

**KERLINGARFJÖRÐUR,
KJÁLKAFJÖRÐUR OG
MJÓIFJÖRÐUR**

Straumlíkan

Unnið fyrir Vegagerðina

11.04
Maí 2011

**KERLINGARFJÖRÐUR,
KJÁLKAFJÖRÐUR OG
MJÓIFJÖRÐUR**

Straumlíkan

Unnið fyrir Vegagerðina

Skýrsla nr: 11.04	Útgefið: Maí 2011	Fjöldi síðna: 54	Dreifing: Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>
Heiti skýrslu: Kerlingarfjörður, Kjálkafjörður og Mjóafjörður. Straumlíkan.			
Höfundar: Þröstur Hrafnkelsson			
Verkefnisstjóri: Sveinn Óli Pálmarsson			
Útdráttur: <p>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.</p> <p>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 eru bornar saman við samsvarandi niðurstöður án mannvirkja (grunnástand). Miðað var við að sjávarfallið svaraði til meðalstórstraums.</p> <p>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.</p> <p>Óverulegar breytingar verða á sjávarfallastraumum fjarri vegfyllingunum. Í nágrenni þeirra myndast iður og verður því straummynstrið nokkuð breytt frá grunnástandi.</p>			
Verkkaupi: Vegagerðin		Tengiliður verkkaupa: Einar Hafliðason	
Samstarfsaðilar:			

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	4
MYNDASKRÁ	5
INNGANGUR.....	7
1 STRAUMLÍKAN OG LÍKANKEYRSLUR.....	7
2 NIÐURSTÖÐUR	8
2.1 Án mannvirkja.....	8
2.1.1 Kjálkafjörður	8
2.1.2 Kerlingarfjörður.....	8
2.1.3 Mjóifjörður	8
2.2 Með mannvirkjum	9
2.2.1 Kjálkafjörður	9
2.2.2 Kerlingarfjörður.....	9
2.2.3 Mjóifjörður	9
2.3 Samantekt niðurstaðna.....	10
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 tilsvarandi 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 tilsvarandi 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 rennsli og mesti straumhraði í vatnsopunum. Jafnframt eru birtar yfirlitsmyndir strauma í fjörðunum með og án mannvirkja.

1 STRAUMLÍKAN 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 yfir meðalsjó. 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 staðsetningu tímaraðapunkta og þversniða í líkaninu. Í tímaraðapunktum var safnað upplýsingum um sjávarhæð, straumhraða og -stefnu í keyrslum líkansins á hverjum tíma en í þversniðunum var reiknað rennsli á hverjum tíma, þar sem jákvæðar tölur tákna aðfall.

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 hf. 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, Djúpfirði 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) Rennsli í sniðum
- 3) Straumhraða í líkaninu frá tveimur völdum tímum (táknadir 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 m³/s á aðfalli og um 500 m³/s á útfalli (mynd 6). Heildarvatnsskipti yfir rúmar þrjár sjávarfallasveiflur, frá tíma 180,02 til 228,02, í gegnum snið 3 eru um $8,520 \cdot 10^5$ m³. 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 m³/s á útfalli en um 3000 m³/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 13). 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 m³/s á aðfalli og um 500 m³/s á útfalli (mynd 14). Hámarksrennsli í gegnum innsta sniðið, snið 11, er minna en 200 m³/s á út- og aðfalli. Heildarvatnsskipti yfir þrjár sjávarfallasveiflur, frá tíma 180,02 til 228,02, í gegnum snið 9 eru um $9,573 \cdot 10^5$ m³. 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 hinsvegar 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 $8,504 \cdot 10^5$ m³, sem er um 99,8% af vatnsskiptum við grunnástand.

Mesti meðalhraði í brúaropinum við meðalstórstraumssveiflu er á aðfalli, um 1,8 m/s (mynd 25).

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 lítill 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 $9,544 \cdot 10^5$ m³, eða um 99,7% af vatnsskiptum við grunnástand. Mesti meðalhraði í brúaropinum 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 straumynstrið 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 straumynstrið 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	1,8	1,8	99,8
Mjóifjörður	130	2,0	2,0	99,7



HEIMILDIR

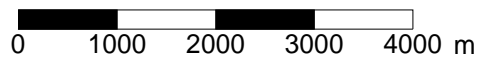
1. Sjósmælingar Íslands, 2007. **Sjávarfallaalmanak 2007, Reykjavík.** Landhelgisgæsla Íslands.
2. Sjósmælingar Íslands, 2007. **Sjávarfallatöflur 2007, Reykjavík, Ísafjörður, Siglufjörður, Djúpivogur.** Landhelgisgæsla Íslands.
3. VGK-Hönnun, 2007. **Þorskafjörður. Sjávarfallamælingar.** Desember 2007.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

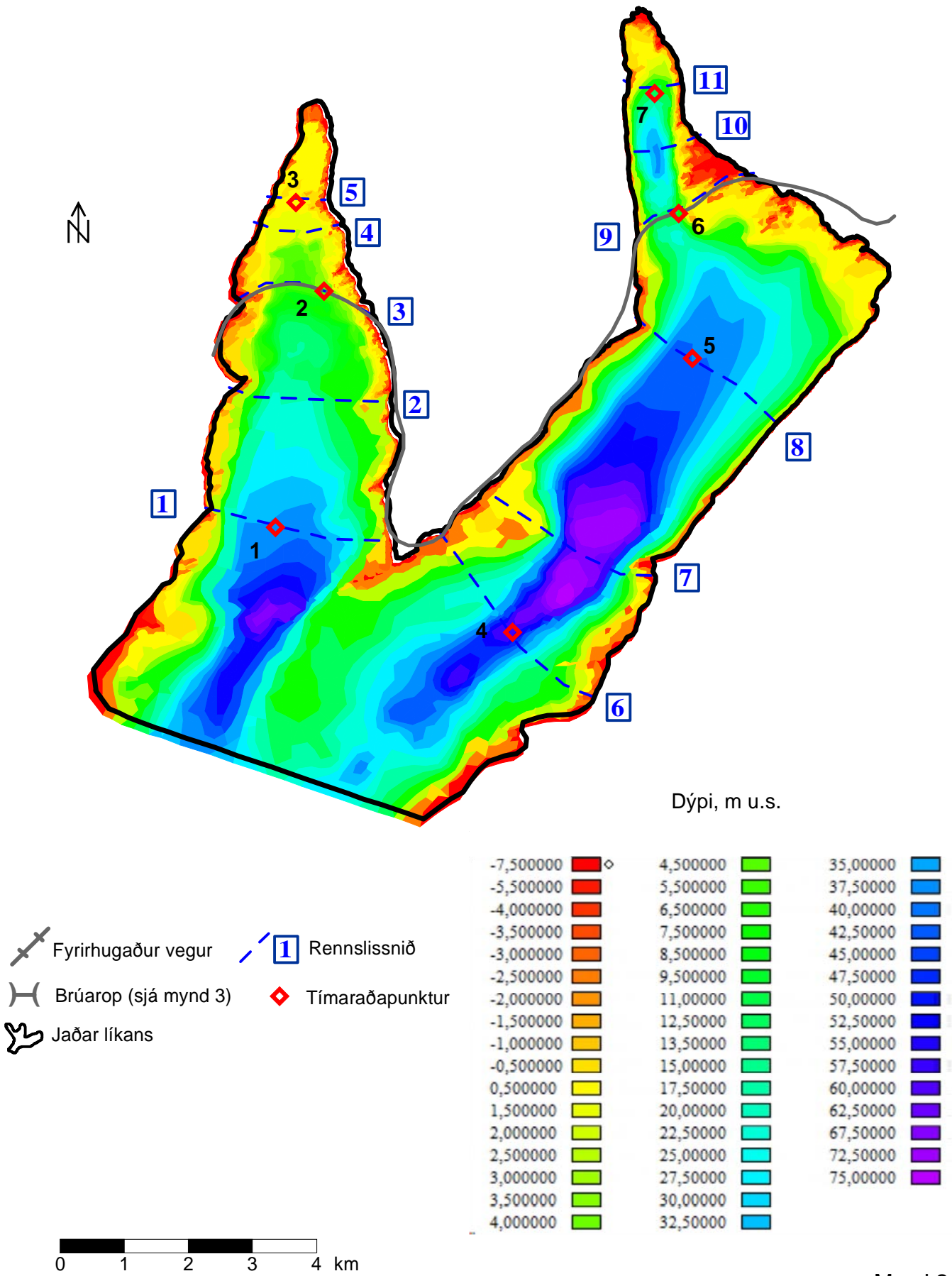
MYNDIR

Líkansvæði

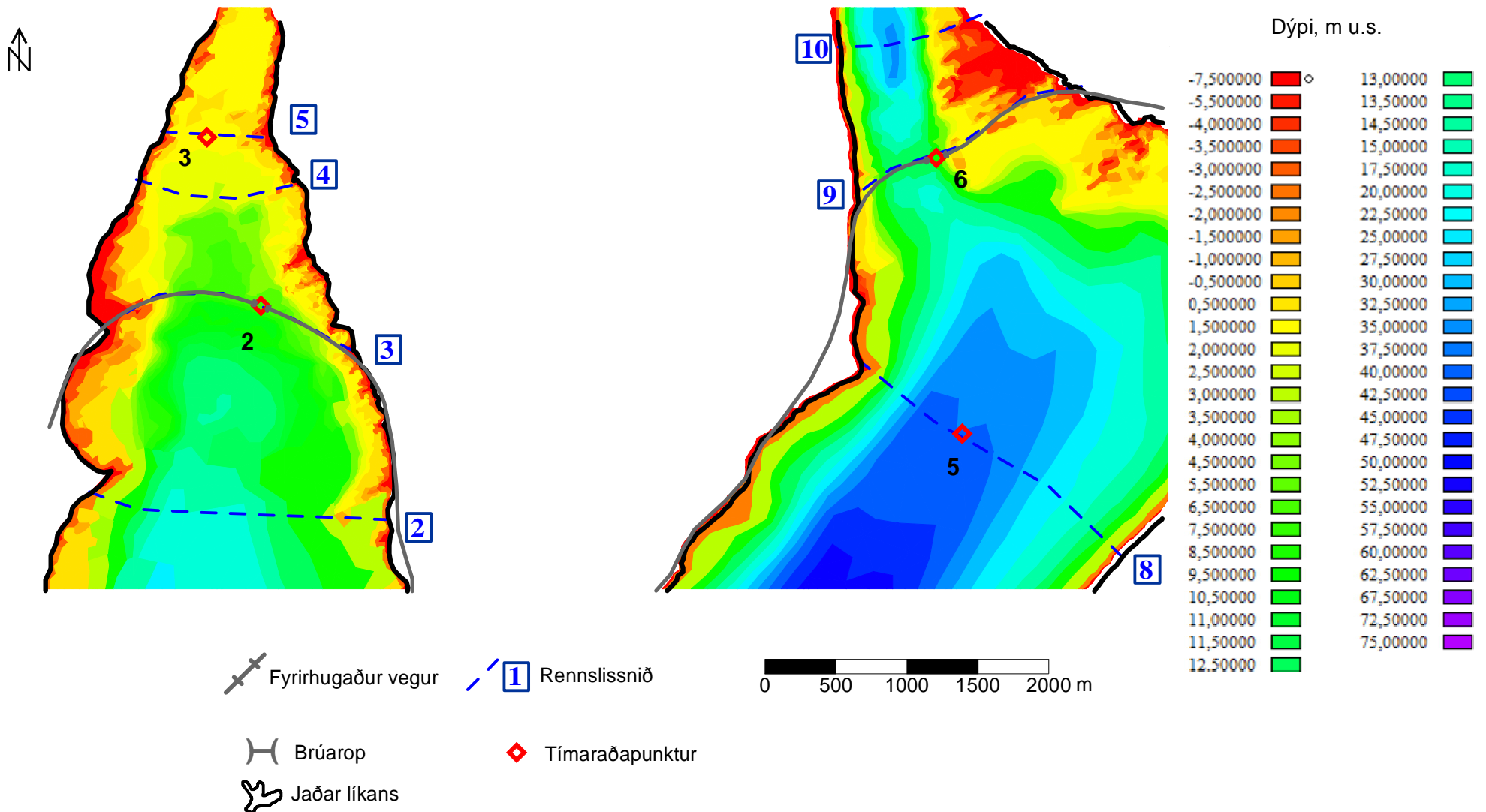


-  Jaðar líkans
-  Fyrirhugaður vegur

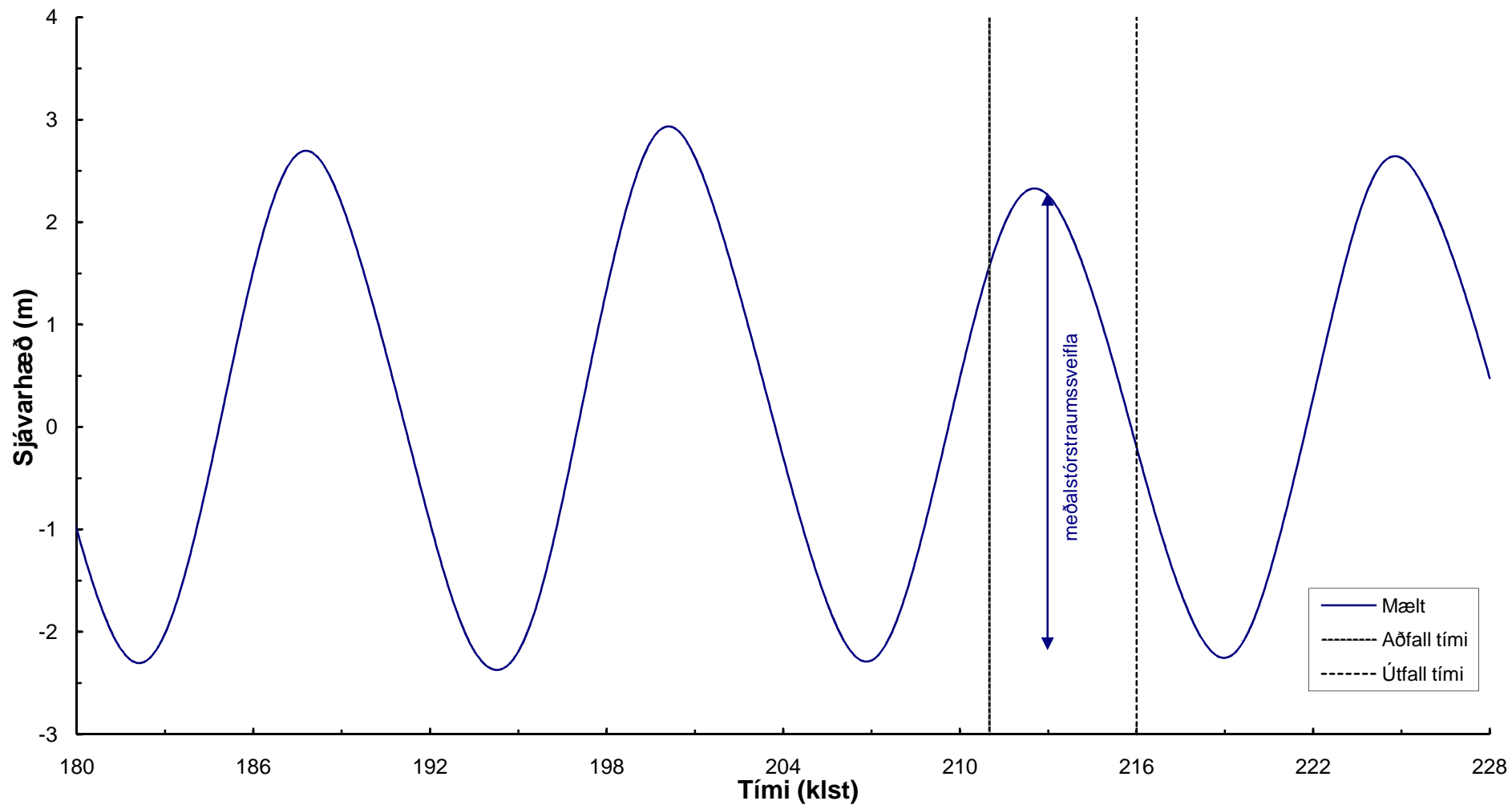




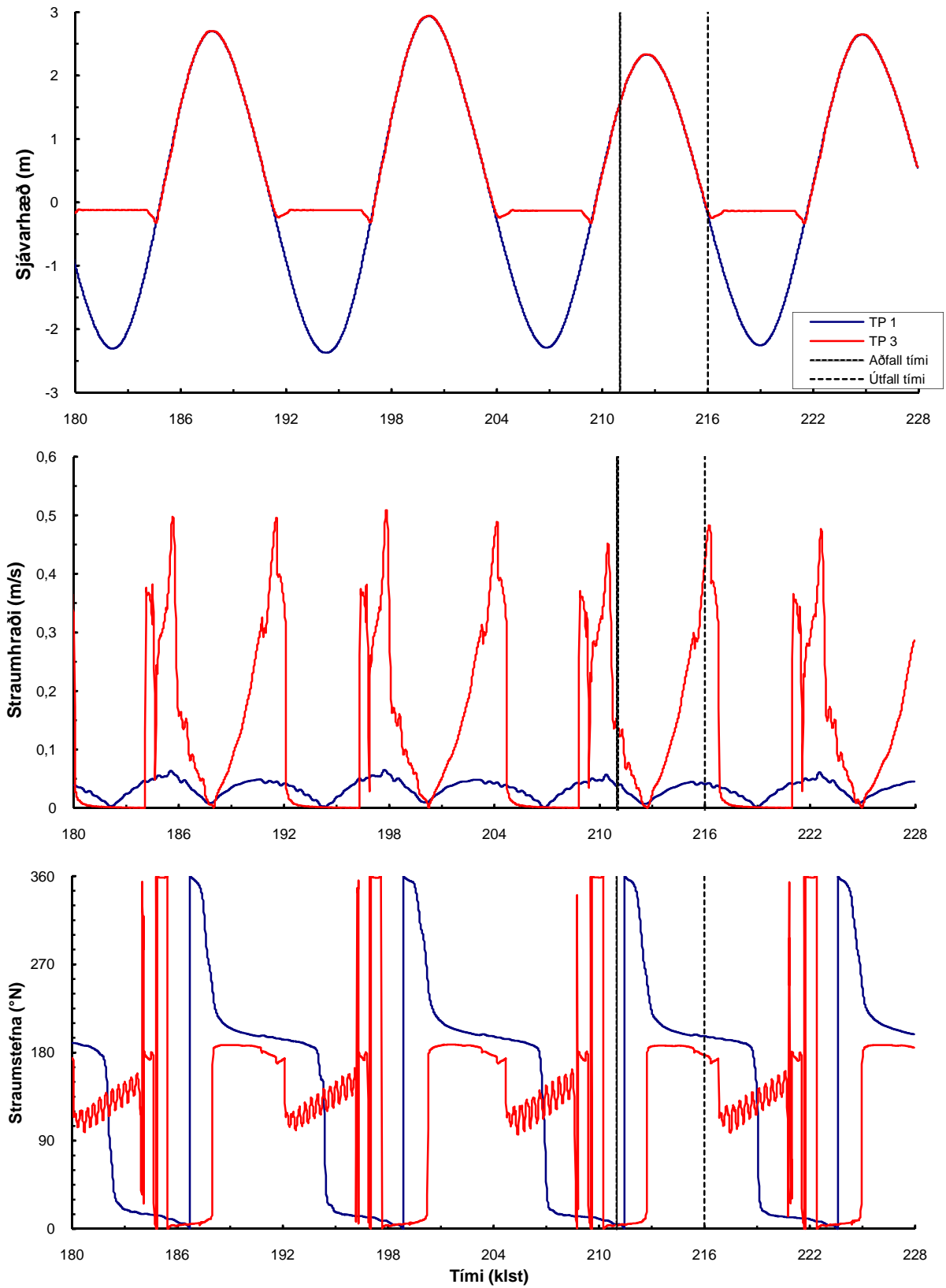
Dýpi líkansins við vegfyllingar ásamt nærliggjandi mælistöðvum



