



Fjarðarveranir í Gufudalssveit

Straum- og vatnsgæðalíkön af Gufufirði, Djúpafirði og Þorskafirði

Unnið fyrir Vegagerðina

Skýrsla nr. 16.04

Maí 2016

Verkfræðistofan Vatnaskil

Síðumúli 28

108 Reykjavík

s. 568-1766

vatnaskil@vatnaskil.is

www.vatnaskil.is

Skýrsla nr: 16.04	Útgefið: Maí 2016	Fjöldi síðna: 84	Dreifing: Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>
-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	---

Heiti skýrslu:

Fjarðarþveranir í Gufudalssveit. Straum- og vatnsgæðalíkon af Gufufirði, Djúpafirði og Þorskafirði.

Höfundar:

Gísli Steinn Pétursson, Sveinn Óli Pálmarsson

Verkefnisstjóri:

Sveinn Óli Pálmarsson

Útdráttur:

Áhrif þverana í Gufudalssveit á strauma, seltu og súrefni voru könnuð með straum- og vatngæðalíkani af Þorskafirði, Djúpafirði og Gufufirði. Sex þveranir voru til skoðunar í fjórum mögulegum leiðum sem svara til leiða A1, D2, I og Þ-H í skilgreiningum Vegagerðarinnar. Leið H hefur sömu fjarðarþveranir og leið Þ-H og því gilda niðurstöður fyrir leið Þ-H einnig fyrir leið H.

Við líkangerð, útreikninga og túlkun niðurstaðna var stuðst við aðferðarfræði frá rannsókn á umhverfisaðstæðum og súrefnisbúskap við síldargöngur í Kolgrafafirði. Straum- og vatnsgæðalíkan af Breiðafirði var uppfært með endurskoðuðum dýptargrunni í norðaustanverðum Breiðafirði út frá öllum fyrirliggjandi gögnum. Kvörðun líkansins úr rannsókninni fyrir Kolgrafafjörð var staðfest með fyrirliggjandi sjávarhæðarmælingum úr Þorskafirði, Gufufirði og Djúpafirði.

Niðurstöður líkanreikninganna gefa til kynna að straumar breytast í nágrenni vegfyllinga og myndast þar gjarnan iður og verður straummynstrið nokkuð breytt frá grunnástandi, án vegfyllinga. Því til viðbótar verða töluverðar breytingar á straummynstri vegna þverunar við mynni Þorskafjarðar í leið A1. Straumhraði eykst helst í brúaropum og í nágrenni vegfyllinganna og stækkar það áhrifsvæði til muna fyrir leið A1. Útreikningar á skerspennu endurspegla þetta og gefa mat á stærð ætlaðs botnrofsvæðis tengt hverri þverun. Leið A1 sker sig úr hvað þetta varðar með um tvöfalt stærra flatarmál þess heildarsvæðis sem ætla má að botnrof eigi sér stað með tilkomu vegfyllinga samanborið við aðrar leiðir.

Í öllum tilfellum verða vatnsskipti tryggð um brúarop. Útskolun efna innan vegfyllingar verður jafn góð eða betri eftir þverun í öllum tilfellum nema einu, þverun Þorskafjarðar við leið I. Útreikningur á styrk uppleysts súrefnis vegna verulega aukinnar upptöku súrefnis innan vegfyllinga gefur sambærilegar niðurstöður, þ.e. jafn góðar eða betri aðstæður í öllum tilfellum nema vegna þverunar Þorskafjarðar við leið I.

Verkkaupi:

Vegagerðin

Tengiliður verkkaupa:

Kristján Kristjánsson, Reynir Óli Þorsteinsson

Lykilorð:

Gufudalssveit, Þorskafjörður, Gufufjörður, Djúpiþjörður, líkanreikningar, straumlíkan, vatnsskipti, útskolun, vatnsgæðalíkan, Breiðafjörður, vatnsgæði, súrefnisstyrkur.

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	5
Myndaskrá	6
Töfluskrá	9
1. Inngangur	11
2. Straum- og vatnsgæðalíkan	11
3. Niðurstöður	12
3.1. Rennsli og vatnsskipti um brúarop	12
3.1.1. Leið A1, rennsli og vatnsskipti	12
3.1.2. Leið D2, rennsli og vatnsskipti	12
3.1.3. Leið I, rennsli og vatnsskipti	13
3.1.4. Leið Þ-H, rennsli og vatnsskipti	13
3.2. Straumhraði í brúaropum	13
3.2.1. Leið A1, straumhraði í brúaropum	13
3.2.2. Leið D2, straumhraði í brúaropum	14
3.2.3. Leið I, straumhraði í brúaropum	14
3.2.4. Leið Þ-H, straumhraði í brúaropum	14
3.3. Straumhegðun á aðfalli og útfalli	14
3.3.1. Leið A1, straummynstur	14
3.3.2. Leið D2, straummynstur	15
3.3.3. Leið I, straummynstur	15
3.3.4. Leið Þ-H, straummynstur	15
3.4. Skerspenna og mat á botnrofi	15
3.5. Seltubreytingar	16
3.6. Útskolun	16
3.6.1. Leið A1, útskolun	16
3.6.2. Leið D2, útskolun	16
3.6.3. Leið I, útskolun	17
3.6.4. Leið Þ-H, útskolun	17
3.7. Súrefnisstyrkur	17
4. Samantekt	18
Heimildir	19
Töflur	21
Myndir	25

Myndaskrá

Mynd 1. Staðsetning þverana og forsendur um botndýpi, fjölda og lengdir virkra vatnsopa.....	26
Mynd 2. Dýptargrunnur líkana. Litaskalinn nær frá 4 m y.s. (rautt) að 295 m dýpi (blátt).	27
Mynd 3. Dýptargrunnur líkana. Gufufjörður, Djúpifjörður og Þorskafjörður í nærmynd, litaskalinn nær frá 4 m y.s. (rautt) að 65 m dýpi (blátt).....	28
Mynd 4. Staðsetning mæla sem notaðir voru við kvörðun innan Gufufjarðar, Djúpafjarðar og Þorskafjarðar.	29
Mynd 5. Samanburður reiknaðrar og mældrar sjávarhæðar í HVM17 við Vesturnes í Breiðafirði.	30
Mynd 6. Samanburður reiknaðrar og mældrar sjávarhæðar í HVM18 í Þorskafirði.....	30
Mynd 7. Samanburður reiknaðrar og mældrar sjávarhæðar í HVM19 í Djúpafirði.....	31
Mynd 8. Samanburður reiknaðrar og mældrar sjávarhæðar í HVM20 í Gufufirði.....	31
Mynd 9. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar fyrir leið A1.....	32
Mynd 10. Samanburður reiknaðs rennslis um hverja brú fyrir sig á leið A1. Brýr eru númeraðar frá norðri til suðurs.	32
Mynd 11. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Þorskafirði fyrir leið D2.....	33
Mynd 12. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Gufufirði fyrir leið D2.....	33
Mynd 13. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Þorskafirði fyrir leið I.	34
Mynd 14. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Djúpafirði fyrir leið I.	34
Mynd 15. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Gufufirði fyrir leið I.	35
Mynd 16. Samanburður reiknaðs rennslis um hvora brú fyrir sig fyrir í vegfyllingu í Þorskafirði á leið I. Brýr eru númeraðar frá norðri til suðurs.	35
Mynd 17. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Þorskafirði fyrir leið Þ-H.	36
Mynd 18. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Djúpafirði fyrir leið Þ-H.....	36
Mynd 19. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Gufufirði fyrir leið Þ-H.	37
Mynd 20. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 1 (nyrst) fyrir leið A1.	37
Mynd 21. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 2 fyrir leið A1.....	38
Mynd 22. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 3 fyrir leið A1.....	38
Mynd 23. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 4 (syðst) fyrir leið A1.	39
Mynd 24. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Þorskafjörð fyrir leið D2.	39
Mynd 25. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið D2.	40
Mynd 26. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 1 í vegfyllingu yfir Þorskafjörð fyrir leið I.	40
Mynd 27. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 2 í vegfyllingu yfir Þorskafjörð fyrir leið I.	41
Mynd 28. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Djúpafjörð fyrir leið I.....	41
Mynd 29. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið I.	42
Mynd 30. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Þorskafjörð fyrir leið Þ-H.....	42
Mynd 31. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Djúpafjörð fyrir leið Þ-H.	43

Mynd 32. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið Þ-H.....	43
Mynd 33. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Þorskafjörð fyrir leið Þ-H þegar sundi milli vegfyllingar og skerja í mynni Djúpafjarðar hefur verið lokað.....	44
Mynd 34. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Djúpafjörð fyrir leið Þ-H þegar sundi milli vegfyllingar og skerja í mynni Djúpafjarðar hefur verið lokað.....	44
Mynd 35. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið Þ-H þegar sundi milli vegfyllingar og skerja í mynni Djúpafjarðar hefur verið lokað.....	45
Mynd 36. Straumstefna og -hraði án þverana á aðfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	46
Mynd 37. Straumstefna og -hraði án þverana á útfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	47
Mynd 38. Straumstefna og -hraði án þverana á aðfalli innst í Þorskafirði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	48
Mynd 39. Straumstefna og -hraði án þverana á útfalli innst í Þorskafirði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	49
Mynd 40. Straumstefna og -hraði fyrir leið A1 á aðfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	50
Mynd 41. Straumstefna og -hraði fyrir leið A1 á útfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	51
Mynd 42. Straumstefna og -hraði fyrir leið D2 á aðfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og hluta Þorskafjarðar. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	52
Mynd 43. Straumstefna og -hraði fyrir leið D2 á útfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og hluta Þorskafjarðar. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	53
Mynd 44. Straumstefna og -hraði fyrir leið D2 á aðfalli innst í Þorskafirði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	54
Mynd 45. Straumstefna og -hraði fyrir leið D2 á útfalli innst í Þorskafirði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	55
Mynd 46. Straumstefna og -hraði fyrir leið I á aðfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	56
Mynd 47. Straumstefna og -hraði fyrir leið I á útfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	57
Mynd 48. Straumstefna og -hraði fyrir leið Þ-H á aðfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og Þorskafjörð. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	58
Mynd 49. Straumstefna og -hraði fyrir leið Þ-H á útfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og Þorskafjörð. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	59

Mynd 50. Straumstefna og -hraði fyrir leið Þ-H á aðfalli innst í Þorskaafirði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	60
Mynd 51. Straumstefna og -hraði fyrir leið Þ-H á útfalli innst í Þorskaafirði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.	61
Mynd 52. Áætlað botnrofssvæði vegna þverunar á leið A1 sýnt með appelsínugulum lit.	62
Mynd 53. Áætlað botnrofssvæði vegna þverana á leið D2 sýnt með appelsínugulum lit.	63
Mynd 54. Áætlað botnrofssvæði vegna þverana á leið I sýnt með appelsínugulum lit.	64
Mynd 55. Áætlað botnrofssvæði vegna þverana á leið Þ-H sýnt með appelsínugulum lit.	65
Mynd 56. Áætlað botnrofssvæði vegna þverana á leið Þ-H með lokun sýnt með appelsínugulum lit.	66
Mynd 57. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir leið A1 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	67
Mynd 58. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Þorskaafirði á leið D2 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	68
Mynd 59. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið D2 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	69
Mynd 60. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Þorskaafirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	70
Mynd 61. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Djúpafirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	71
Mynd 62. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	72
Mynd 63. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Þorskaafirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	73
Mynd 64. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Djúpafirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	74
Mynd 65. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	75
Mynd 66. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir leið A1 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	76
Mynd 67. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Þorskaafirði á leið D2 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	77
Mynd 68. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið D2 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	78
Mynd 69. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Þorskaafirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	79
Mynd 70. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Djúpafirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	80
Mynd 71. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	81

Mynd 72. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Þorskafirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.....	82
Mynd 73. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Djúpafirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.....	83
Mynd 74. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.	84

Töfluskrá

Tafla 1. Vatnsskipti um þveranir eftir leiðum yfir reiknitímabilið.	22
Tafla 2. Reiknaður straumhraði í brúaropi fyrir reiknitímabilið og meðalstórstraum.	22
Tafla 3. Flatarmál áætlaðra botnrofssvæða.....	23

1. Inngangur

Vegagerðin fól Verkfræðistofunni Vatnaskilum að kanna áhrif fyrirhugaðra fjarðaþverana í Gufudalssveit á straumhegðun, súrefnisstyrk og seltu innan Gufufjarðar, Djúpafjarðar og Þorskafjarðar. Alls eru sex þveranir til skoðunar. Þeim er skipt upp í fjórar leiðir sem samsvara leiðum A1, D2, I, H og Þ-H skv. skilgreiningum Vegagerðarinnar. Leiðir H og Þ-H eru sama tilvikið í líkanreikningum þar sem þessar tvær leiðir hafa sömu fjarðaþveranir en eru frábrugðnar á landi. Í þessari skýrslu verða þessar leiðir kallaðar Þ-H. Viðbótar tilvik var skoðað fyrir leið Þ-H þar sem sundi milli vegfyllingar og skerja sunnan af henni í mynni Djúpafjarðar var lokað, er það tilvik kallað hér Þ-H með lokun. Lokun var sett út frá vestari enda brúarinnar að skeri sem eru rúmlega 150 m suður af vegfyllingunni. Mynd 1 sýnir staðsetningu þverana og forsendur um lengdir og fjölda virkra vatnsopa sem notast var við í líkan-útreikningum, ásamt viðmiðunardýpi í þeim.

Við líkangerð, útreikninga og túlkun niðurstaðna var notast við aðferðarfræði frá rannsókn á umhverfisaðstæðum og súrefnisbúskap við síldargöngur í Kolgrafafirði (Vatnaskil, 2015).

Í eftirfarandi útlistun er greint frá líkangerðinni og helstu niðurstöðum hennar.

2. Straum- og vatnsgæðalíkan

Vatnaskil unnu straum- og vatnsgæðalíkon af Breiðafirði árið 2015 fyrir Vegagerðina til rannsóknar á umfangsmiklum síldardauða í firðinum veturinn 2012-2013 (Vatnaskil, 2015). Líkonin voru tekin upp vegna líkangerðarinnar nú með endurskoðuðum dýptargrunni í norðaustanverðum Breiðafirði og reikninet þeirra þétt til að endurspeglar betur aðstæður í Þorskafirði, Gufufirði og Djúpafirði. Straum- og vatnsgæðalíkonin hafa jaðar við mynni Breiðafjarðar. Opni jaðar þeirra nær frá Öndverðarnesi á Snæfellsnesi í suðri að Bjargtöngum í norðri. Jafnframt var straumlíkan sem Vatnaskil vann fyrir Vegagerðina af Gufufirði, Djúpafirði og Þorskafirði (Vatnaskil, 2008) notað til stuðnings við þéttingu og endurskoðunar dýptargrunns reikninet Breiðafjarðarlíkans.

Við líkangerðina var notast, eins og áður, við forritið AquaSea (Vatnaskil, 1998) til lausnar á sjávarstraumum og hugbúnaðarsvítuna Delft3D (Deltares, 2014[1] og 2014[2]) fyrir hermun súrefnis, seltu og hlutlausra sporefna. Dýptargrunnur líkansins var uppfærður með mælingum frá Vegagerðinni, sjókort nr. 42 og grynningum bætt við frá loftmyndum sem afhentar voru af Vegagerðinni. Dýpi líkananna má sjá á Mynd 2 fyrir allan Breiðafjörð og Mynd 3 fyrir Þorskafjörð, Djúpafjörð og Gufufjörð. Sjávarhæð á jaðri líkans í mynni Breiðafjarðar var tekin frá hnattræna sjávarfallalíkaninu TOPEX/Poseidon Global Inverse Solution TPXO. Stuðst var við nýjustu uppfærslu af inntaksgagnasetti líkansins (TPXO-8-atlas) sem tekur tillit til eftirfarandi sjávarfallapátta: M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, Q1, M4, MS4, og MN4. Tímabil sem var til skoðunar var 6. október 2007 til 4. nóvember 2007 en straumar voru sérstaklega skoðaðir á meðalstórstraumi þann 28.-29. október 2007. Viðbótartilvik, Þ-H með lokun, var skoðað fyrir styttri tíma, 26. október til 31. október 2007.

Kvörðun á botnhryfi líkansins byggði á kvörðun líkansins frá Kolgrafafirði. Niðurstöður reiknaðrar sjávarhæðar voru bornar saman við mælda sjávarhæð frá fjórum stöðum í firðinum (Mynd 4). Mynd 5 til Mynd 8 sýna samanburð reiknaðra og mældra sjávarhæða á stöðunum fjórum, HVM17, HVM18, HVM19 og HVM20. Almenn er samanburður mælinga og reikninga góður að undanskildum ofmati á fjórum í HVM20 sem staðsettur er í Gufufirði. Líkt og í Kolgrafafirði má sjá ósamræmi á einstaka sjávarföllum í samanburði reiknaðra og mældra gilda. Þennan mun má útskýra að miklu leyti vegna skorts á langtímasjávarfallapáttum í jaðarskilyrðum líkansins, en enginn sjávarfallapáttur er tekinn inn

á jaðri sem hefur lægri tíðni en svarar til eins dags sjávarfallabátta. Þetta ætti ekki að koma að sök við líkangerðina þar sem tryggt er að allir meginþættir sjávarfallanna eru teknir inn á jaðri líkansins. Samanburður straummælinga og reiknaðra strauma sýndu jafnframt góðan samanburð í Kolgrafafirði þrátt fyrir skort á langtímasjávarfallabáttum (Vatnaskil, 2015), því má gera ráð fyrir að straumar í núverandi líkani lýsi vel straumhegðun í Þorskaafirði, Djúpafirði og Gufufirði.

Í Gufufirði er gert ráð fyrir að botn muni rofna í brúarstæði en annars er gert ráð fyrir rofvörn í hæðarkóta sbr. Mynd 1. Líkankeyrslur voru framkvæmdar með upprunalegu dýpi með og án vegfyllingar til að meta skerspennu á botn. Gildi skerspennu fyrir 98% tímans var fundið í hverjum reiknipunkti fyrir sig án og með vegfyllingu og mismunur notaður til að áætla umfram spennu sem kæmi til vegna þverana fyrir rof. Með þessum hætti er gert ráð fyrir að núverandi botn sé við jafnvægi og að reiknuð skerspenna án þverana valdi ekki rofi. Spennufletir með hærri spennu en 1 N/m^2 voru áætlaðir sem roffletir fyrir vegfyllingar innan Gufufjarðar og dýpi líkans með þeim vegfyllingum uppfært miðað við forsendur vegagerðarinnar um botndýpi í brúarstæðum (Mynd 1).

3. Niðurstöður

3.1. Rennsli og vatnsskipti um brúarop

Rennsli um snið vegfyllinganna voru reiknuð án og með vegfyllingunum. Líkönum var stillt upp með leiðir í huga í stað hvernar þverunar fyrir sig, þannig að sjá má samlegðaráhrif þverananna en ekki einungis áhrif einstaka þverana.

Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar fyrir öll tilvik má finna í Tafla 1. Vatnsskipti eru uppfyllt fyrir alla kosti. Aukning verður í rennsli í báðum þverunum í Gufufirði sem rekja má til ákvörðunar um botnrof í líkareikningum, en reiknuð skerspenna var þar notuð til að áætla roffleti niður í áætlað rofdýpi í brúaropi.

3.1.1. Leið A1, rennsli og vatnsskipti

Samanburður reiknaðs rennslis með og án þverunar um snið í gegnum þverun í mynni Þorskaafjarðar fyrir leið A1 (Mynd 9) gefur til kynna að á útfalli (neikvætt rennsli á mynd) verður mesta rennsli lægra eftir tilkomu vegfyllingar, en á aðfalli verður það lítillega hærra. Heildarvatnsmagn sem fer um sniðið er þó það sama og eru því vatnsskipti tryggð.

Mynd 10 sýnir skiptingu rennslis um brýrnar fjórar, sem númeraðar eru í vaxandi röð frá norðri til suðurs. Mesta rennslið fer um næstsyðsta brúaropið (Brú 3) og það minnsta um nyrsta brúaropið (Brú 1). Þessi hegðun er í góðu samræmi við skiptingu náttúrulegs rennslis vegna botndýpis á hverju svæði fyrir sig.

3.1.2. Leið D2, rennsli og vatnsskipti

Samanburður reiknaðs rennslis með og án þverunar um snið í gegnum þverun í Þorskaafirði fyrir leið D2 (Mynd 11) gefur til kynna svipað rennsli yfir sveiflu sjávarfallanna á báðum stöðum. Örlítil hliðrun verður í fasa rennslis um brúaropið í Þorskaafirði í lok útfalls og við byrjun næsta aðfalls til móts við heldur lægra mesta rennsli á útfalli með tilkomu vegfyllingarinnar. Heildarvatnsmagn sem fer um sniðið er þó það sama og eru því vatnsskipti tryggð (Tafla 1).

Samanburður reiknaðs rennslis með og án þverunar um snið í gegnum þverun í Gufufirði fyrir leið D2 (Mynd 12) gefur til kynna svipað útslag mesta rennslis bæði á aðfalli og útfalli. Á útfalli reiknast mesta

rennslið lítillaga lægra með vegfyllingu, en á móti kemur að vatn rennur um sniðið yfir lengri tíma. Heildarvatnsmagn sem fer um sniðið reiknast reyndar heldur meira (12%) með tilkomu vegfyllingarinnar en án hennar. Það stafar fyrst og fremst af því að sú dýpkun sniðsins sem gert er ráð fyrir að verði vegna rofs leiðir af sér greiðari leið vatns um sniðið. Vatnsskipti eru þannig tryggð og gott betur ef spár um rof ganga eftir.

3.1.3. Leið I, rennsli og vatnsskipti

Samanburður reiknaðs rennslis með og án þverunar um snið í gegnum þveranir í Þorskafirði og Djúpafirði fyrir leið I (Mynd 13, Mynd 14) sýnir svipað rennsli fyrir og eftir framkvæmd. Heildarvatnsmagn sem fer um sniðin er það sama og eru því vatnsskipti tryggð (Tafla 1).

Samanburður reiknaðs rennslis með og án þverunar um snið í gegnum þverun í Gufufirði fyrir leið I (Mynd 15) gefur til kynna allnokkru lægra rennsli þegar mest lætur á aðfalli og heldur minna á útfalli eftir tilkomu vegfyllingar. Hins vegar reiknast nokkur fasamunur milli tilfellanna og er varandi rennsli um sniðið aukinn með tilkomu vegfyllingarinnar. Heildarvatnsmagn sem fer um sniðið reiknast reyndar lítillaga meira (2%) með tilkomu vegfyllingarinnar en án hennar. Það stafar fyrst og fremst af því að sú dýpkun sniðsins sem gert er ráð fyrir að verði vegna rofs leiðir af sér greiðari leið vatns um sniðið. Vatnsskipti eru þannig tryggð og gott betur ef spár um rof ganga eftir.

