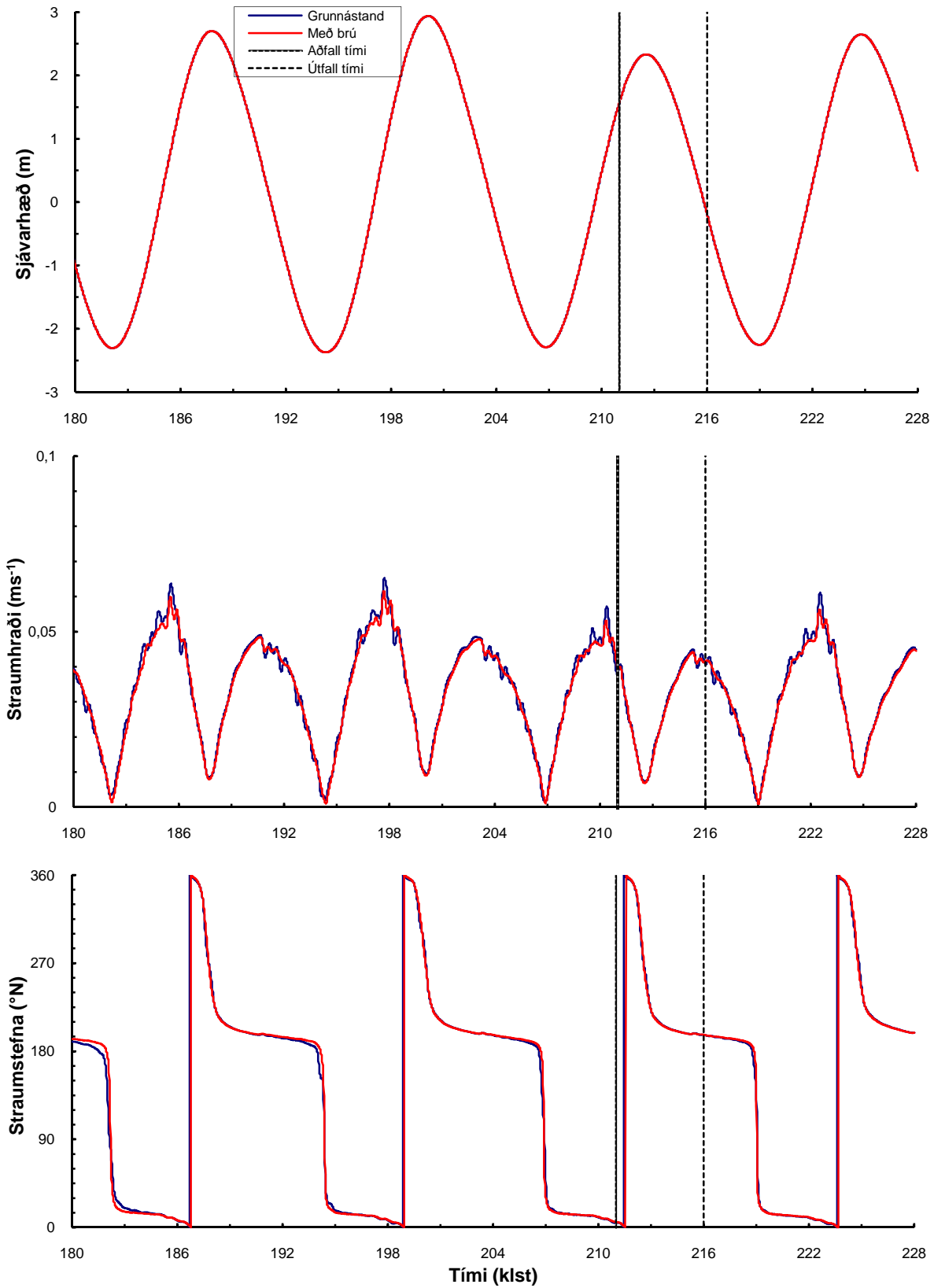




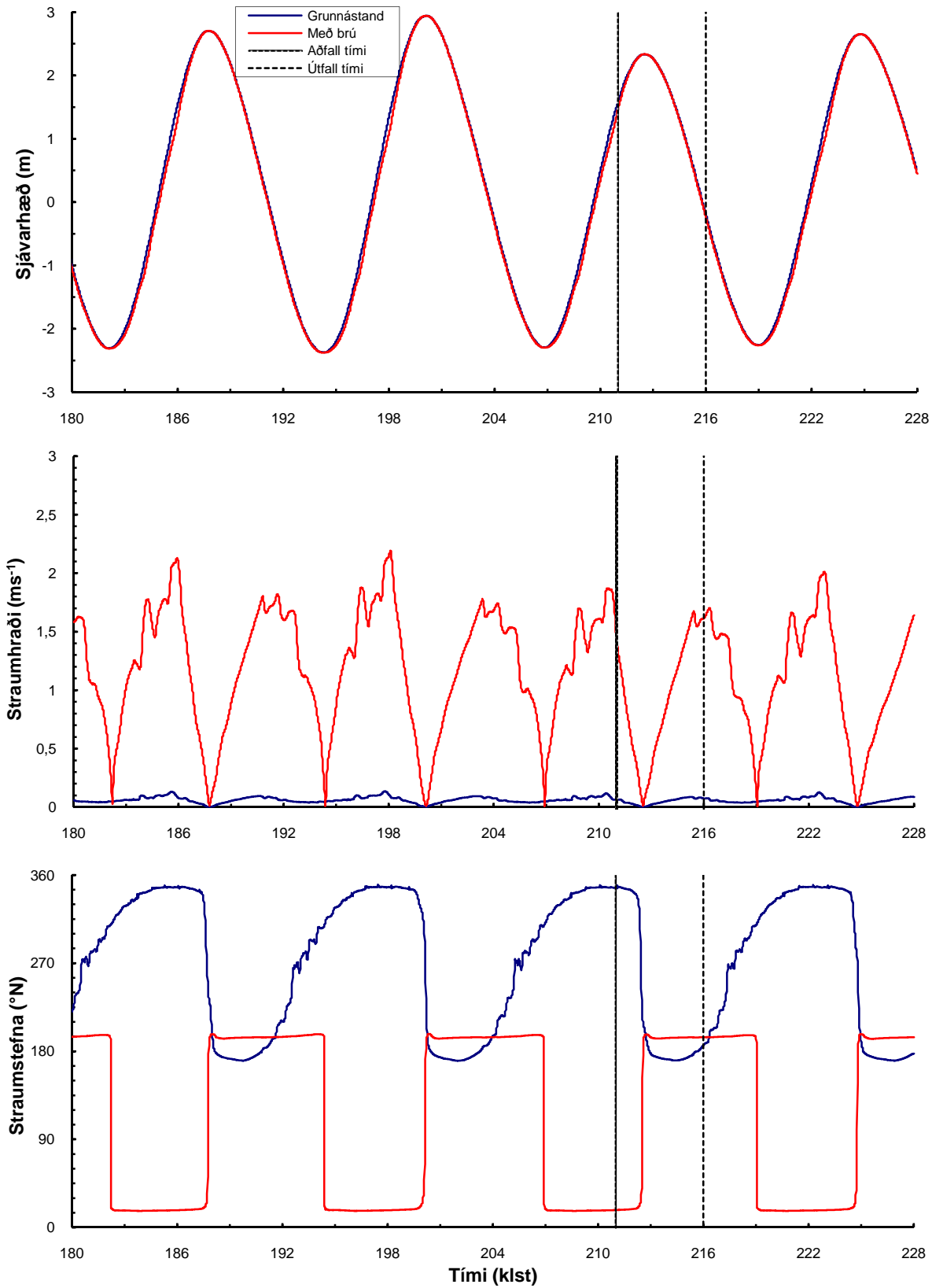


0 500 1000 1500 2000 m

Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 1

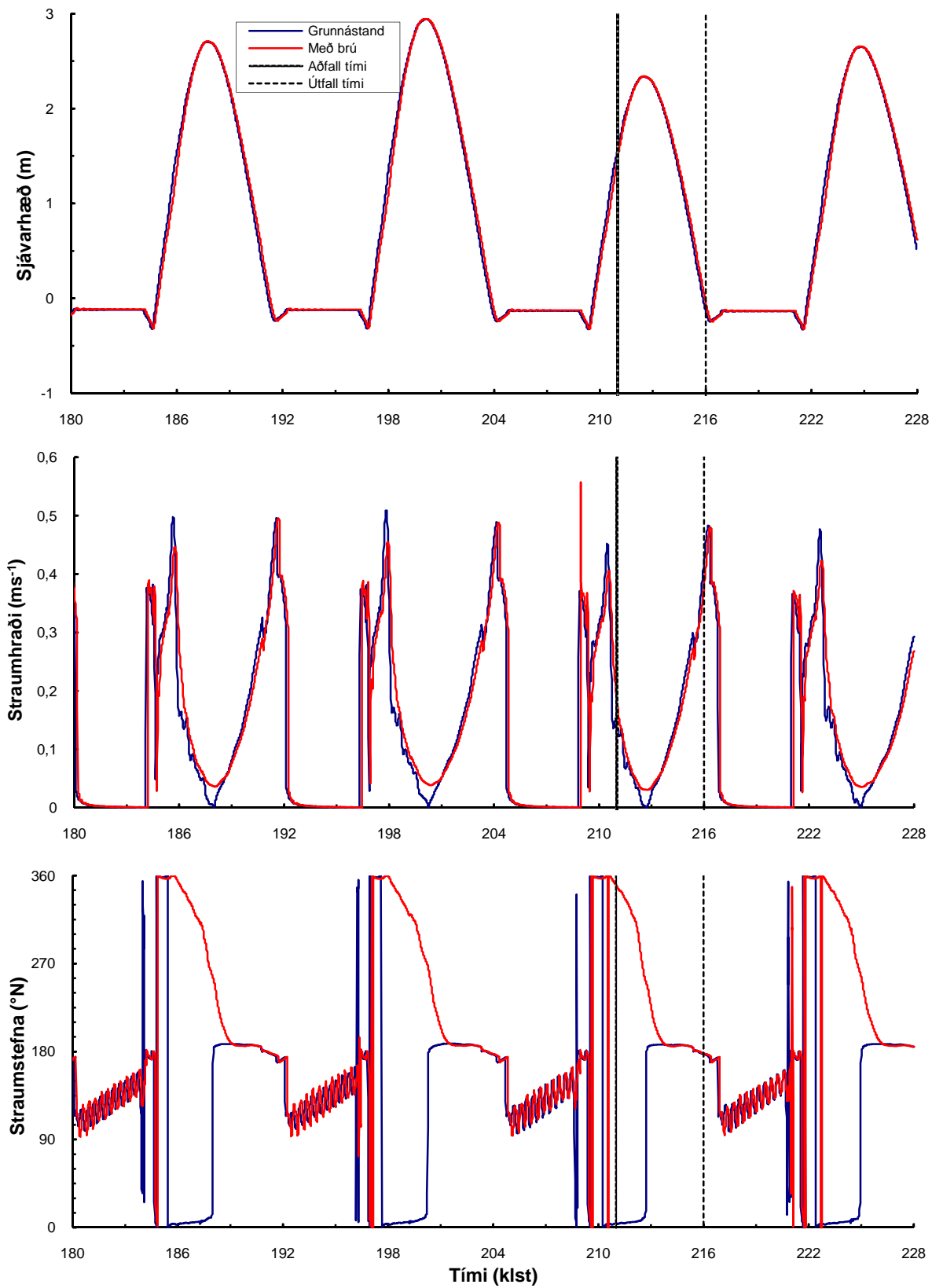


Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 2