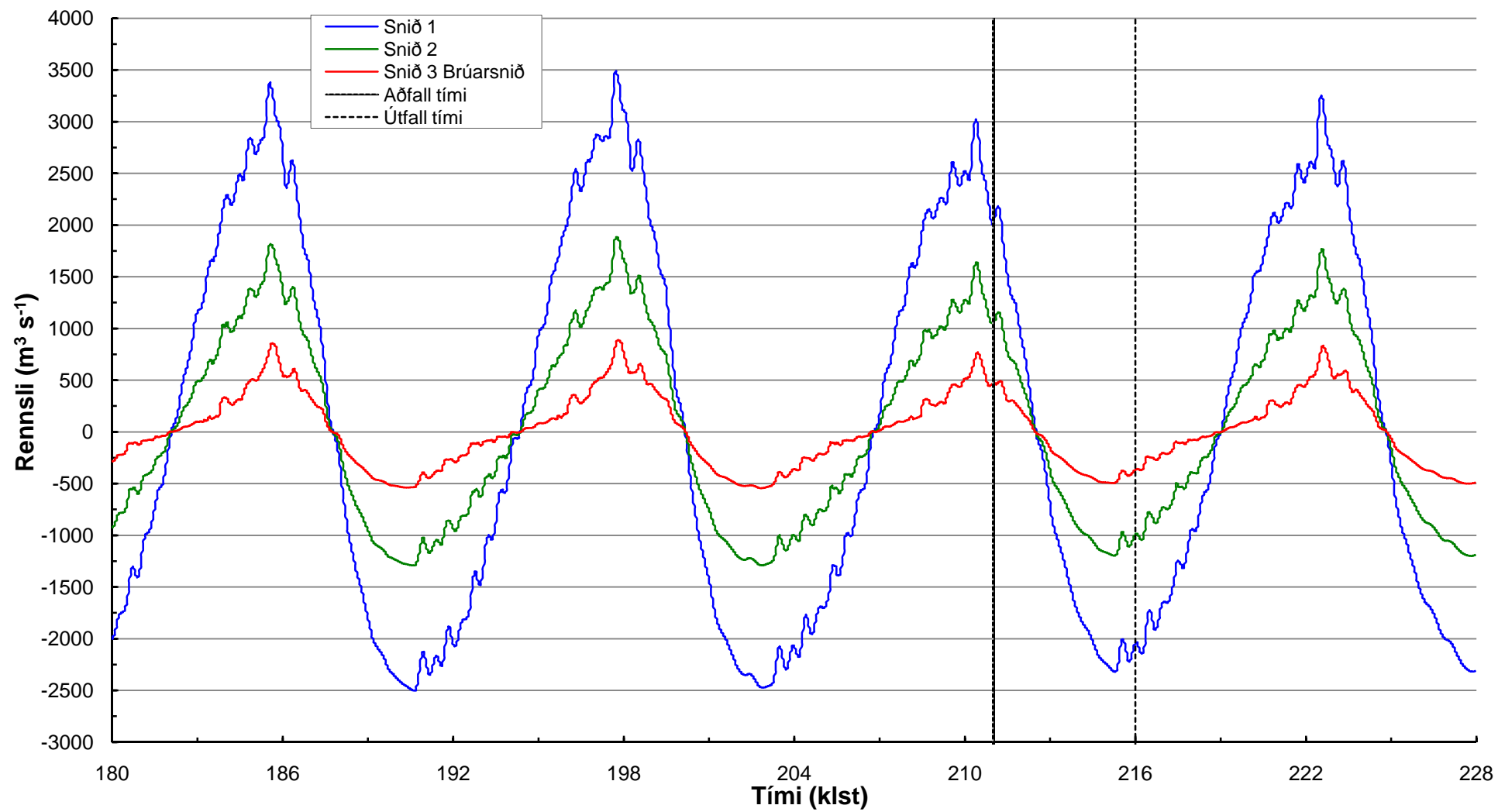
Randgildi sjávarhæðar í líkaninu og tímabil til athugunar

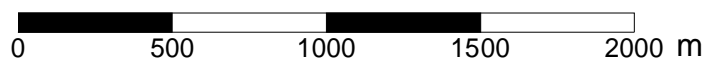
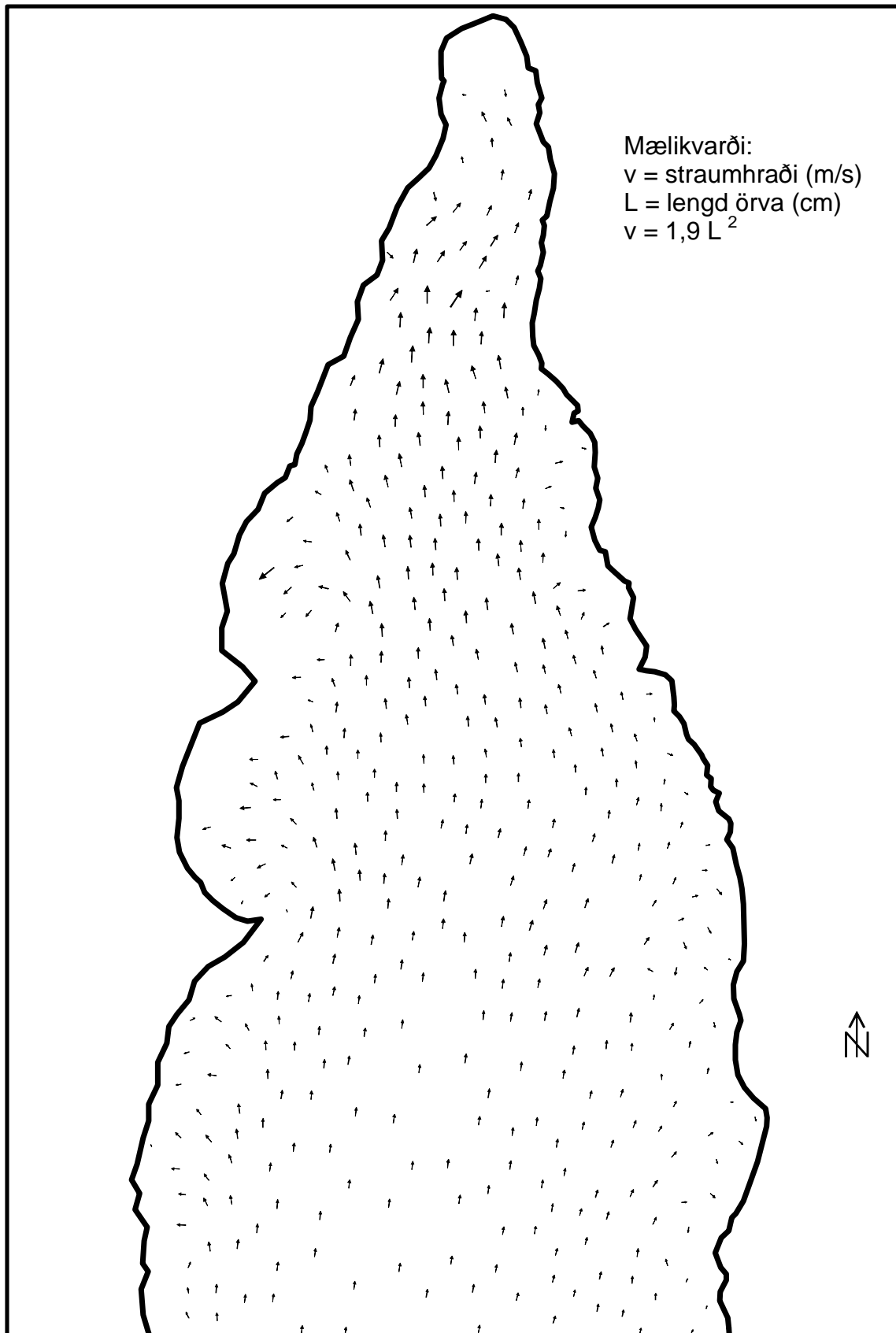


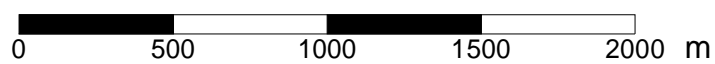
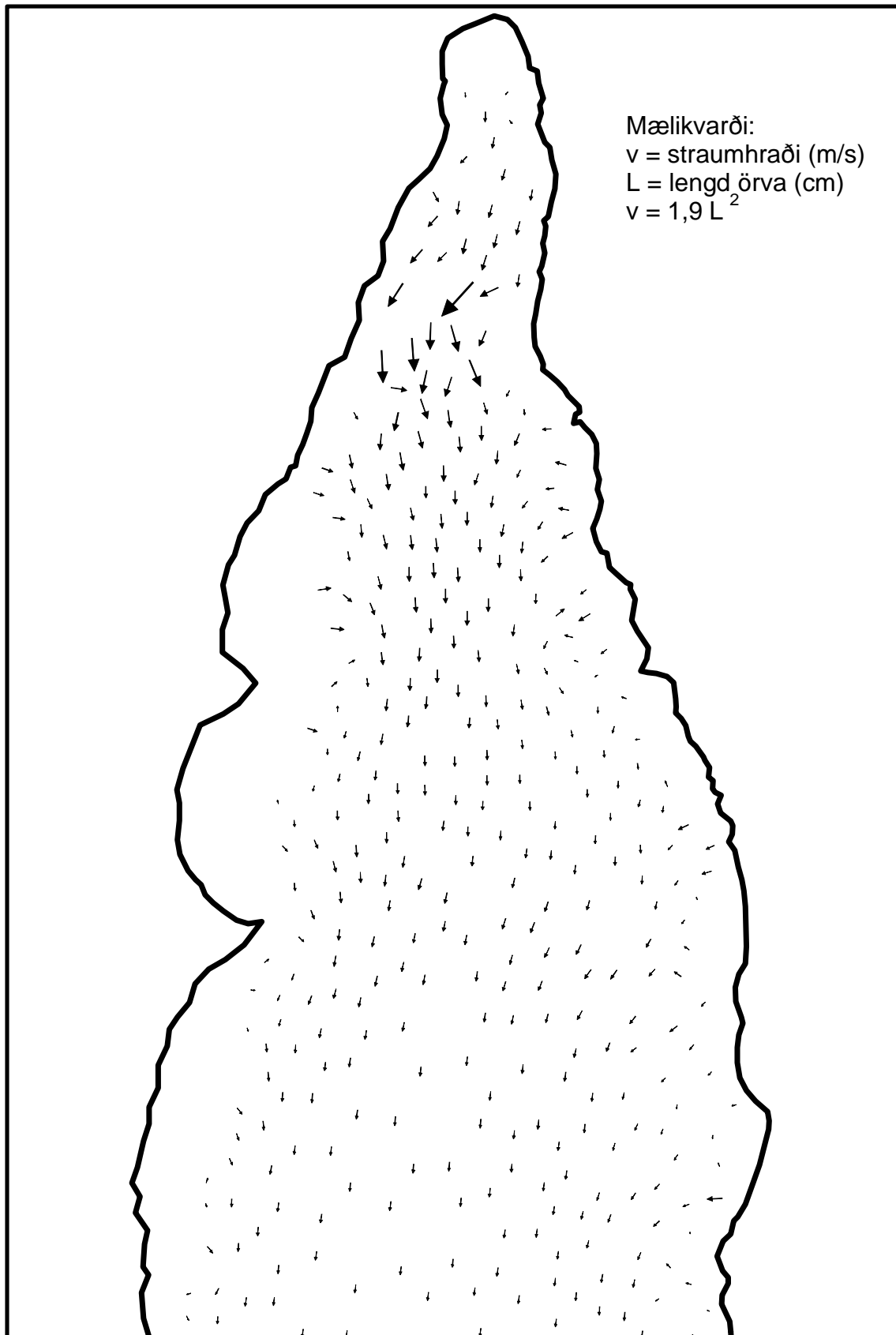
Grunnástand. Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna



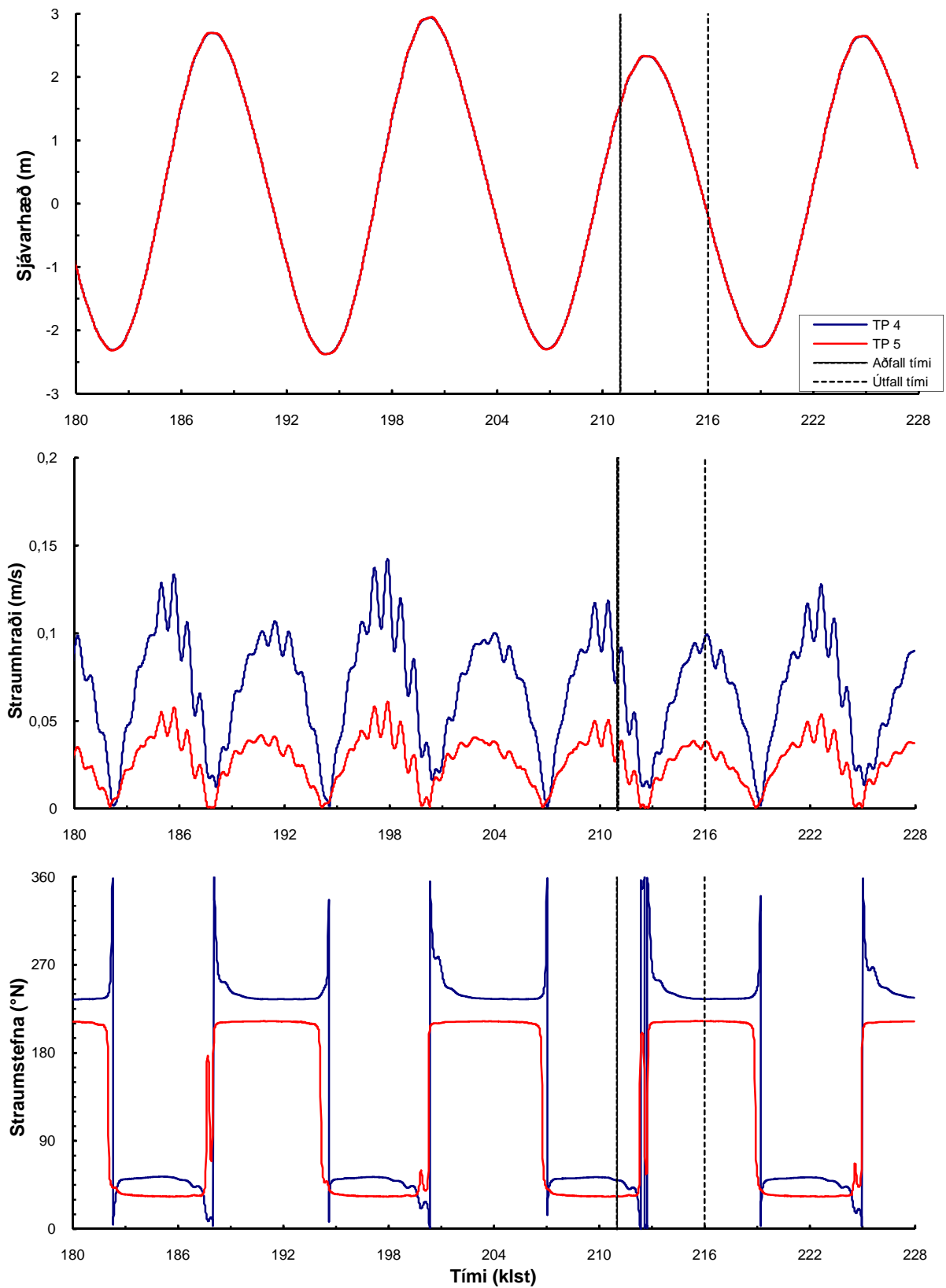
Grunnástand. Kjálkafjörður. Rennsli í sniðum