Mynd 16 sýnir skiptingu rennslis um hvora brú fyrir sig á vegfyllingu um Þorskafjörð, en brýrnar eru númeraðar í vaxandi röð frá norðri til suðurs. Sjá má að rennsli um syðri brúna er hærra en rennsli um nyrðri brúna.

3.1.4. Leið Þ-H, rennsli og vatnsskipti

Samanburður reiknaðs rennslis með og án þverunar um snið í gegnum þveranir í Þorskafirði og Djúpafirði fyrir leið Þ-H (Mynd 17, Mynd 18) sýnir svipað rennsli fyrir og eftir framkvæmd. Heildarvatnsmagn sem fer um sniðin er það sama og eru því vatnsskipti tryggð (Tafla 1).

Samanburður reiknaðs rennslis með og án þverunar um snið í gegnum þverun í Gufufirði fyrir leið Þ-H (Mynd 19) gefur til kynna allnokkru lægra rennsli þegar mest lætur á aðfalli og heldur minna á útfalli eftir tilkomu vegfyllingar. Hins vegar reiknast nokkur fasamunur milli tilfellanna og er varandi rennsli um sniðið aukinn með tilkomu vegfyllingarinnar. Heildarvatnsmagn sem fer um sniðið reiknast reyndar lítillaga meira (1%) með tilkomu vegfyllingarinnar en án hennar. Það stafar fyrst og fremst af því að sú dýpkun sniðsins sem gert er ráð fyrir að verði vegna rofs leiðir af sér greiðari leið vatns um sniðið. Vatnsskipti eru þannig tryggð og gott betur ef spár um rof ganga eftir.

3.2. Straumhraði í brúaropum

Tafla 2 sýnir reiknaðan straumhraða í brúaropum vegfyllinganna. Sýndur er mesti meðalhraði og mesti straumhraði í brúaropi fyrir öll brúarop yfir tvö tímabil, meðalstórstraum þann 28. október 2007 og allt reiknitímabilið.

3.2.1. Leið A1, straumhraði í brúaropum

Mynd 20, Mynd 21, Mynd 22, og Mynd 23 sýna meðalstraumhraða í brúaropum vegfyllingar A1. Eins og áður eru brúaropin númeruð í vaxandi röð frá norðri til suðurs. Hraðinn er mismikill eftir brúaropum í takti við breytilegt reiknað rennsli sjávar sem um brúaropin fer (Mynd 10). Ef tekið er mið af ætluðum aðstæðum við meðalstórstraum, síðdegis þann 18.10.2007, þá reiknast mesti meðalstraumhraði um 2 m/s í brúaropi 1, um 2,4 m/s í brúaropi 2, um 3 m/s í brúaropi 3 og um 2,4 m/s í brúaropi 4.

3.2.2. Leið D2, straumhraði í brúaropum

Mynd 24 sýnir meðalstraumhraða í brúaropi vegfyllingar yfir Þorskafjörð fyrir leið D2. Ef tekið er mið af ætluðum aðstæðum við meðalstórstraum, síðdegis þann 18.10.2007, þá reiknast mesti meðalstraumhraði um 1,7 m/s. Mynd 25 sýnir meðalstraumhraða í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið D2. Ef tekið er mið af ætluðum aðstæðum við meðalstórstraum, síðdegis þann 18.10.2007, þá reiknast mesti meðalstraumhraði um 2 m/s.

3.2.3. Leið I, straumhraði í brúaropum

Mynd 26 og Mynd 27 sýna meðalstraumhraða í brúaropum vegfyllingar yfir Þorskafjörð fyrir leið I. Hraðinn reiknast nokkru hærrí í syðra brúaropinunni (brú 2), við meðalstórstraum nærri 3 m/s í stað 2,5 m/s í nyrðra opinunni. Mynd 28 sýnir meðalstraumhraða í brúaropi vegfyllingar yfir Djúpafjörð fyrir leið I. Við meðalstórstraum reiknast mesti straumhraði nærri 2 m/s. Mynd 29 sýnir meðalstraumhraða í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið I. Við meðalstórstraum reiknast mesti straumhraði nærri 2 m/s.

3.2.4. Leið Þ-H, straumhraði í brúaropum

Mynd 30 sýnir meðalstraumhraða í brúaropi vegfyllingar yfir Þorskafjörð fyrir leið Þ-H. Mesti meðalhraði á meðalstórstraumi reiknast um 1,7 m/s. Mynd 31 sýnir meðalstraumhraða í brúaropi vegfyllingar yfir Djúpafjörð fyrir leið Þ-H. Mesti meðalhraði á meðalstórstraumi reiknast tæplega 2 m/s. Mynd 32 sýnir meðalstraumhraða í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið Þ-H. Mesti meðalhraði á meðalstórstraumi reiknast um 2 m/s.

3.3. Straumhegðun á aðfalli og útfalli

Mynd 36 og Mynd 37 sýna straumhegðun á aðfalli og útfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og hluta Þorskafjarðar án þverana. Mynd 38 og Mynd 39 sýna straumhegðun á aðfalli og útfalli fyrir innri hluta Þorskafjarðar án þverana. Náttúruleg þrenging er í mynni Þorskafjarðar, með verulegar grynningar beggja vegna og mikinn fjölda eyja og skerja (Mynd 3). Þröskuldurinn í fjarðarmynnunni hefur merkjanlega dýpri rás nokkurn veginn fyrir miðju, en innan við þröskuldinn tekur við dýpsti hluti Þorskafjarðar með allt að 65 m dýpi. Á aðfalli leiðir þessi botnlögun fjarðarins af sér tvær ríkjandi stórskala iður sitt hvoru megin við meginstrauminn inn fjörðinn (Mynd 36). Norðan við meginstrauminn, nær Gufufirði, er rangsælis iða, en sunnan við hann gengur iðan réttsælis. Nokkuð flókið straummynstur er síðan til staðar við mynni Djúpafjarðar, og eftir því sem innar dregur í Þorskafirði myndast víða iður við jaðra en meginstraumurinn er engu að síður mjög afgerandi allt inn í botn.

Á útfalli er meginstraumurinn sömuleiðis mjög afgerandi eftir Þorskafirði þótt víða megi greina iður við jaðra, þá með öfugum snúningi við það sem sést á aðfalli (Mynd 37, Mynd 39). Þegar komið er hins vegar til móts við Djúpafjörð flækist mynstrið verulega vegna útstreymis úr honum og samspili eyja og skerja. Útfall úr Gufufirði hefur mun minni áhrif á meginstrauminn út úr Þorskafirði (Mynd 37). Líkt og á aðfalli ræður þrengingin og þröskuldurinn í mynni Þorskafjarðar mestu um straumhegðunina þar.

3.3.1. Leið A1, straummynstur

Mynd 40 og Mynd 41 sýna straumhegðun á aðfalli og útfalli fyrir leið A1. Með tilkomu mannvirkjanna færast rangsælis iða norðan meginstraums móts við Gufufjörð á aðfalli (Mynd 36) svo gott sem að mynni Gufufjarðar (Mynd 40). Stór réttsælis iða myndast hins vegar innan við vegfyllingu þar sem meginstraumurinn lá áður og er meginstraumurinn nú út frá syðri tveimur brúaropunum og berst inn Þorskafjörðinn nær suður ströndinni en áður.

Með tilkomu vegfyllingarinnar má greina líttillega aukið rennsli í Gufufjörð, Djúpafjörð og Þorskafjörð innan vegfyllingar á aðfalli og minna rennsli á útfalli. Jafnframt má sjá líttillega hliðrun sjávarfalla í tíma í Gufufjörð á aðfalli. Á útfalli breytist hins vegar straummynstur óverulega innan vegfyllingar og utan við hana verða breytingar helst merkjanlegar næst brúaropunum og sér í lagi milli brúaropa 2 og 3 (Mynd 41).

3.3.2. Leið D2, straummynstur

Mynd 42 og Mynd 43 sýna straumhegðun á aðfalli og útfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og hluta Þorskafjarðar fyrir leið D2. Mynd 44 og Mynd 45 sýna straumhegðun á aðfalli og útfalli fyrir innri hluta Þorskafjarðar fyrir leið D2.

Breytingar í straummynstri frá grunntilfelli án vegfyllinga verða einungis í næsta nágrenni vegfyllinganna, bæði á aðfalli og útfalli.

3.3.3. Leið I, straummynstur

Mynd 46 og Mynd 47 sýna straumhegðun á aðfalli og útfalli fyrir leið I.

Breytingar í straummynstri frá grunntilfelli án vegfyllinga verða helst í næsta nágrenni vegfyllinganna, bæði á aðfalli og útfalli. Meginstraumhegðun þar sem straumar úr Þorskafirði, Gufufirði og Djúpafirði mætast helst að mestu óbreytt (Mynd 46 og Mynd 47).

3.3.4. Leið Þ-H, straummynstur

Mynd 48 og Mynd 49 sýna straumhegðun á aðfalli og útfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og hluta Þorskafjarðar fyrir leið Þ-H. Mynd 50 og Mynd 51 sýna straumhegðun á aðfalli og útfalli fyrir innri hluta Þorskafjarðar fyrir leið Þ-H.

Breytingar í straummynstri frá grunntilfelli án vegfyllinga verða helst í næsta nágrenni vegfyllinganna, bæði á aðfalli og útfalli. Meginstraumhegðun þar sem straumar úr Þorskafirði, Gufufirði og Djúpafirði mætast helst að mestu óbreytt (Mynd 48 og Mynd 49).

3.4. Skerspenna og mat á botnrofi

Skerspenna við botn var reiknuð til mats á mögulegu botnrofi vegna þverana í fjörðunum. Þar sem skerspenna er háð straumhraðanum í öðru veldi verður skerspenna mest nærri vegfyllingum en dvínar eftir því sem fjær dregur frá vegfyllingum. Áætlað botnrofssvæði er metið sem það svæði þar sem spenna verður meiri en 1 N/m^2 umfram spennu í firðinum án vegfyllinga.

Mynd 52 sýnir áætlað botnrofssvæði fyrir leið A1, Mynd 53 fyrir leið D2, Mynd 54 fyrir leið I og Mynd 55 fyrir leið Þ-H. Mynd 56 sýnir jafnframt áætlað botnrofssvæði fyrri leið Þ-H þegar lokað hefur verið fyrir sund milli skerja og vegfyllingar í mynni Djúpafjarðar.

Flatarmál áætlaðra botnrofssvæða (Tafla 3) er misjafnt eftir leiðum. Þó er það fyrst og fremst leið A1 sem sker sig úr hvað þetta varðar, þar sem heildarflatarmál áætlaðra botnrofssvæða verður um tvöfalt stærra en samanlögð svæði fyrir leiðir I og Þ-H og nálægt sex sinnum stærra en samanlögð svæði fyrir leið D2 (Tafla 3). Straumhraðaaukningin með tilkomu mannvirkjanna í leið A1 verður það mikil og fer saman við nærliggjandi grynningar, að veruleg aukning verður í skerspennu við botninn.

Við þá útfærslu leiðar Þ-H að loka sundi milli skerja og vegfyllingar sunnan af vesturenda brúarops (Mynd 56) breytist straumhraðadreifingin í brúaropinum og stærra svæði verður undir áhrifum aukinnar skerspennu við botn innan vegfyllingar. Áætlað botnrofssvæði stækkar sem því nemur innan

vegfyllingar, en utan hennar flyst svæðið aðeins til án þess að um mikla breytingu í stærðs svæðisins sé að ræða. Hlutfallsleg heildarstækkun áætlaðs botnrofssvæðis við þessa útfærslu leiðar Þ-H er nærri 30% (Tafla 3).

3.5. Seltubreytingar

Útreikningar á seltubreytingum voru framkvæmdir án þess að seltubreytingar hefðu áhrif á eðlisþyngd sjávar eða á straumhegðun. Áhersla var lögð á að meta hvort ætla megi að blöndun eða uppsöfnun ferskvatns geti verið með öðrum hætti innan vegfyllinga með tilkomu þeirra. Meðalafrennsli úrkomu af landi til sjávar samkvæmt afrennsliskorti Veðurstofunnar fyrir árin 1961-1990 er um 1000-2000 mm/ári í Gufudalssveit. Ef tekið er mið af efri mörkum þessa afrennslis, má ætla að allt að um 16 m³/s af ferskvatni renni samanlagt til sjávar að meðaltali til fjarðanna þriggja, Þorskafjarðar, Djúpafjarðar og Gufufjarðar.

Einfaldir massareikningar á seltu, án áhrifa sjávarfalla, sýndu að um 26 daga þyrfti til að lækka seltustig um 10% í firðinum miðað við fast 16 m³/s innrennsli af ferskvatni í hann. Áhrif sjávarfalla við að minnka áhrif ferskvatns og viðhalda seltustigi voru metin með keyrslu líkansins í 29 daga. Til að ýkja áhrif ferskvatnsins og fá skarpari samanburð á aðstæðum með og án vegfyllinga, var afrennsli ferskvatns tífaldað í líkaninu. Því var jafnframt jafndreift yfir fjörðinn sem ferskvatns innstreymi (regni) og eingöngu látið berast í fjörðinn innan vegfyllinga eða tilsvareandi svæðis þegar vegfyllingar voru ekki til staðar. Tífoldun afrennslisins leyfði þannig greiningu á hraðari svörun í seltubreytingum í líkaninu. Upphafsselta og selta á jaðri við mynni Breiðafjarðar var sett sem 33 ppt og líkan keyrt í 29 daga. Í lok líkankeyrslu var seltumunur óverulegur í öllum tilvikum og hafði selta lækkað mest vel innan við 1%. Samanburður á seltubreytingum með og án vegfyllinga leiðir í ljós lítinn sem engan mun fyrir allar leiðir.

3.6. Útskolun

Útskolun fjarða var skoðuð til að meta frekar áhrif vegfyllinga á virkni sjávarfalla í fjörðunum. Hlutlaust sporefni var sett með jöfnum styrk á öllu svæði innan vegfyllinganna í upphafi keyrslna. Engu viðbótarefni var bætt við á keyrslutímanum. Sporefni var annars vegar sett inn fyrir hverja vegfyllingu fyrir sig og hins vegar sem sameiginlegt sporefni innan allra vegfyllinga á hverri leið sem var til skoðunar. Þannig mátti sjá hvernig útskolun einstakra fjarða ber saman við útskolun fjarðanna sem heildstæðs kerfis.

3.6.1. Leið A1, útskolun

Samanburður útskolunar vatns innan vegfyllingar fyrir leið A1 með og án þverunar má sjá á Mynd 57. Styrkur er almennt lægri með tilkomu vegfyllingar sem bendir til virkari útskolunar. Sennilegast má rekja þessa aukna virkni til aukins hraða frá brúaropum sem leiðir af sér virkari flutning efnisins um brúarsniðið.

3.6.2. Leið D2, útskolun

Samanburður útskolunar vatns innan vegfyllinga fyrir leið D2 með og án þverana má sjá á Mynd 58 fyrir Þorskafjörð og Mynd 59 fyrir Gufufjörð. Styrkur er almennt lægri með tilkomu vegfyllinga sem bendir til virkari útskolunar. Jafnframt má sjá að hvorug vegfyllingin hefur áhrif á útskolun hinnar vegfyllingarinnar þar sem fall sporefnis stakra fjarða fellur fullkomlega saman við fall sporefnis þegar sporefni er dreift sameiginlega á firðina.

3.6.3. Leið I, útskolun

Samanburður útskolunar vatns innan vegfyllinga fyrir leið I með og án þverana má sjá á Mynd 60 fyrir Þorskafjörð, Mynd 61 fyrir Djúpafjörð og Mynd 62 fyrir Gufufjörð. Styrkur er almennt lægri fyrir Gufufjörð og Djúpafjörð með tilkomu vegfyllinga sem bendir til virkari útskolunar. Fyrir Þorskafjörð er styrkur lægri án vegfyllingar sem bendir til að útskolunargeta sé skert að einhverju leyti með tilkomu vegfyllingar. Athuga ber þó að vatnsskipti eru tryggð um sniðið. Útskolun Gufufjarðar og Djúpafjarðar er hægari þegar útskolun allra fjarða er skoðuð saman samanborið við útskolun einstakra fjarða. Leiða má að því líkum að hið mikla rúmmál Þorskafjarðar og samband rennislíleiða milli fjarðanna, takmarki útskolun Gufufjarðar og Djúpafjarðar.

3.6.4. Leið Þ-H, útskolun

Samanburður útskolunar vatns innan vegfyllinga fyrir leið Þ-H með og án þverana má sjá á Mynd 63 fyrir Þorskafjörð, Mynd 64 fyrir Djúpafjörð og Mynd 65 fyrir Gufufjörð. Styrkur er almennt lægri með tilkomu vegfyllinga sem bendir til virkari útskolunar. Ef fall sporefna fyrir staka firði er borið saman við fall sporefna allra fjarða má greina litla breytingu innan Djúpafjarðar og Þorskafjarðar en meiri mun er að finna innan Gufufjarðar. Útskolun í Gufufirði er því nokkuð háð því hvort útskolun fari fram samtímis innan hinna vegfyllinganna.

3.7. Súrefnisstyrkur

Útreikningar voru framkvæmdir á styrk uppleysts súrefnis við aðstæður þar sem mikil súrefnisupptaka er innan vegfyllinga og endurnýjun súrefnis er takmörkuð. Hliðstæðu slíkra aðstæðna má finna í Kolgrafafirði við stórfelldar síldargöngur, sem leitt hefur til umtalsverðs síldardauða (Vatnaskil, 2015). Í útreikningunum var gert ráð fyrir logni til að útiloka endurnýjun súrefnis um yfirborð og þar með takmarka endurnýjun súrefnis innan þverana við endurnýjun með sjávarföllum. Innan þverana var sett súrefnisupptaka sem samsvarar um 1 kg af síld á hvern m³ vatns við meðalsjó., Álaginu var haldið staðbundið og var því jafndreift yfir rúmmál þar sem dýpi er meira en 5 m við meðalsjó. Þessi nálgun myndi samsvara um 100 þúsund tonnum af staðbundinni síld innan þverunar í Kolgrafafirði (Vatnaskil, 2015). Upphafssúrefnisástand útreikninganna miðar við fulla metnun súrefnis, en einnig er gert ráð fyrir fullri metnun súrefnis á jaðri við mynni Breiðafjarðar.

Niðurstöður súrefnisreikninganna samræmast niðurstöðum útskolunar þar sem súrefnisstaða er almennt betri með tilkomu vegfyllinga að undanskyldri vegfyllingu yfir Þorskafjörð fyrir leið I.

Mynd 66 sýnir fall súrefnis með og án vegfyllingar fyrir leið A1 með 12 klukkustundar meðaltölum. Styrkur er alltaf hærri með tilkomu vegfyllingar sem kemur til vegna virkari útskolunar.

Mynd 67 og Mynd 68 sýna fall súrefnis með og án vegfyllinga fyrir vegfyllingar í Þorskafirði og Gufufirði fyrir leið D2. Í Þorskafirði er súrefnisstyrkur almennt hærri með tilkomu vegfyllingar en í Gufufirði er súrefnisstyrkur almennt hærri eða óbreyttur með tilkomu vegfyllingar. Hærri styrkur innan vegfyllinganna má rekja til aukinnar útskolunar með tilkomu vegfyllinganna.

Mynd 69, Mynd 70 og Mynd 71 sýna fall súrefnis með og án vegfyllinga fyrir vegfyllingar í Þorskafirði, Djúpafirði og Gufufirði fyrir leið I. Fyrir Gufufjörð og Djúpafjörð er súrefnisstyrkur almennt hærri eða óbreyttur með tilkomu vegfyllinga en í Þorskafirði er súrefnisstyrkur almennt lægri. Þetta má rekja til útskolunar fjarðanna þar sem útskolun er lítillega skert í þverun Þorskafjarðar á leið I.

Þetta tilfelli á sér hliðstæðu í Kolgrafafirði og niðurstöðum rannsóknarinnar þar (Vatnaskil, 2015), en lágstyrkssvæði súrefnis myndast utan þess svæðis sem vegfyllingin í Þorskafirði fyrir leið I markar,

hvort sem vegfyllingin er til staðar eða ekki. Er því um náttúrulega hegðun að ræða í grunninn við útskolun fjarðarins og súrefnisflutning sem síðan ágerist að einhverju marki gagnvart reiknuðum súrefnisstyrk innan vegfyllingar með tilkomu hennar. Ástæða væri til að skoða þessa hegðun nánar ef leið I verður til frekari skoðunar sem valkostur í veglagningunni.

Mynd 72, Mynd 73 og Mynd 74 sýna fall súrefnis með og án vegfyllinga fyrir vegfyllingar í Þorskafirði, Djúpafirði og Gufufirði fyrir leið Þ-H. Almenn er súrefnisstyrkur hærri eða óbreyttur með tilkomu vegfyllingar. Þessa aukningu í súrefnisstyrk má rekja til virkari útskolunar í fjörðunum.

4. Samantekt

Helstu niðurstöður reikninga vegna þverana í Þorskafirði, Djúpafirði og Gufufirði fyrir þær leiðir sem til skoðunar voru eru dregnar saman í töflum Tafla 1, Tafla 2 og 3.

Í öllum tilfellum breytast straumar í nágrenni vegfyllinga og myndast þar gjarnan iður og verður straummynstrið nokkuð breytt frá grunnástandi, án vegfyllinga. Því til viðbótar verða töluverðar breytingar á straummynstri vegna þverunar við mynni Þorskafjarðar fyrir leið A1. Straumhraði eykst helst í brúaropum og í nágrenni vegfyllinganna og stækkar það áhrifasvæði til muna fyrir leið A1. Útreikningar á skerspennu endurspeglu þetta og gefa mat á stærð ætlaðs botnrofssvæðis tengt hverri þverun. Leið A1 sker sig úr hvað þetta varðar með um tvöfalt stærra flatarmál þess heildarsvæðis sem ætla má að botnrof eigi sér stað með tilkomu vegfyllinga.