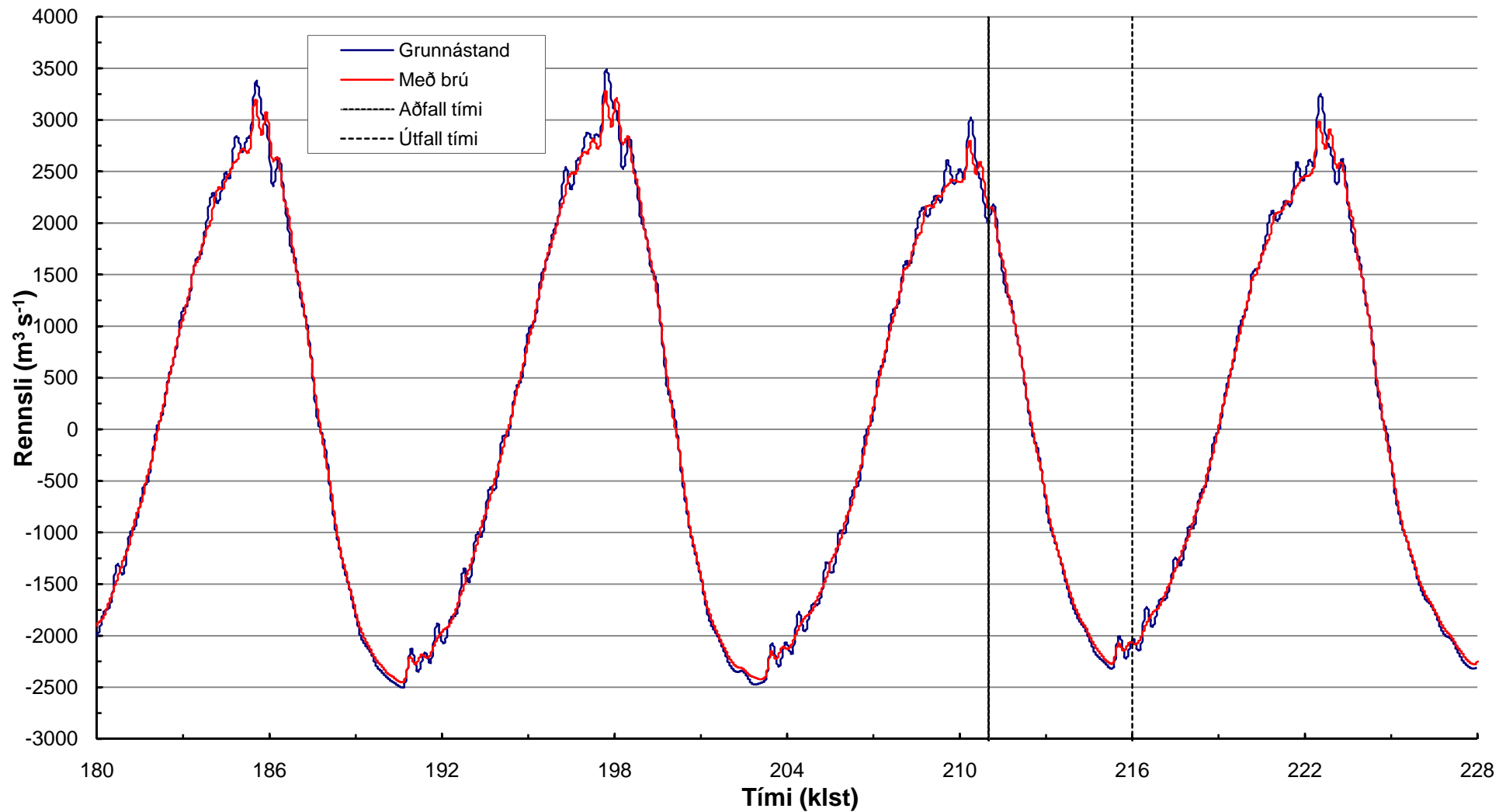




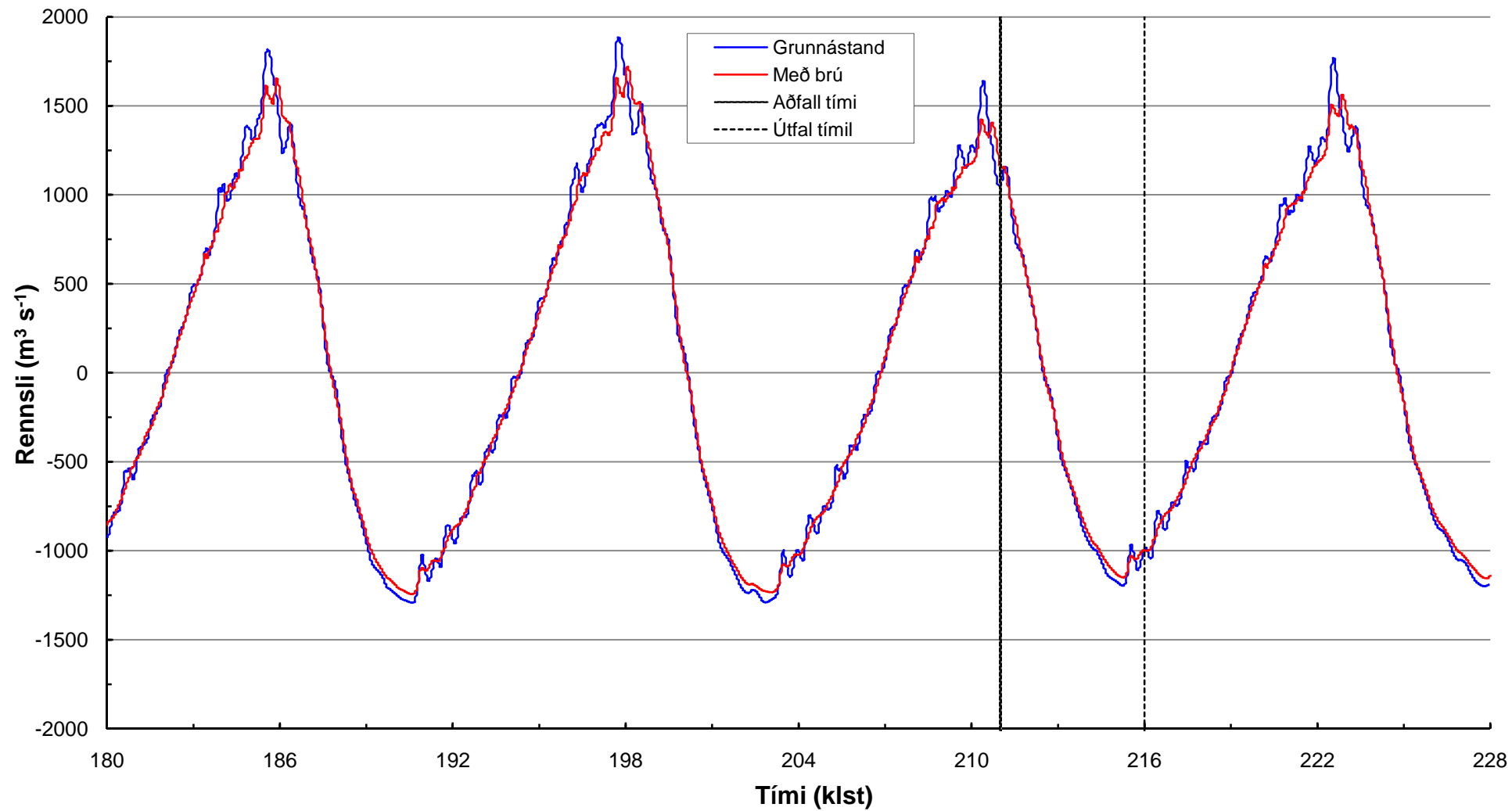
Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 3



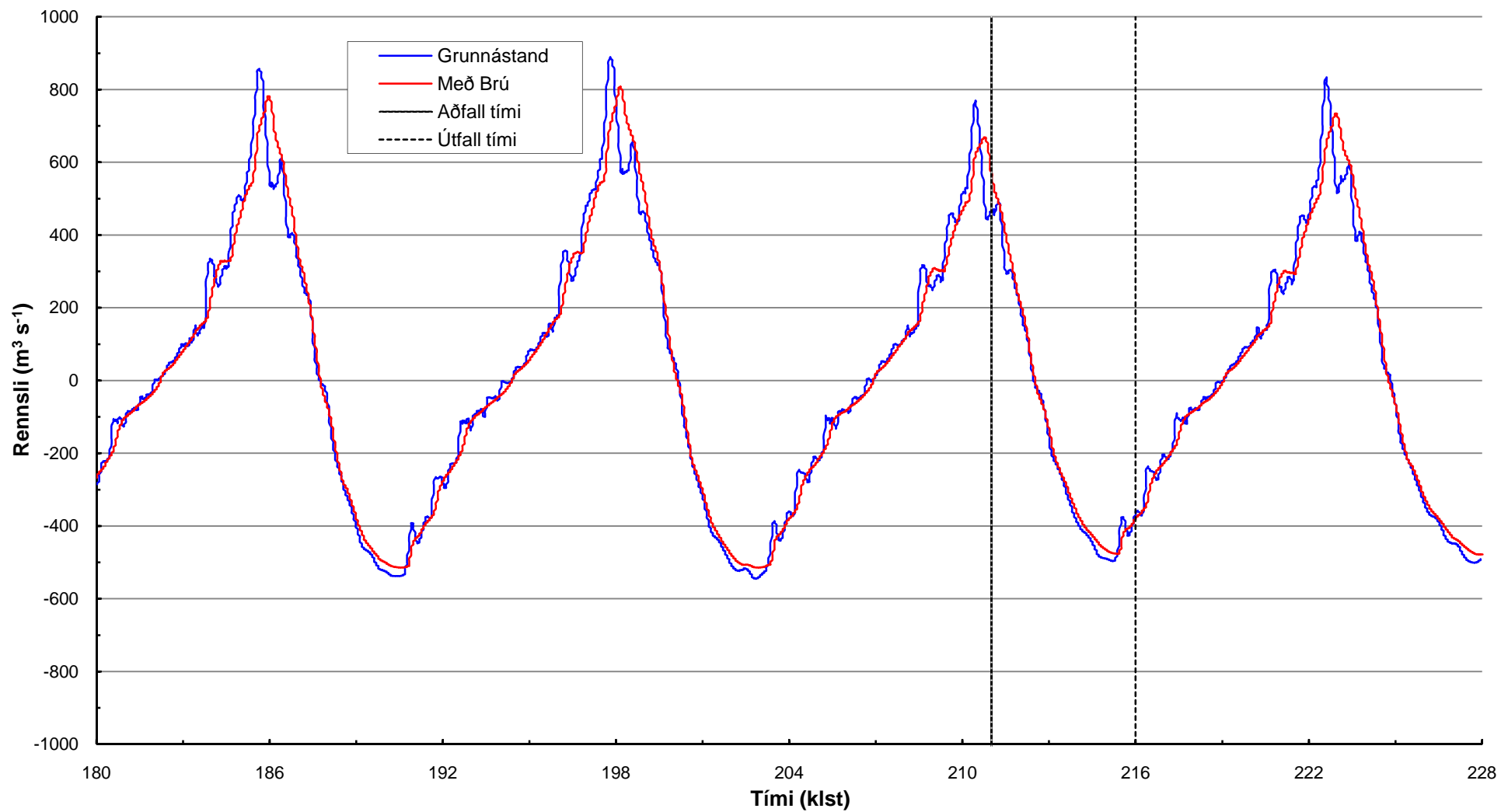
Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 1