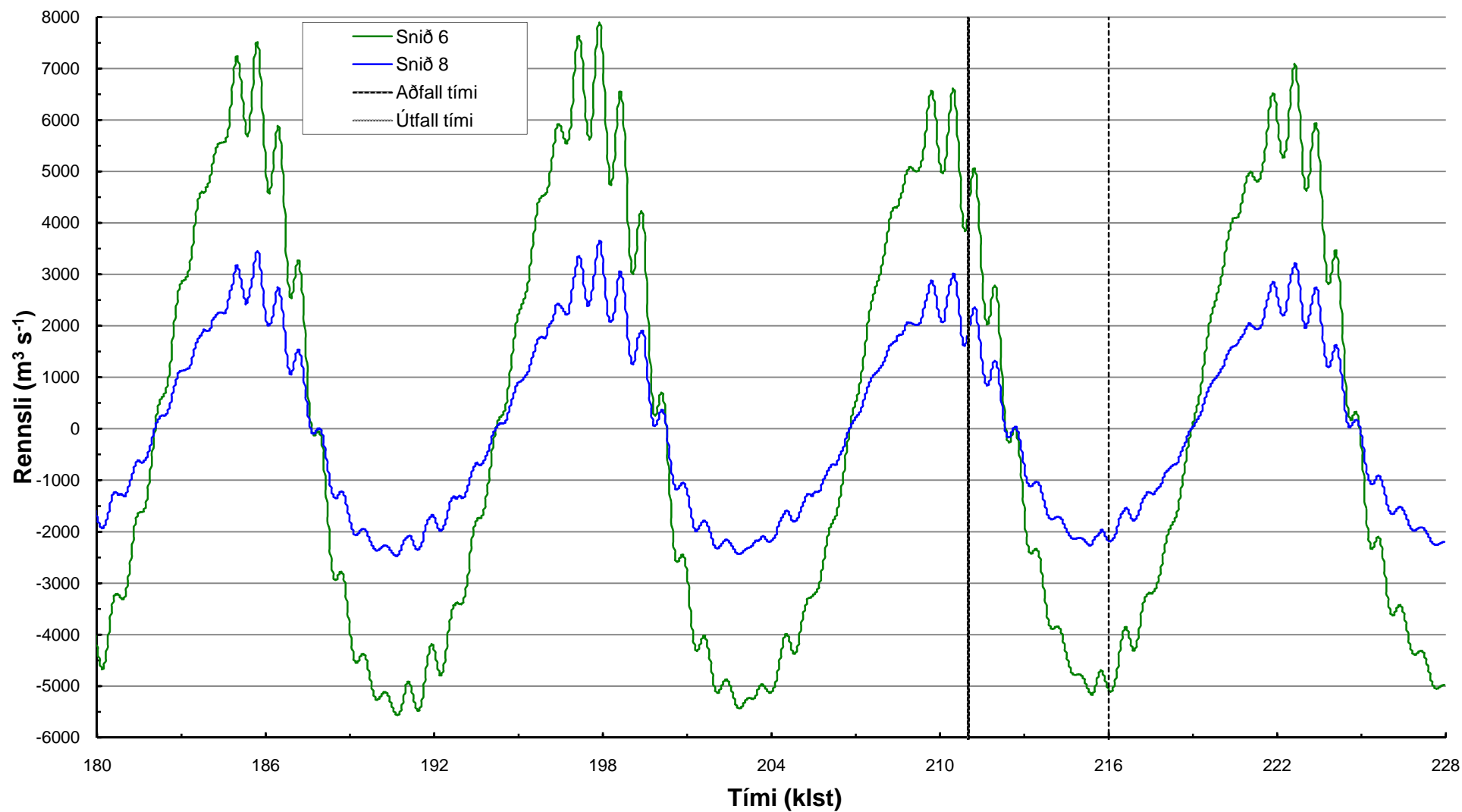


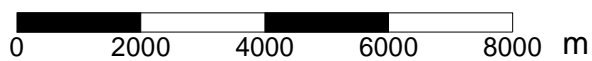
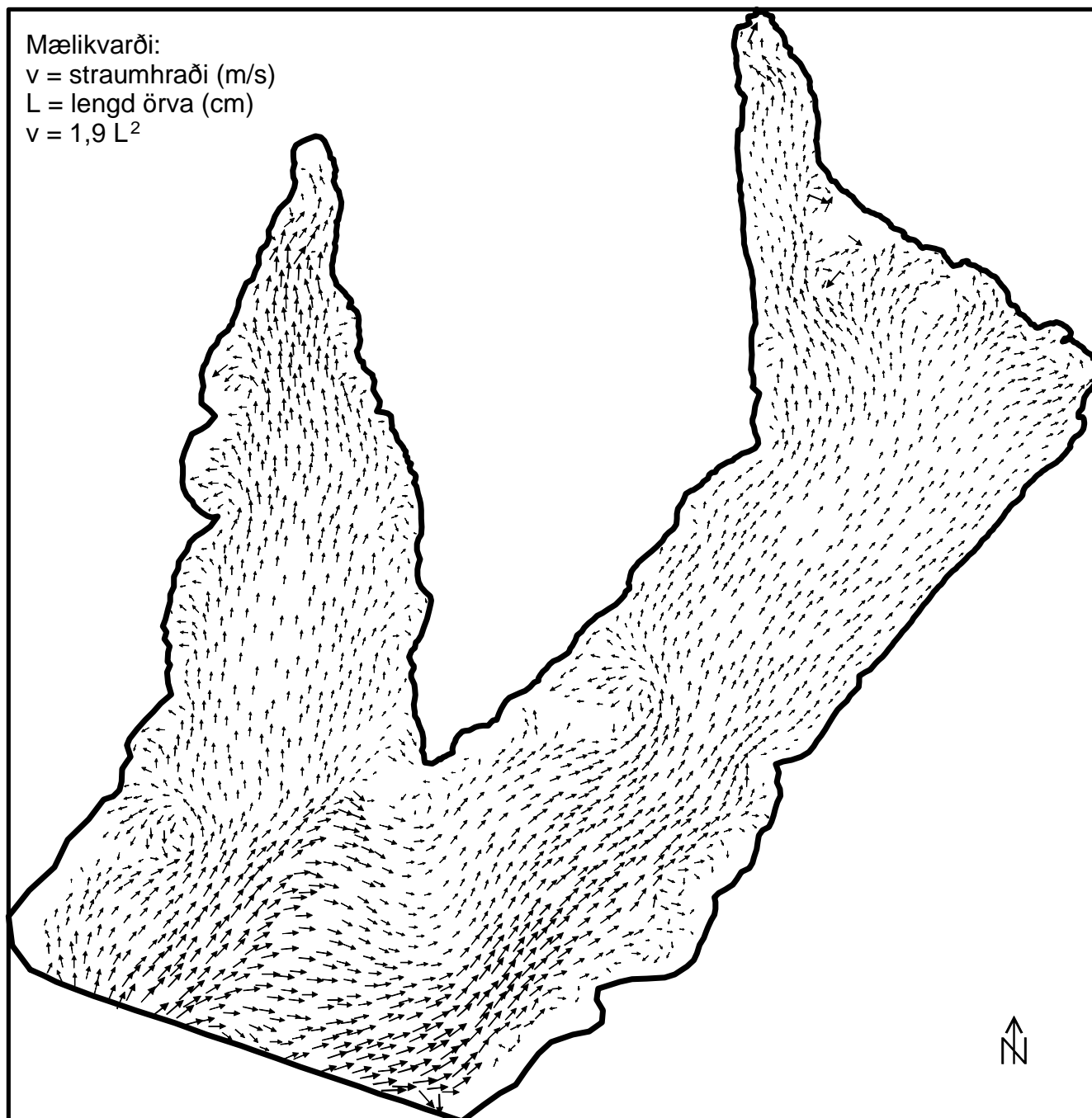


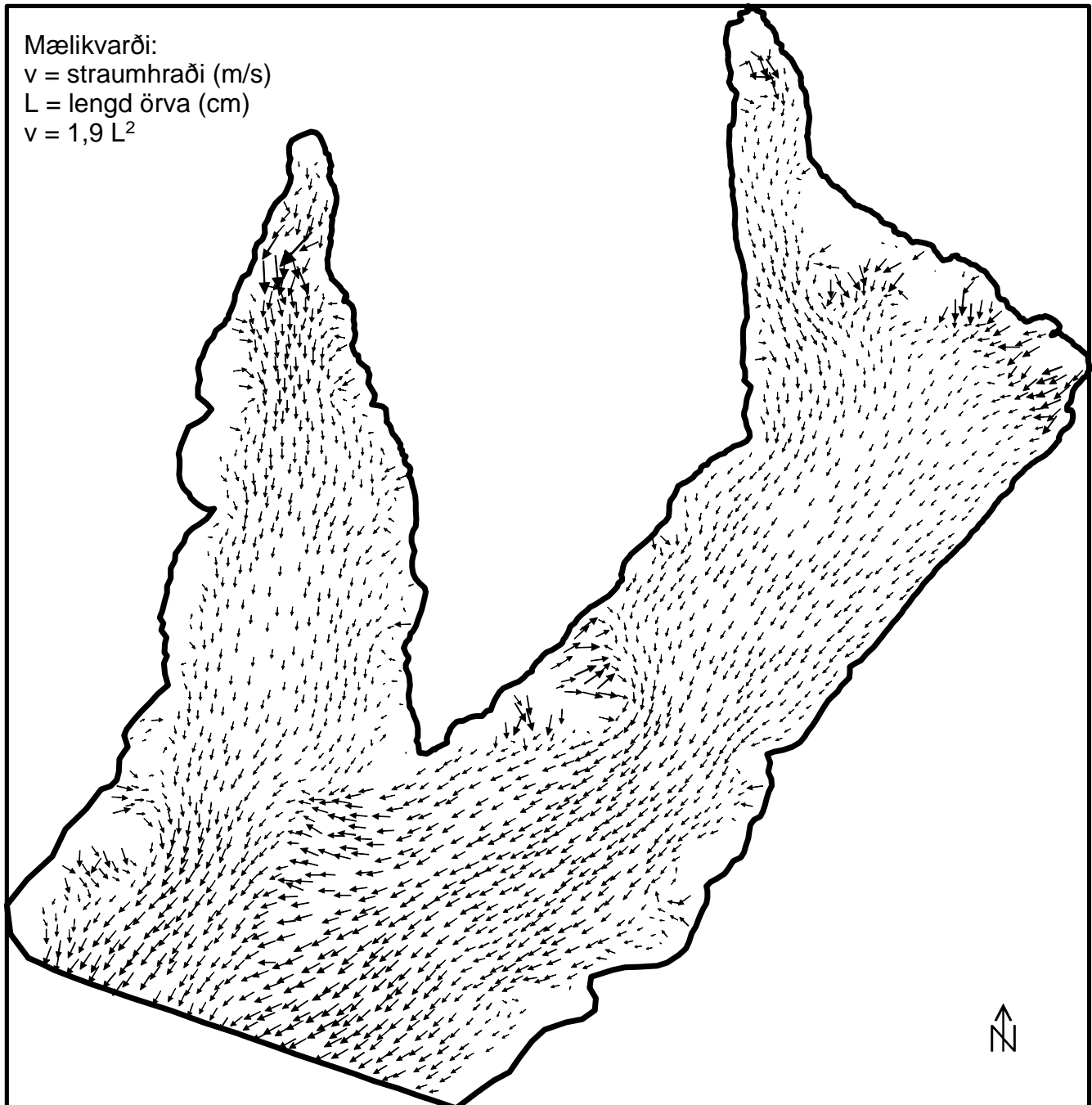
Grunnástand. Kerlingafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna



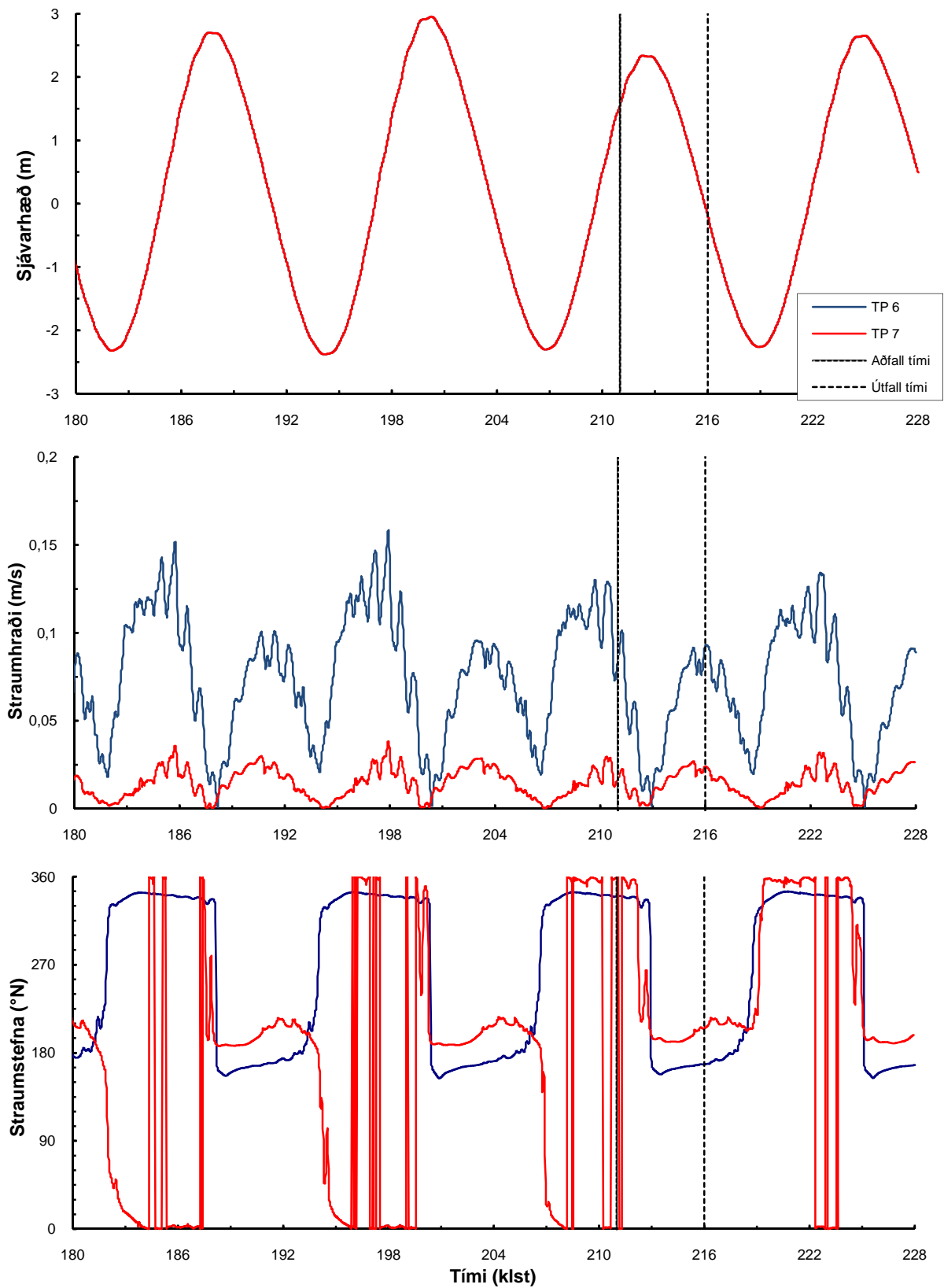
Grunnástand. Kerlingafjörður. Rennsli í sniðum



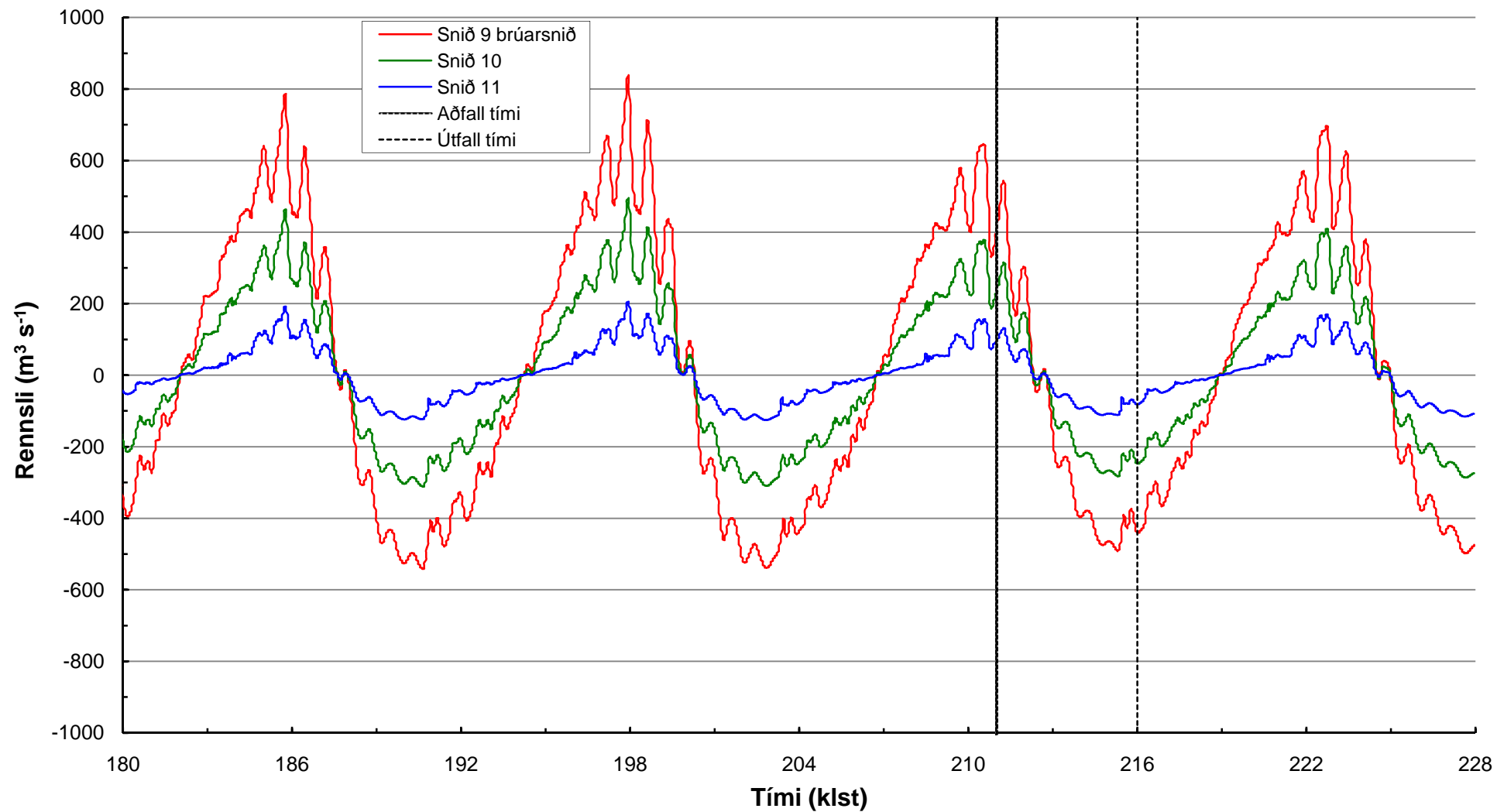


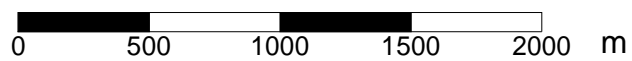
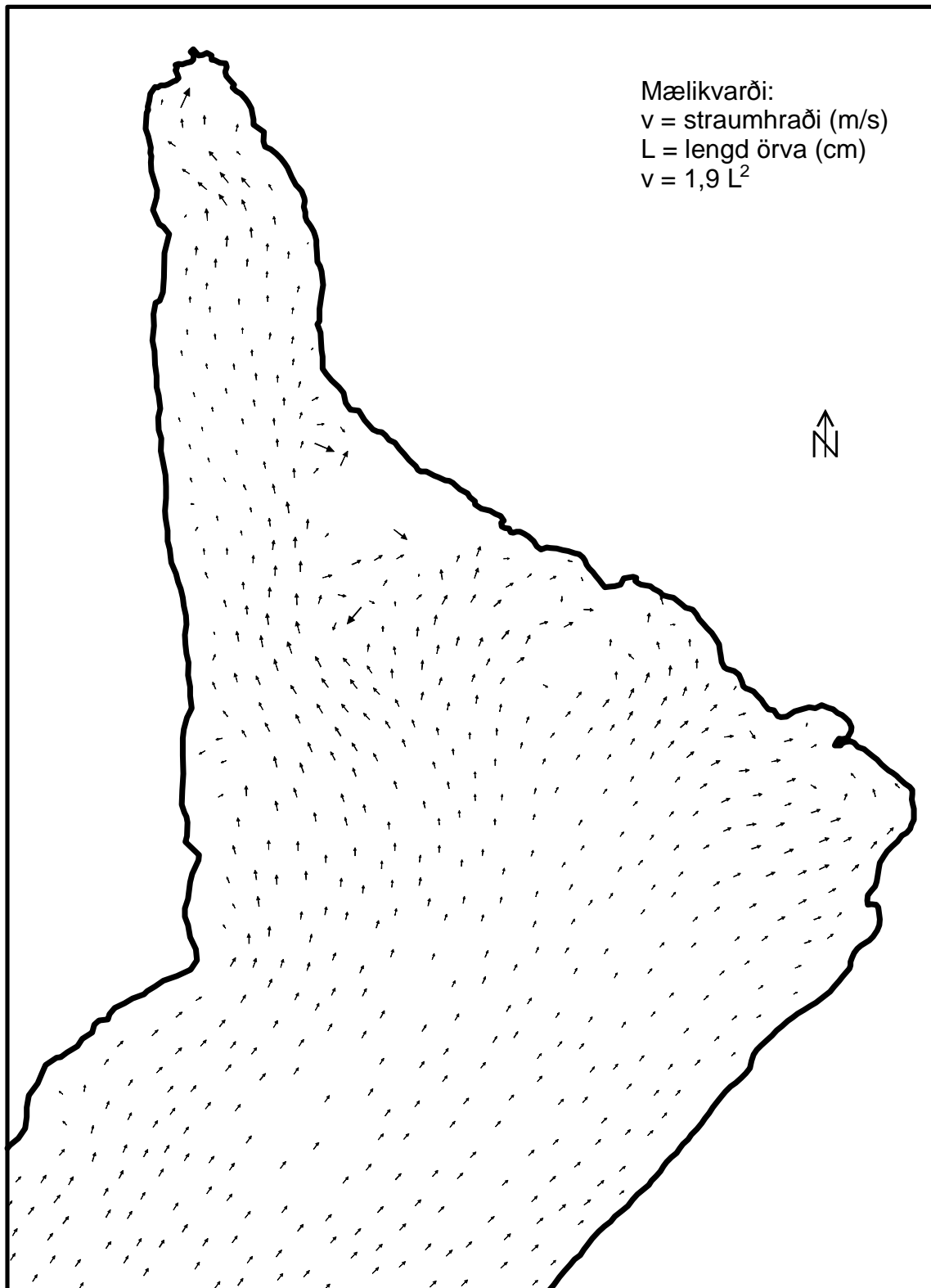