Í öllum tilfellum verða vatnsskipti tryggð um brúarop. Útskolun efna innan vegfyllingar verður jafn góð eða betri eftir þverun í öllum tilfellum nema einu, þverun Þorskafjarðar við leið I. Útreikningur á styrk uppleysts súrefnis vegna verulega aukinnar upptöku súrefnis innan vegfyllinga gefur sambærilegar niðurstöður, þ.e. jafn góðar eða betri aðstæður í öllum tilfellum nema vegna þverunar Þorskafjarðar við leið I. Það virðast vera náttúrulegar aðstæður sem í grunninn leiða til lágstyrkssvæðis utan við vegfyllingu við súrefnisflutning þegar mikil súrefnisupptaka á sér stað innan vegfyllingar. Þetta er sambærileg hegðun og rannsókn í Kolgrafafirði leiddi í ljós (Vatnaskil, 2015) og væri ástæða til að skoða þessa hegðun nánar ef leið I verður til frekari skoðunar sem valkostur í veglagningunni.

Heimildir

Deltares, 2014[1]. *Delft3D: Hydro-Morphodynamics*. Notendahandbók, útgáfu nr. 3.15.33641.

Deltares, 2014[2]. *D-Water Quality: Water Quality and Aquatic Ecology*. Notendahandbók, útgáfu nr. 4.99.33647.

Vatnaskil, 1998. *AquaSea: Tidal flow in estuaries and coastal areas, lake circulation, transport modelling*. Notendahandbók.

Vatnaskil, 2008. *Gufufjörður, Djúpi fjörður og Þorskafjörður. Straumlíkan*. Unnið fyrir Vegagerðina. Skýrsla nr. 08.11, júní 2008.

Vatnaskil, 2015. *Kolgrafafjörður. Rannsókn á umhverfisaðstæðum og súrefnisbúskap við síldargöngur*. Unnið fyrir vegagerðina. Skýrsla nr. 15.11, júlí 2015.



Töflur

Tafla 1. Vatnsskipti um þveranir eftir leiðum yfir reiknitímabilið.

Leið	Þverun	Vatnsmagn um snið (m ³)		Hlutfall	Breyting
		Án vegf.	Með vegf.		
A1	Þorskafj.	1,243,E+10	1,246,E+10	1,00	0%
D2	Þorskafj.	1,238,E+09	1,236,E+09	1,00	0%
	Gufufj.	1,745,E+08	1,950,E+08	1,12	12% ¹
I	Þorskafj.	5,824,E+09	5,845,E+09	1,00	0%
	Djúpifj.	2,068,E+09	2,071,E+09	1,00	0%
	Gufufj.	7,208,E+08	7,333,E+08	1,02	2% ¹
Þ-H	Þorskafj.	1,238,E+09	1,236,E+09	1,00	0%
	Djúpifj.	2,068,E+09	2,070,E+09	1,00	0%
	Gufufj.	7,208,E+08	7,308,E+08	1,01	1% ¹
Þ-H með lokun ²	Þorskafj.	2,692,E+08	2,686,E+08	1,00	0%
	Djúpifj.	4,549,E+08	4,564,E+08	1,00	0%
	Gufufj.	1,527,E+08	1,571,E+08	1,03	3% ¹

¹ Botndýpi í Gufufirði breytt miðað við skerspennu með lágpunkt skv. forsendum Vegagerðarinnar um rof.

² Leið Þ-H með lokun er viðbótarútfærsla af leið Þ-H og var keyrt fyrir styttri tíma en önnur tilvik, þar af leiðir er vatnsmagn um snið lægra fyrir það tilvik en önnur.

Tafla 2. Reiknaður straumhraði í brúaropi fyrir reiknitímabilið og meðalstórstraum.

Leið	Þverun	Botnkóti	Virkt vatnsop	Meðalstórstraumur		Reiknitímabil	
				Mesti meðalhraði í brúaropi	Mesti straumhraði í brúaropi	Mesti meðalhraði í brúaropi	Mesti straumhraði í brúaropi
A1	Þorskafj. Brú 1	-4	324,25 m	1,9 m/s	3,3 m/s	2,2 m/s	3,4 m/s
	Þorskafj. Brú 2	-4	324,25 m	2,4 m/s	3,9 m/s	2,6 m/s	4,4 m/s
	Þorskafj. Brú 3	-4	324,25 m	3,0 m/s	4,0 m/s	3,4 m/s	4,1 m/s
	Þorskafj. Brú 4	-4	324,25 m	2,4 m/s	3,9 m/s	2,7 m/s	4,1 m/s
D2	Þorskafj.	-3	232 m	1,7 m/s	3,6 m/s	2,0 m/s	3,8 m/s
	Gufufj.	-3	51 m	1,9 m/s	3,1 m/s	2,4 m/s	3,1 m/s
I	Þorskafj. Brú 1	-4	287 m	2,6 m/s	3,6 m/s	3,0 m/s	3,8 m/s
	Þorskafj. Brú 2	-4	287 m	2,9 m/s	4,1 m/s	3,4 m/s	4,2 m/s
	Djúpifj.	-4	268 m	1,9 m/s	3,1 m/s	2,1 m/s	3,2 m/s
	Gufufj.	-3	122 m	1,9 m/s	2,6 m/s	2,2 m/s	2,6 m/s
Þ-H	Þorskafj.	-3	232 m	1,7 m/s	3,6 m/s	2,0 m/s	3,8 m/s
	Djúpifj.	-4	268 m	1,9 m/s	3,1 m/s	2,1 m/s	3,2 m/s
	Gufufj.	-3	122 m	2,0 m/s	3,3 m/s	2,2 m/s	3,4 m/s
Þ-H með lokun ¹	Þorskafj.	-3	232 m	1,9 m/s	3,5 m/s	2,0 m/s	3,6 m/s
	Djúpifj.	-4	268 m	2,0 m/s	3,1 m/s	2,1 m/s	3,2 m/s
	Gufufj.	-3	122 m	2,1 m/s	3,3 m/s	2,2 m/s	3,4 m/s

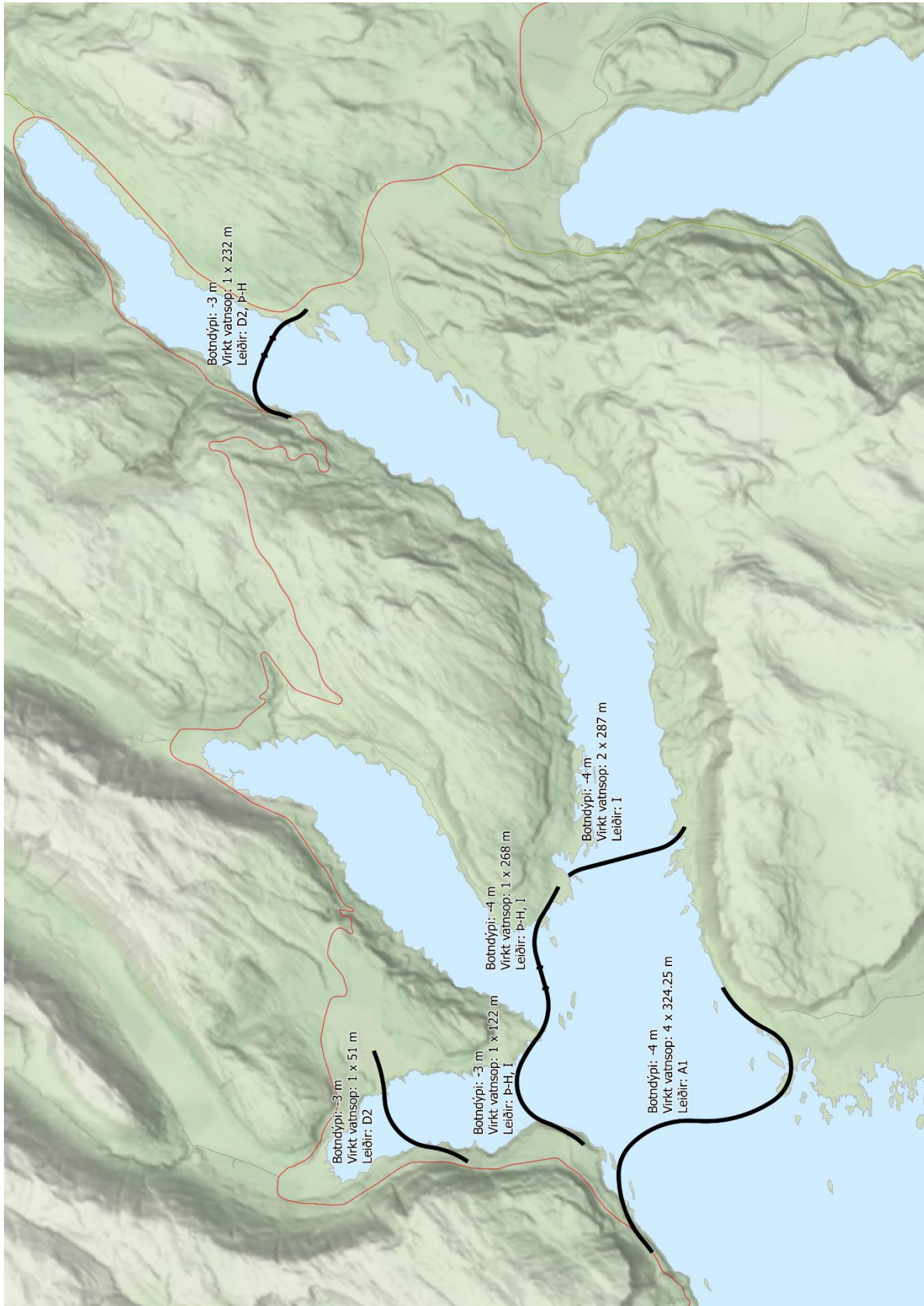
¹ Leið Þ-H með lokun er viðbótarútfærsla af leið Þ-H og var keyrt fyrir styttri tíma en önnur tilvik.

Tafla 3. Flatarmál áætlaðra botnrofssvæða.

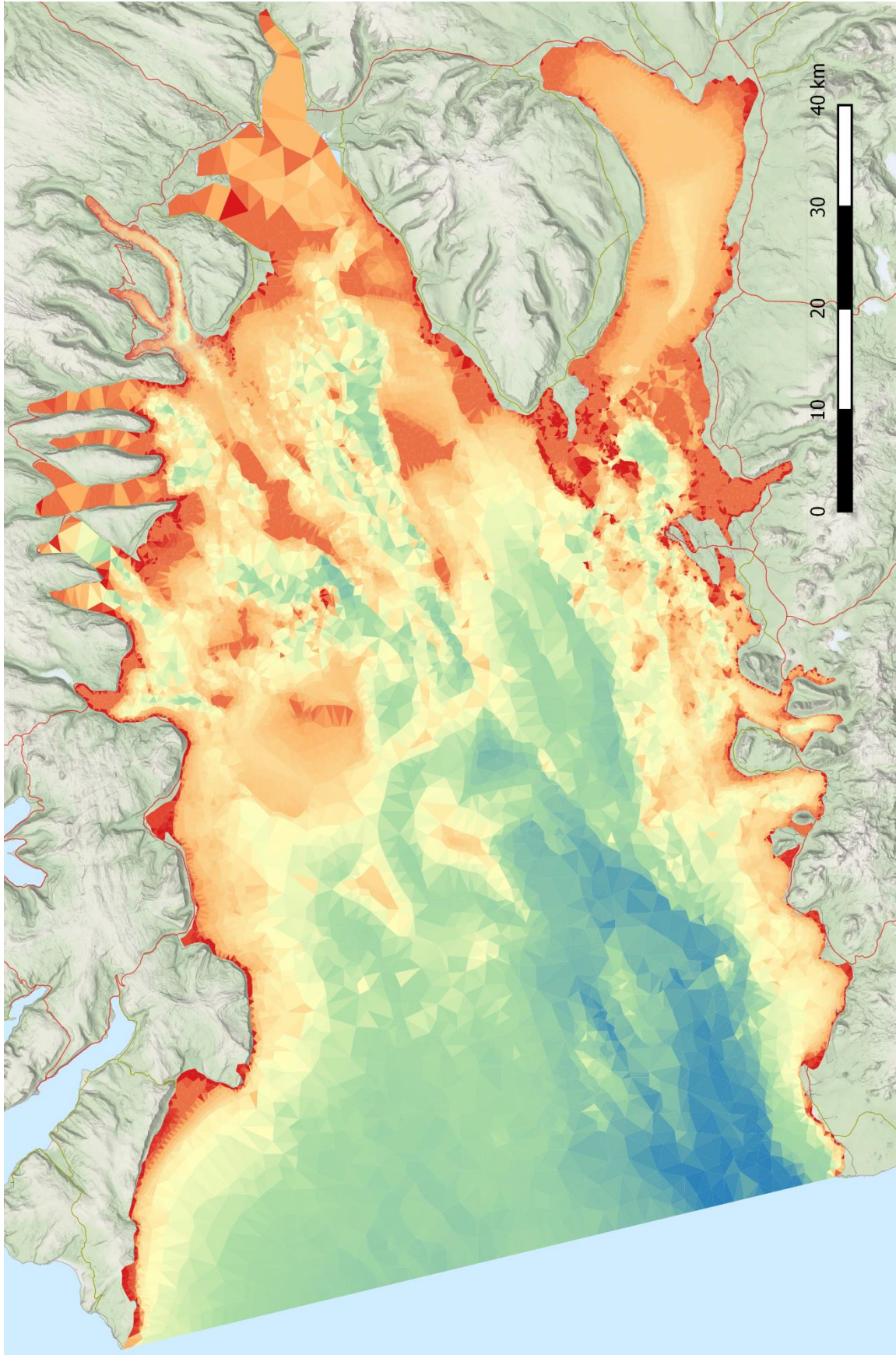
Leið	Þverun	Flatarmál (10 ⁵ m ²)
A1	Þorskafj.	31,1
D2	Þorskafj.	4,2
	Gufufj.	1,2
I	Þorskafj.	5,1
	Djúpifj.	4,9
	Gufufj.	4,1
Þ-H	Þorskafj.	4,9
	Djúpifj.	4,2
	Gufufj.	4,1
Þ-H með lokun	Þorskafj.	4,9
	Djúpifj.	5,4
	Gufufj.	4,1



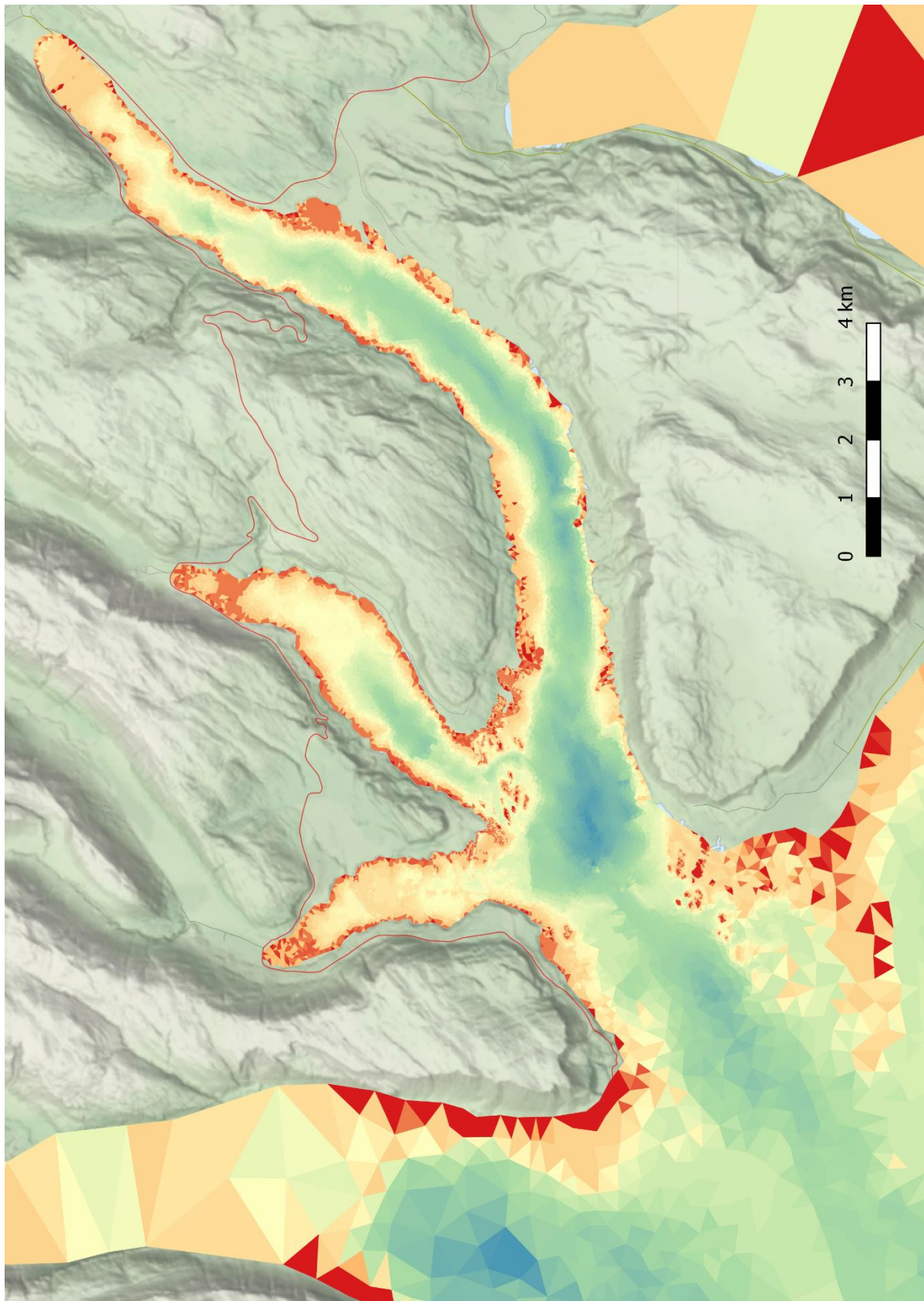
Myndir



Mynd 1. Staðsetning þverana og forsendur um botndýpi, fjölda og lengdir virkra vatnsopa.



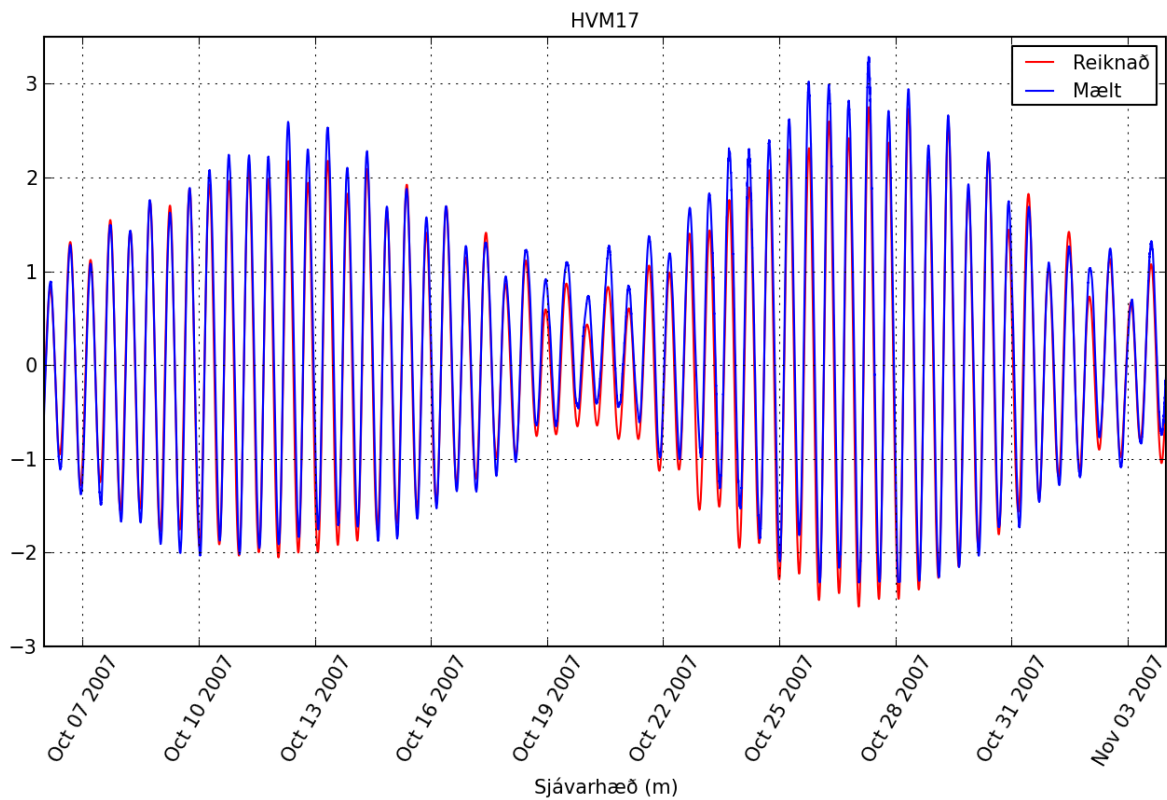
Mynd 2. Dýptargrunnur líkana. Litaskalinn nær frá 4 m y.s. (rautt) að 295 m dýpi (blátt).