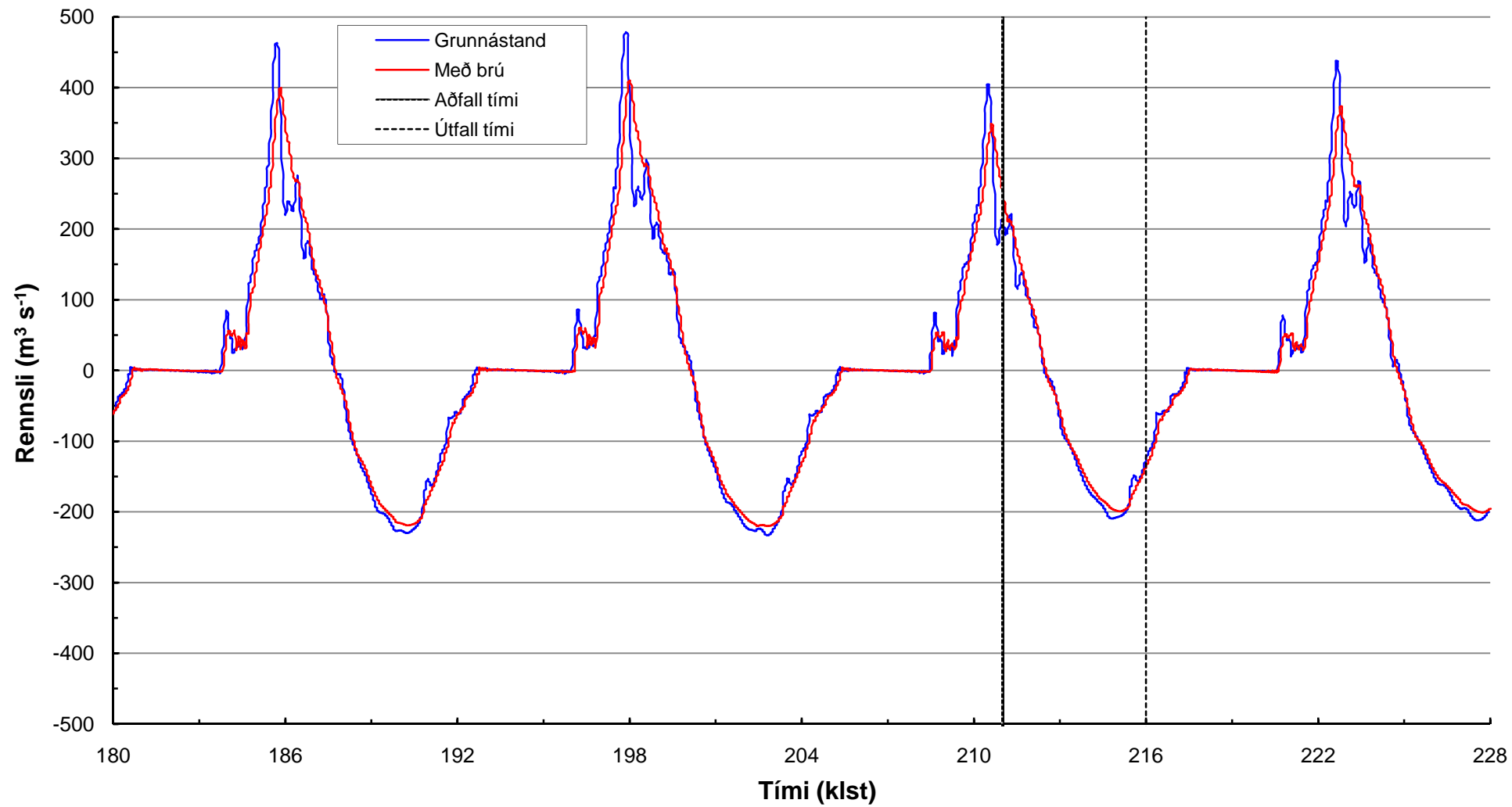
Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 2



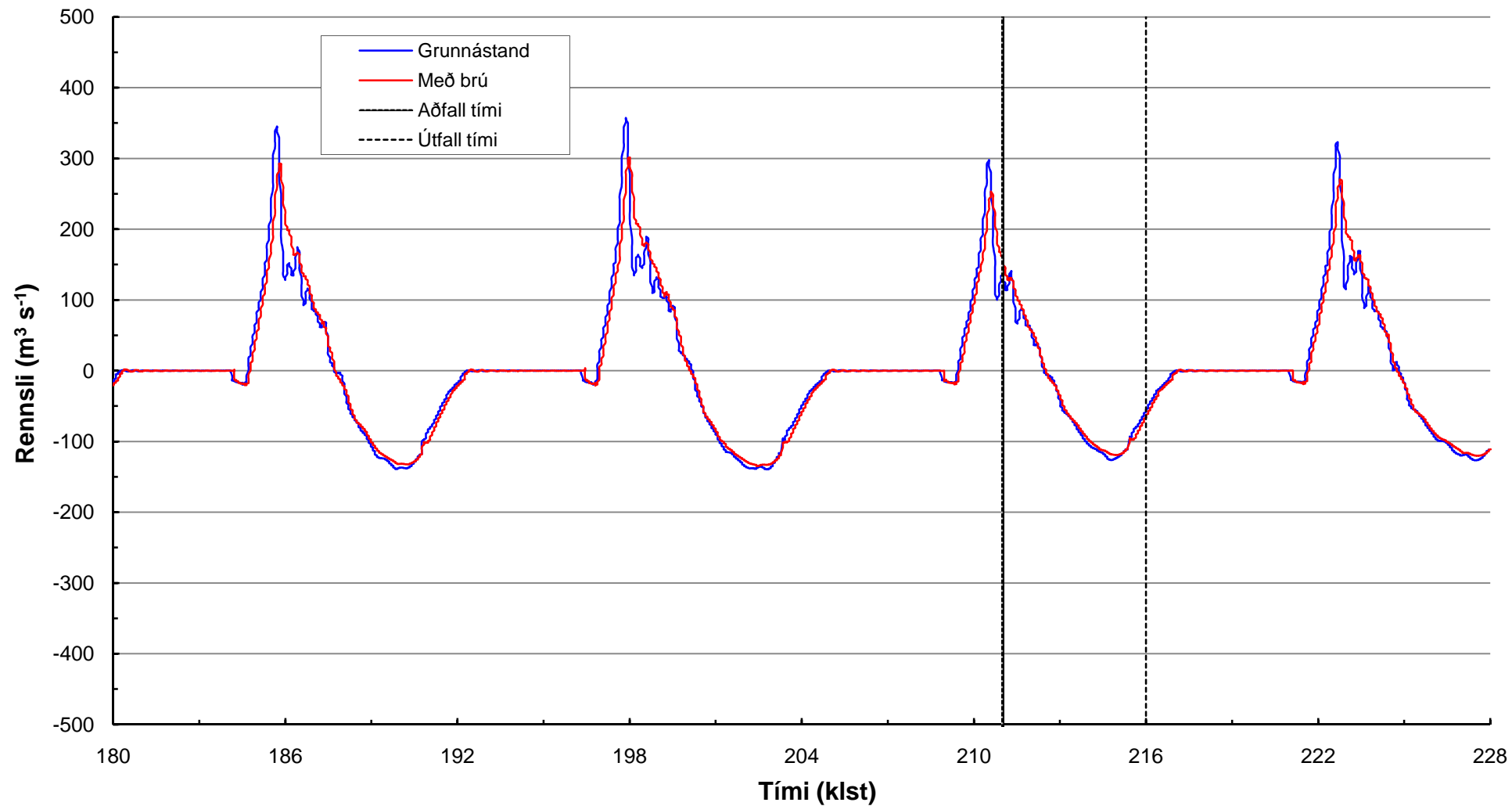
Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 3



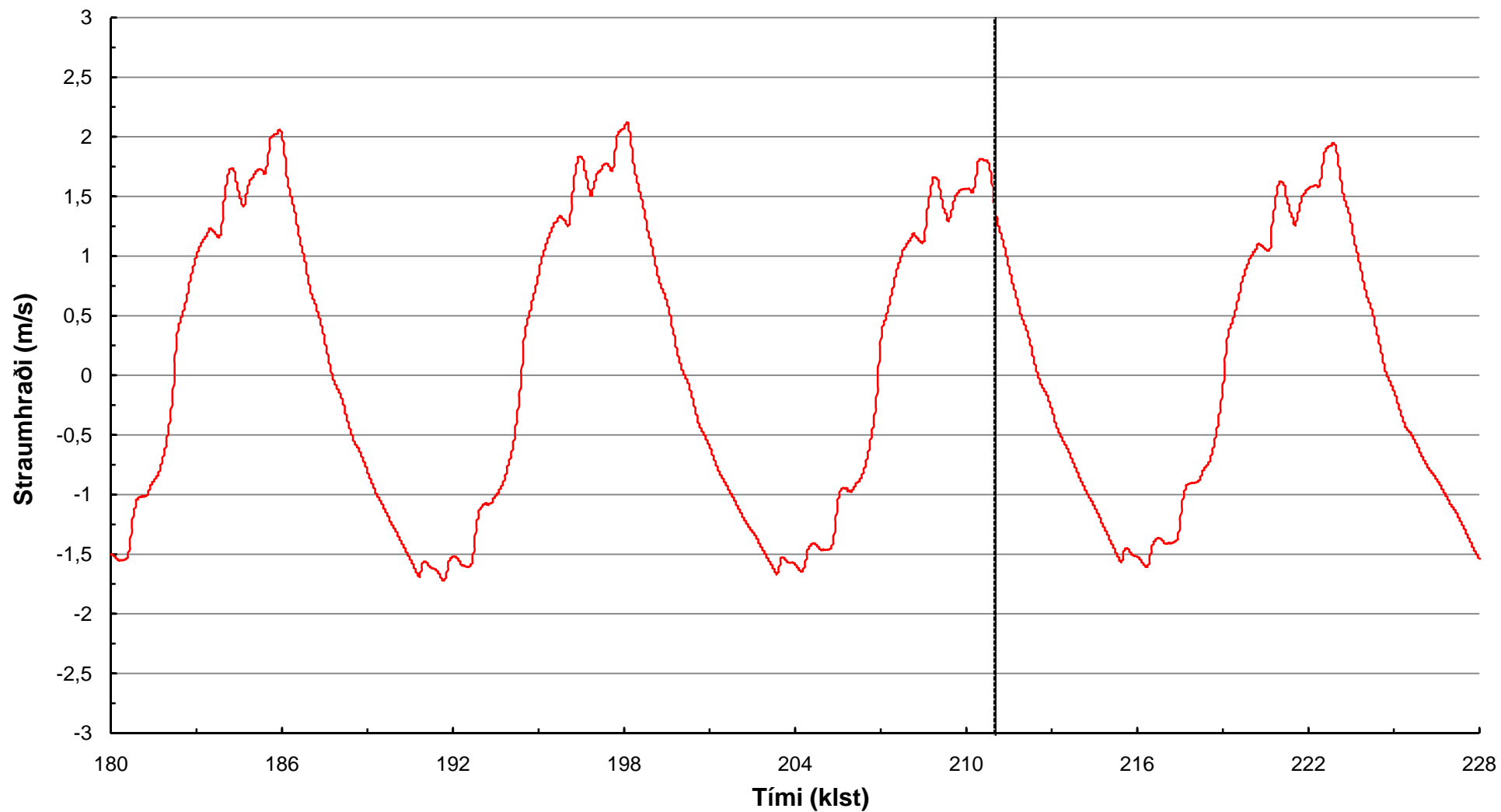
Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 4