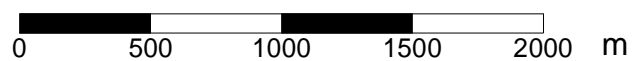
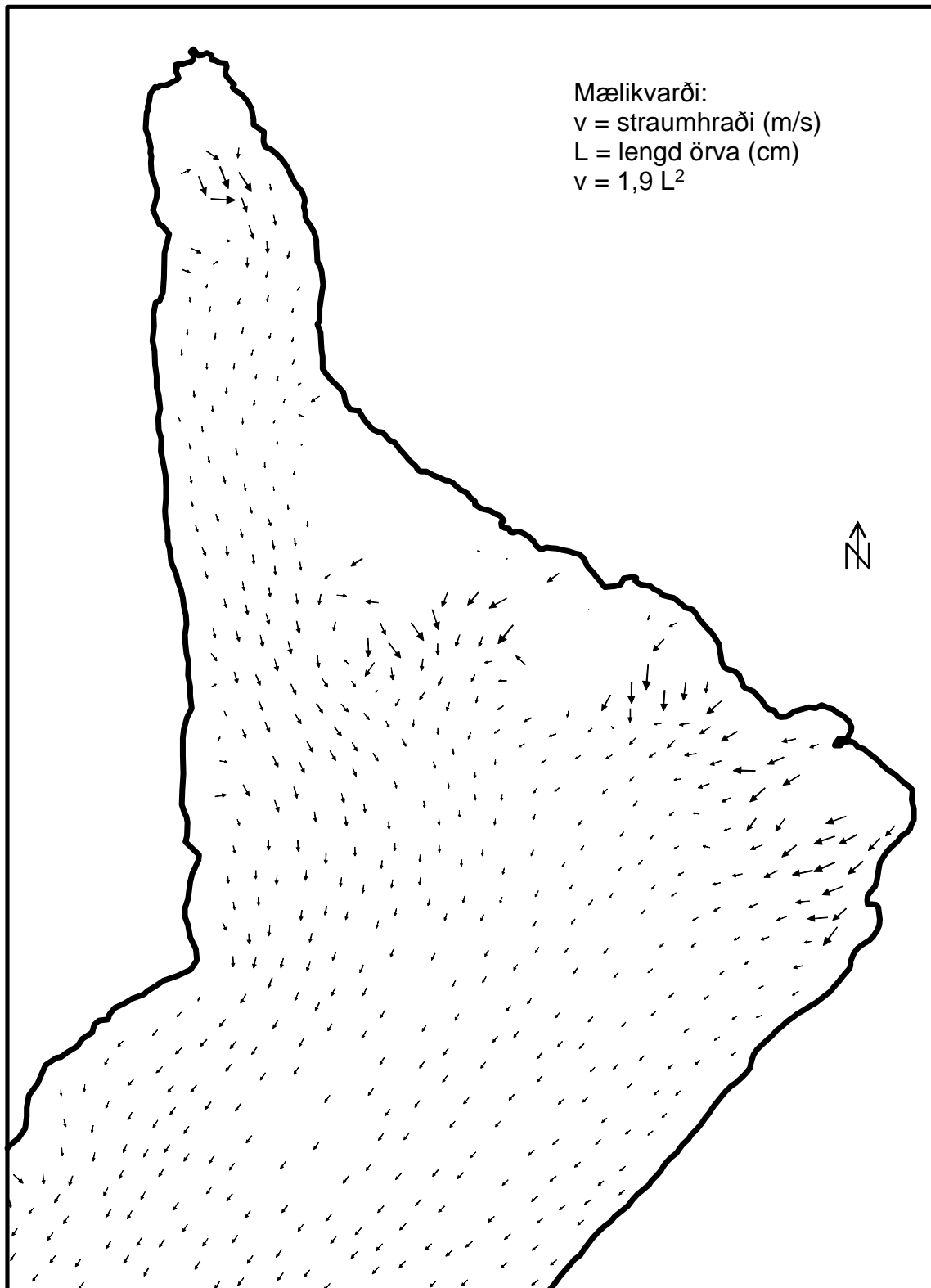
Grunnástand. Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna



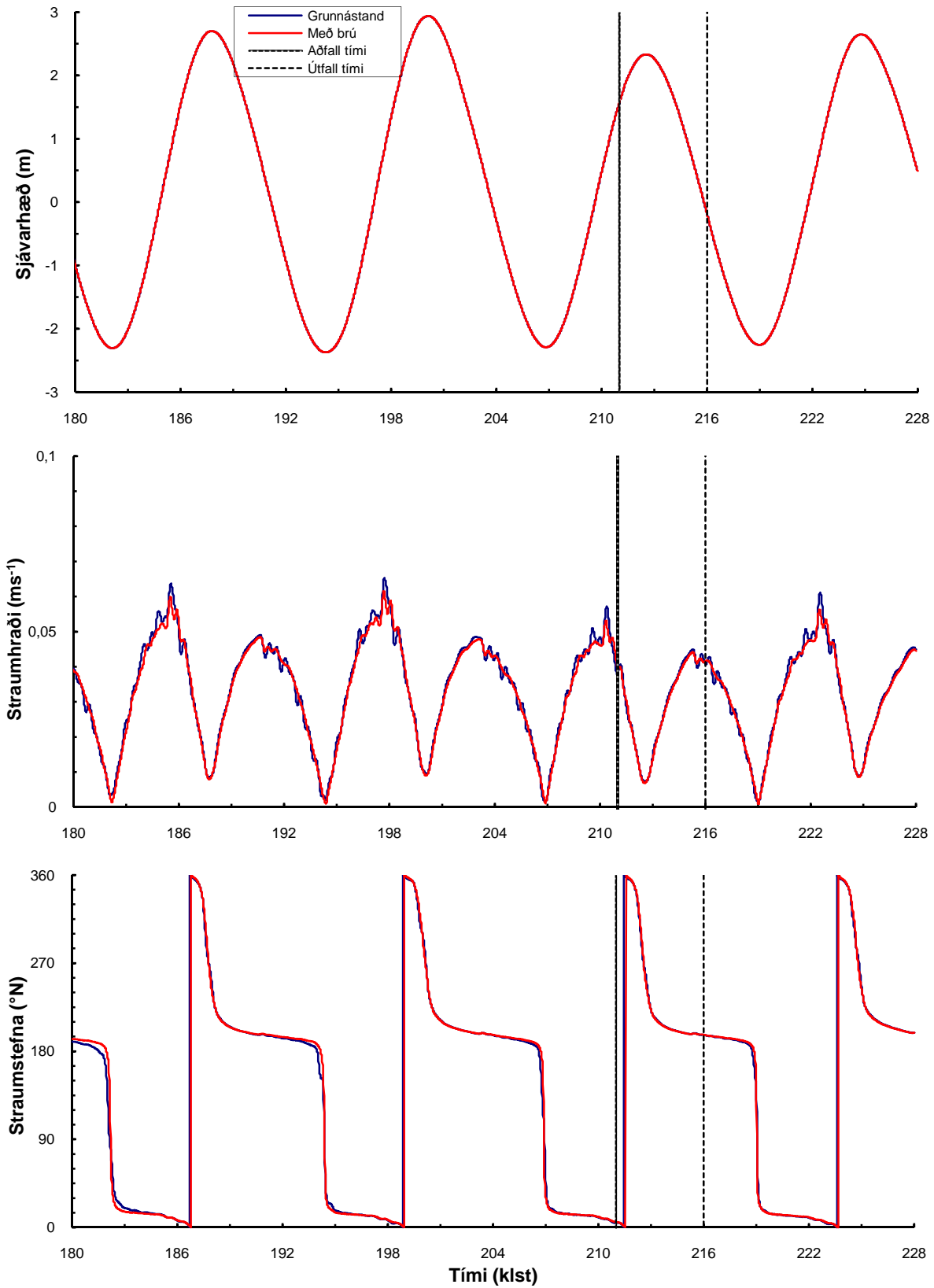
Grunnástand. Mjóifjörður. Rennsli í sniðum



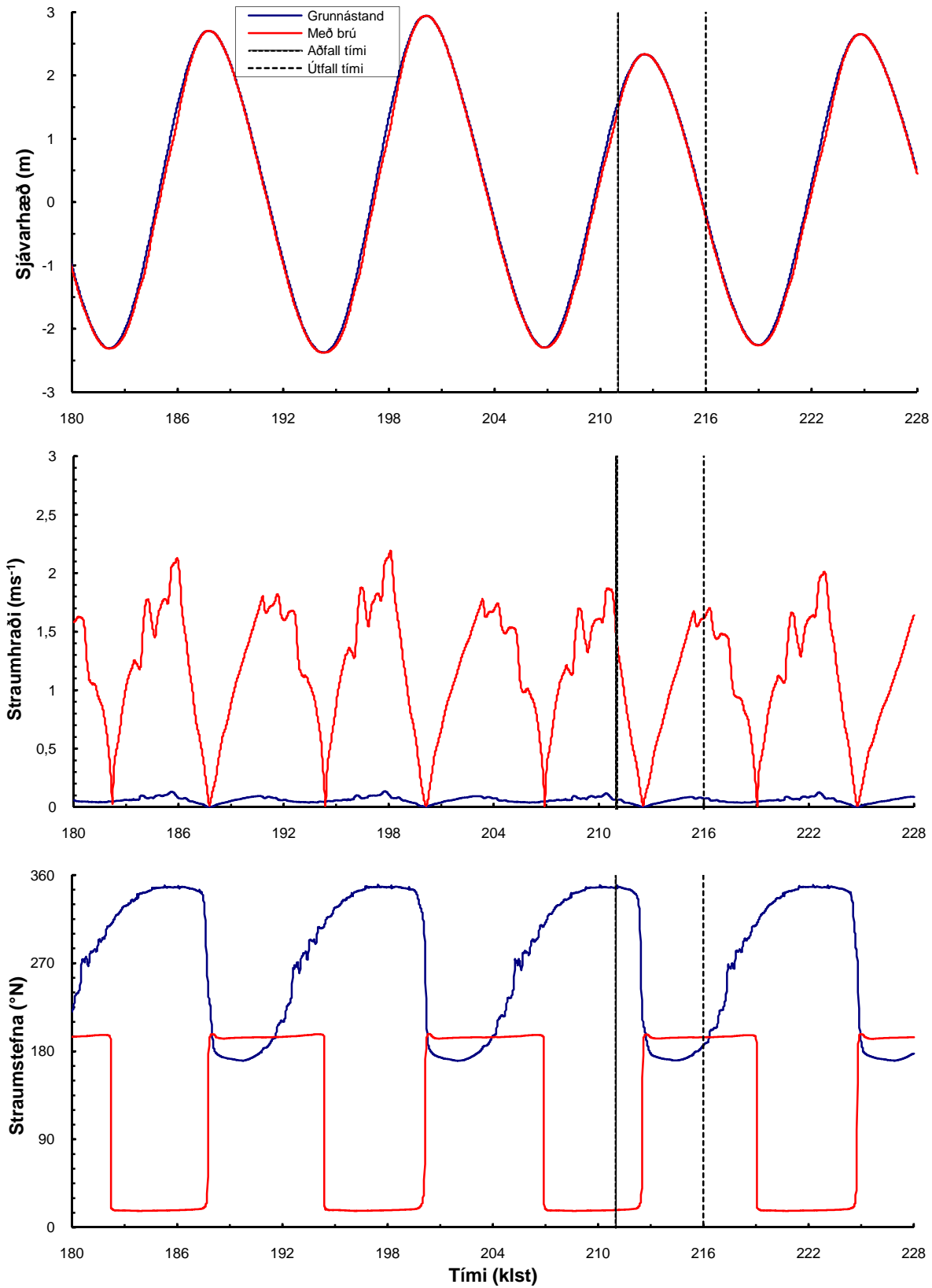




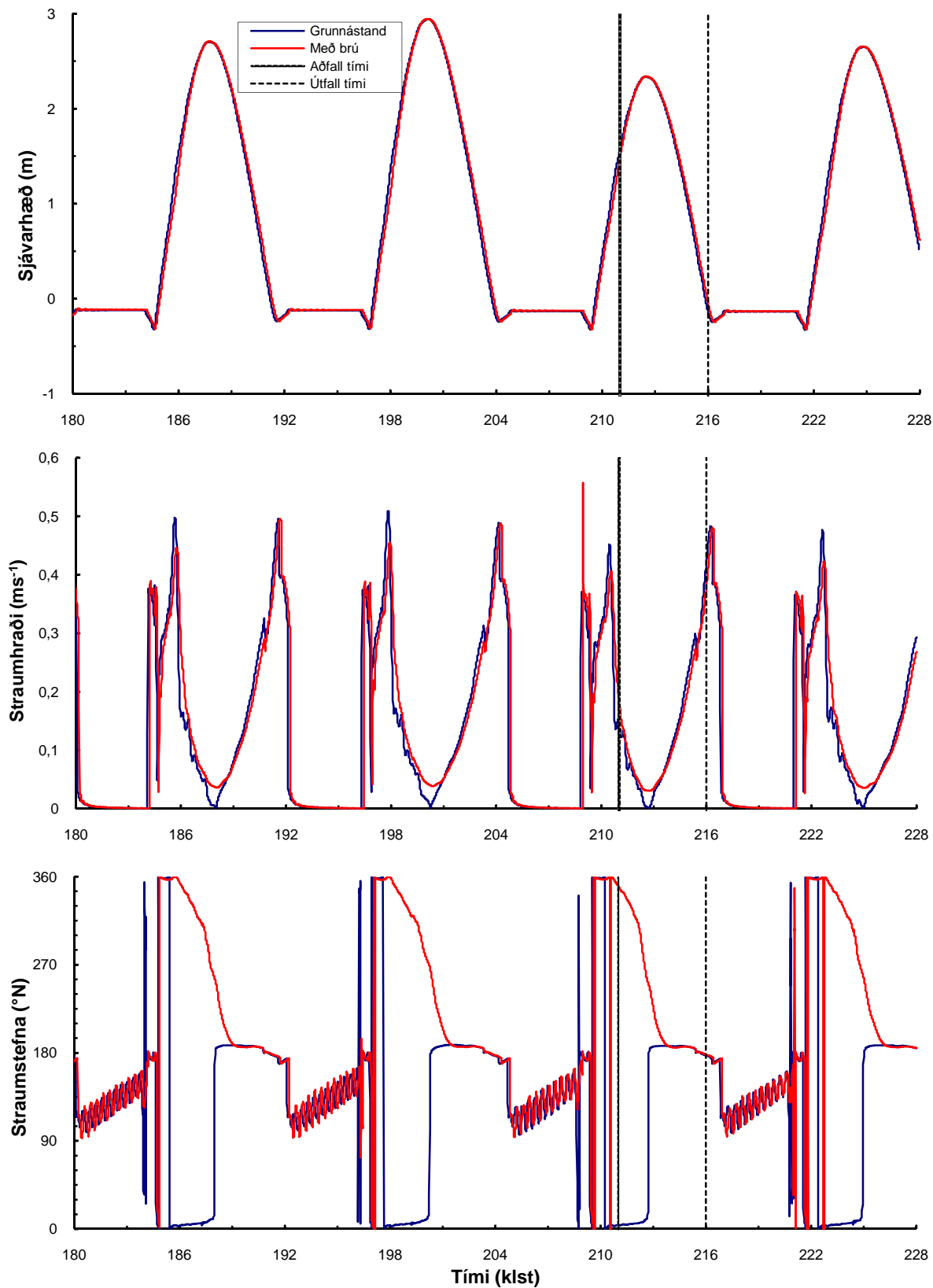
Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 1



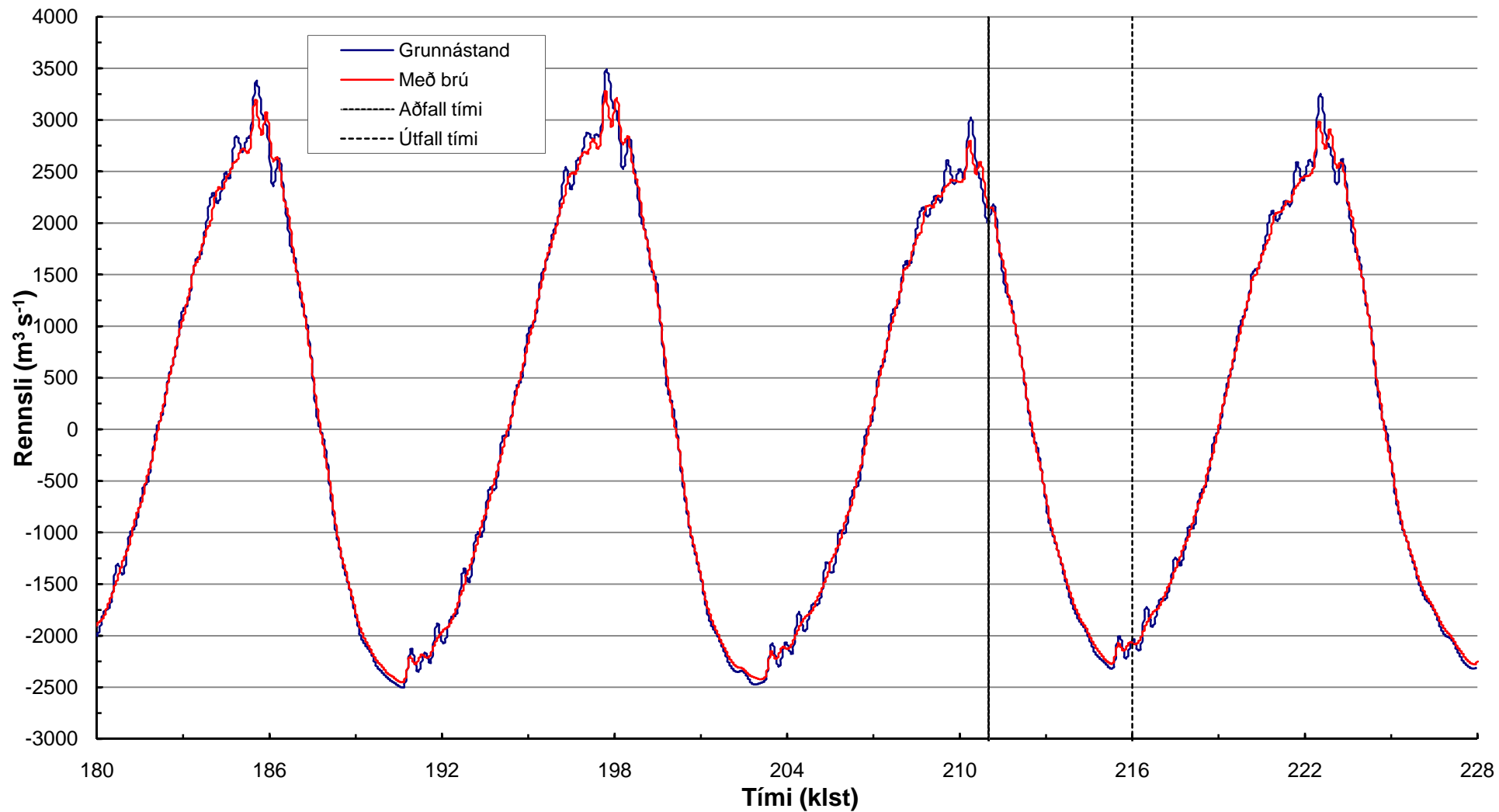
Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og -stefna. Stöð 2