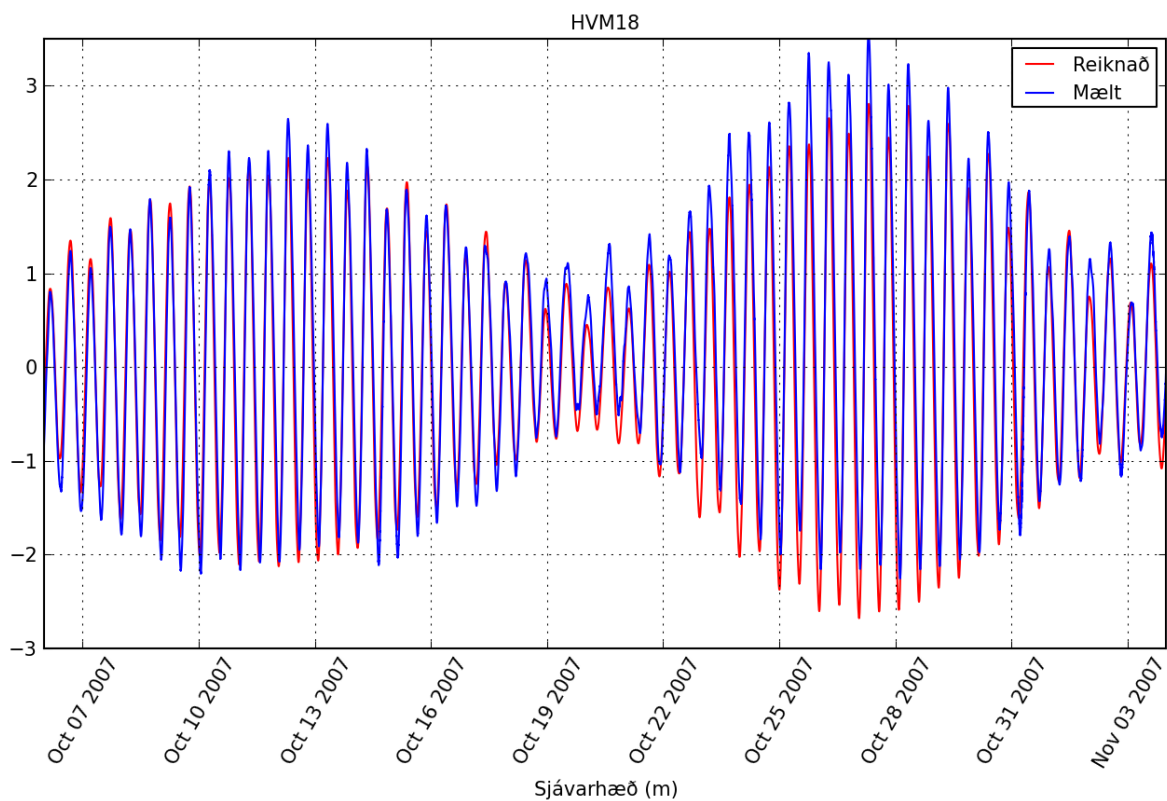
Mynd 3. Dýptargrunnur líkana. Gufufjörður, Djúpifjörður og Þorskafrjörður í nærmynd, litaskalinn nær frá 4 m y.s. (rautt) að 65 m dýpi (blátt).



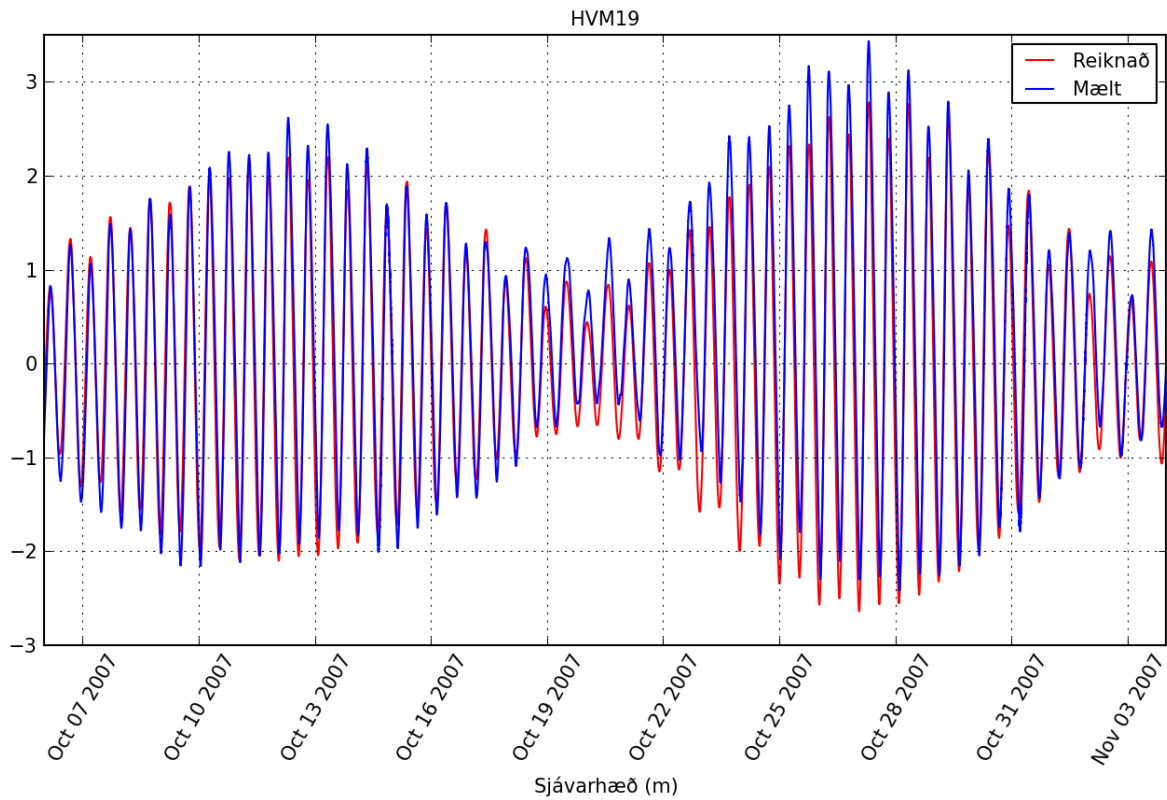
Mynd 4. Staðsetning mæla sem notaðir voru við kvörðun innan Gufufjarðar, Djúpafjarðar og Þorskafjarðar.



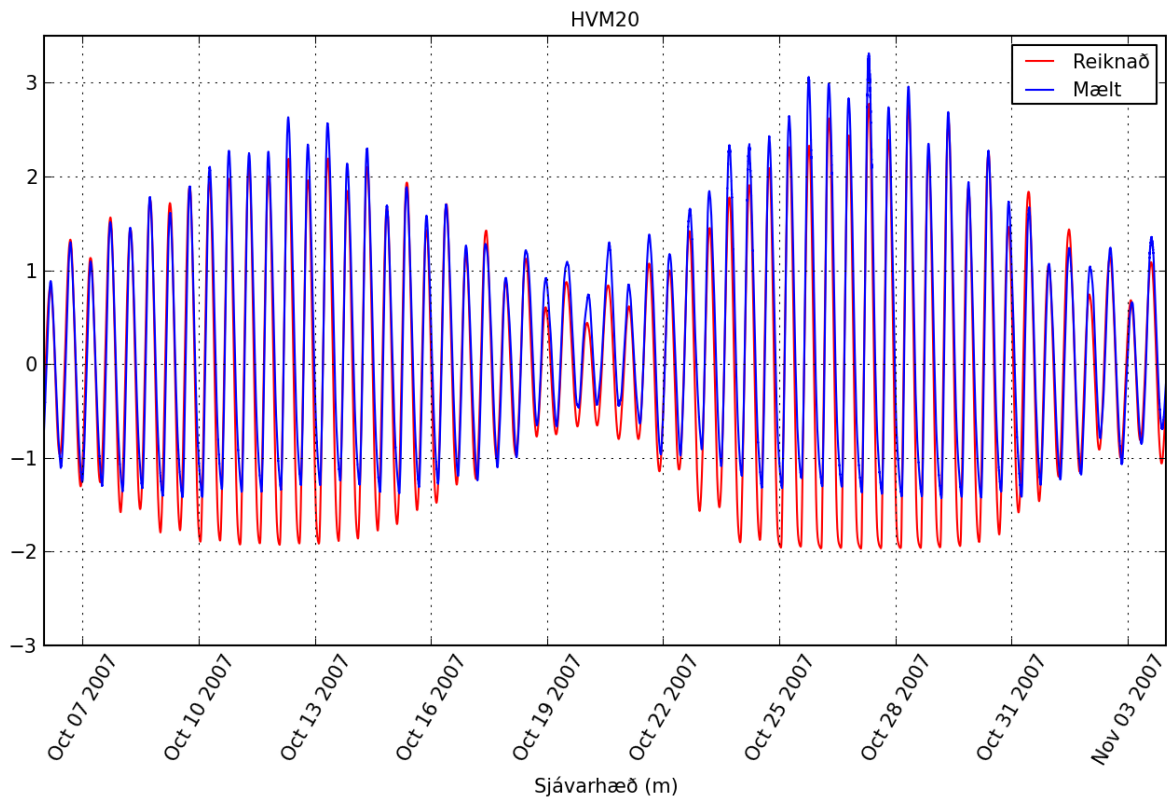
Mynd 5. Samanburður reiknaðrar og mældrar sjávarhæðar í HVM17 við Vesturnes í Breiðafirði.



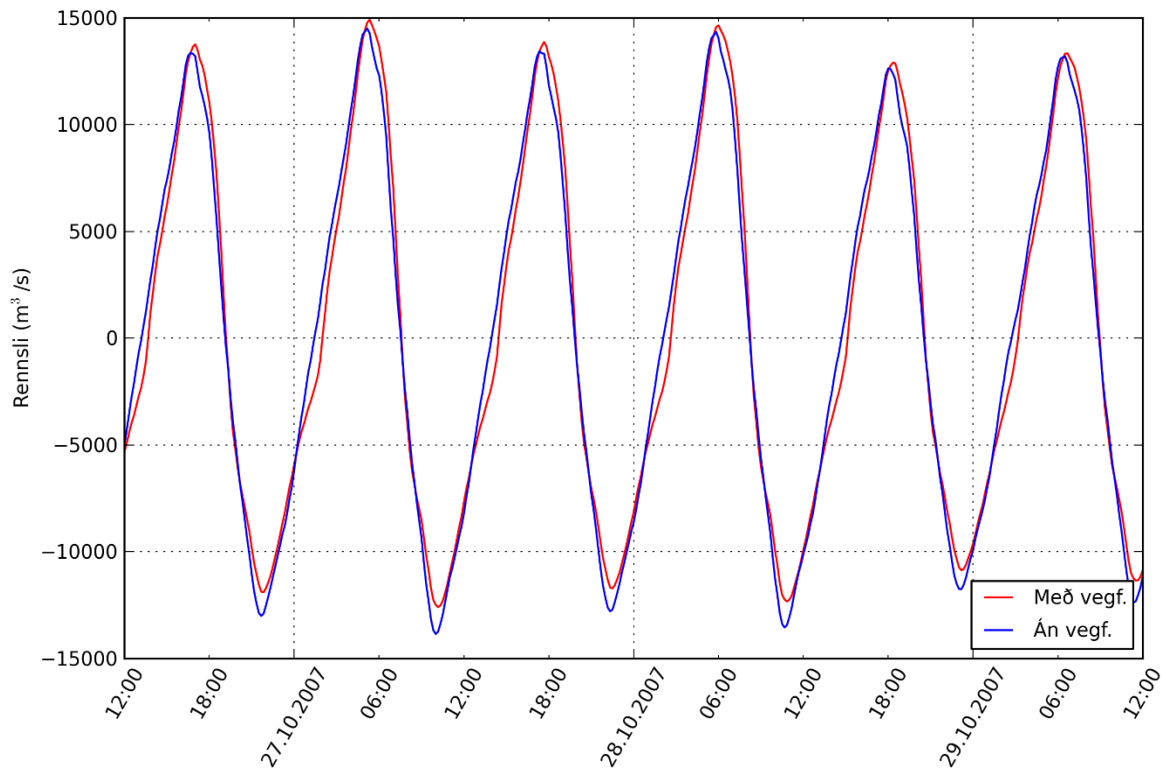
Mynd 6. Samanburður reiknaðrar og mældrar sjávarhæðar í HVM18 í Þorskafirði.



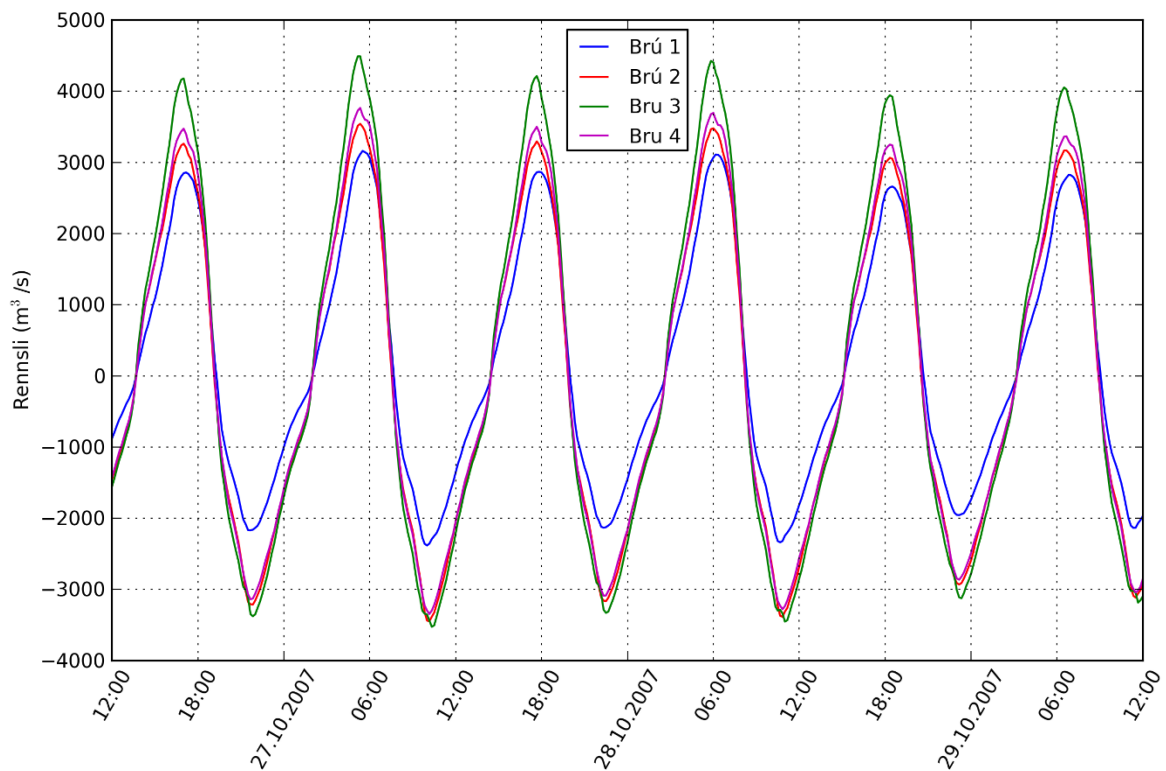
Mynd 7. Samanburður reiknaðrar og mældrar sjávarhæðar í HVM19 í Djúpafirði.



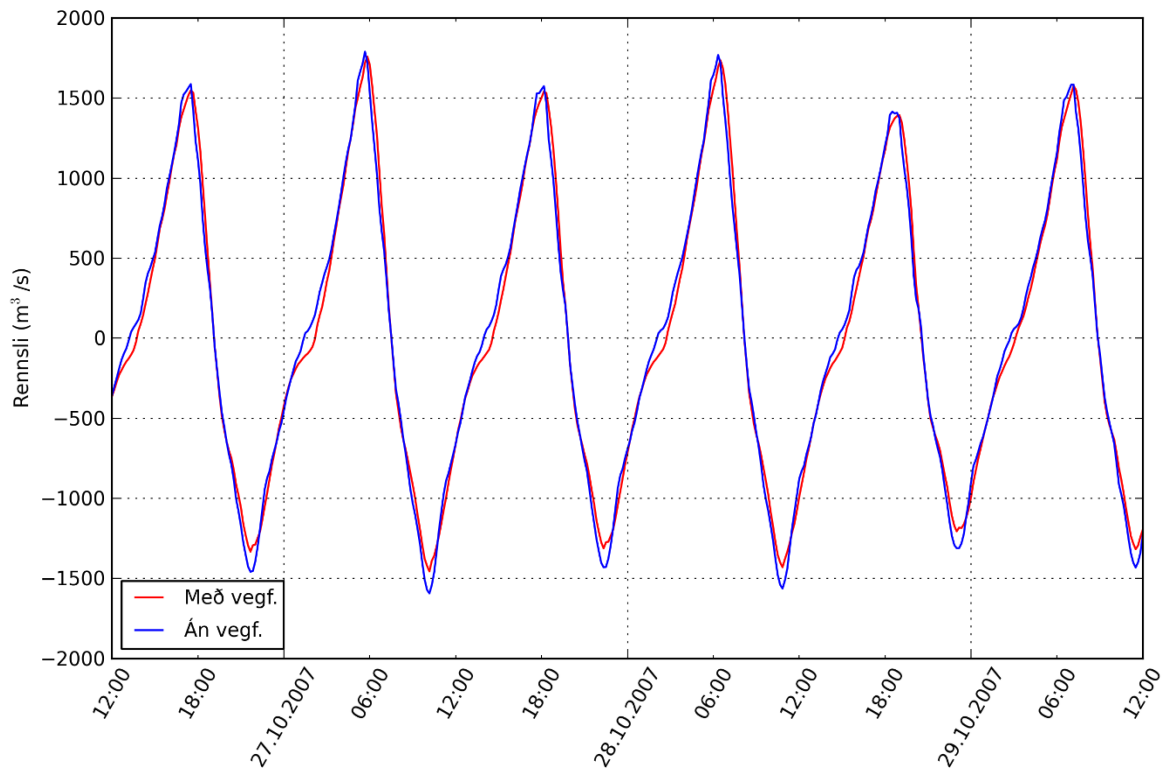
Mynd 8. Samanburður reiknaðrar og mældrar sjávarhæðar í HVM20 í Gufufirði.



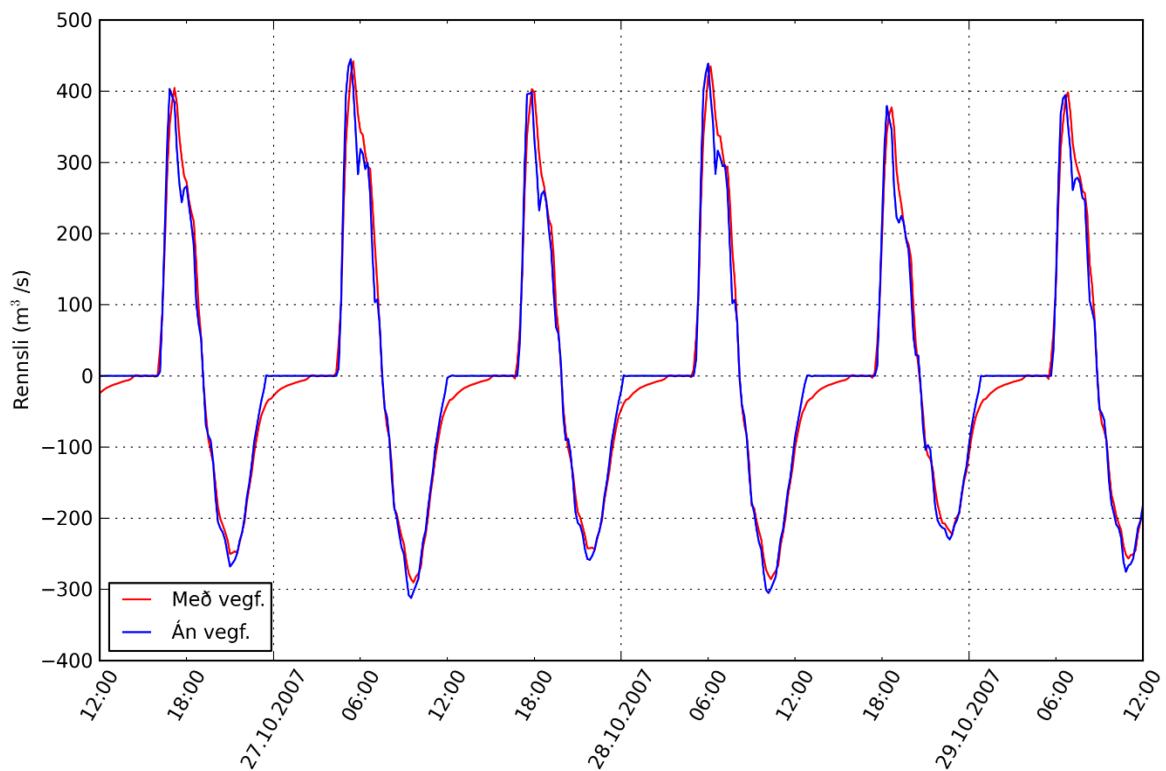
Mynd 9. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar fyrir leið A1.



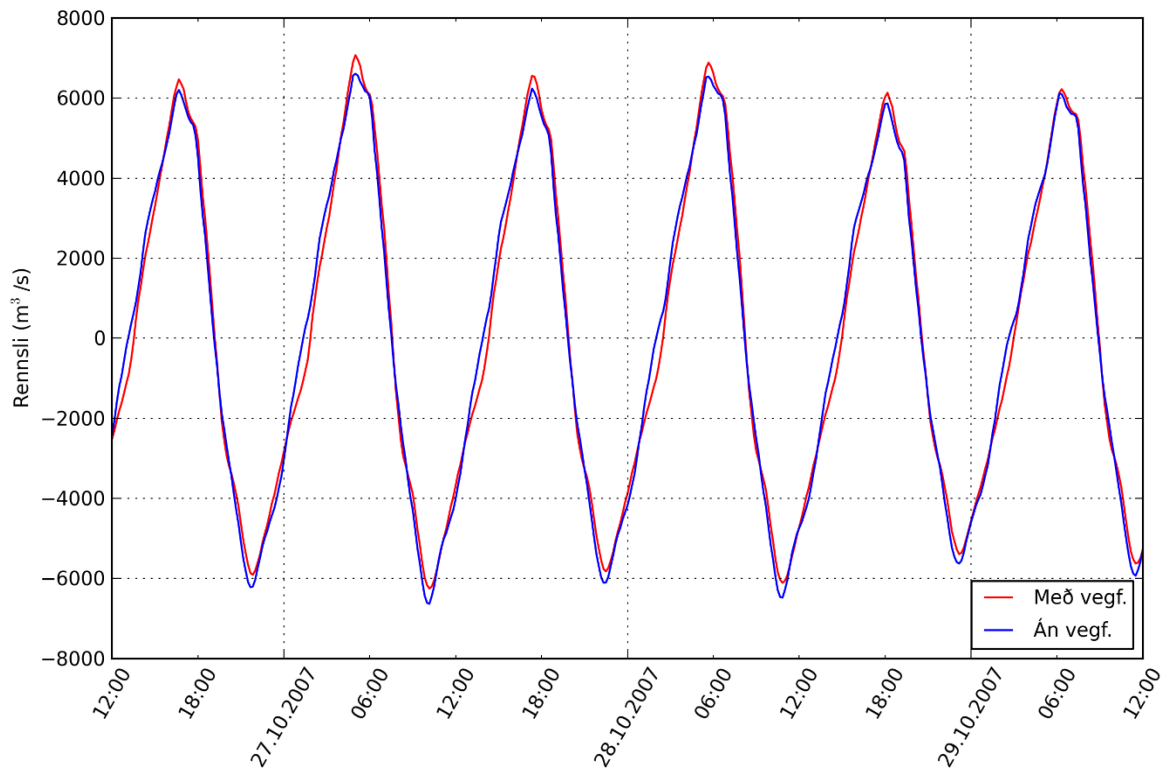
Mynd 10. Samanburður reiknaðs rennslis um hverja brú fyrir sig á leið A1. Brýr eru númeraðar frá norðri til suðurs.