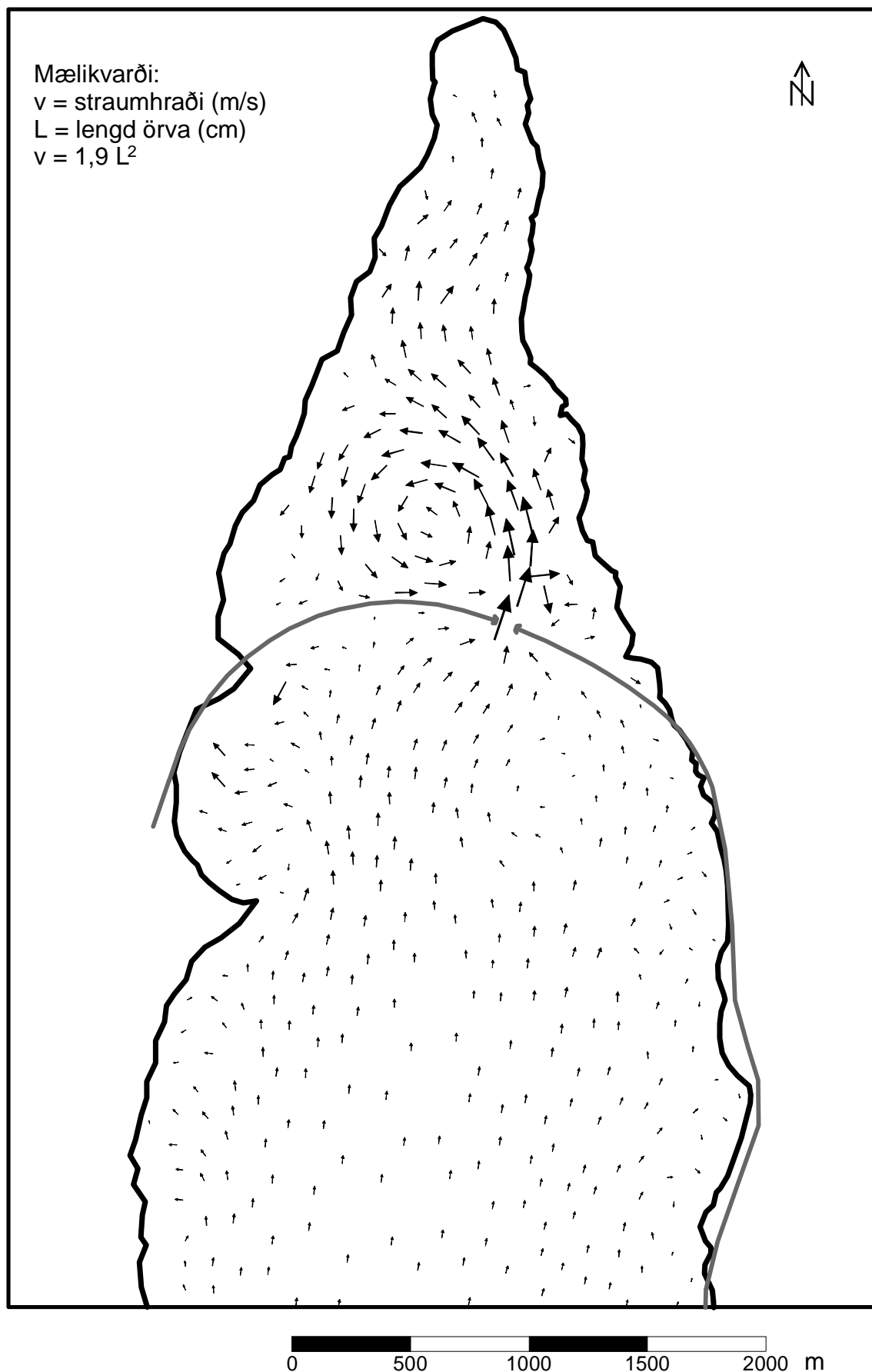


Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 5

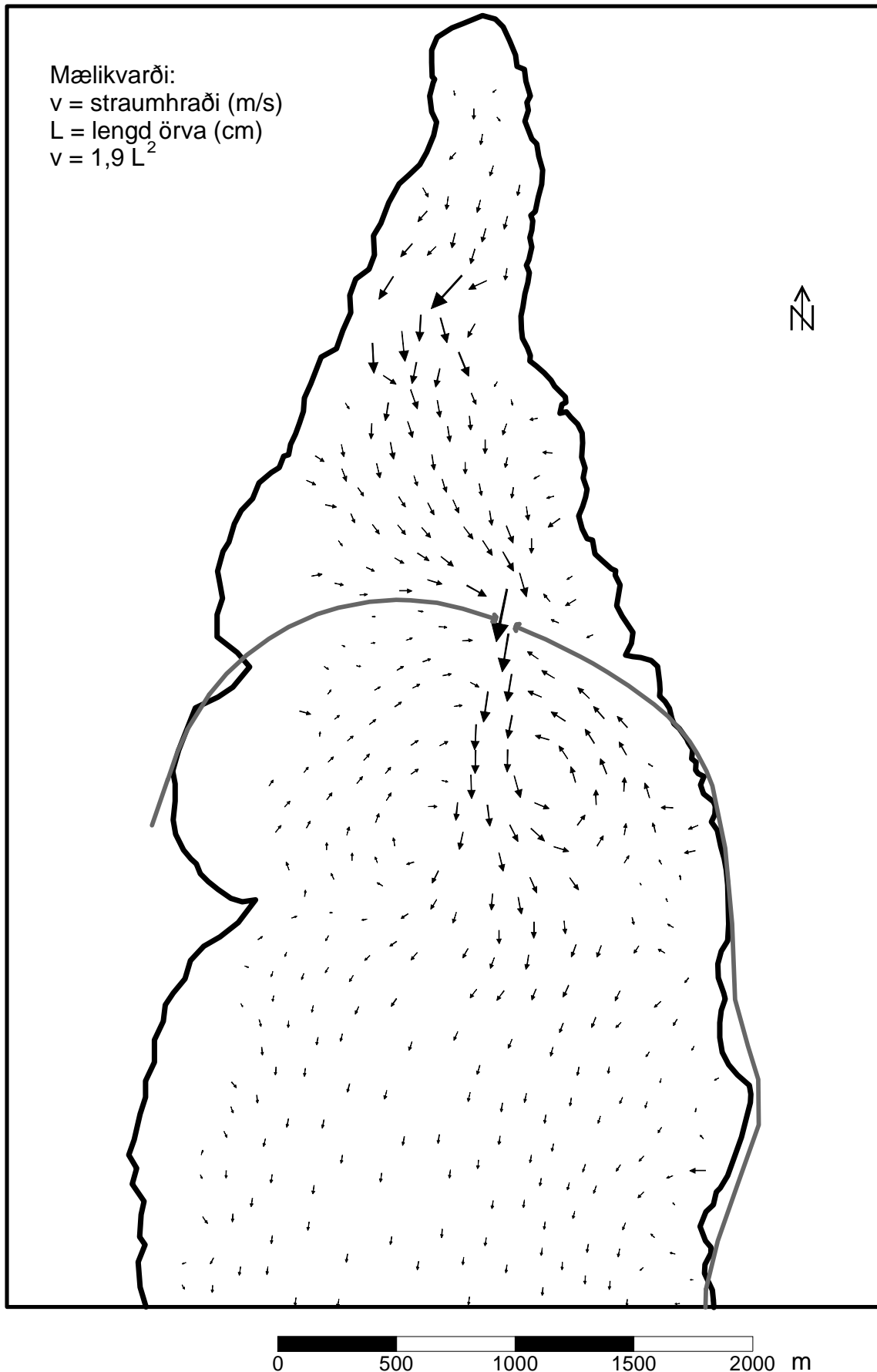


Kjálkafjörður. Meðalhraði í brúaropi

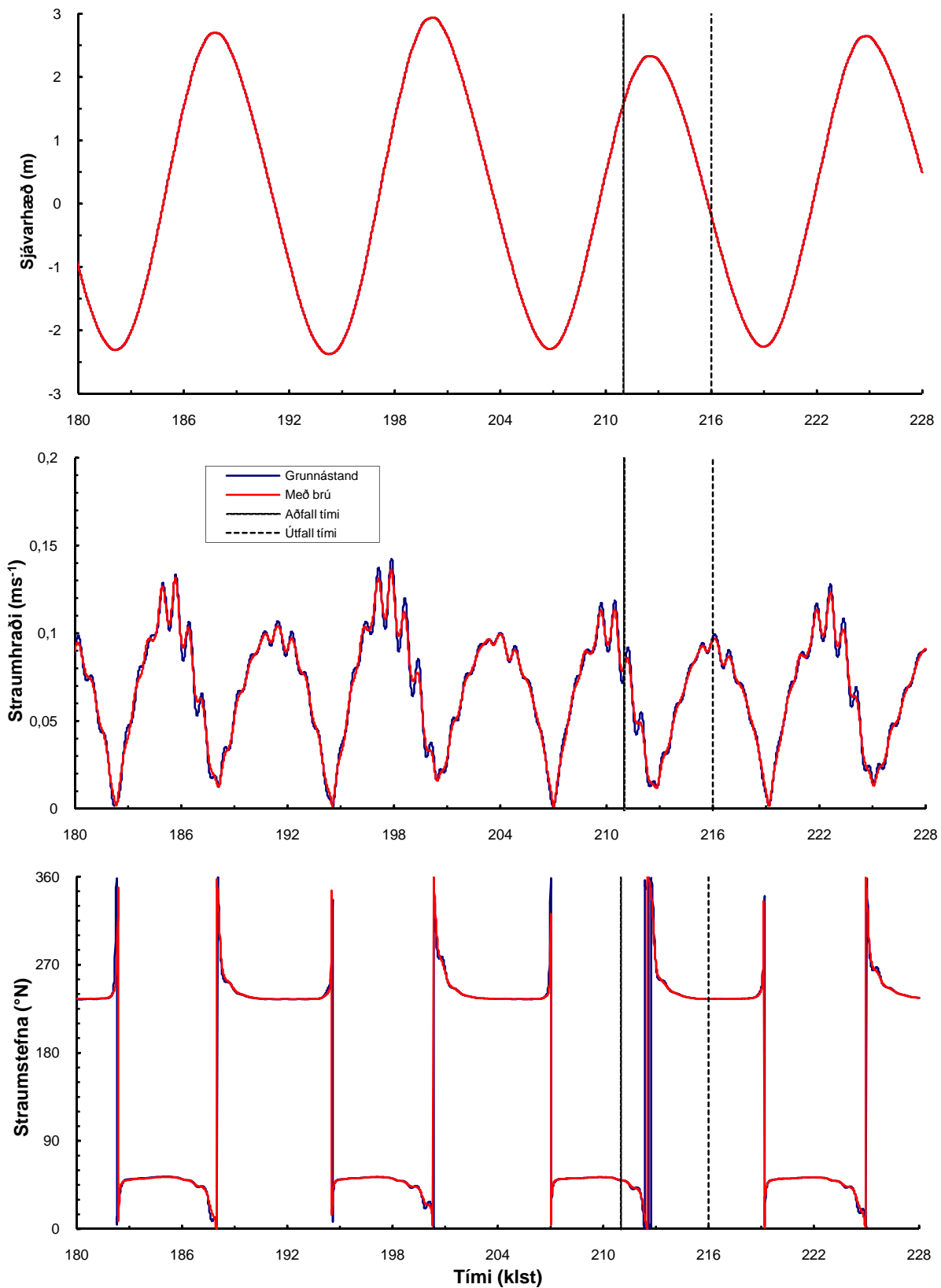