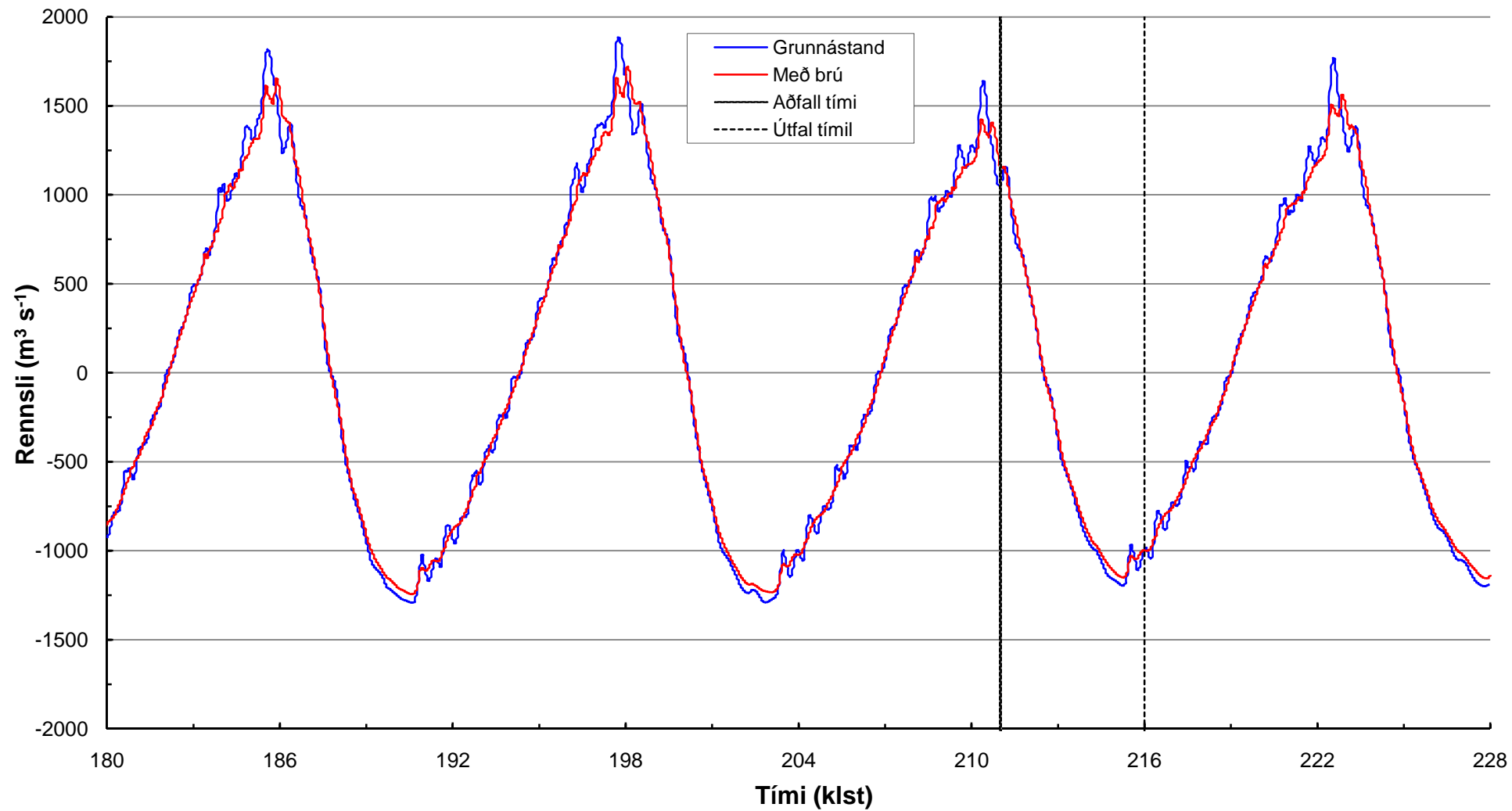
Kjálkafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 3



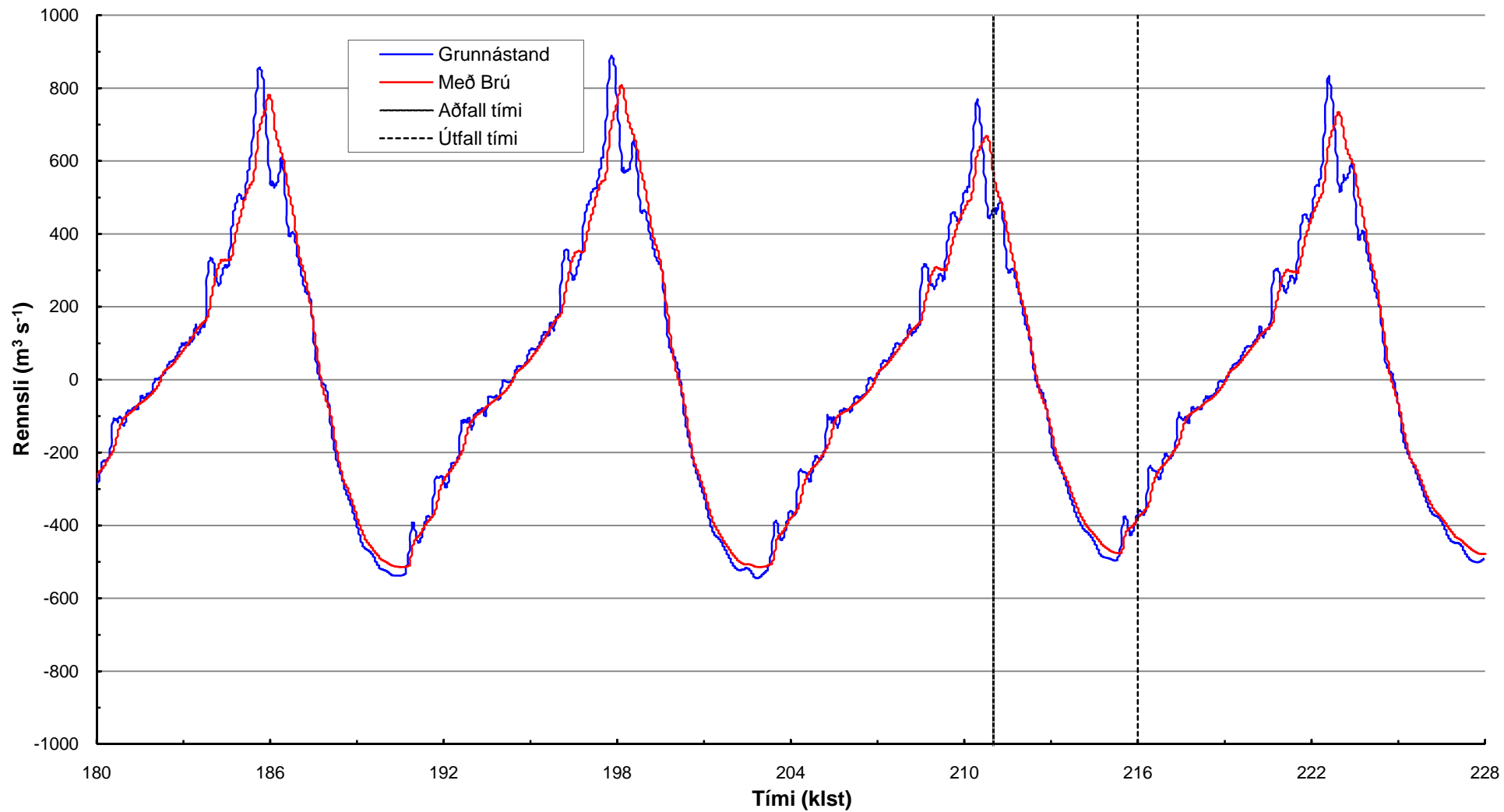
Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 1



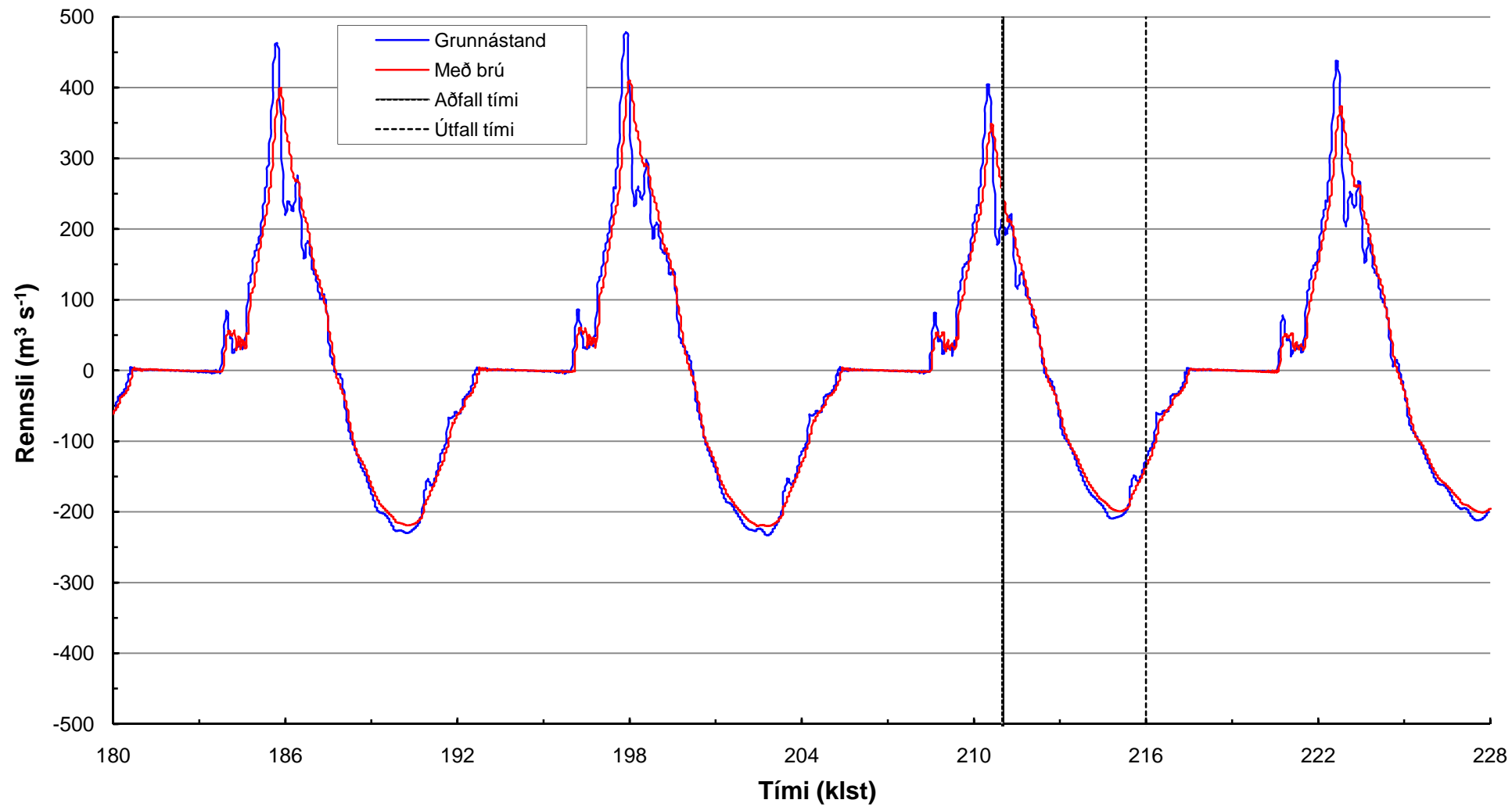
Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 2



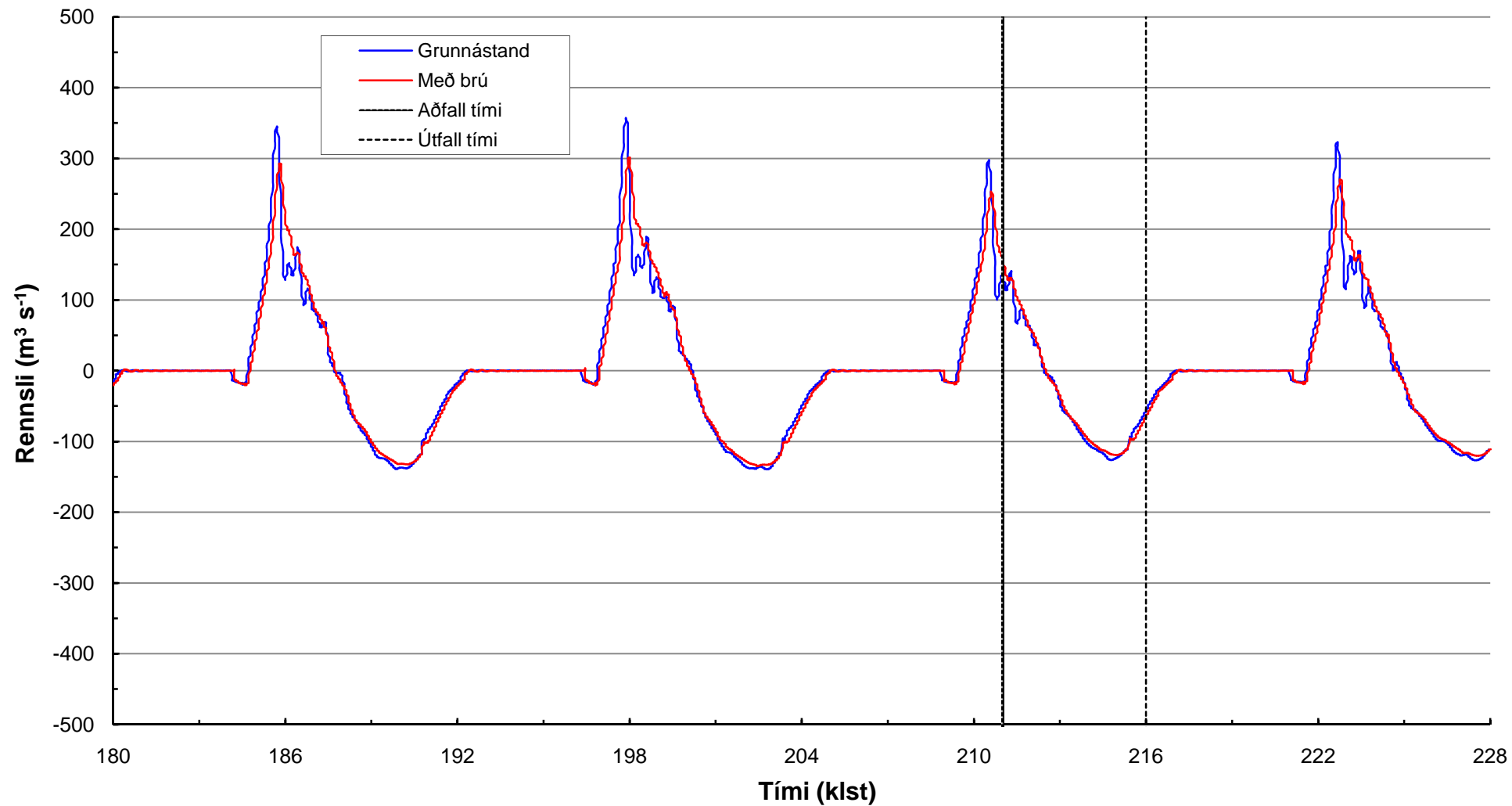
Kjálkafjörður. Rennslí í sniði 3



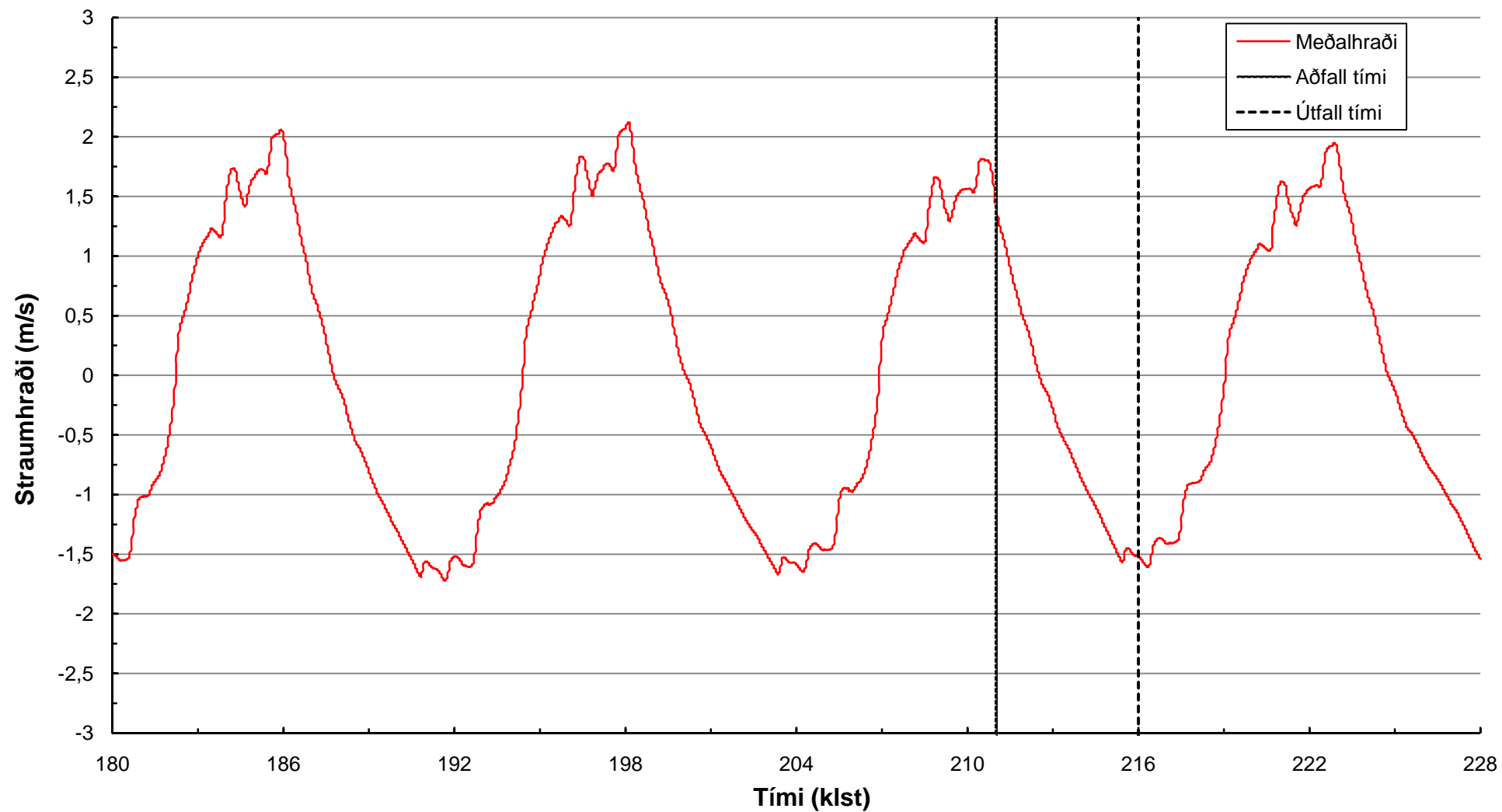
Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 4