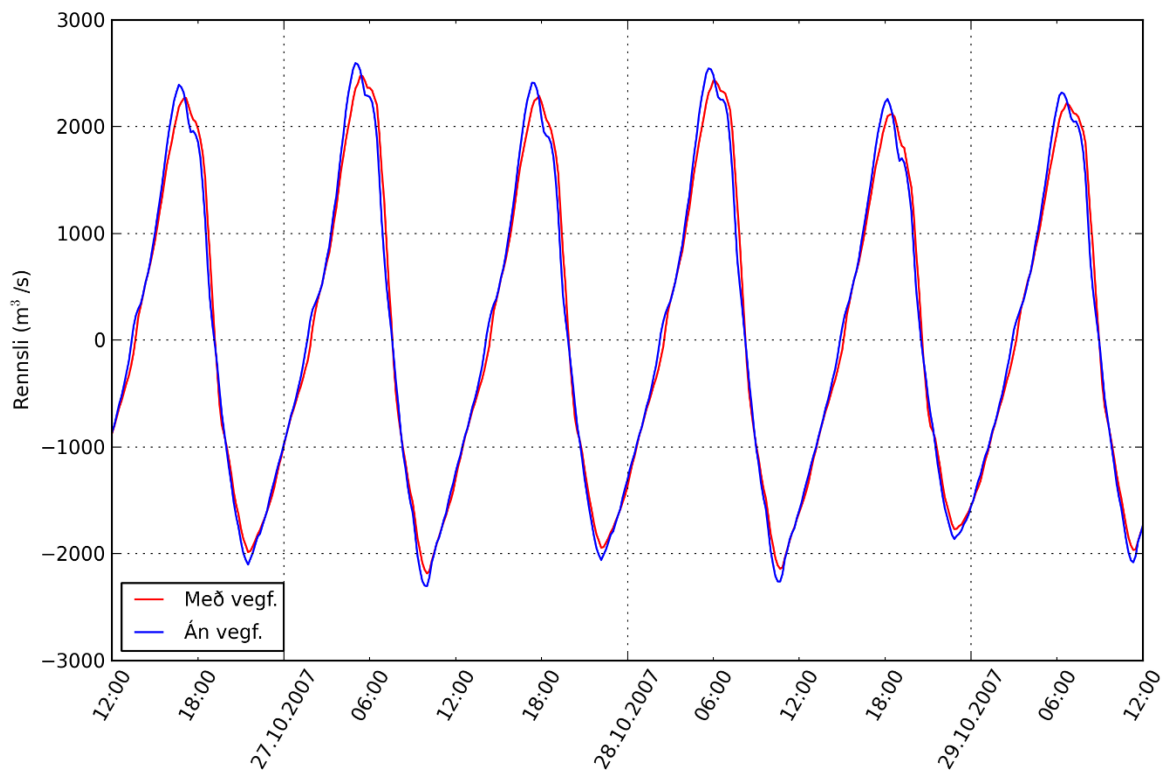
Mynd 11. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Þorskafríði fyrir leið D2.



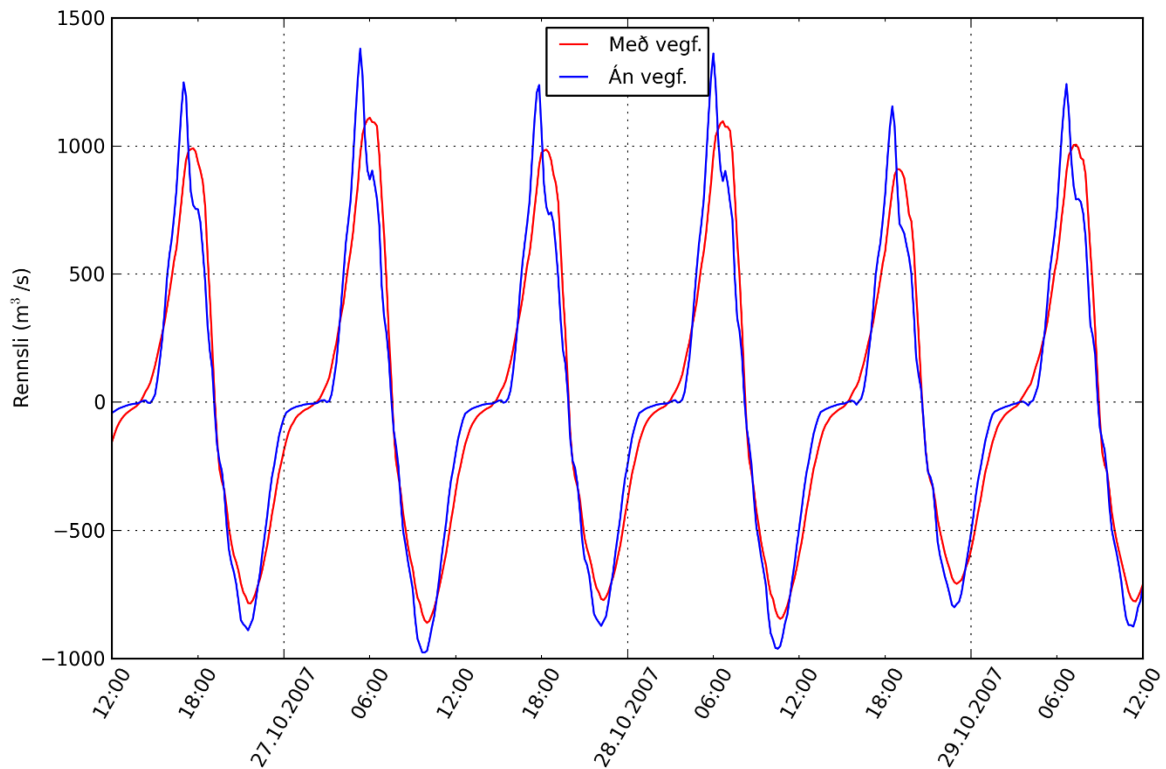
Mynd 12. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Gufufirði fyrir leið D2.



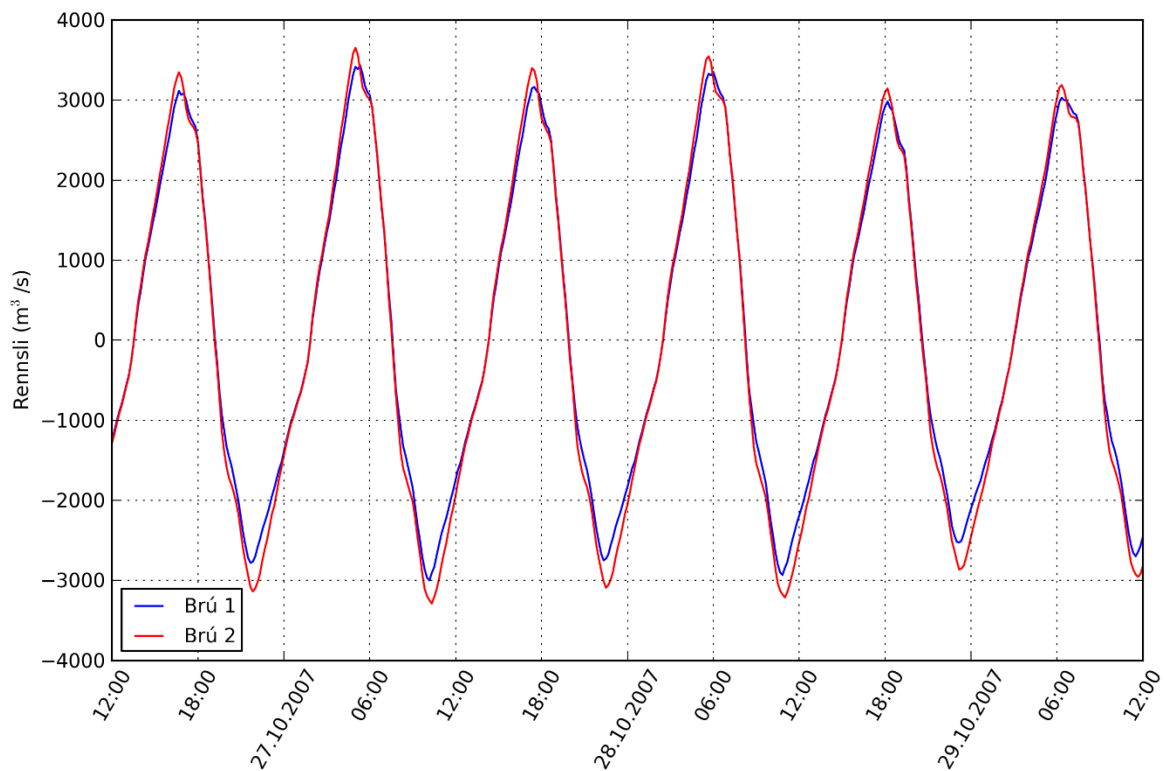
Mynd 13. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Þorskafríði fyrir leið I.



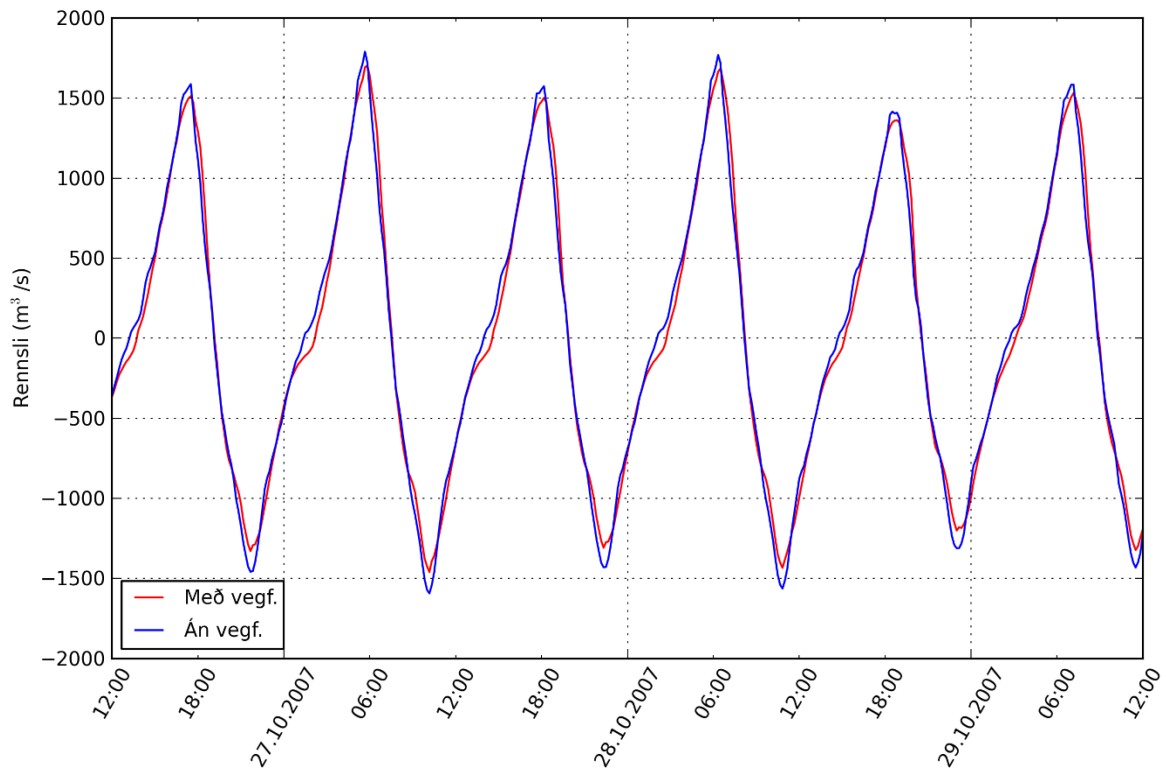
Mynd 14. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Djúpafirði fyrir leið I.



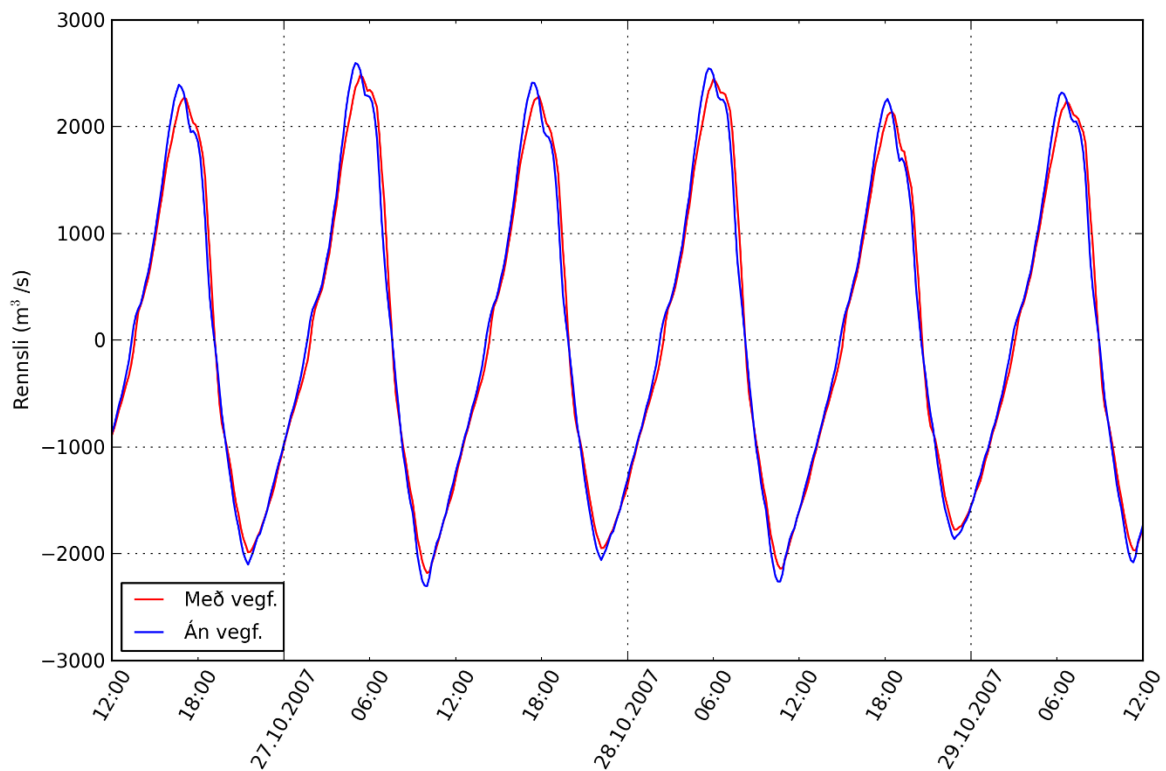
Mynd 15. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Gufufirði fyrir leið I.



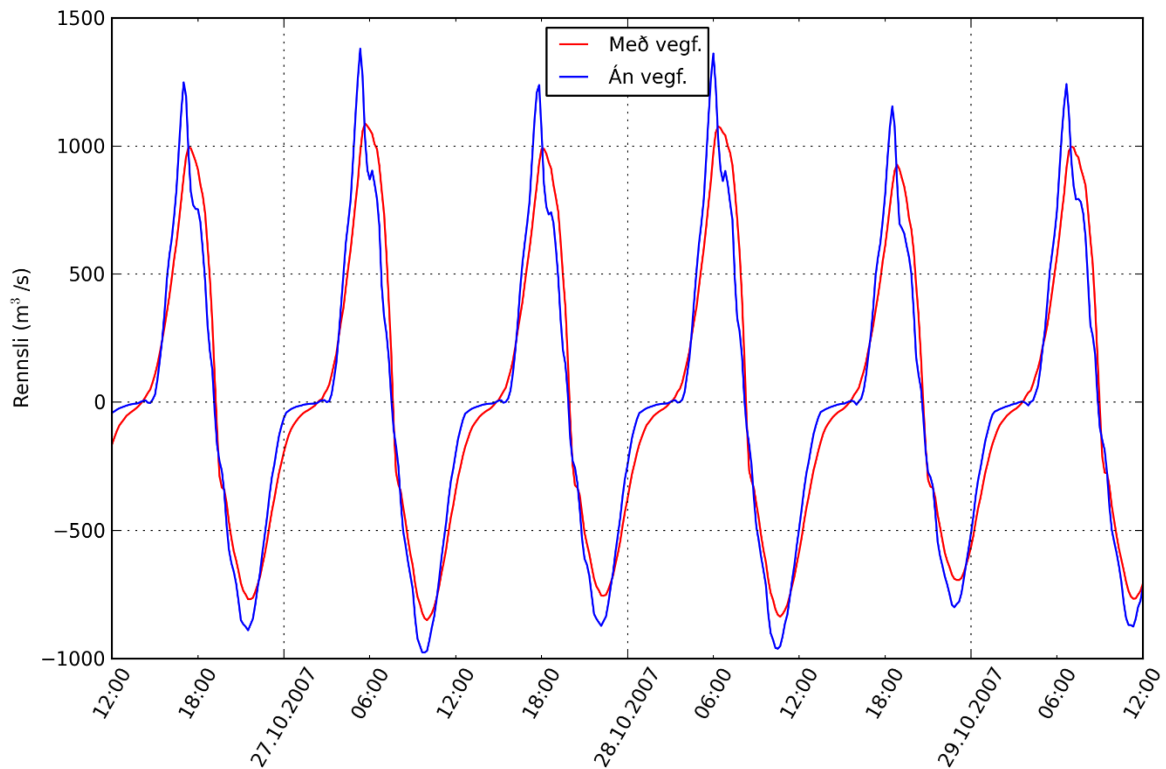
Mynd 16. Samanburður reiknaðs rennslis um hvora brú fyrir sig fyrir í vegfyllingu í Þorskafríði á leið I. Brýr eru númeraðar frá norðri til suðurs.



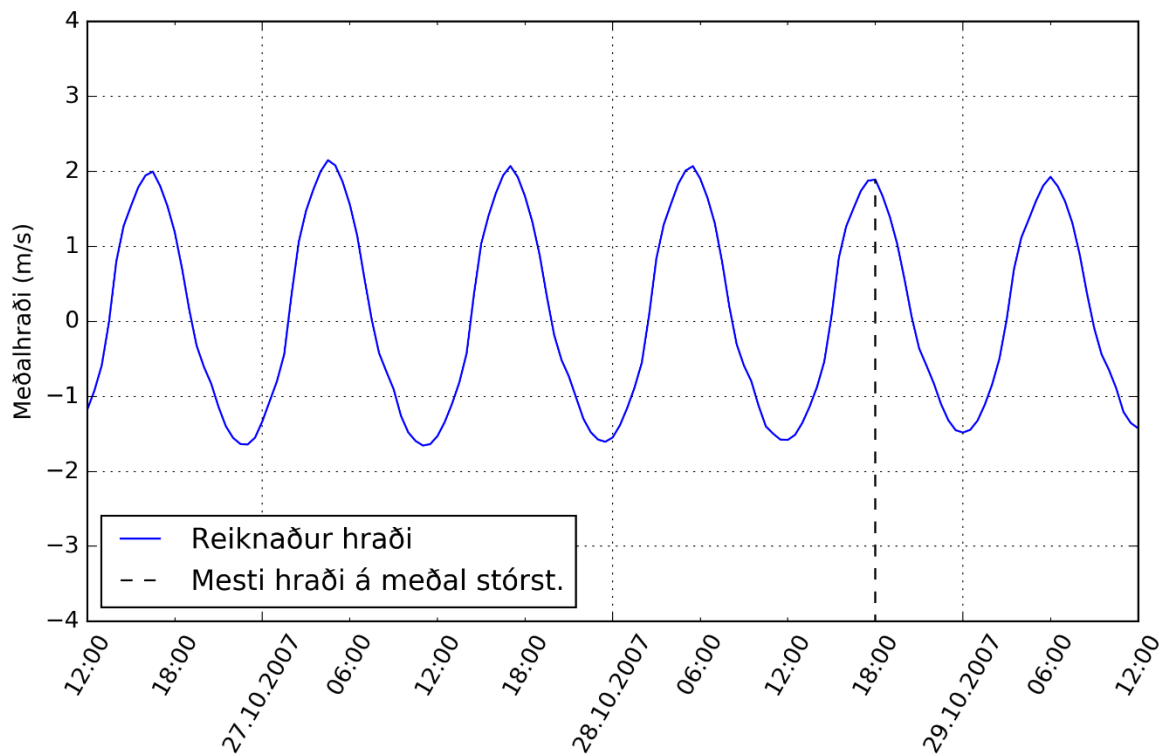
Mynd 17. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Þorskafirði fyrir leið Þ-H.



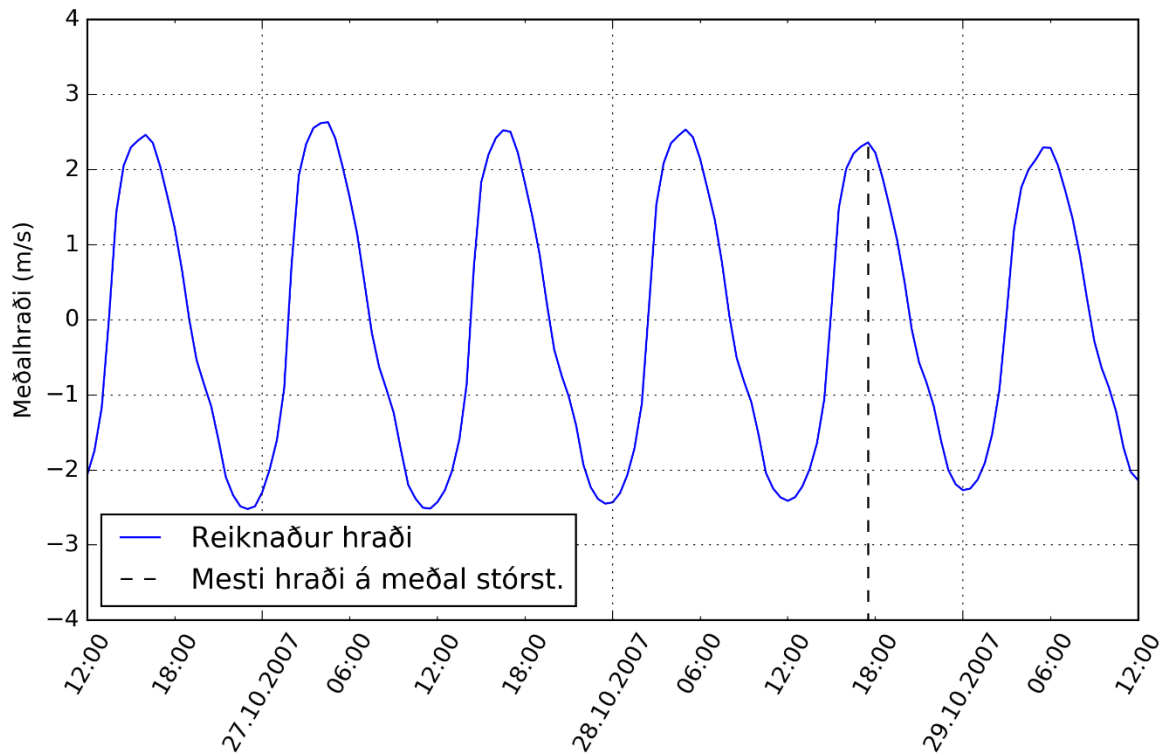
Mynd 18. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Djúpafirði fyrir leið Þ-H.