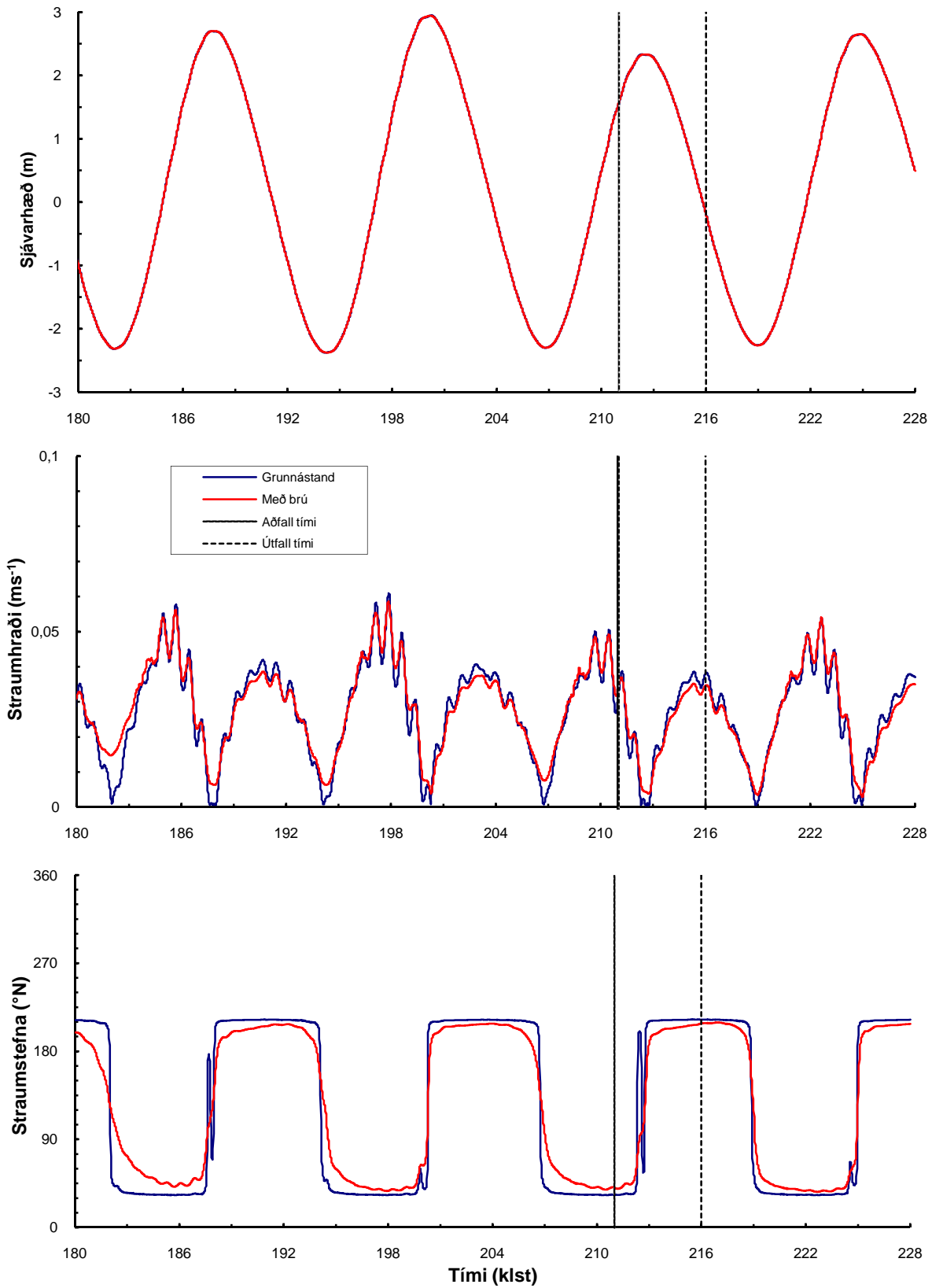




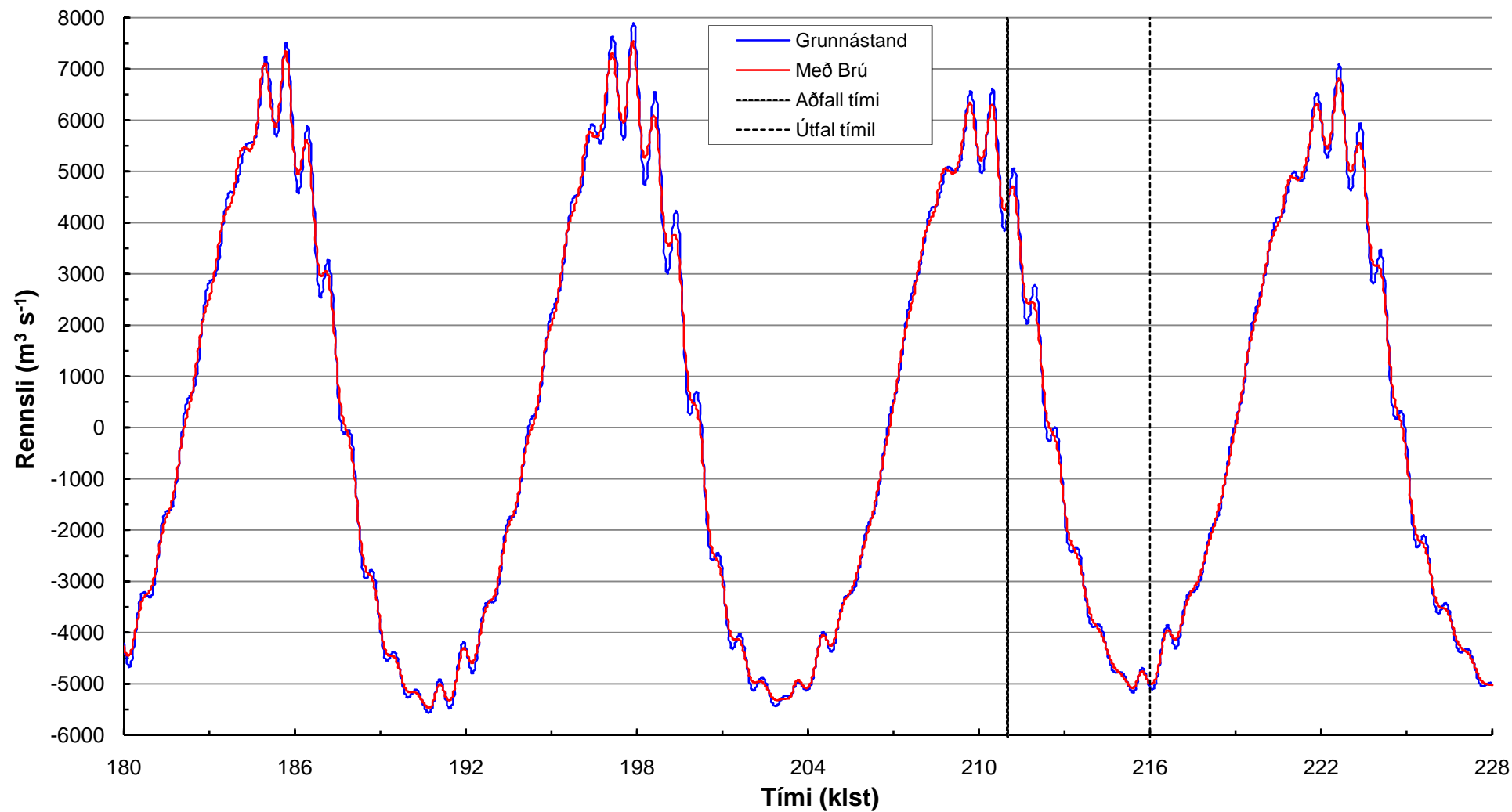
Kerlingafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 4



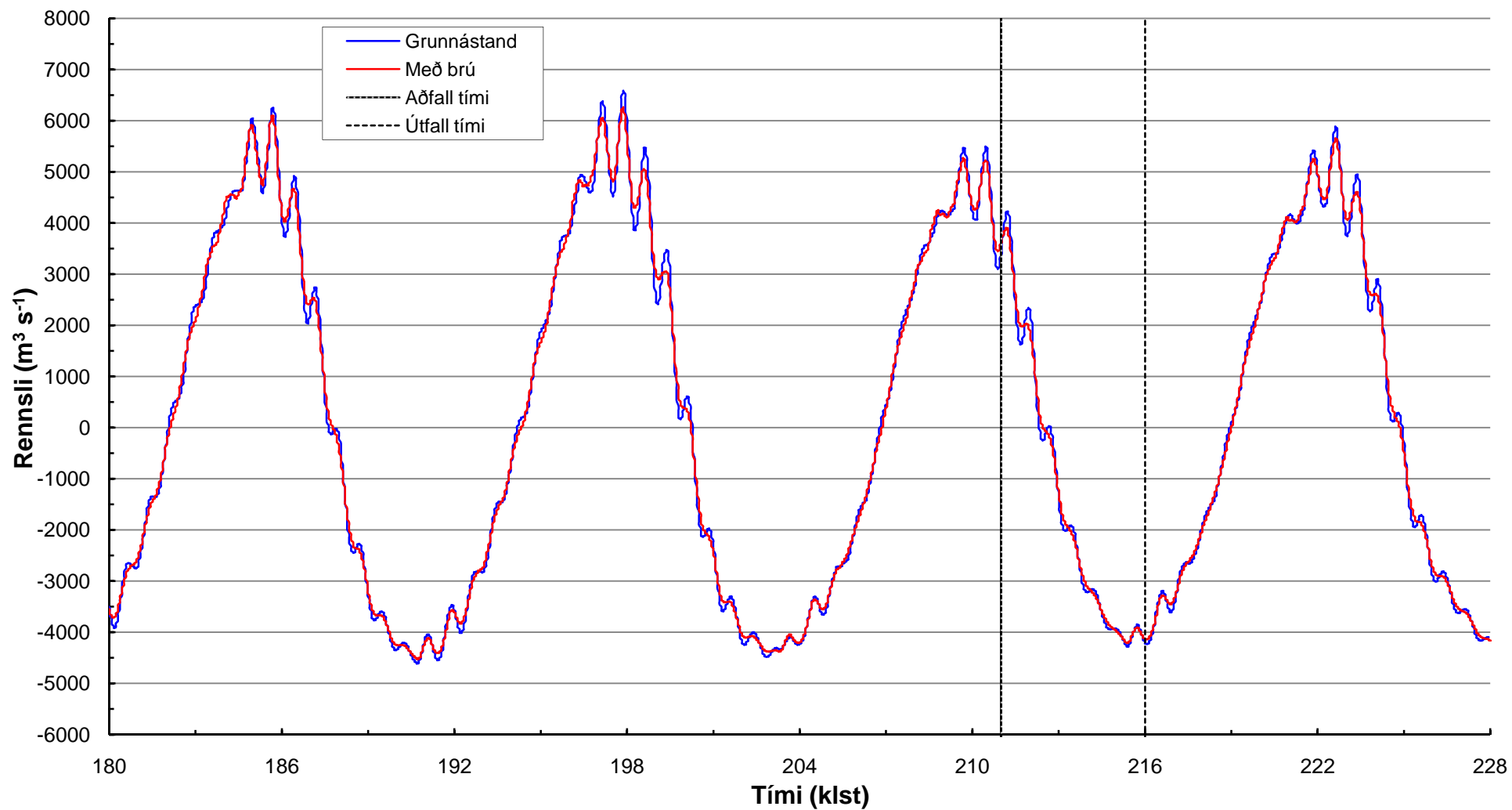
Kerlingafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 5