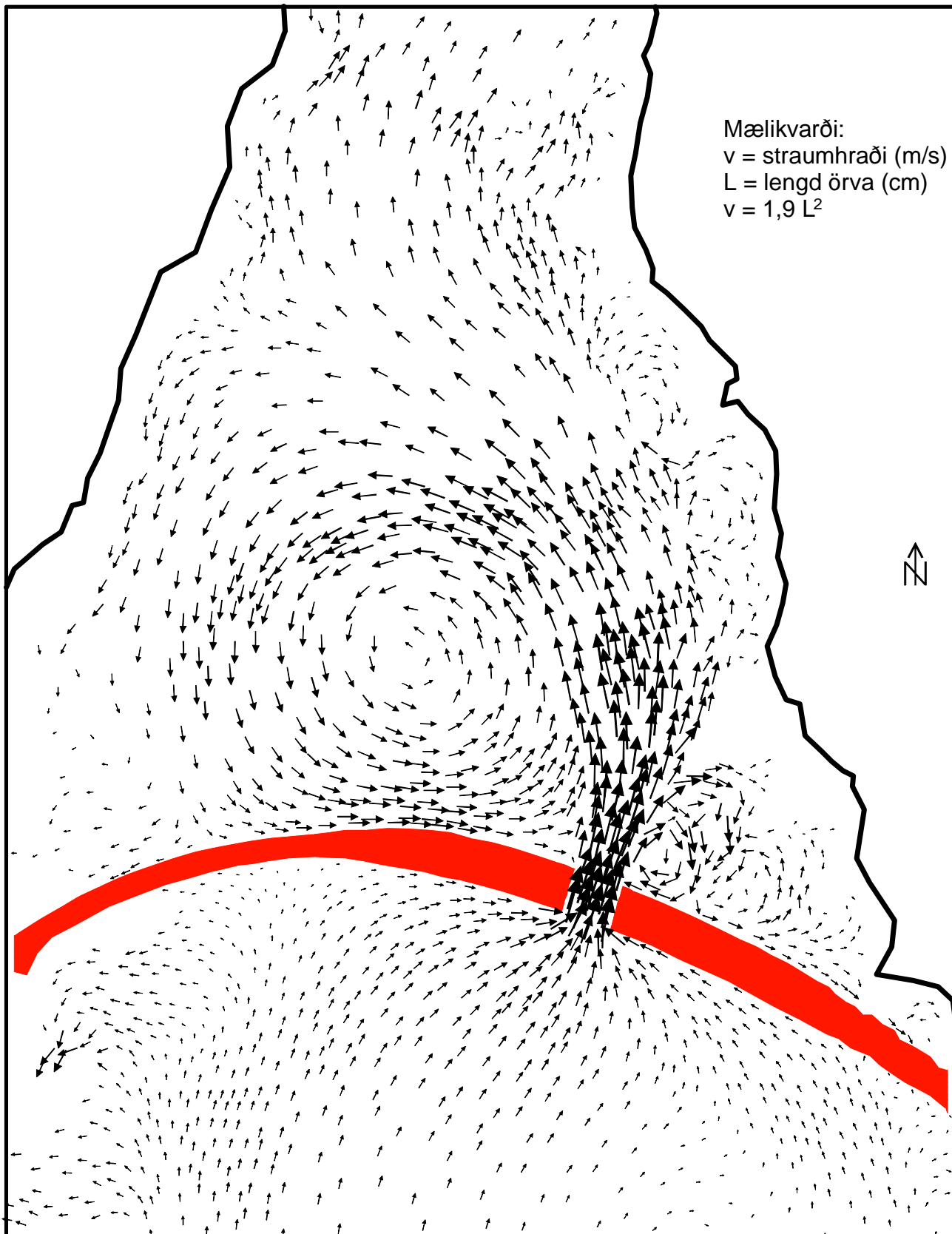


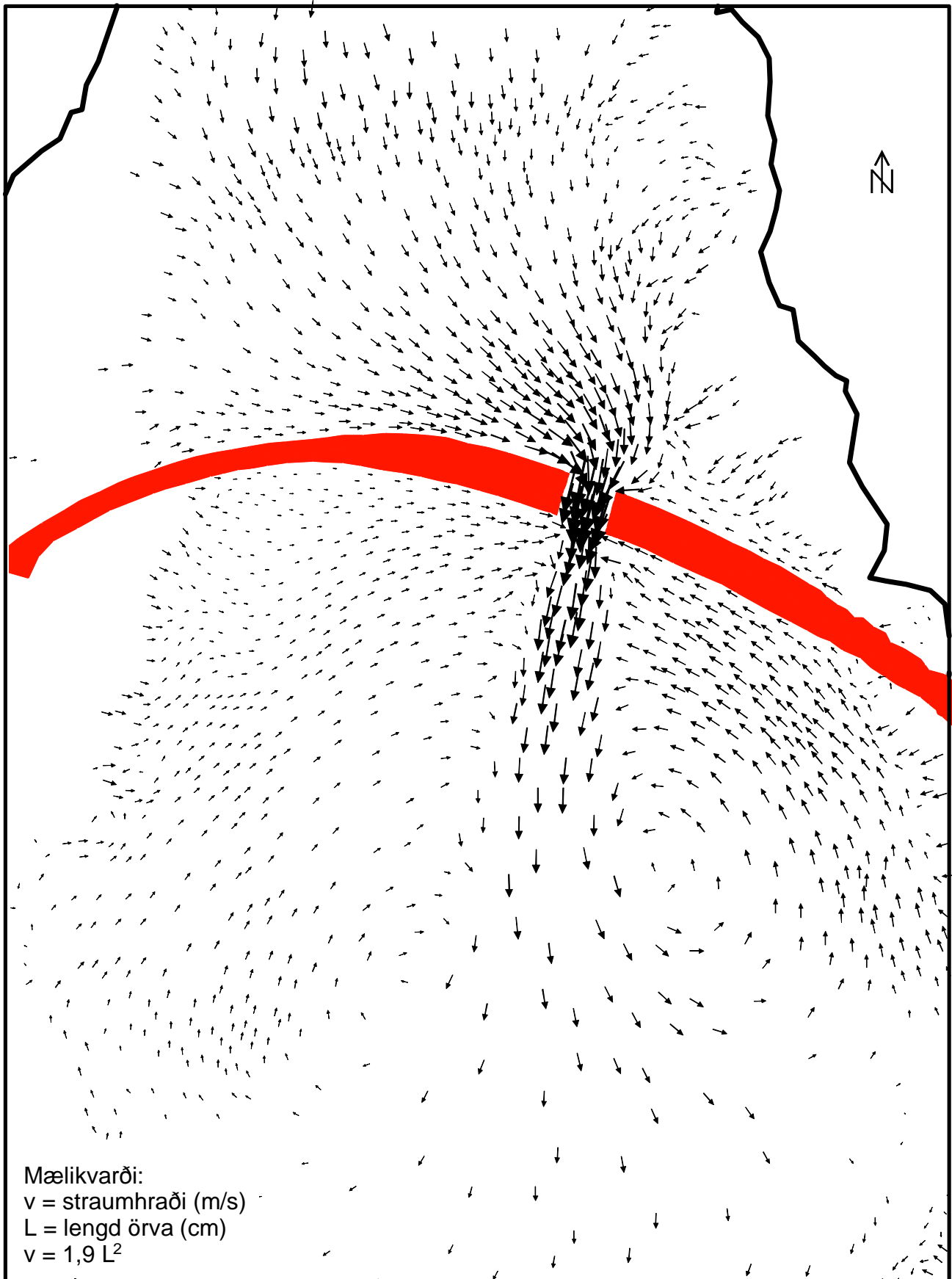
Kjálkafjörður. Rennsli í sniði 5



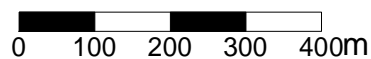
Kjálkafjörður. Meðalhraði í brúaropi



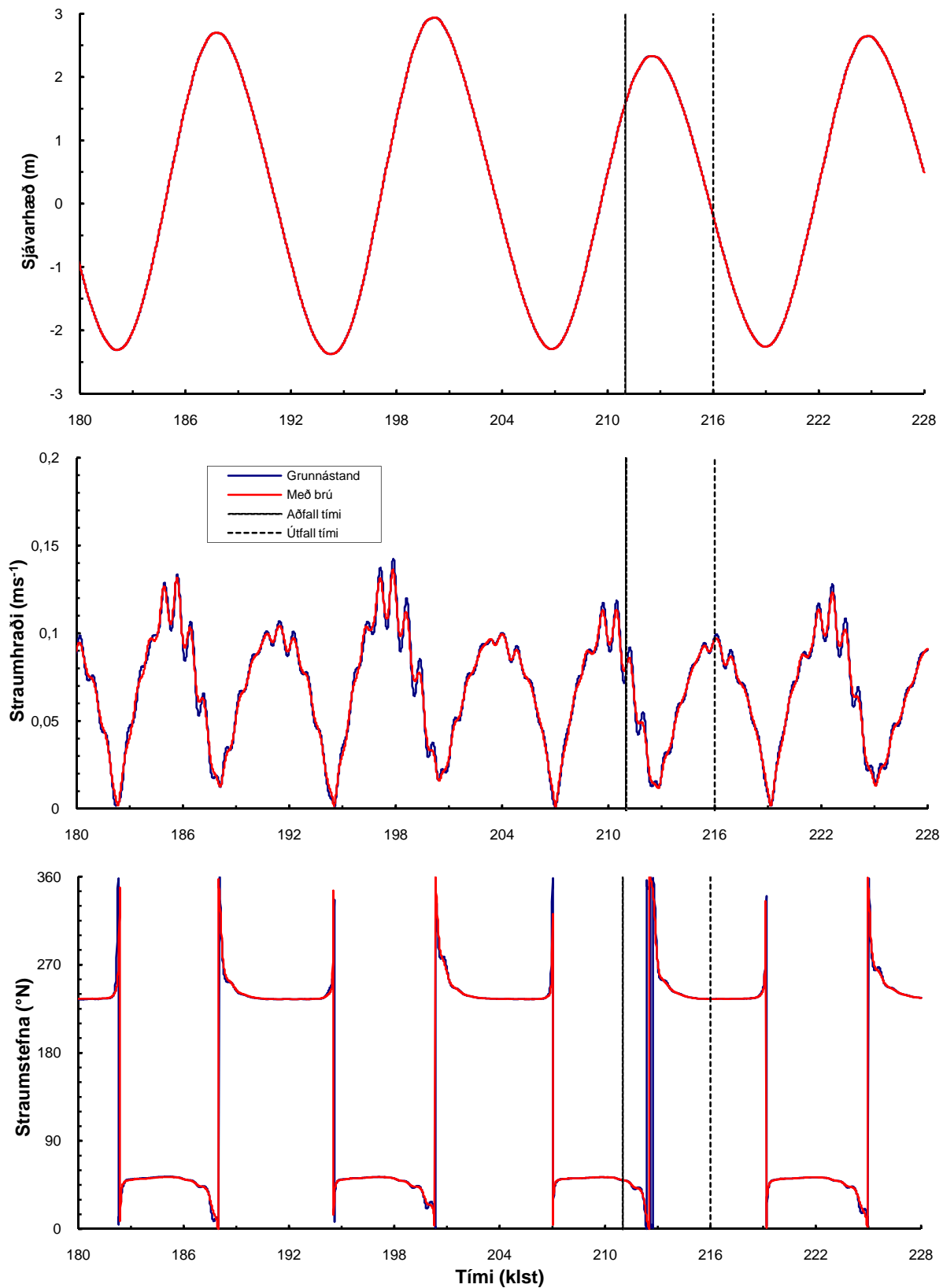




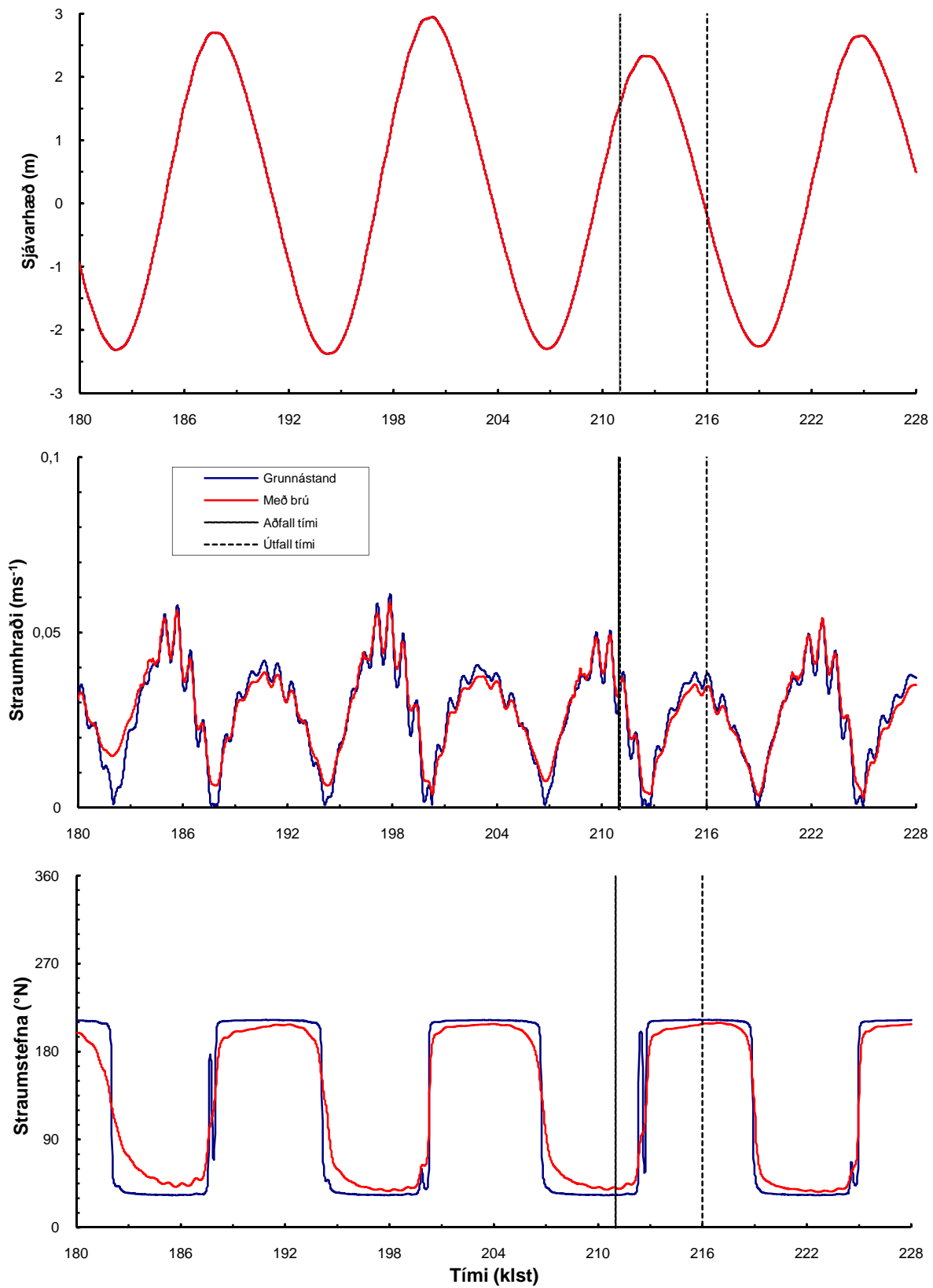
Mælikvarði:
 v = straumhraði (m/s)
 L = lengd örva (cm)
 $v = 1,9 L^2$



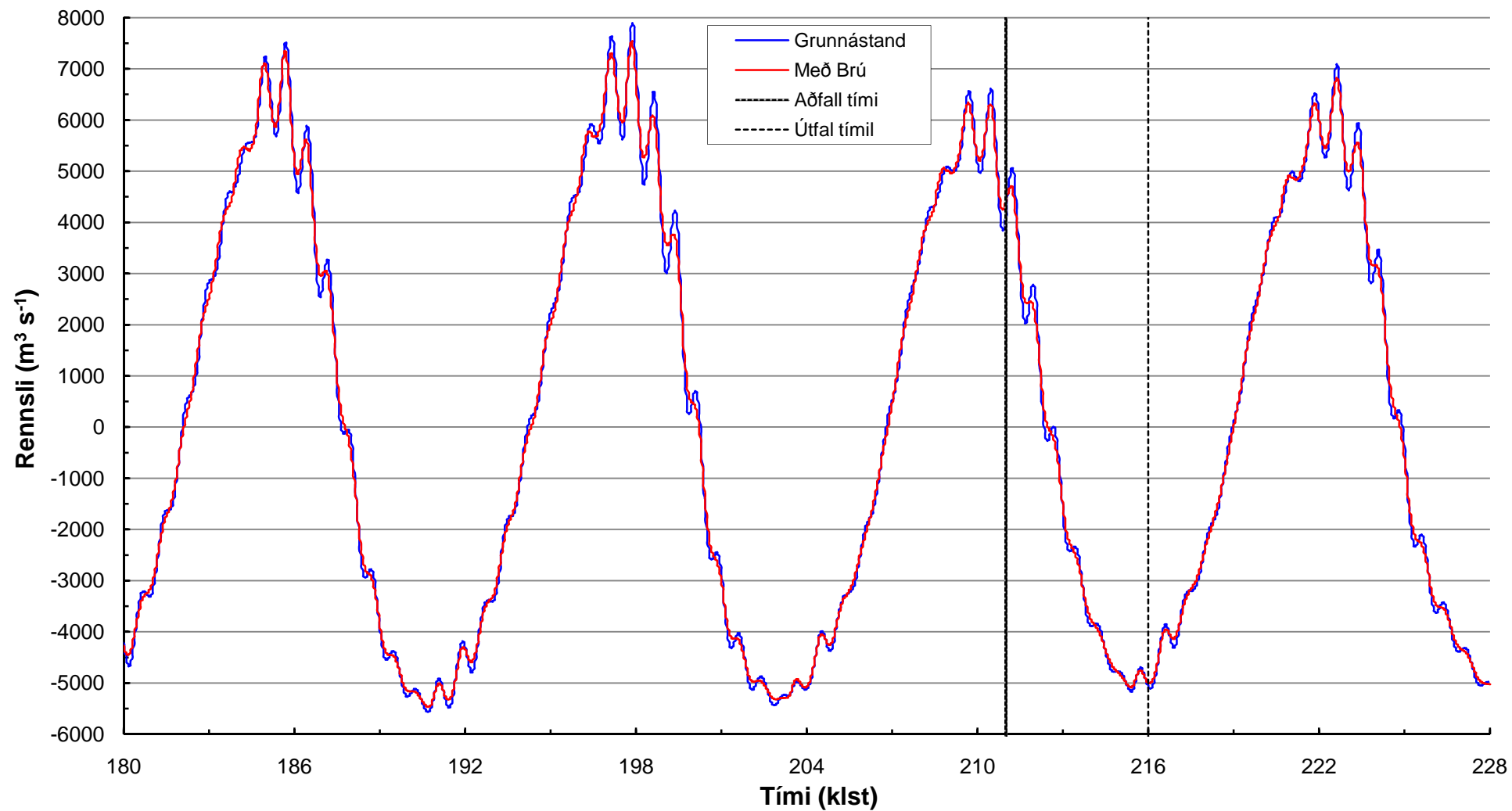
Kerlingafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 4