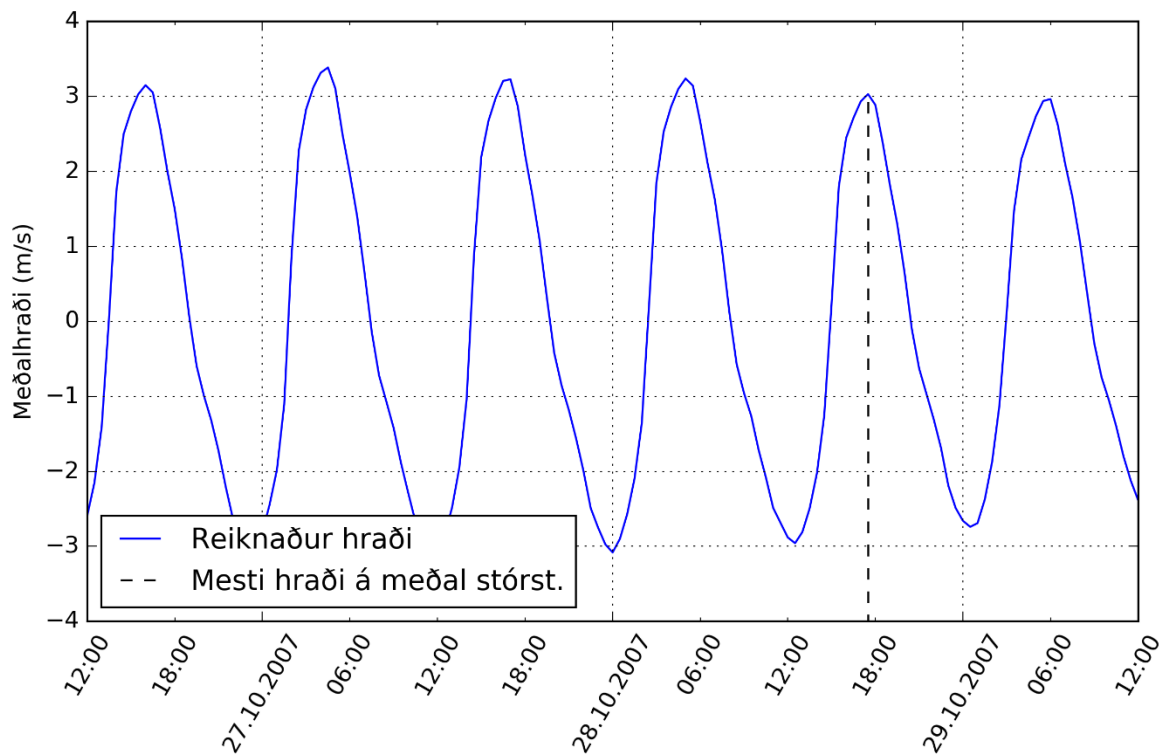
Mynd 19. Samanburður reiknaðs rennslis með og án vegfyllingar í Gufufirði fyrir leið Þ-H.



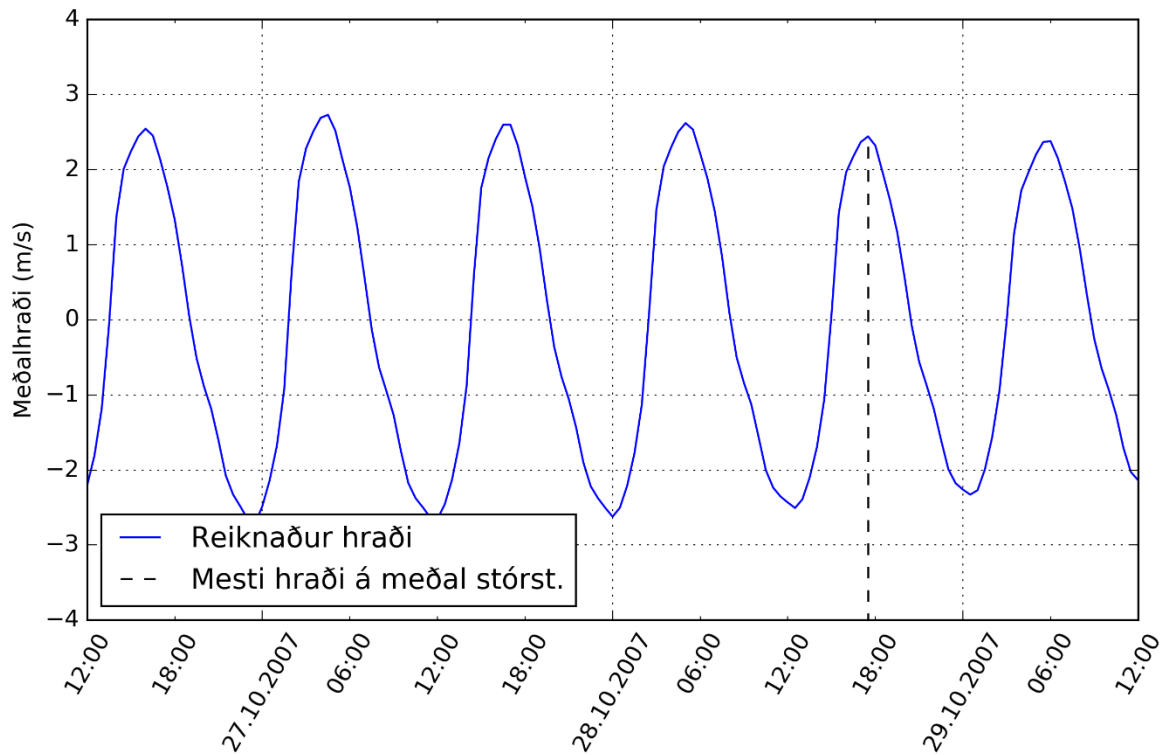
Mynd 20. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 1 (nyrst) fyrir leið A1.



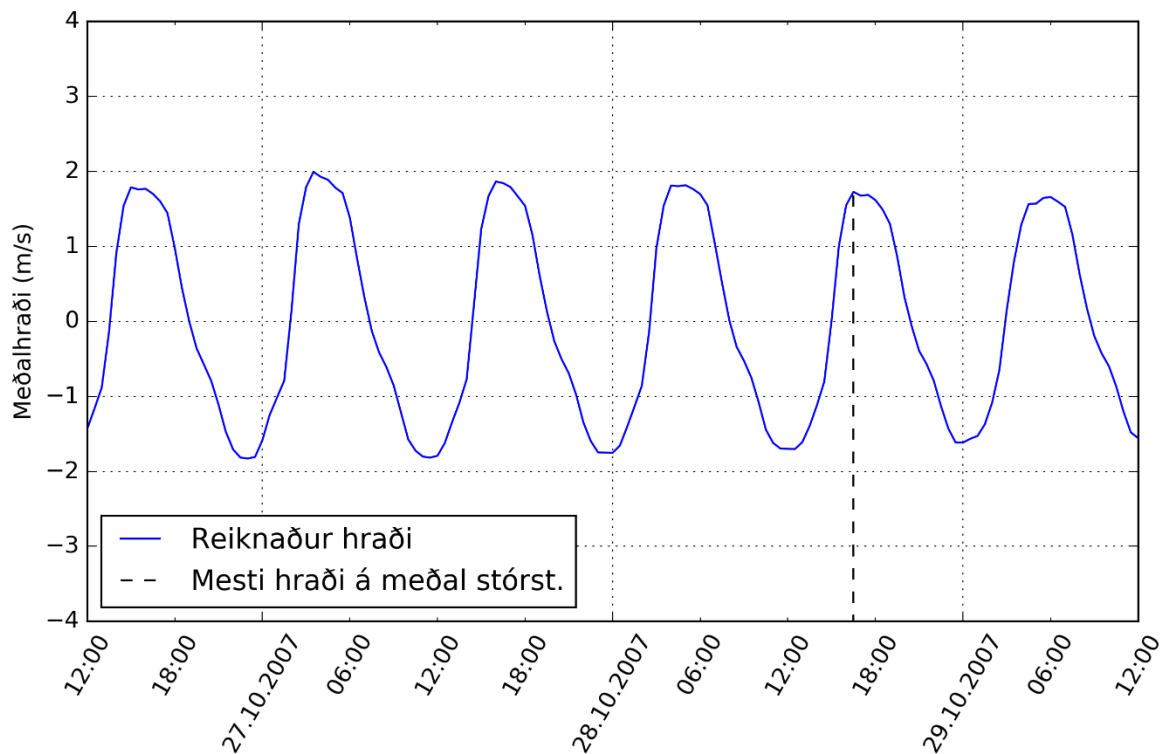
Mynd 21. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 2 fyrir leið A1.



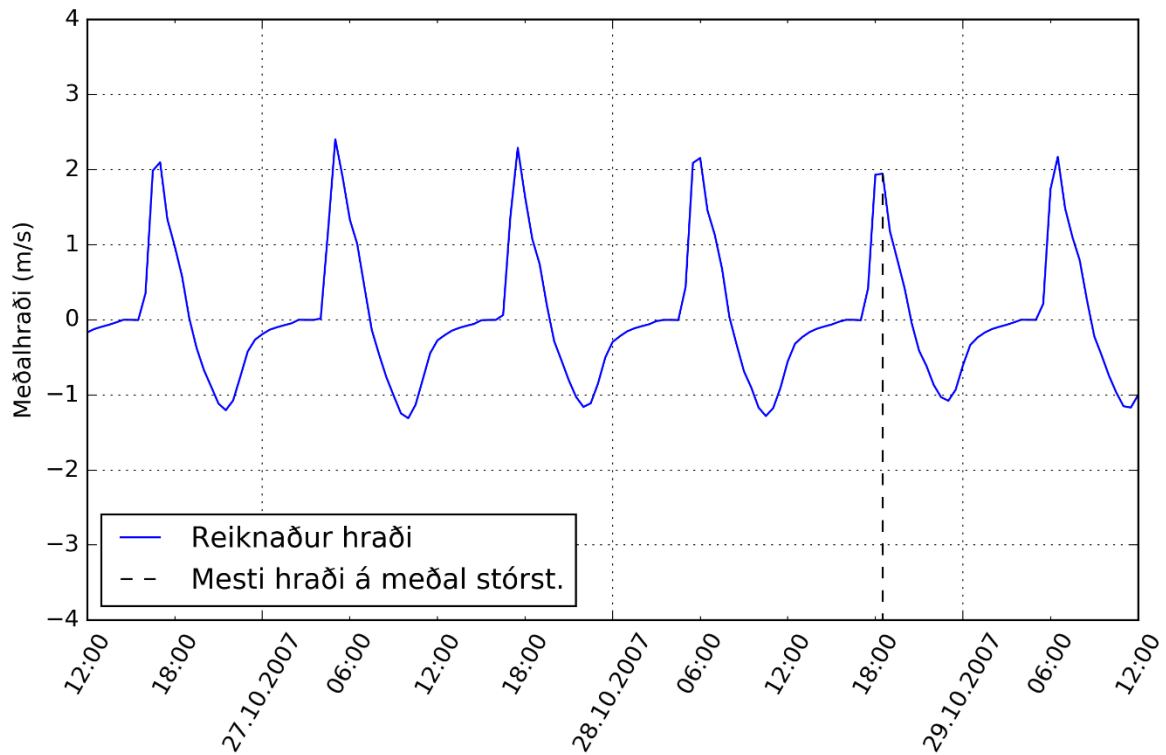
Mynd 22. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 3 fyrir leið A1.



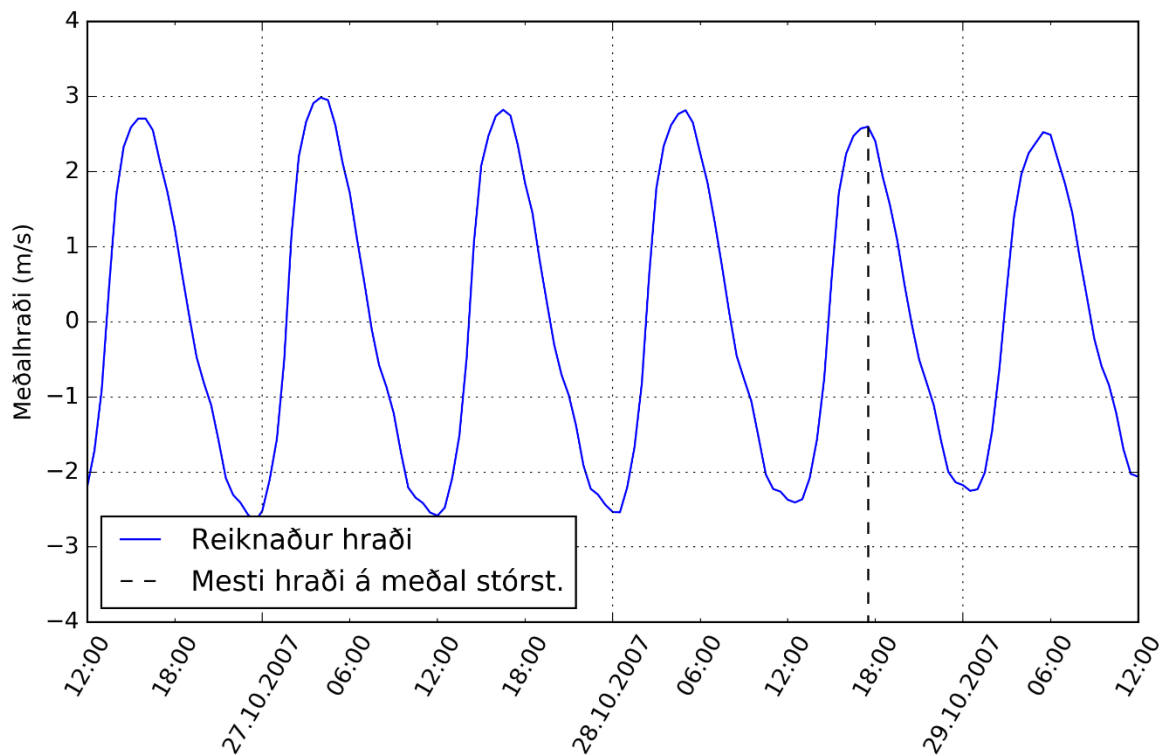
Mynd 23. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 4 (syðst) fyrir leið A1.



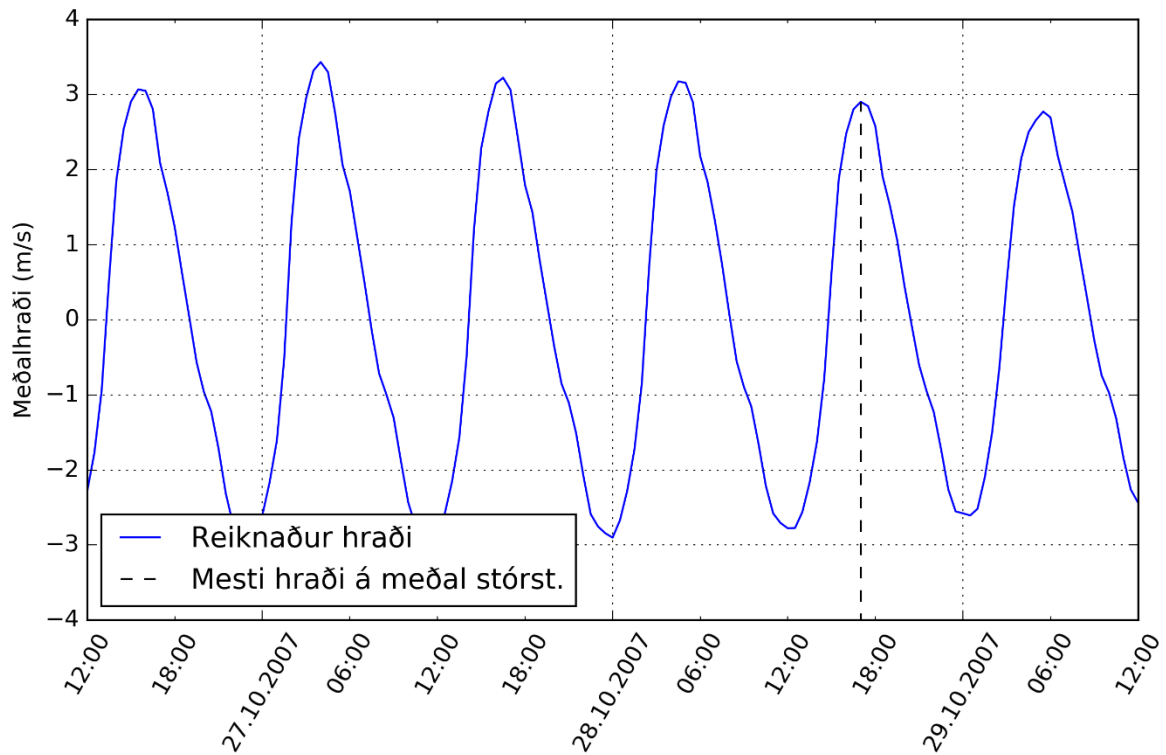
Mynd 24. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Þorskafrjörð fyrir leið D2.



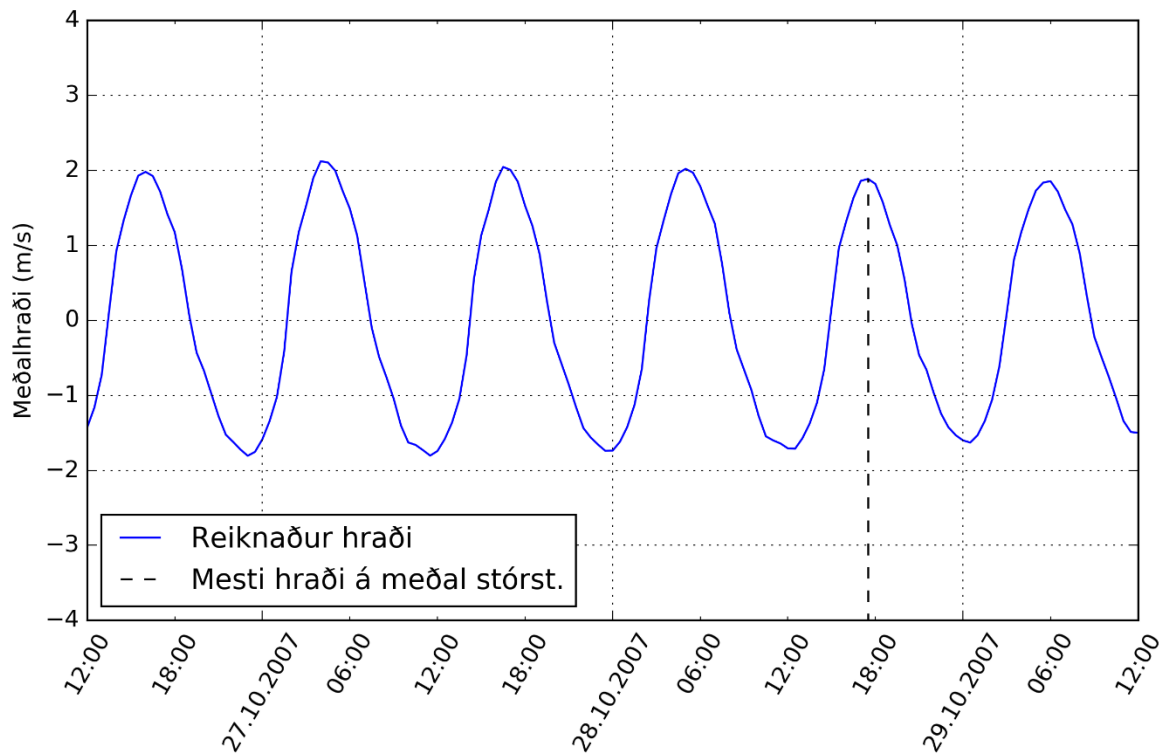
Mynd 25. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið D2.



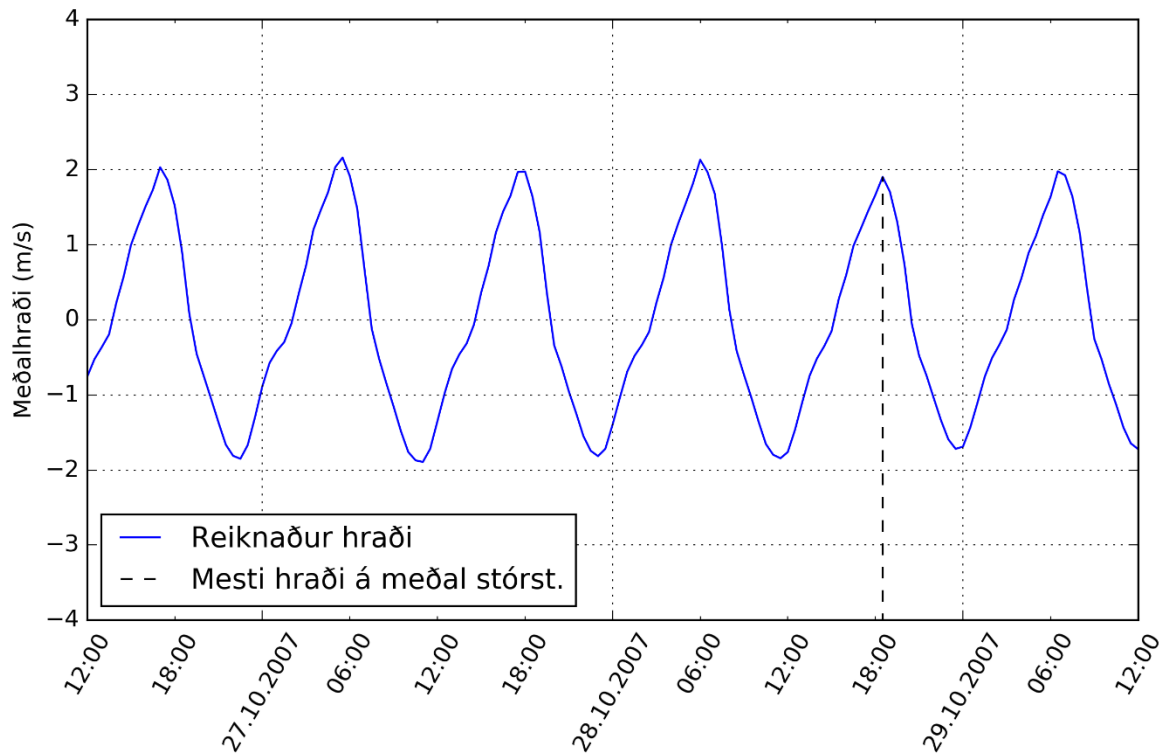
Mynd 26. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 1 í vegfyllingu yfir Þorskafjörð fyrir leið I.