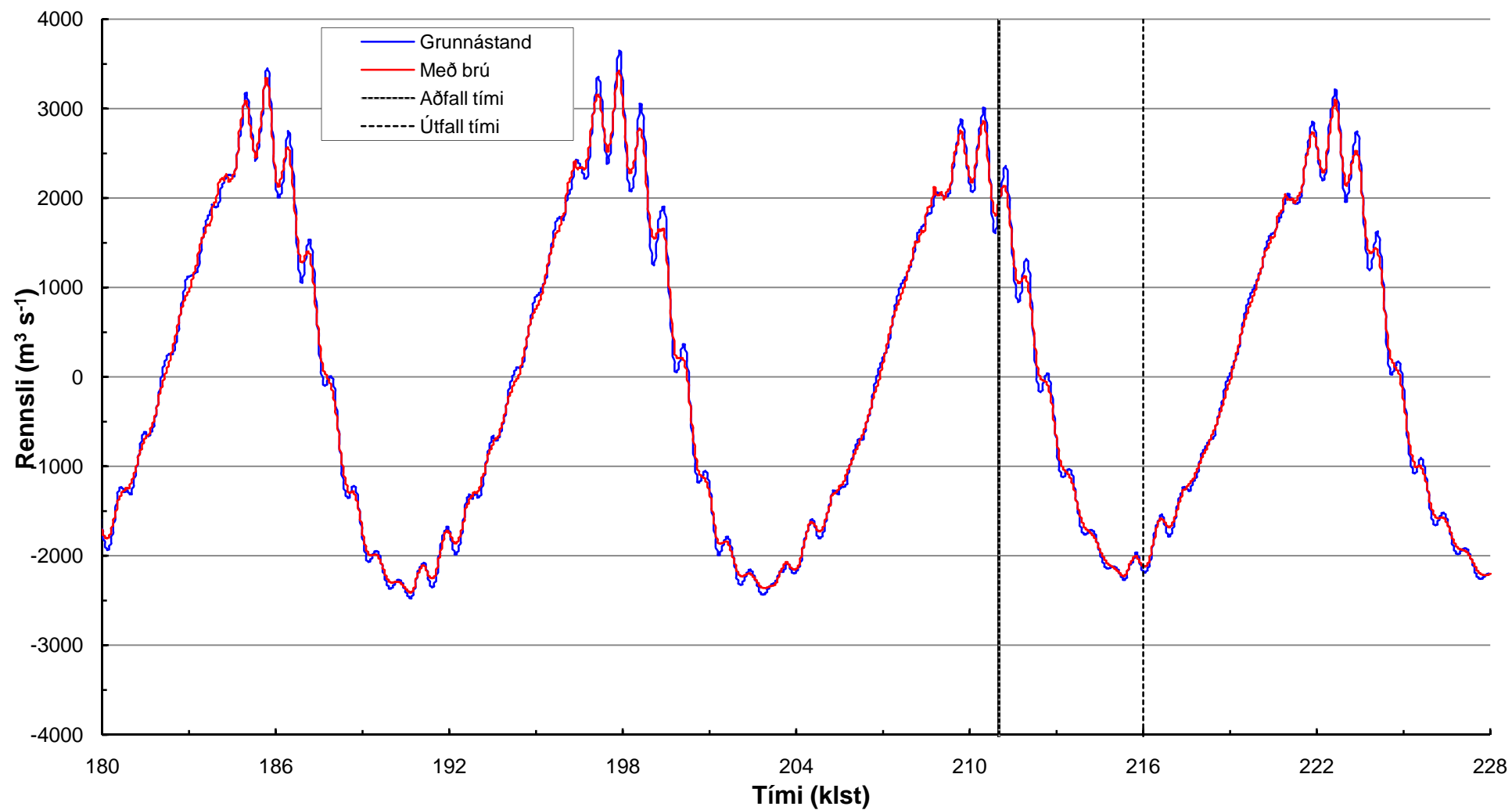
Kerlingafjörður. Rennsli í sniði 6



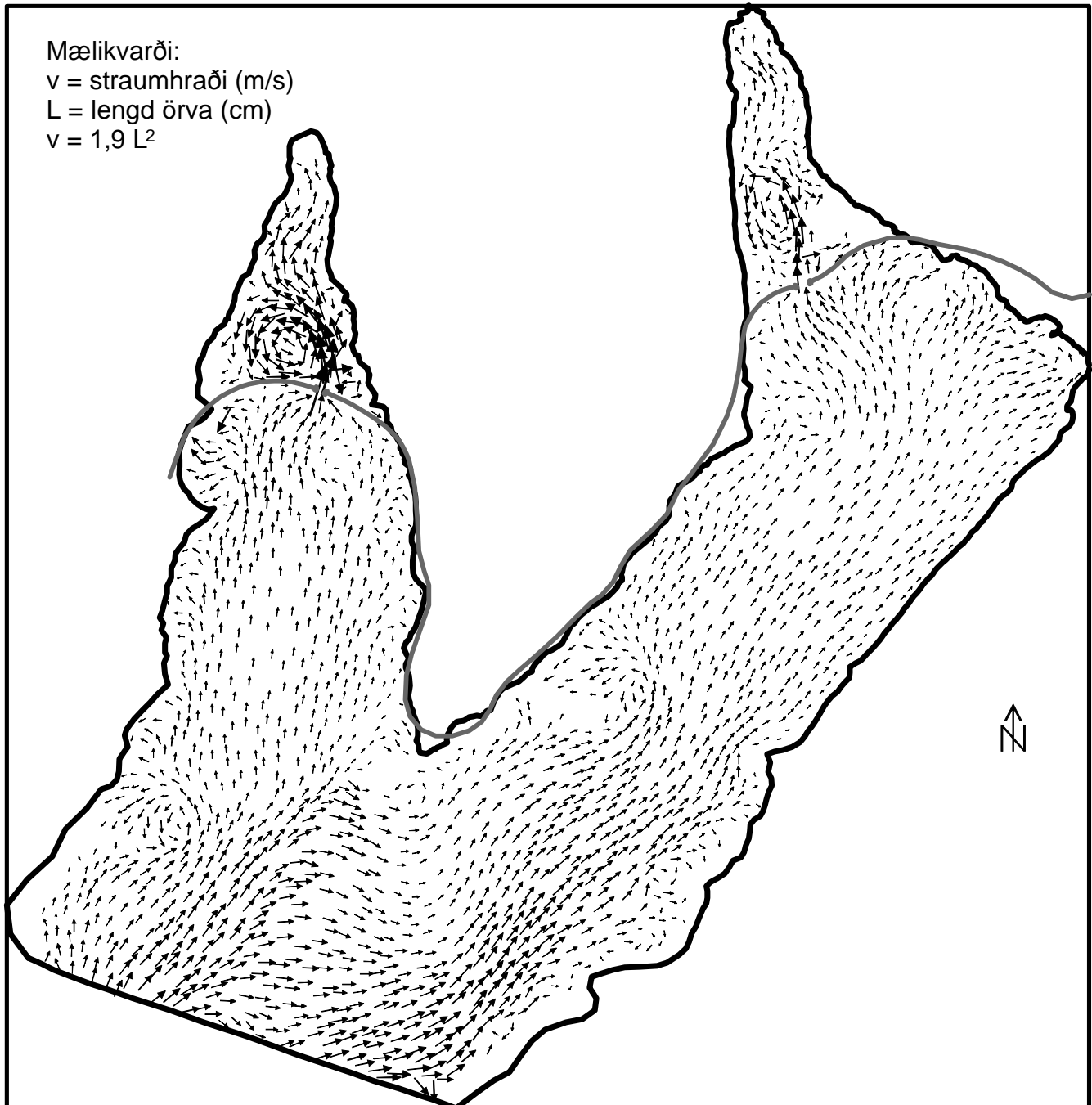
Kerlingafjörður. Rennsli í sniði 7



Kerlingafjörður. Rennsli í sniði 8



Með brú. Straumhraði. Aðfall

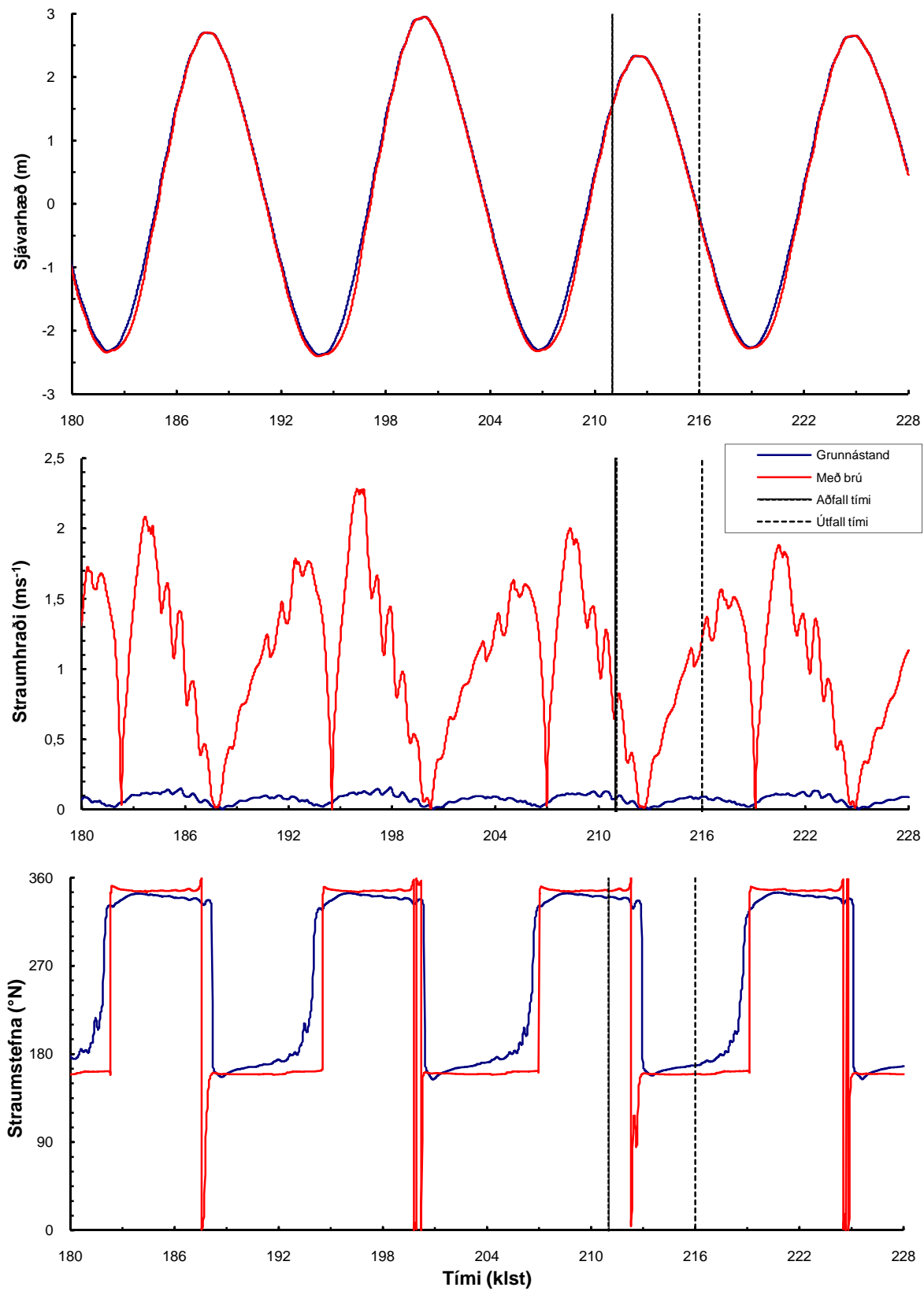