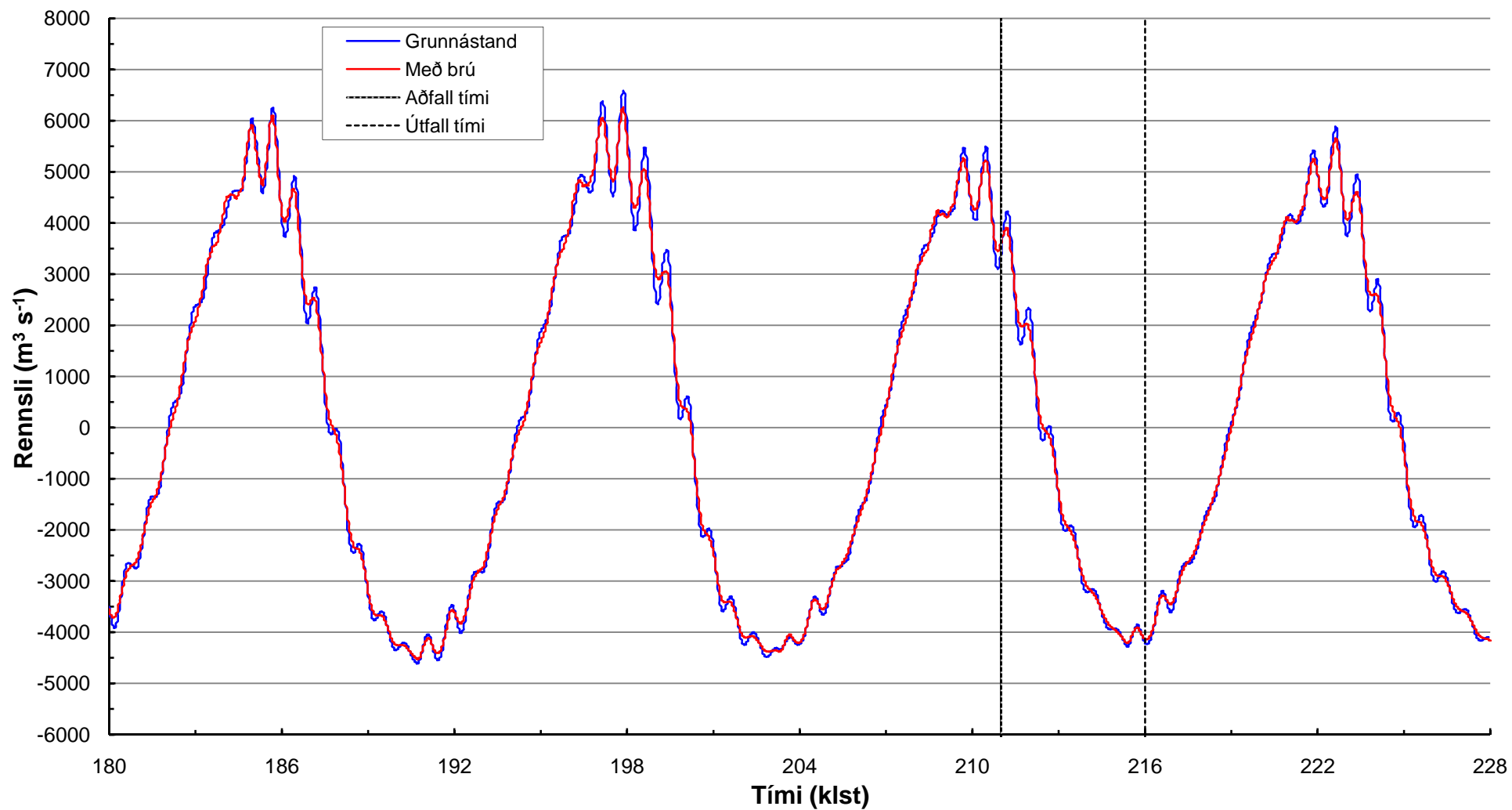
Kerlingafjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 5



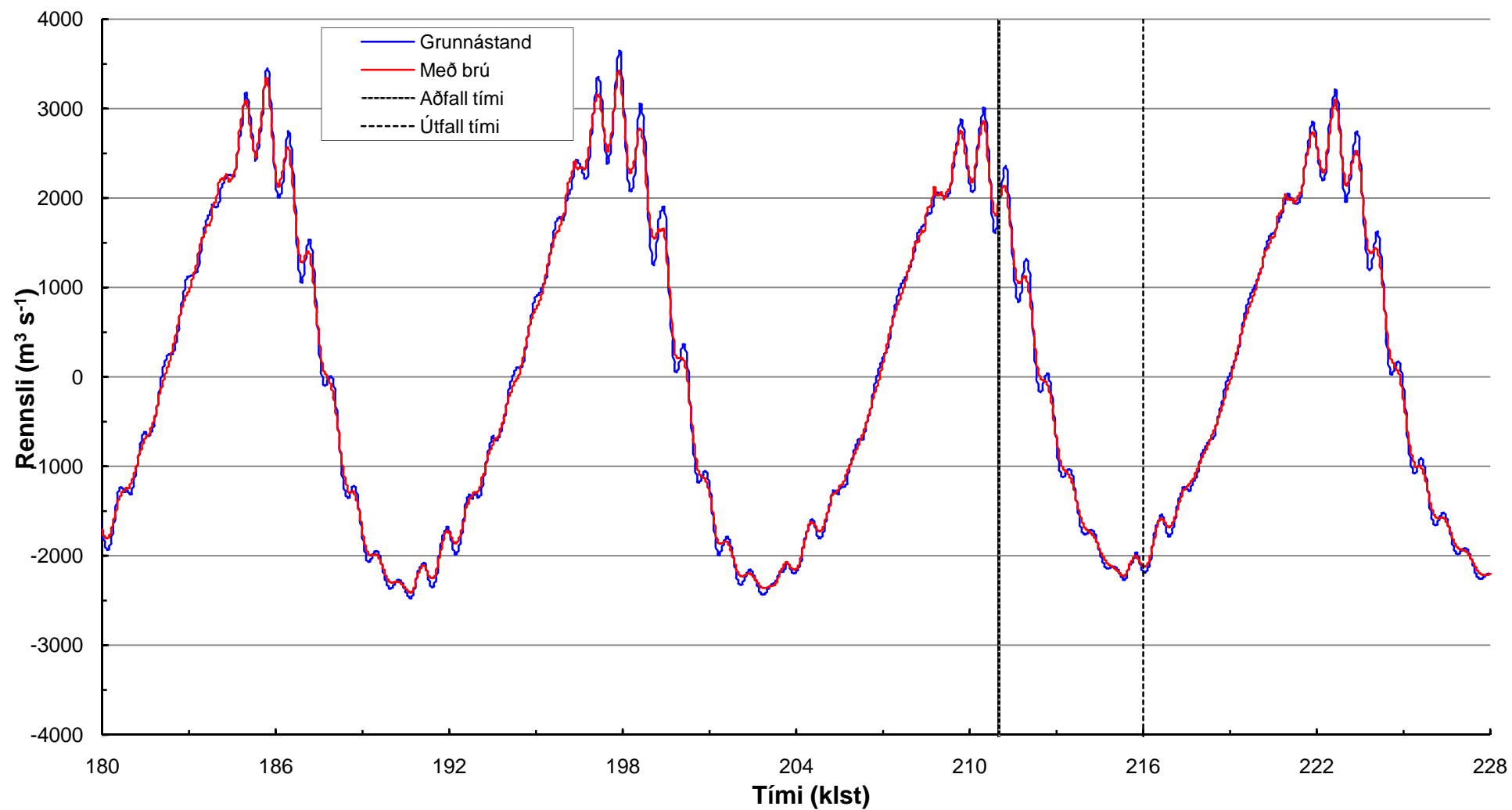
Kerlingafjörður. Rennsli í sniði 6



Kerlingafjörður. Rennsli í sniði 7



Kerlingafjörður. Rennsli í sniði 8



Með brú. Straumhraði. Aðfall

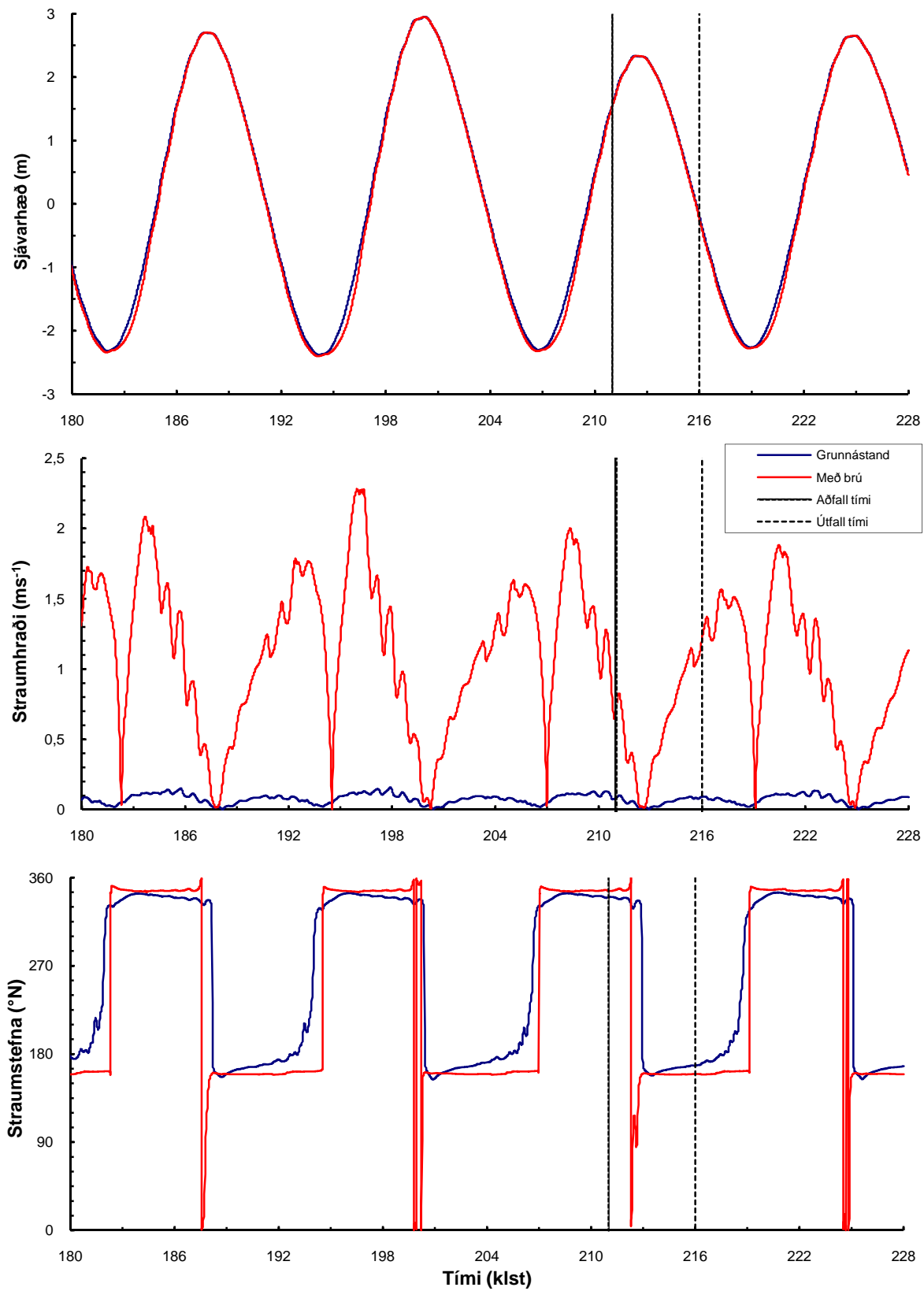


0 2000 4000 6000 8000 m

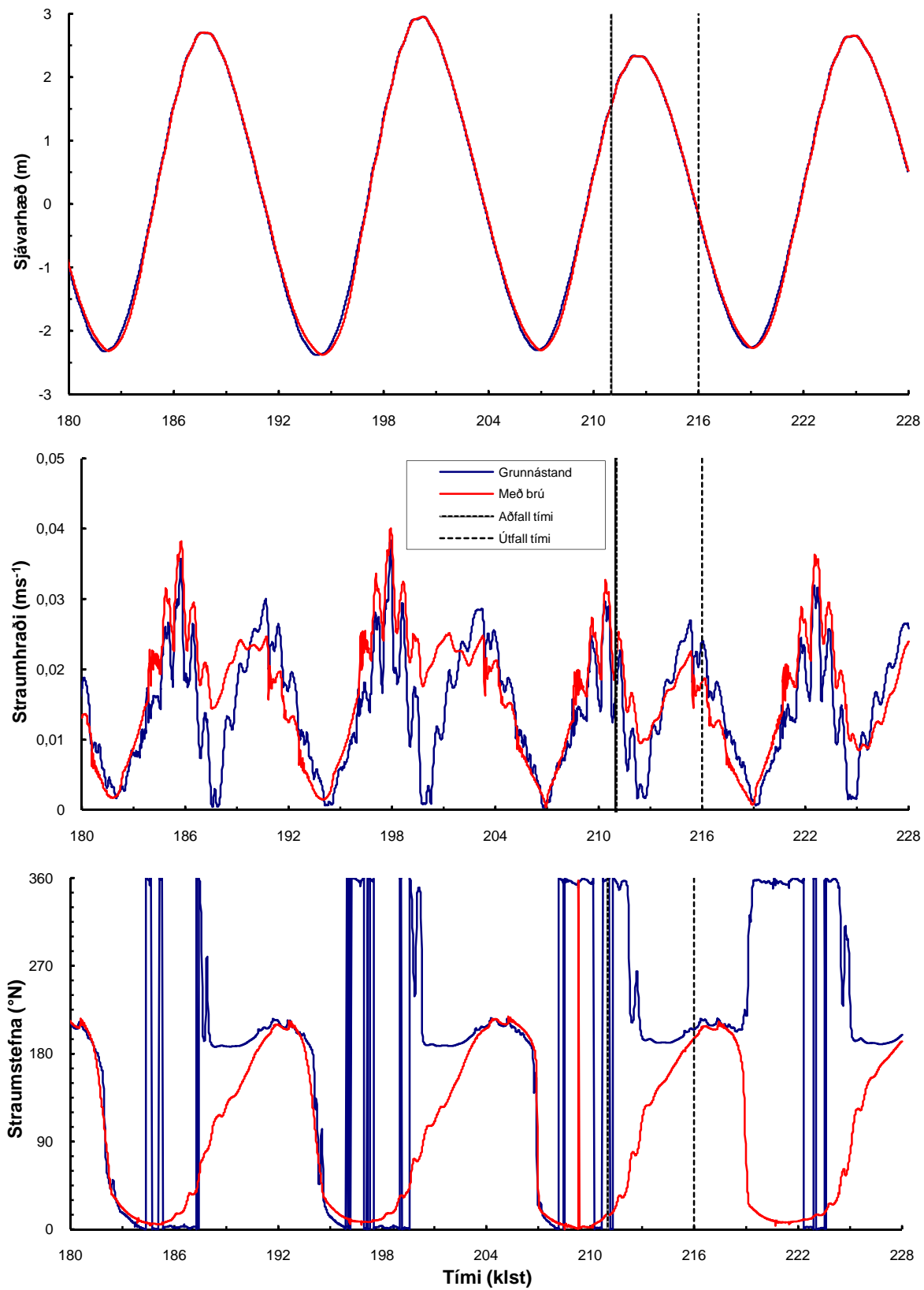
Með brú. Straumhraði. Útfall



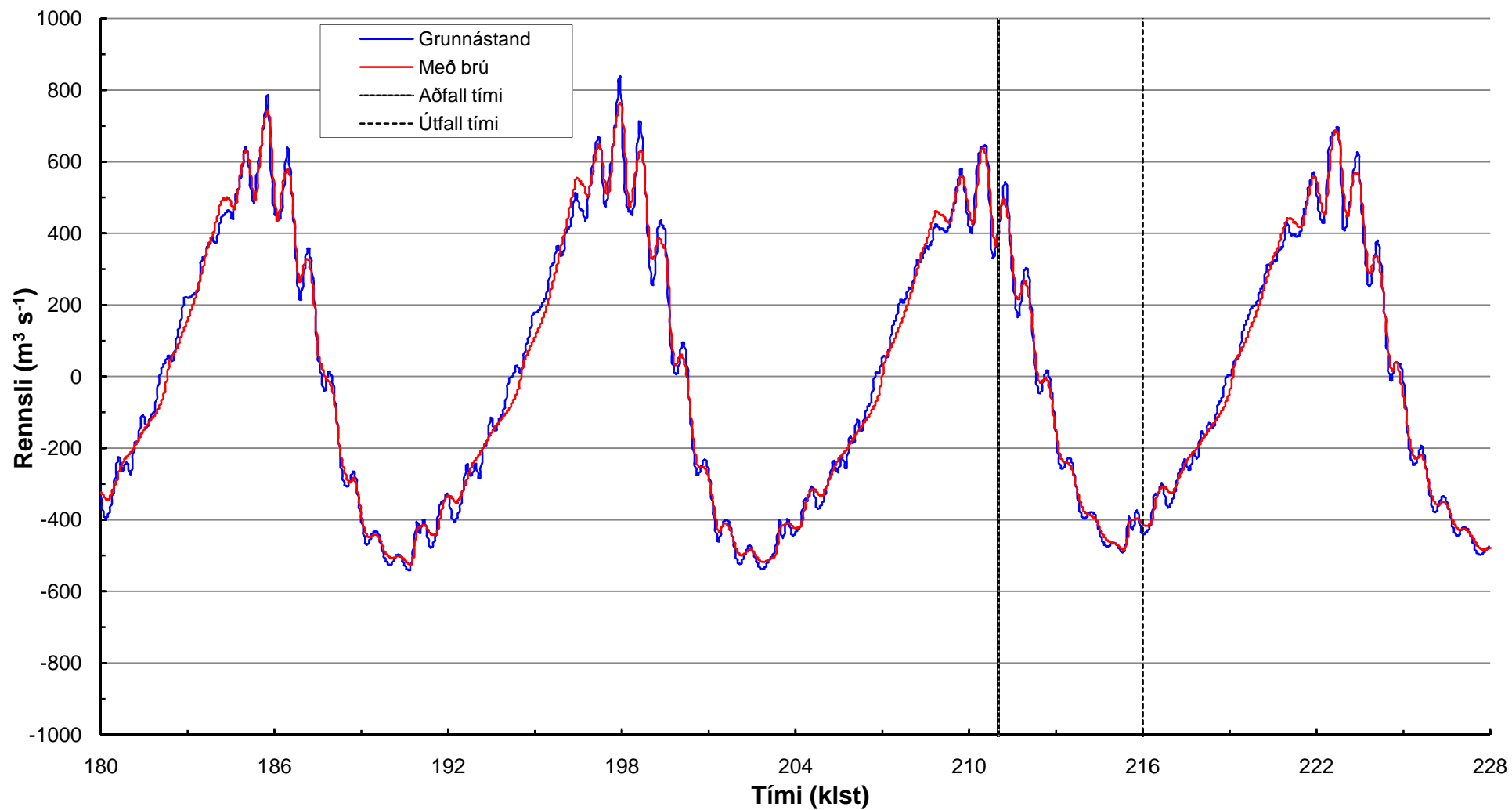
Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 6