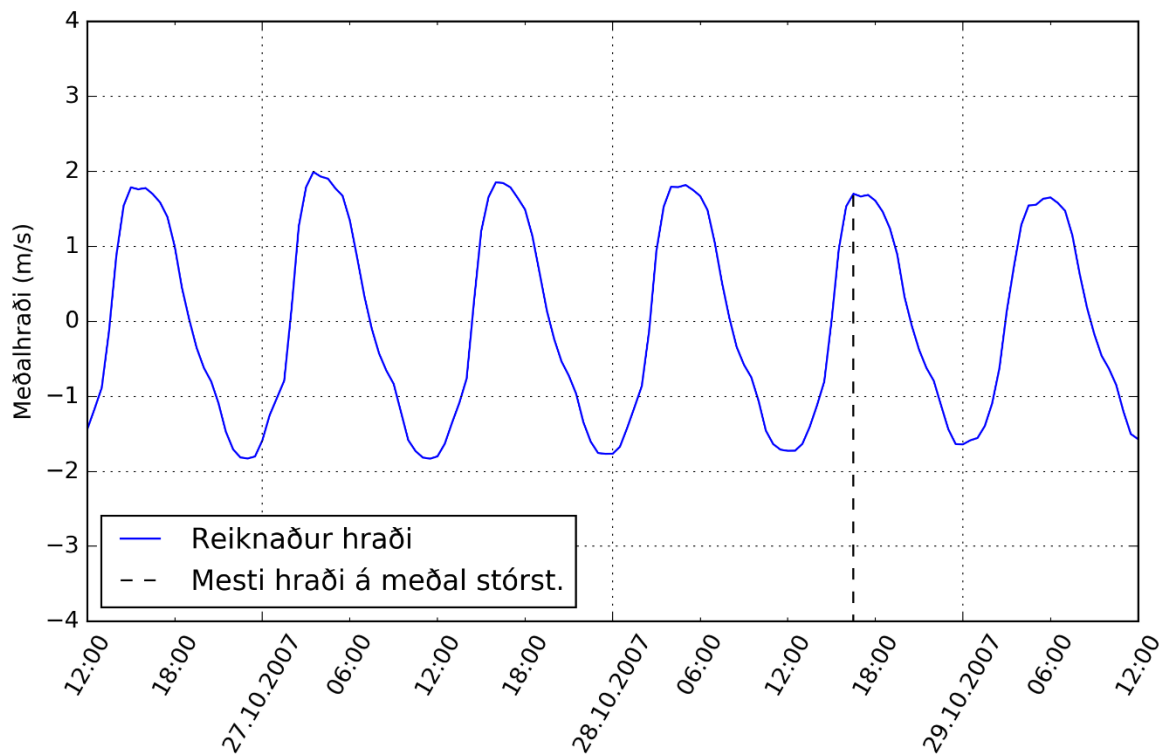
Mynd 27. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi brúar 2 í vegfyllingu yfir Þorskafjörð fyrir leið I.



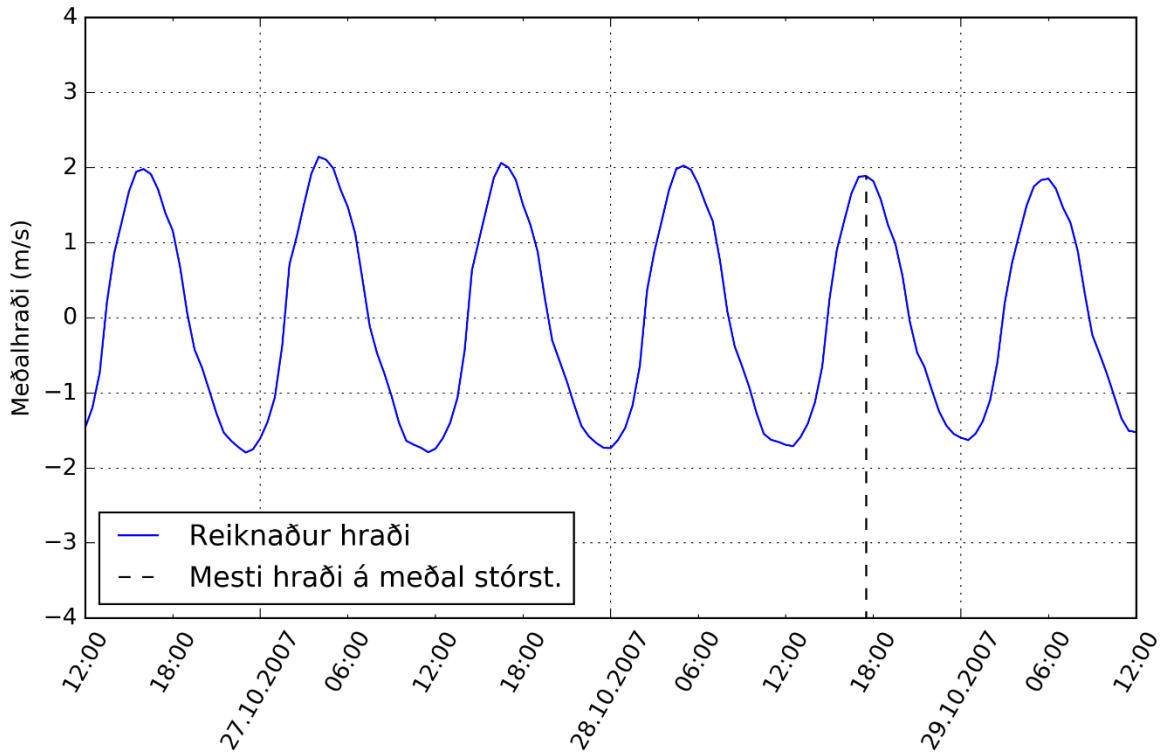
Mynd 28. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Djúpafjörð fyrir leið I.



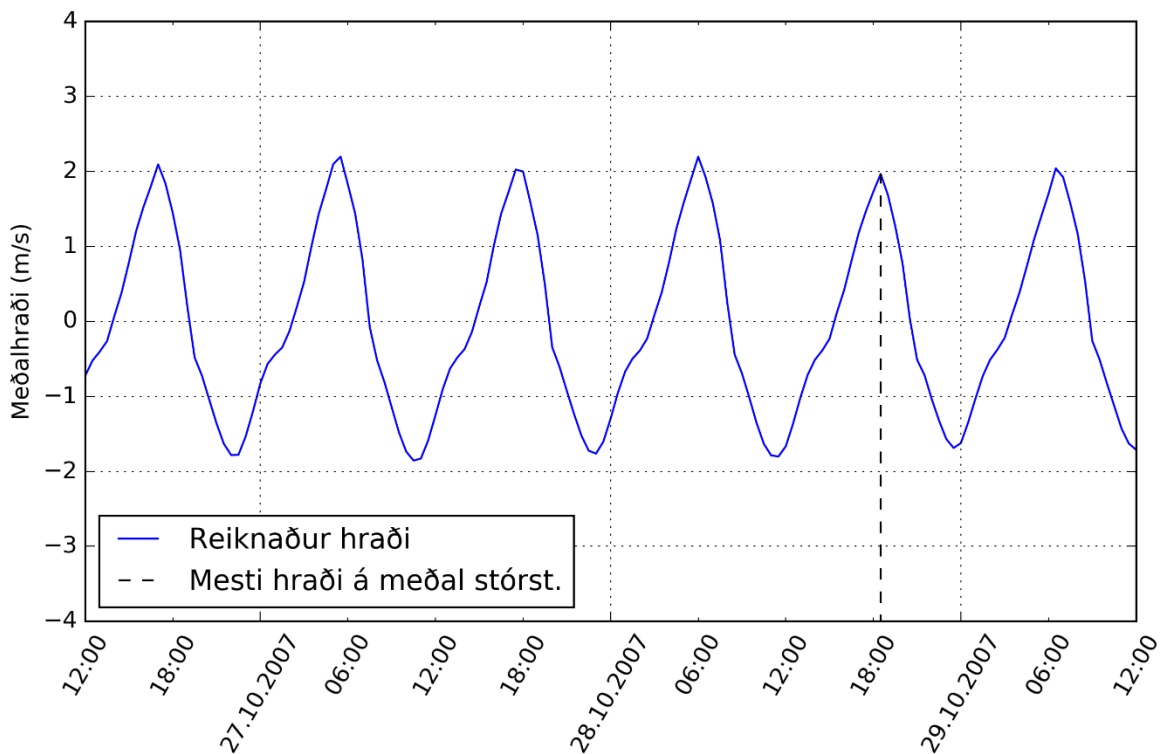
Mynd 29. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið I.



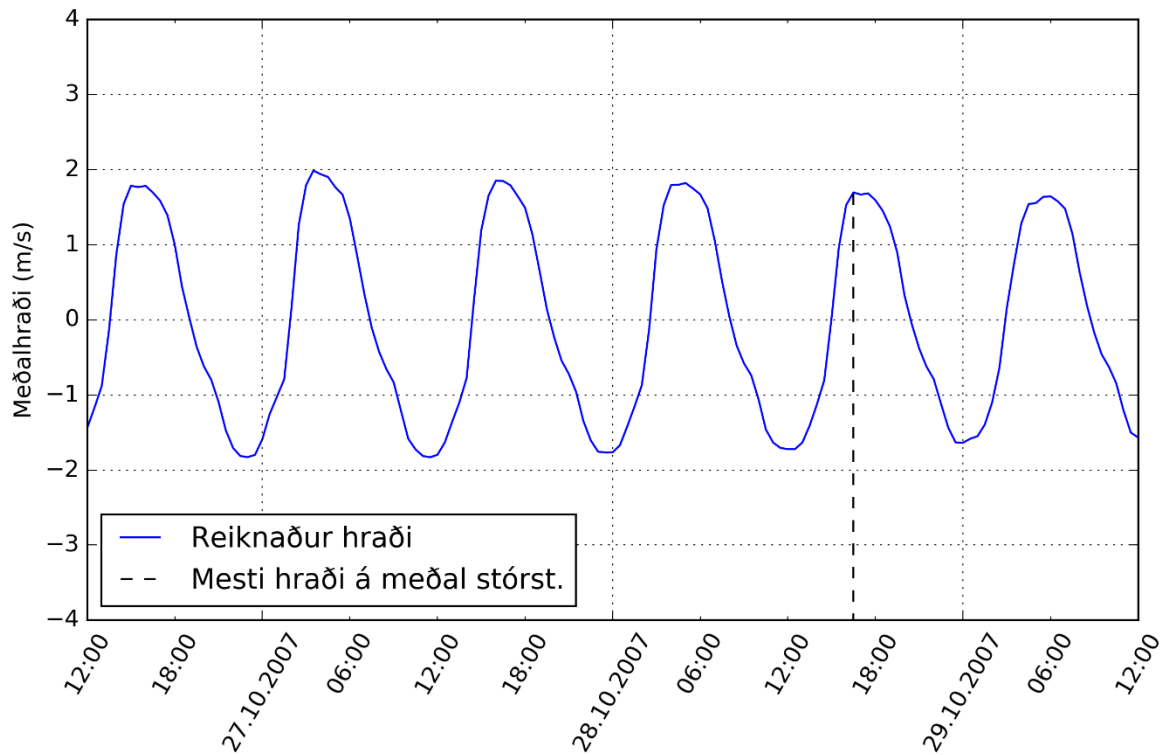
Mynd 30. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Þorskafjörð fyrir leið Þ-H.



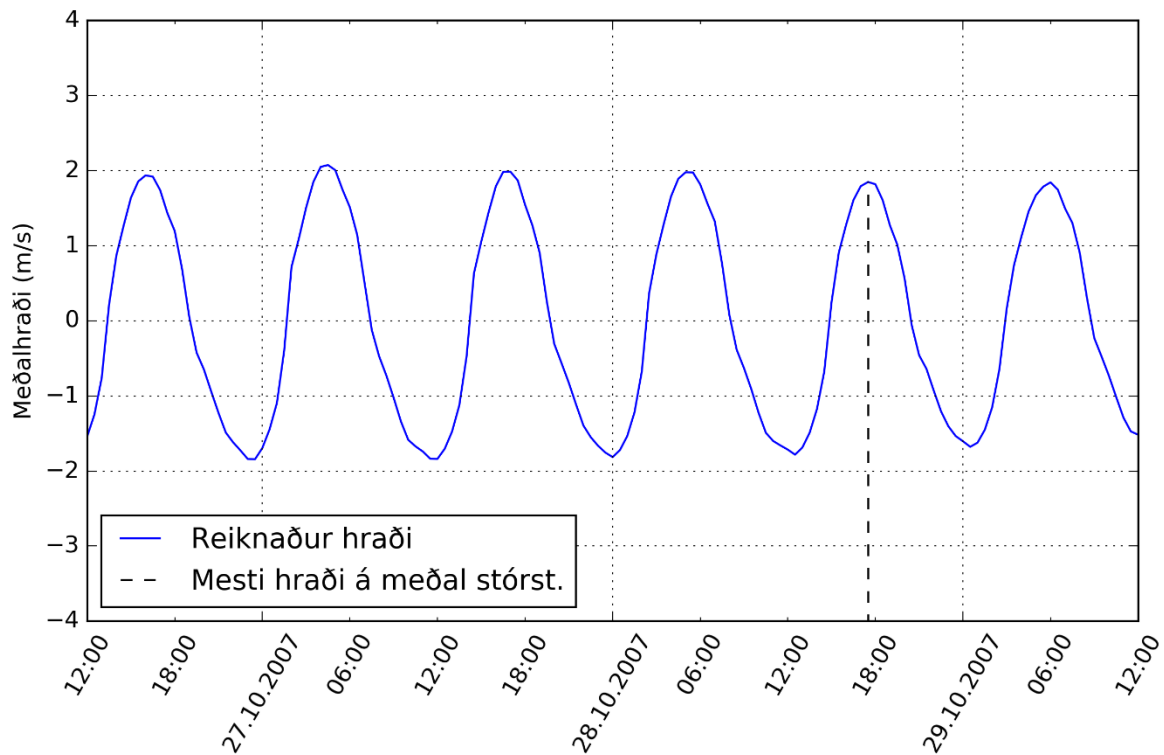
Mynd 31. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Djúpafjörð fyrir leið Þ-H.



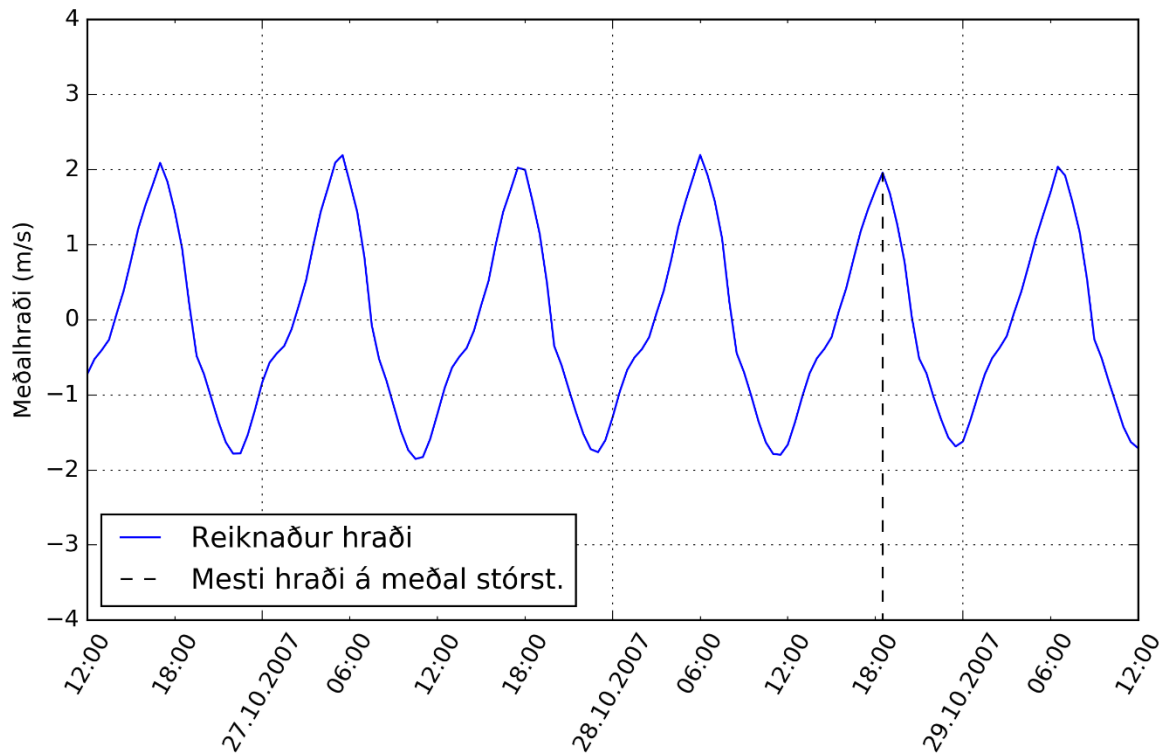
Mynd 32. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið Þ-H.



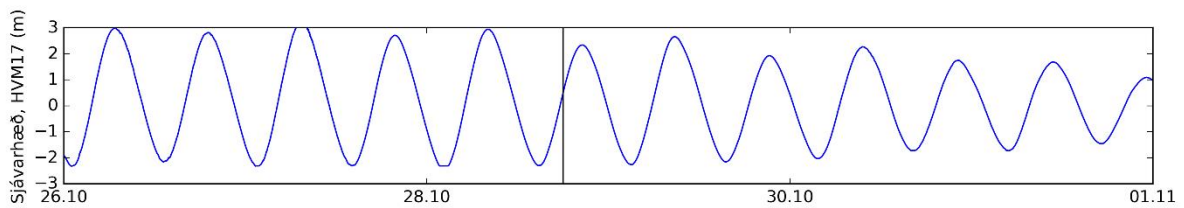
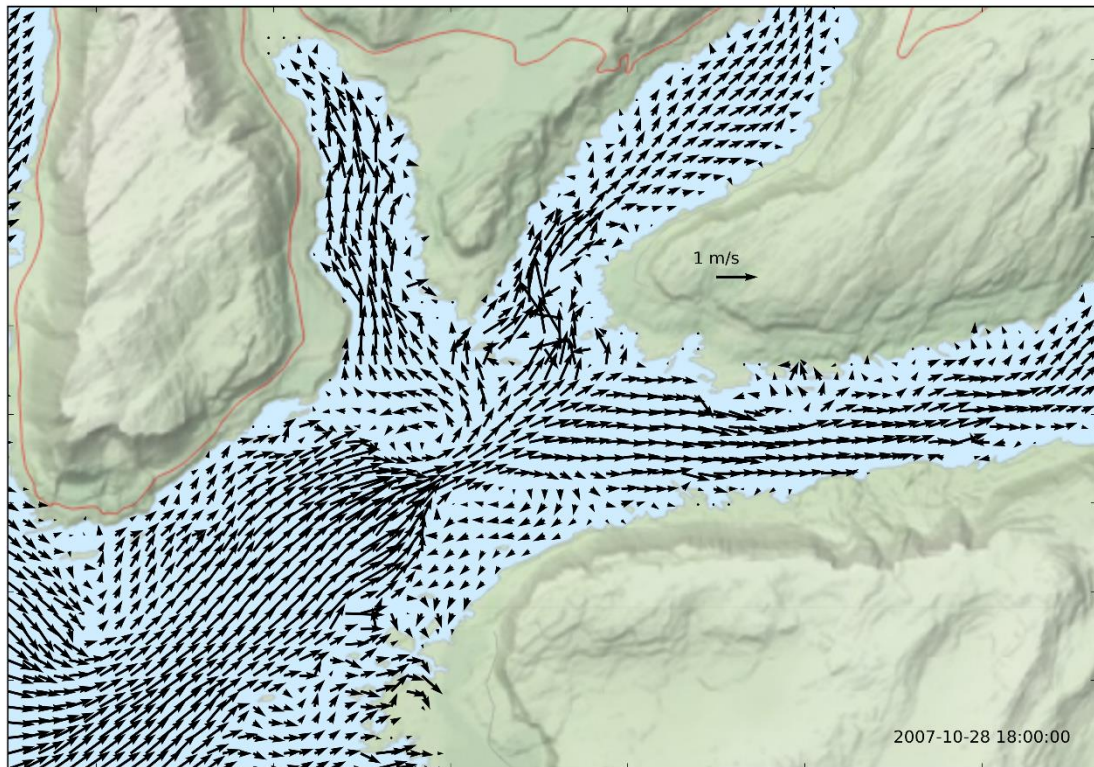
Mynd 33. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Þorskafrjörð fyrir leið Þ-H þegar sundi milli vegfyllingar og skerja í mynni Djúpafjarðar hefur verið lokað.