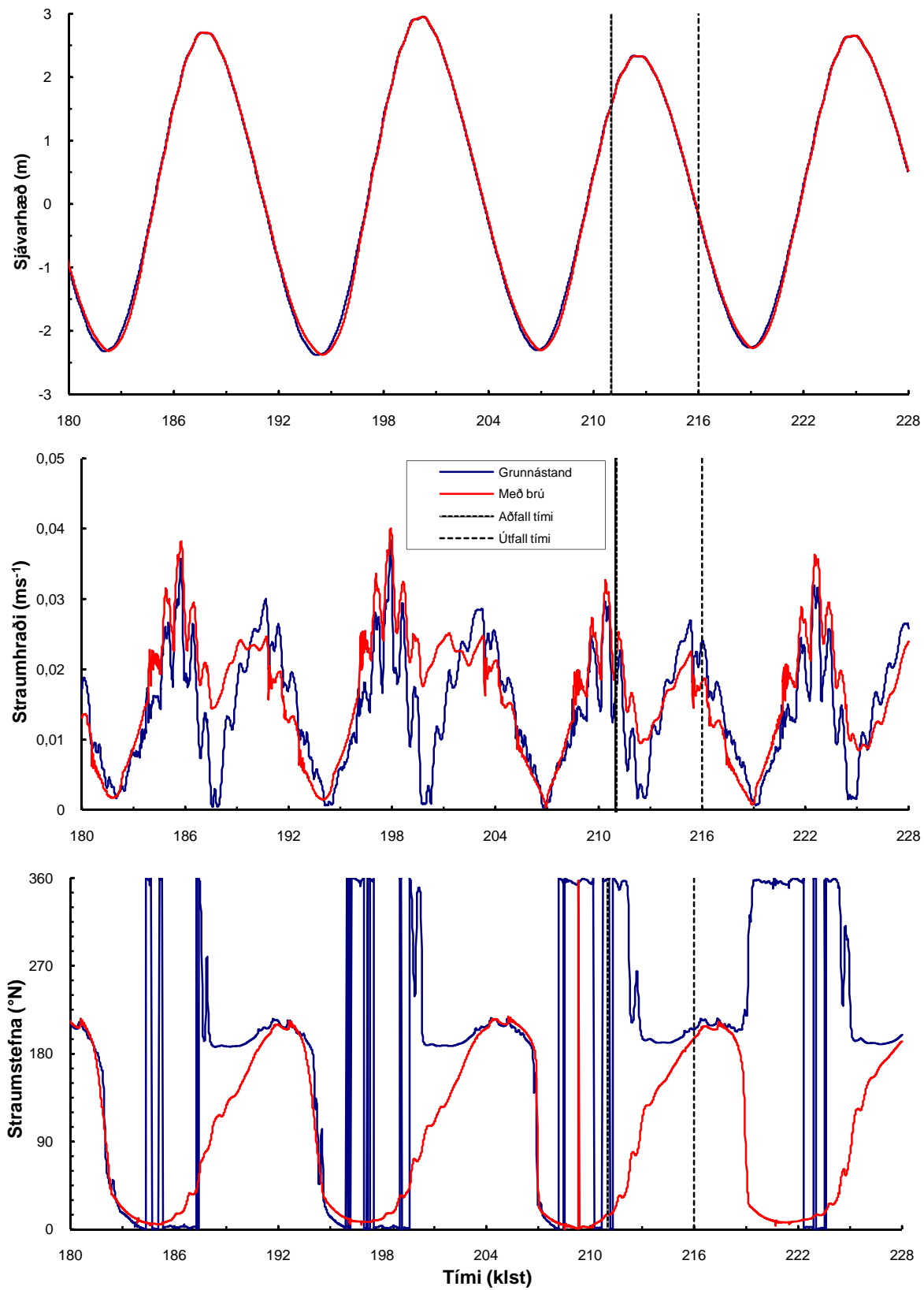
0 2000 4000 6000 8000 m



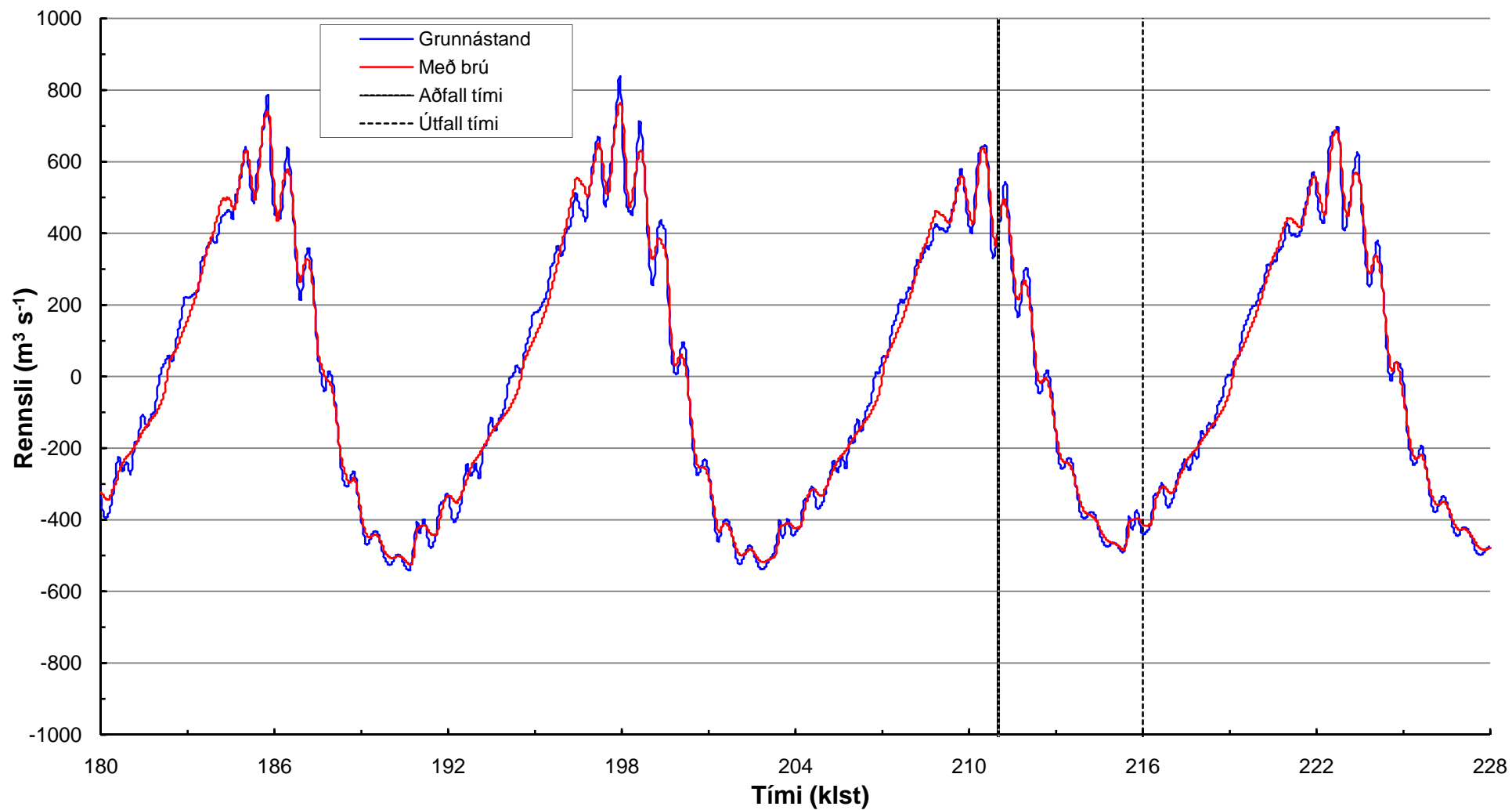
Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 6



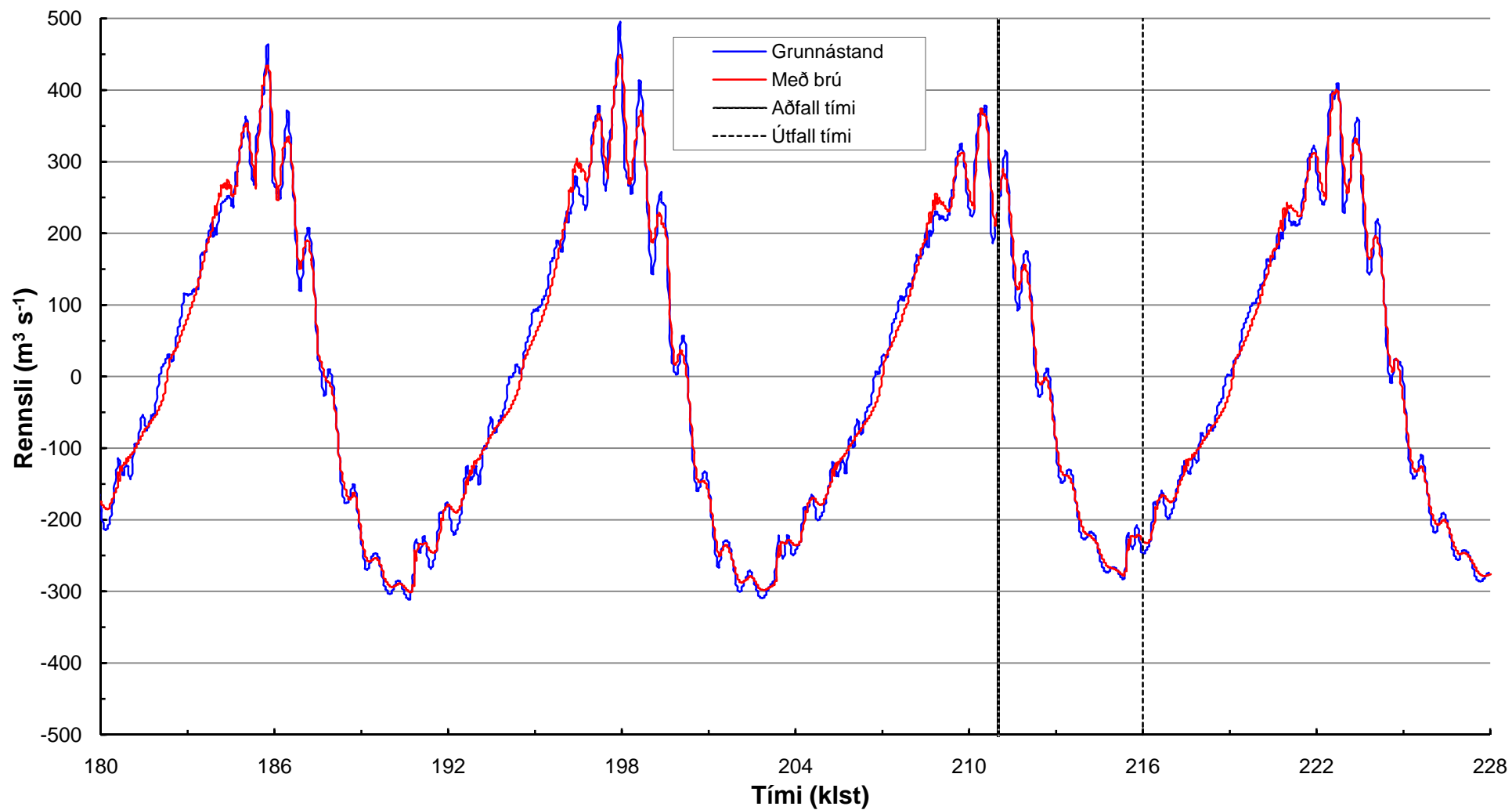
Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 7