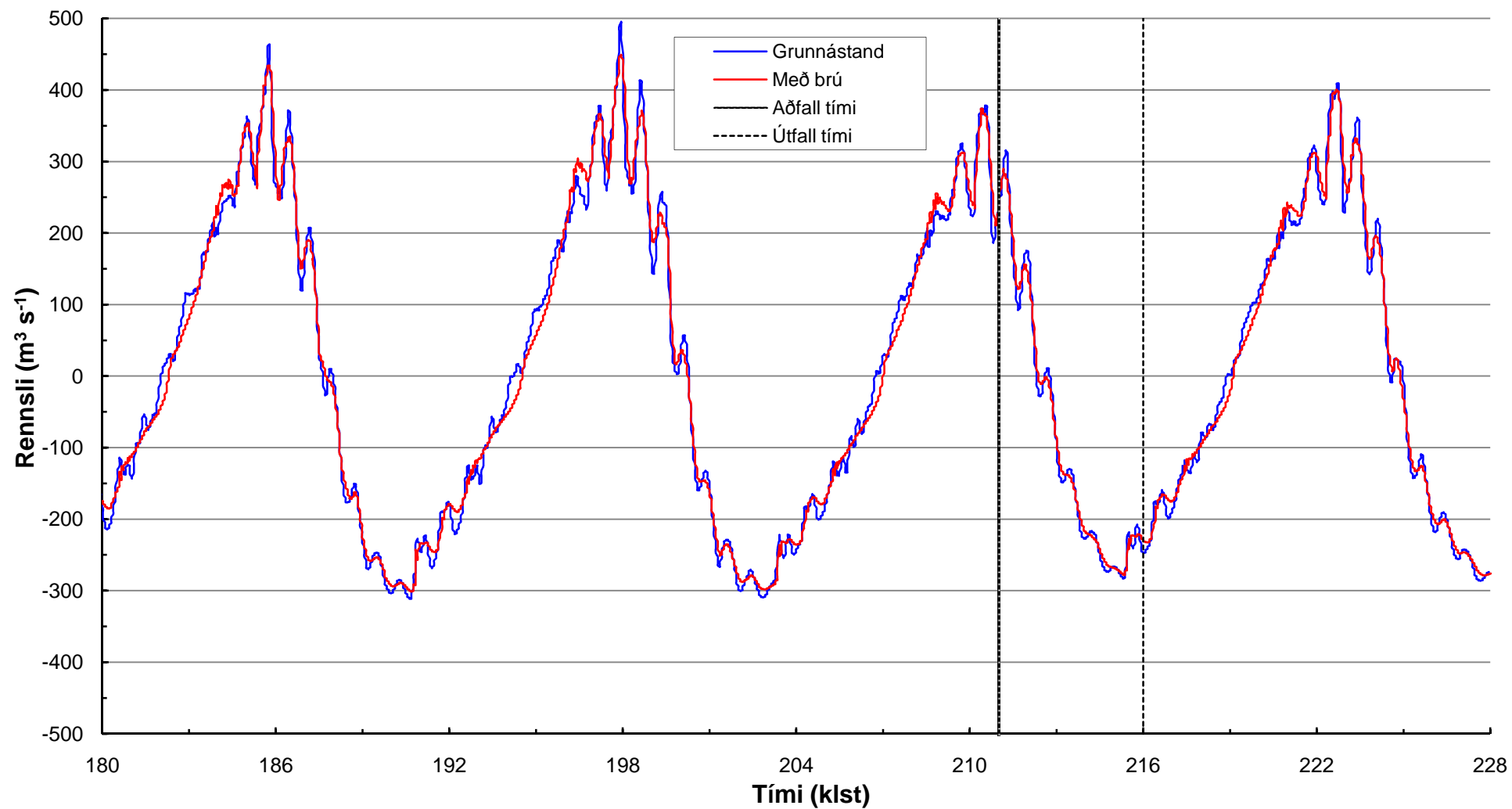
Mjóifjörður. Sjávarhæð, straumhraði og –stefna. Stöð 7



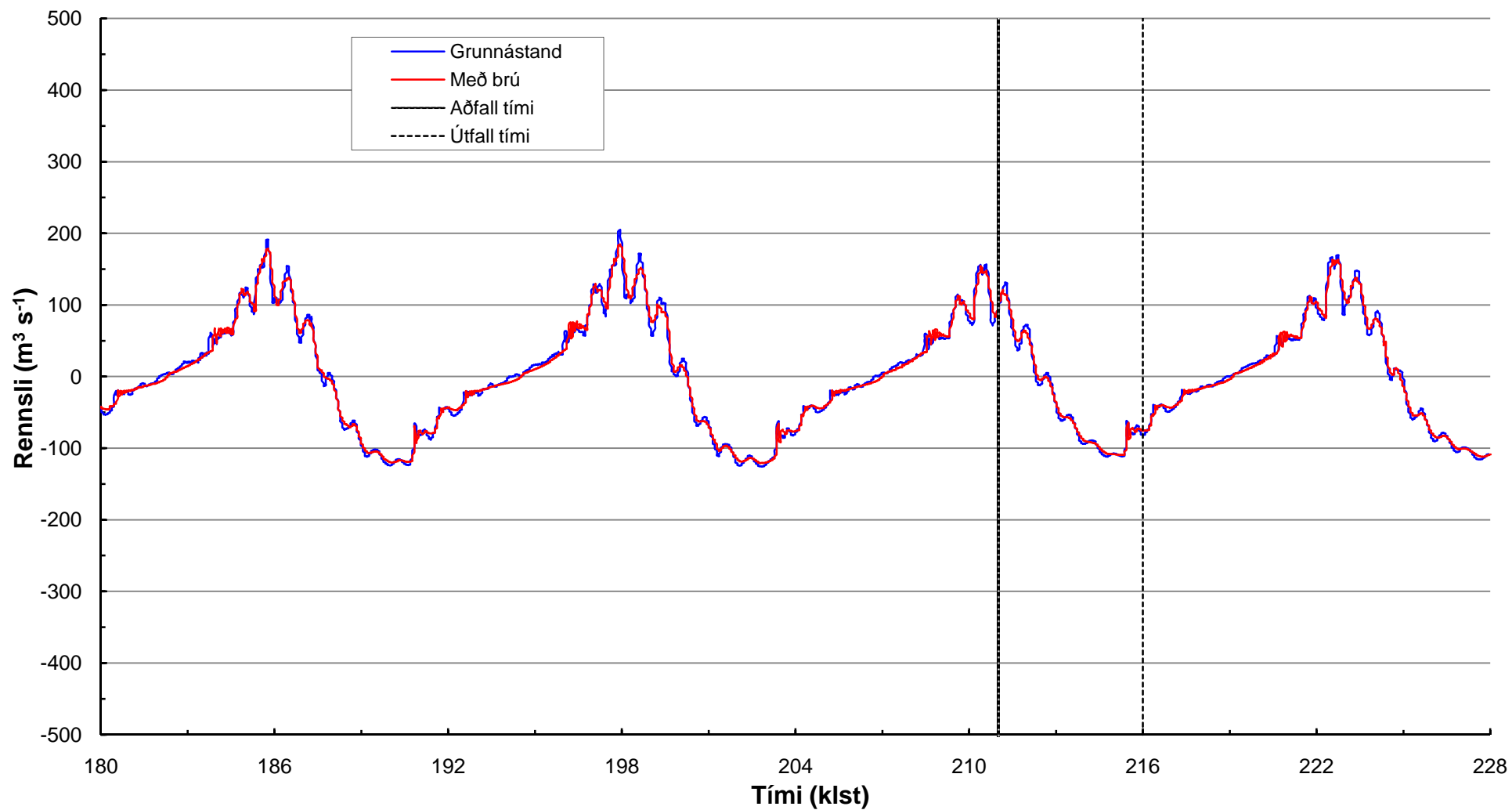
Mjóifjörður. Rennsli í sniði 9



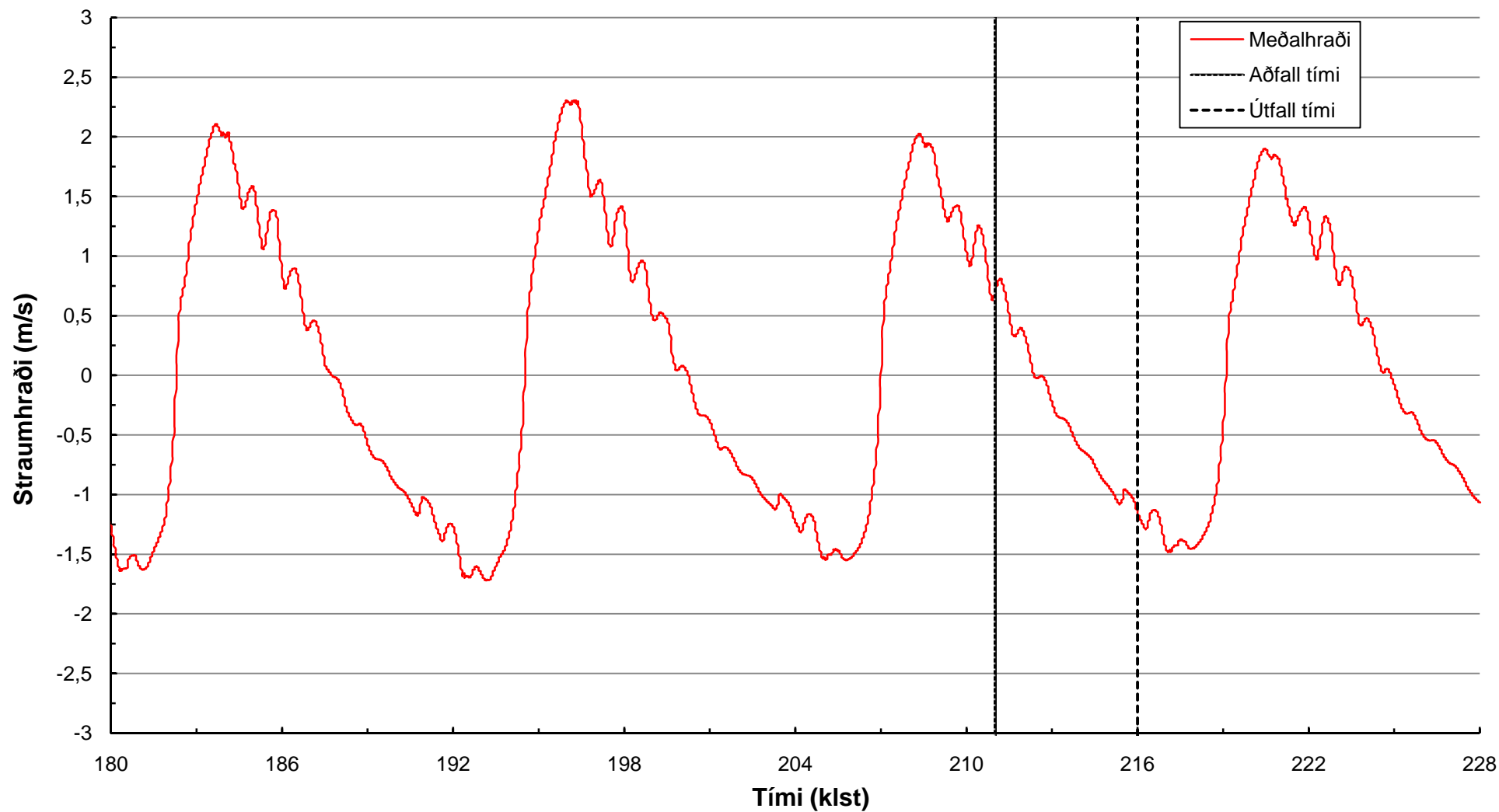
Mjóifjörður. Rennsli í sniði 10

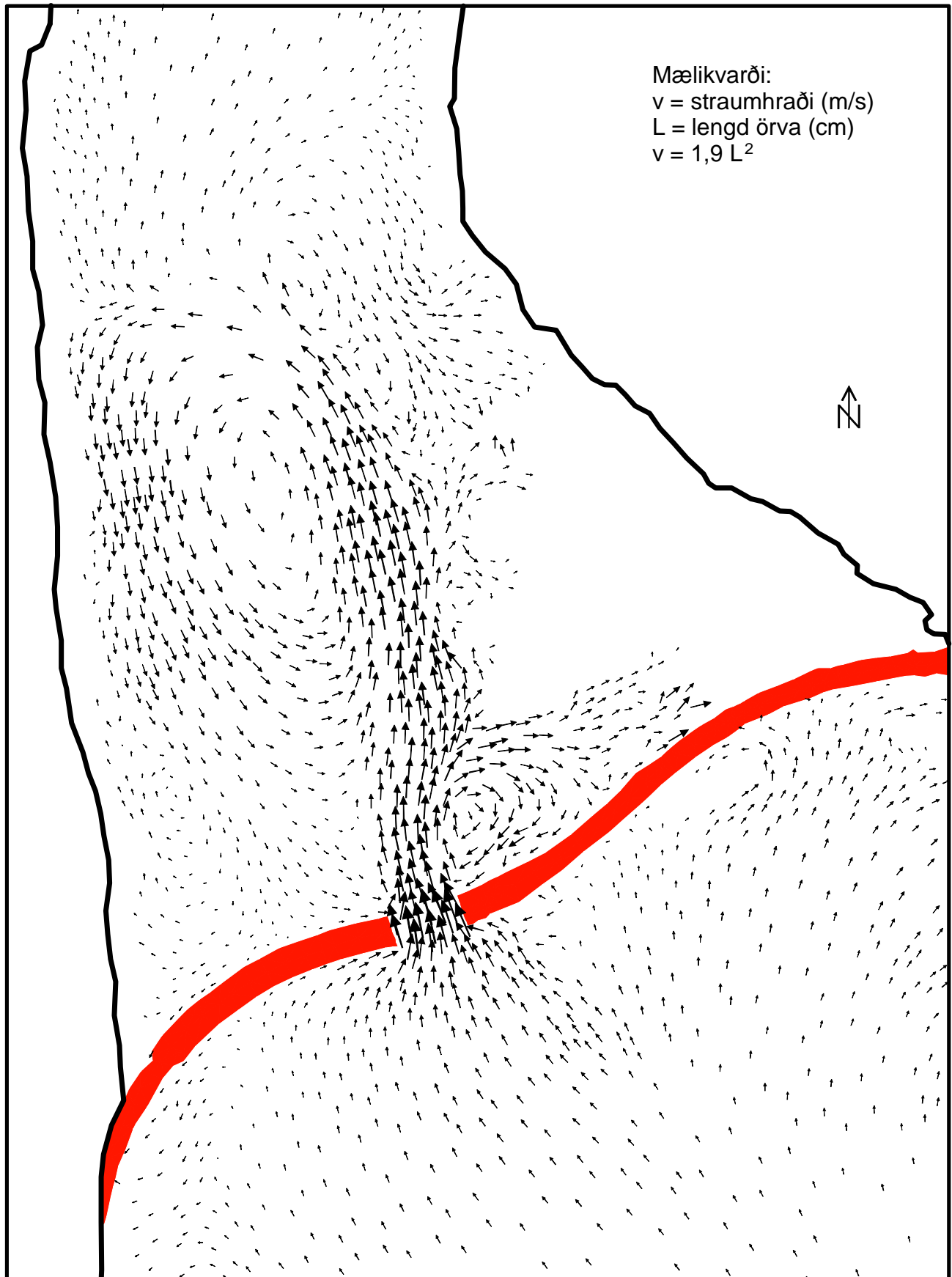


Mjóifjörður. Rennsli í sniði 11

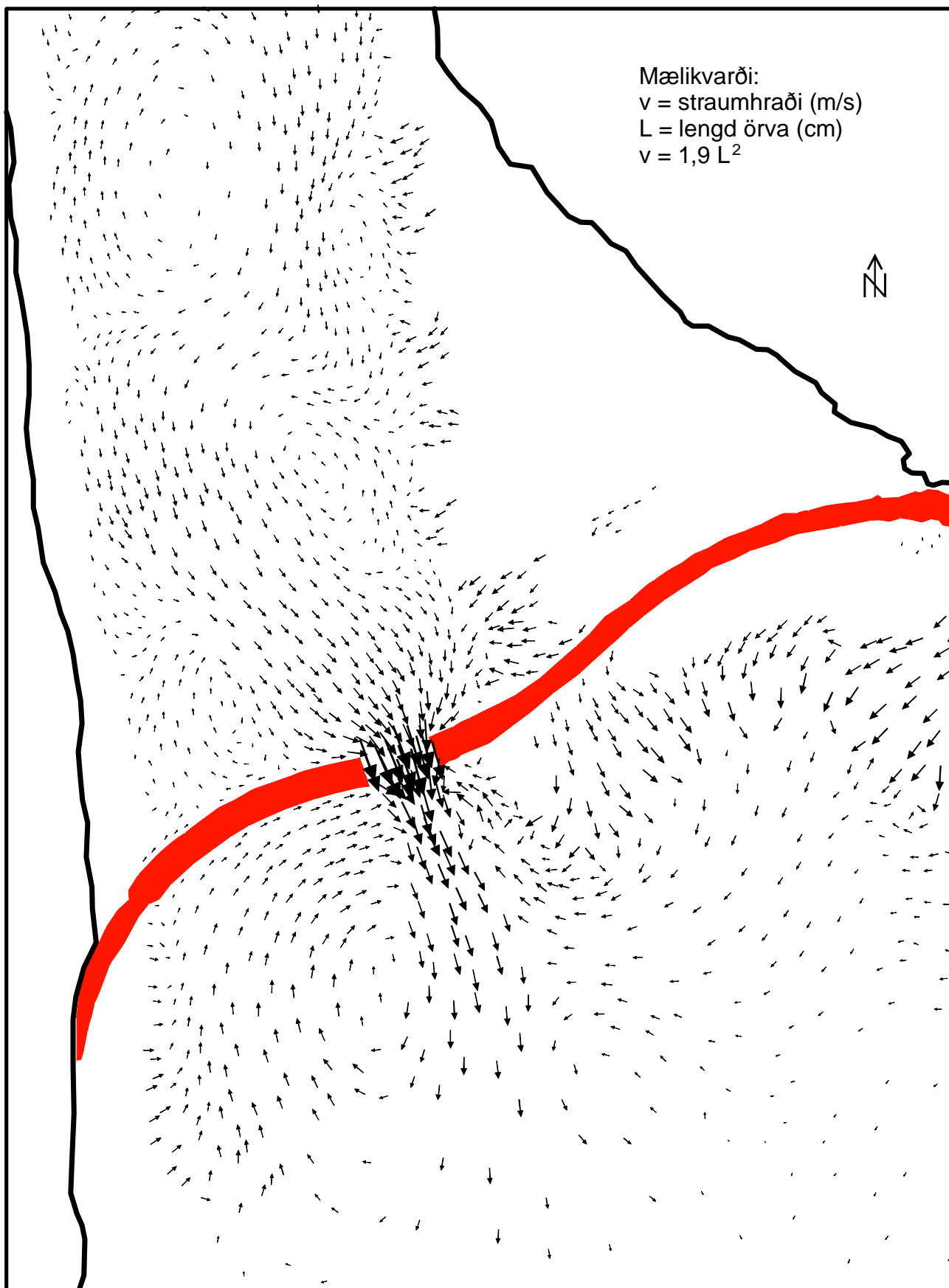


Mjóifjörður. Meðalhraði í brúaropi





Með brú. Mjóifjörður. Straumhraði. Útfall



0 100 200 300 400 m