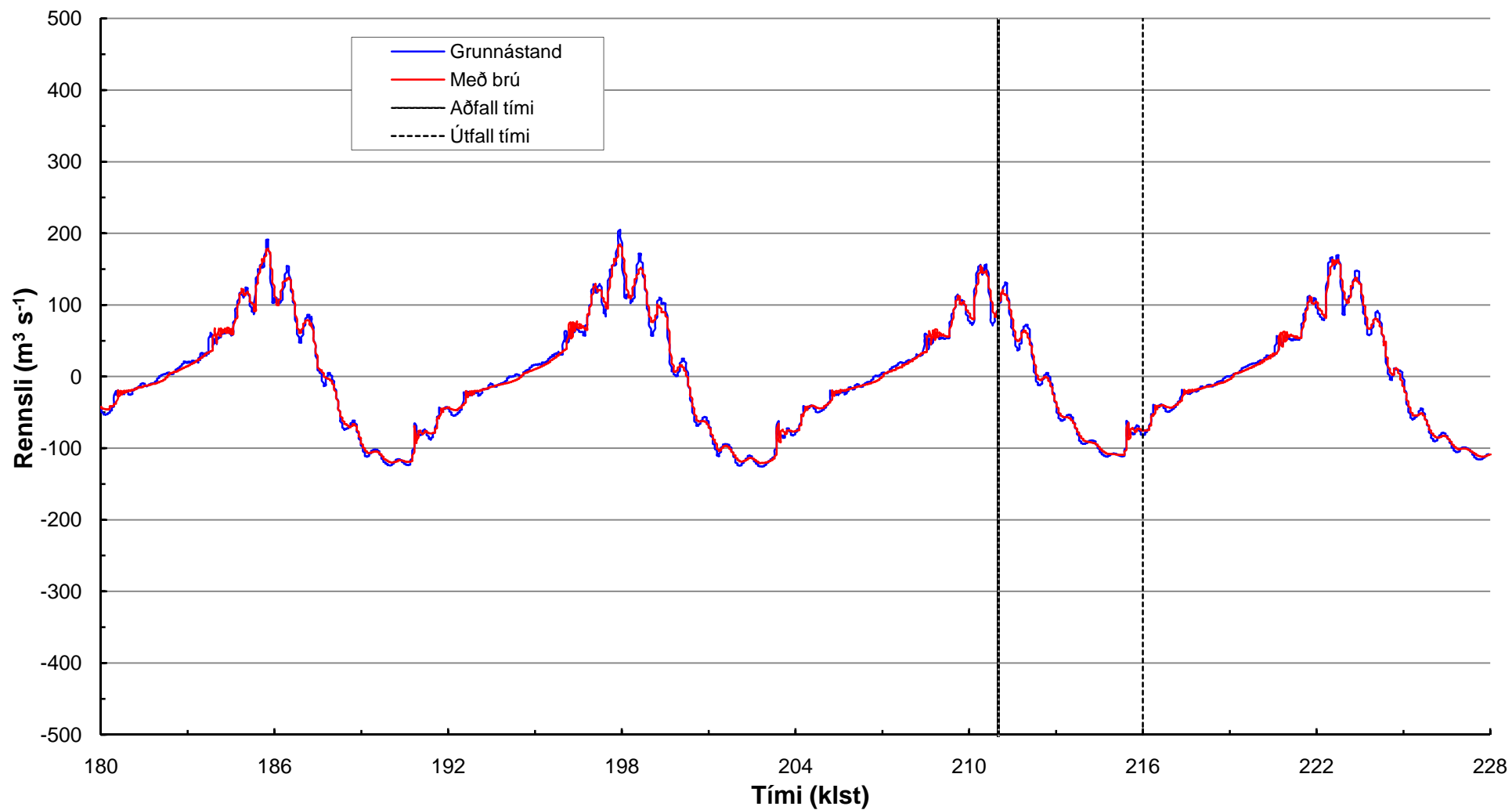
Mjóifjörður. Rennsli í sniði 9



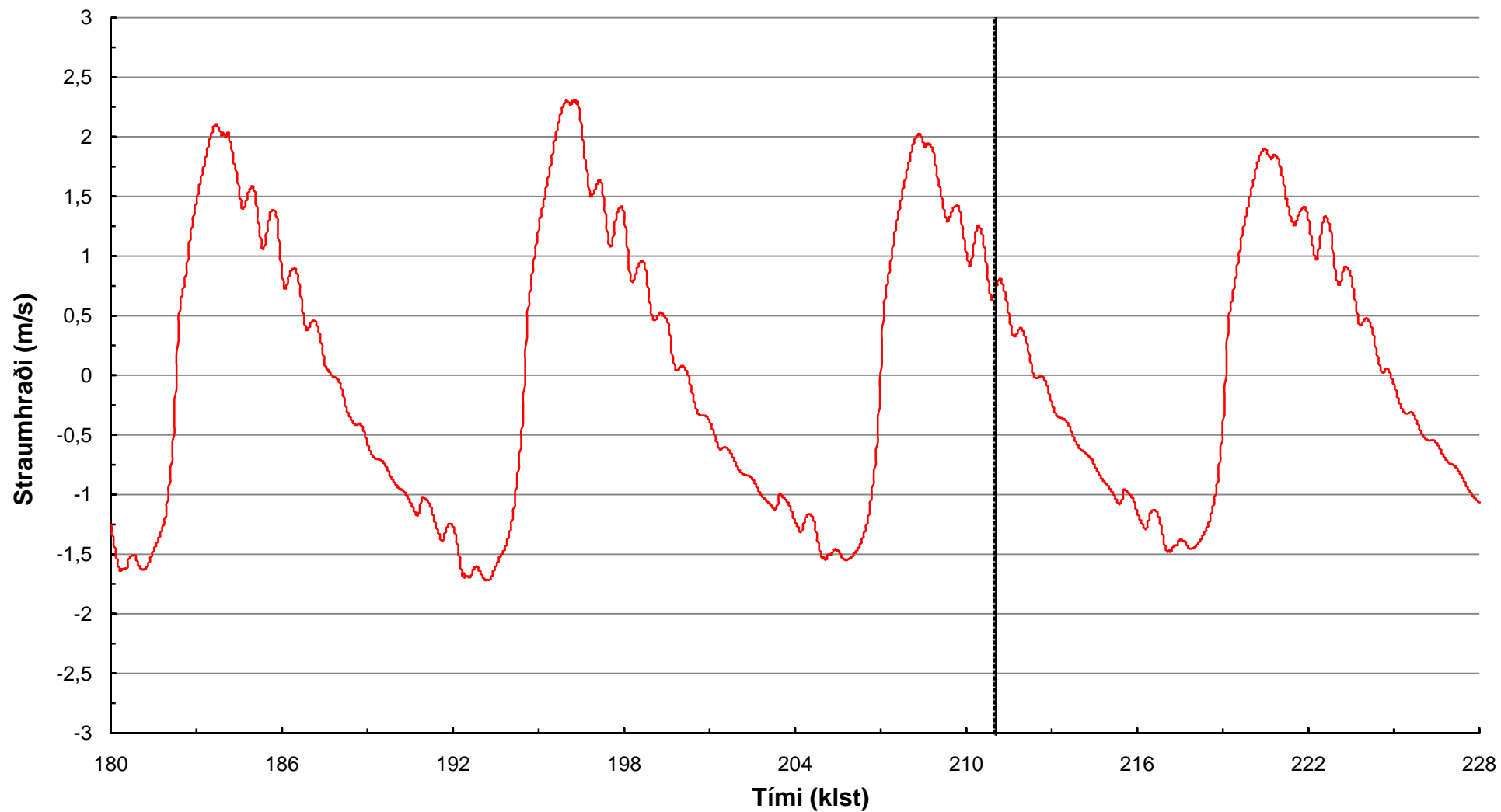
Mjóifjörður. Rennsli í sniði 10

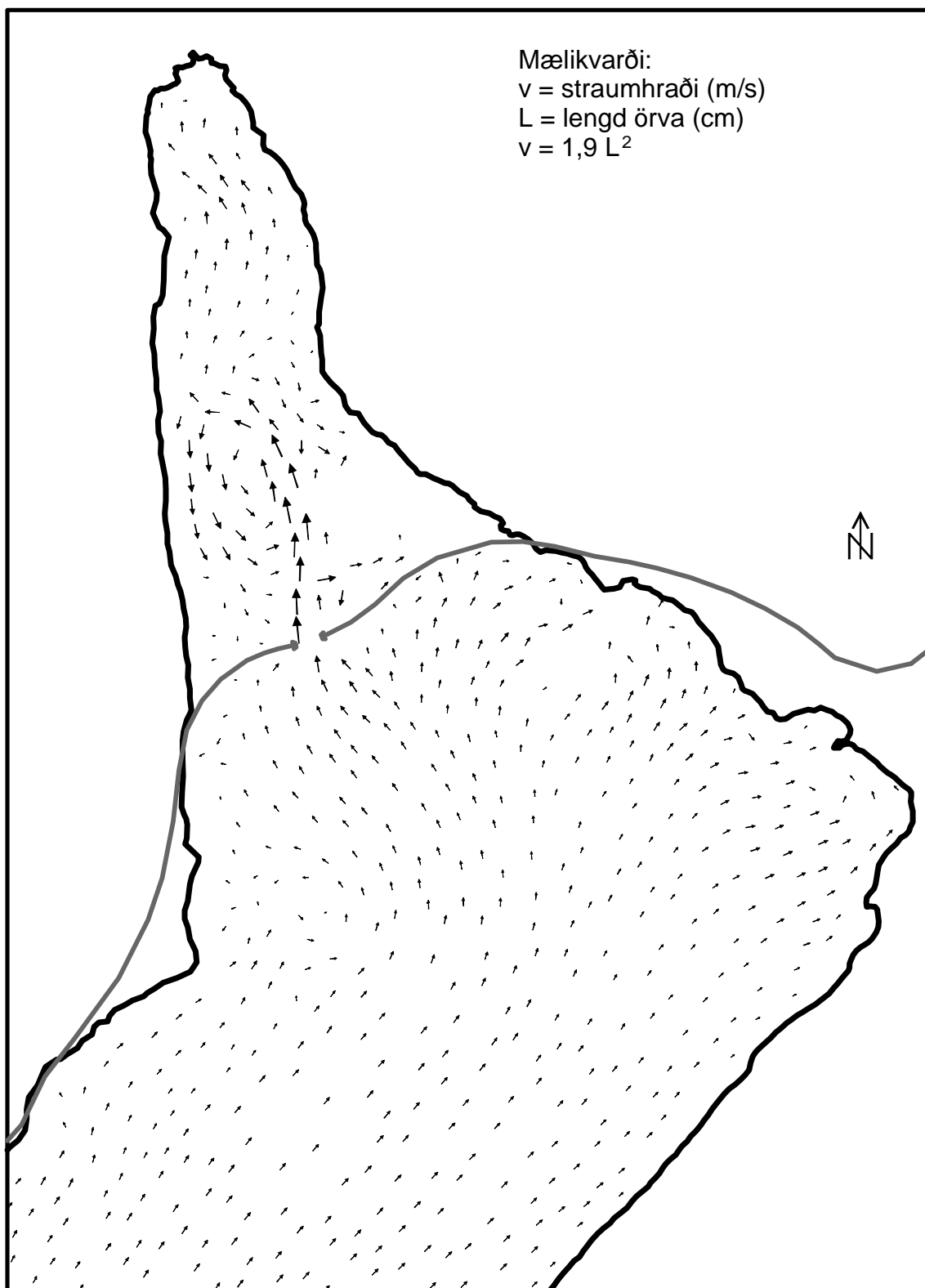


Mjóifjörður. Rennsli í sniði 11

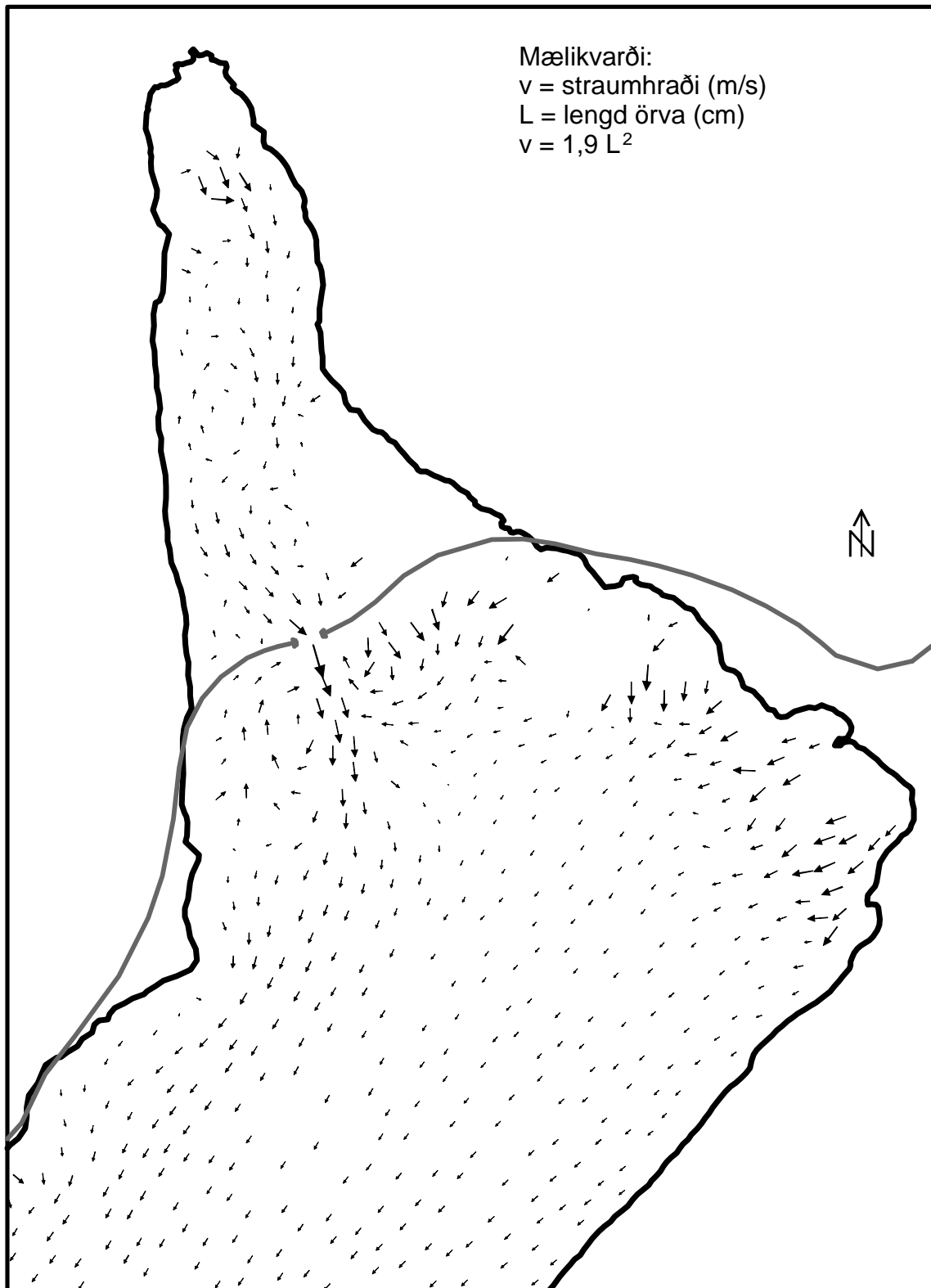


Mjóifjörður. Meðalhraði í brúaropi





0 500 1000 1500 2000 m



0 500 1000 1500 2000 m