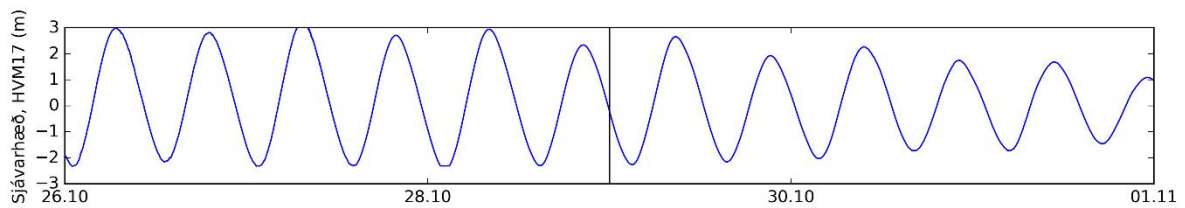
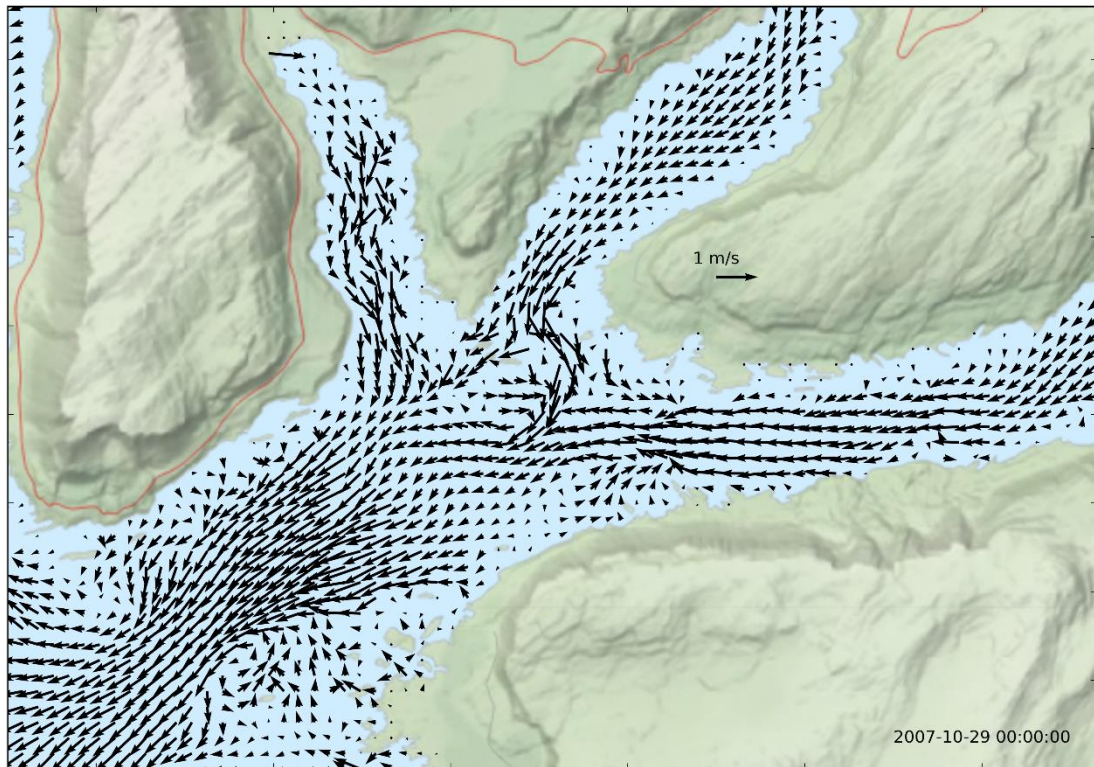
Mynd 34. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Djúpafjörð fyrir leið Þ-H þegar sundi milli vegfyllingar og skerja í mynni Djúpafjarðar hefur verið lokað.



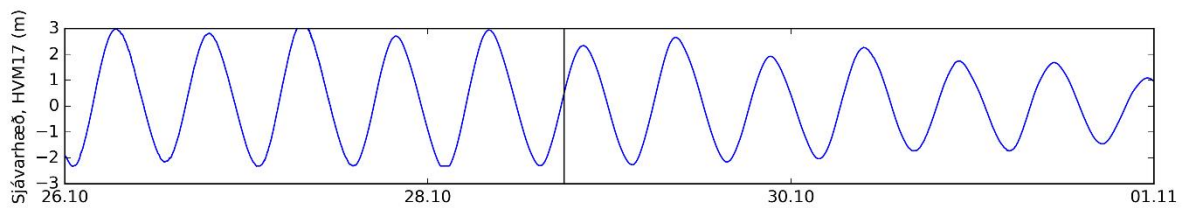
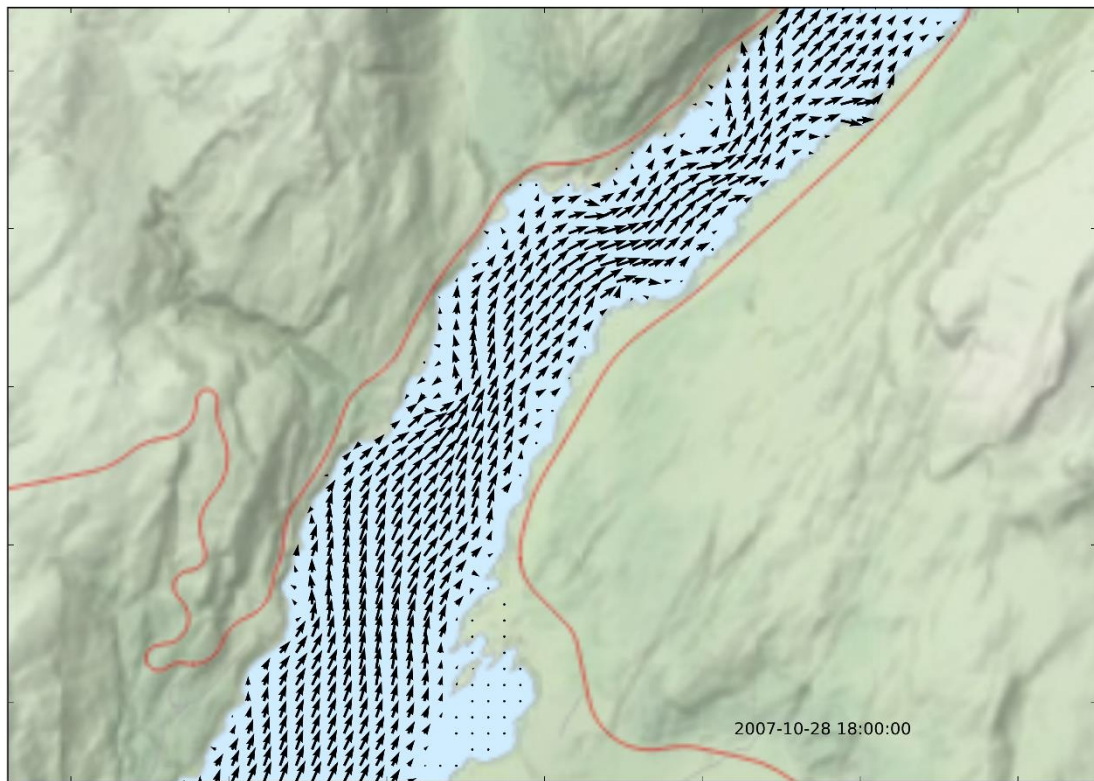
Mynd 35. Reiknaður meðalstraumhraði í brúaropi vegfyllingar yfir Gufufjörð fyrir leið Þ-H þegar sundi milli vegfyllingar og skerja í mynni Djúpafjarðar hefur verið lokað.



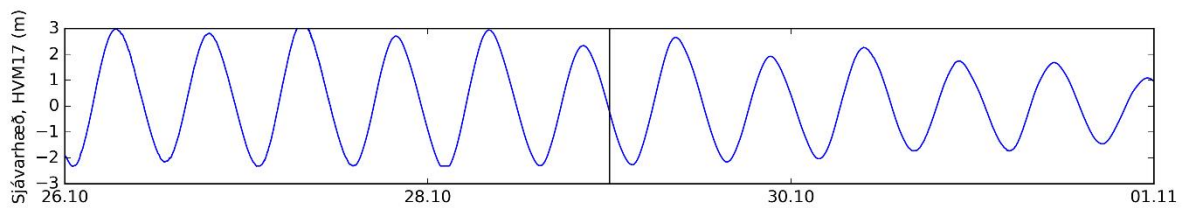
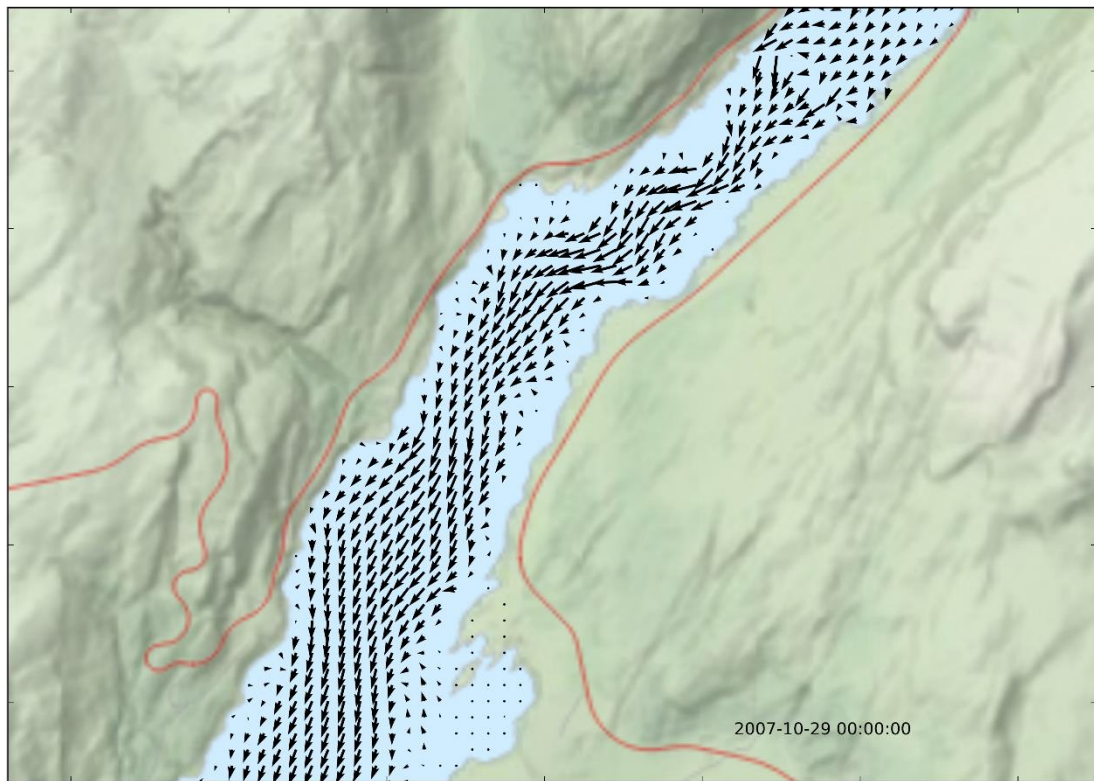
Mynd 36. Straumstefna og -hraði án þverana á aðfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



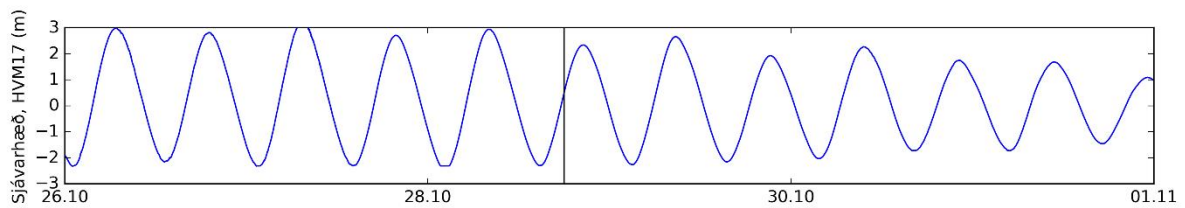
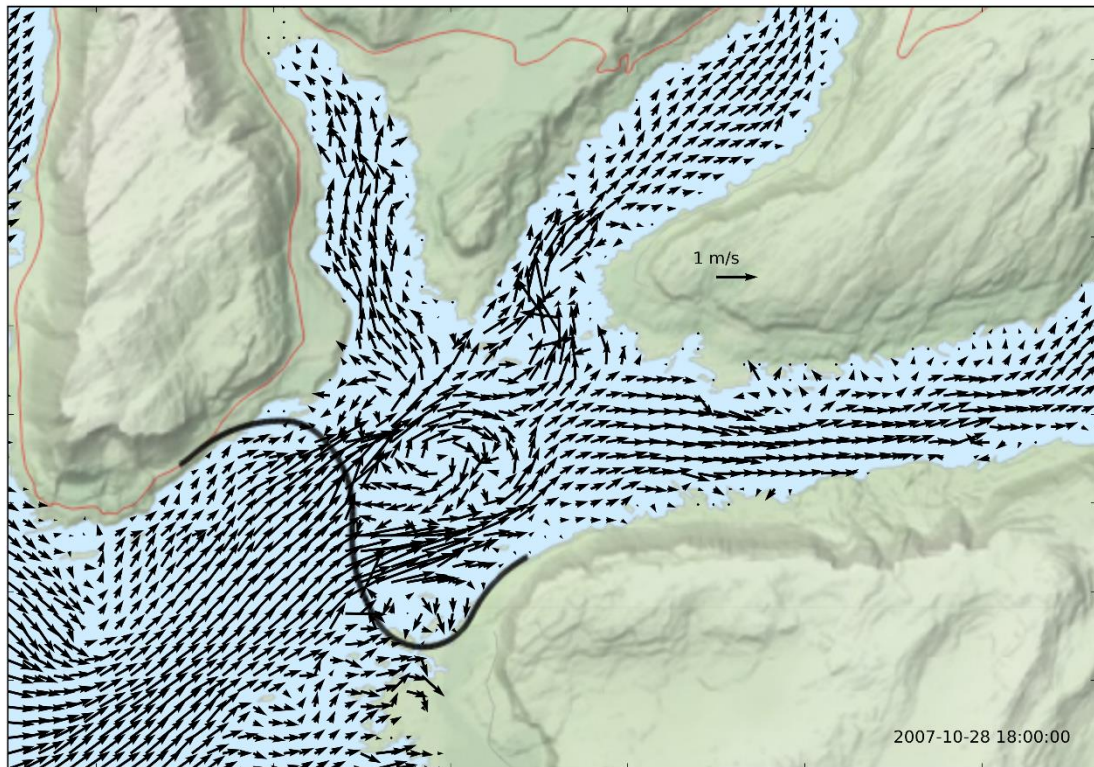
Mynd 37. Straumstefna og -hraði án þverana á útfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



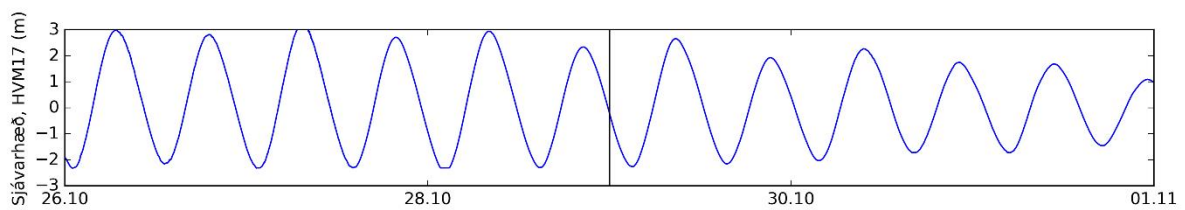
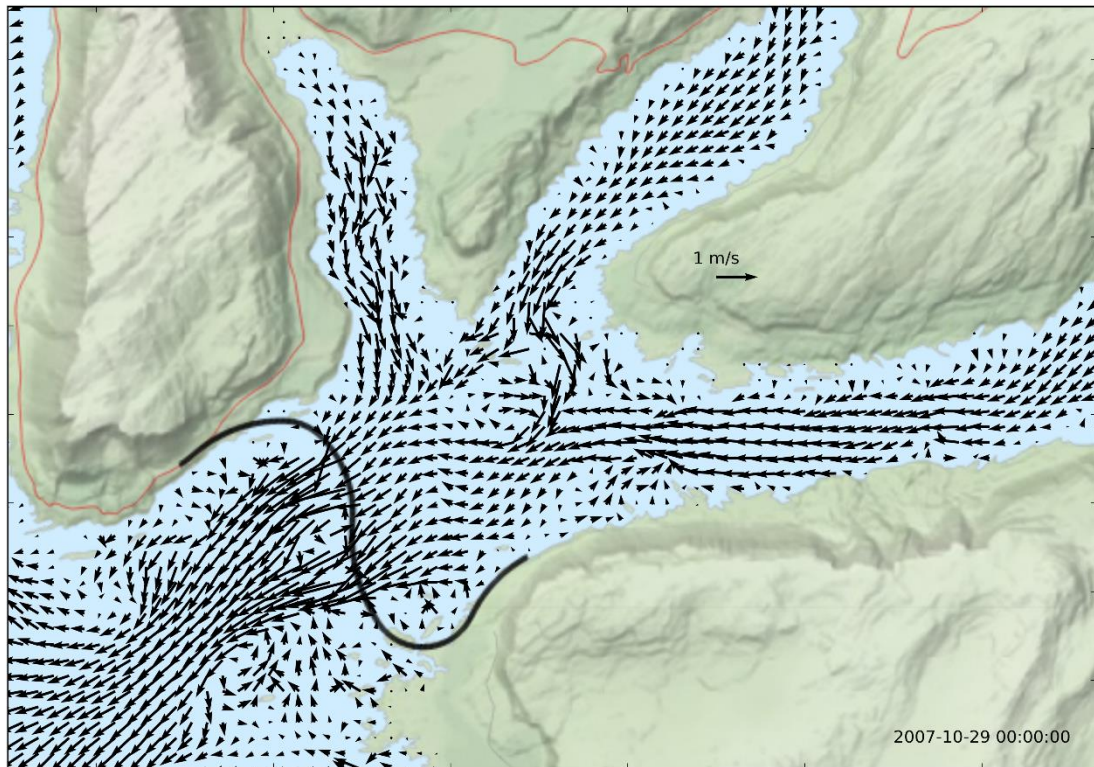
Mynd 38. Straumstefna og -hraði án þverana á aðfalli innst í Þorskafirði. Lengd straumörva fylgir kvadratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



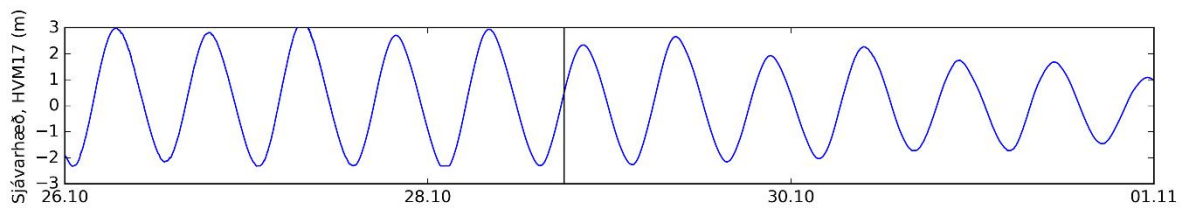
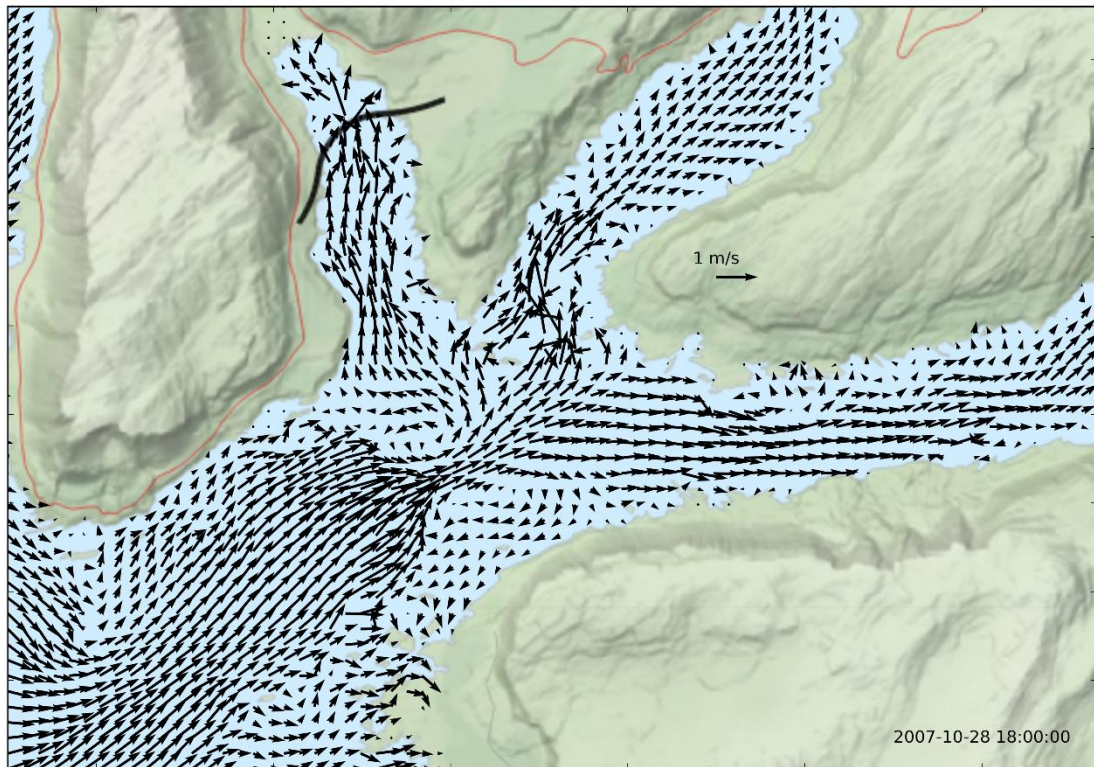
Mynd 39. Straumstefna og -hraði án þverana á útfalli innst í Þorskafirði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



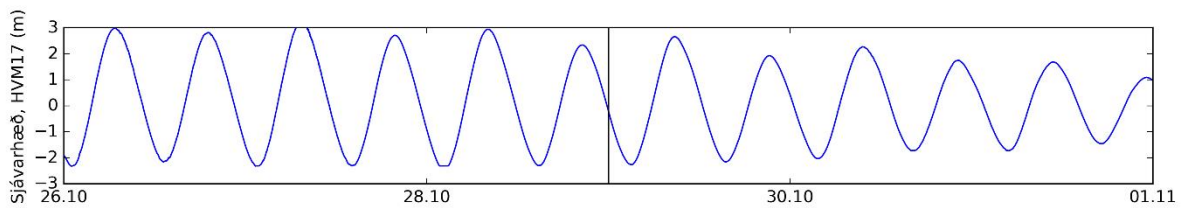
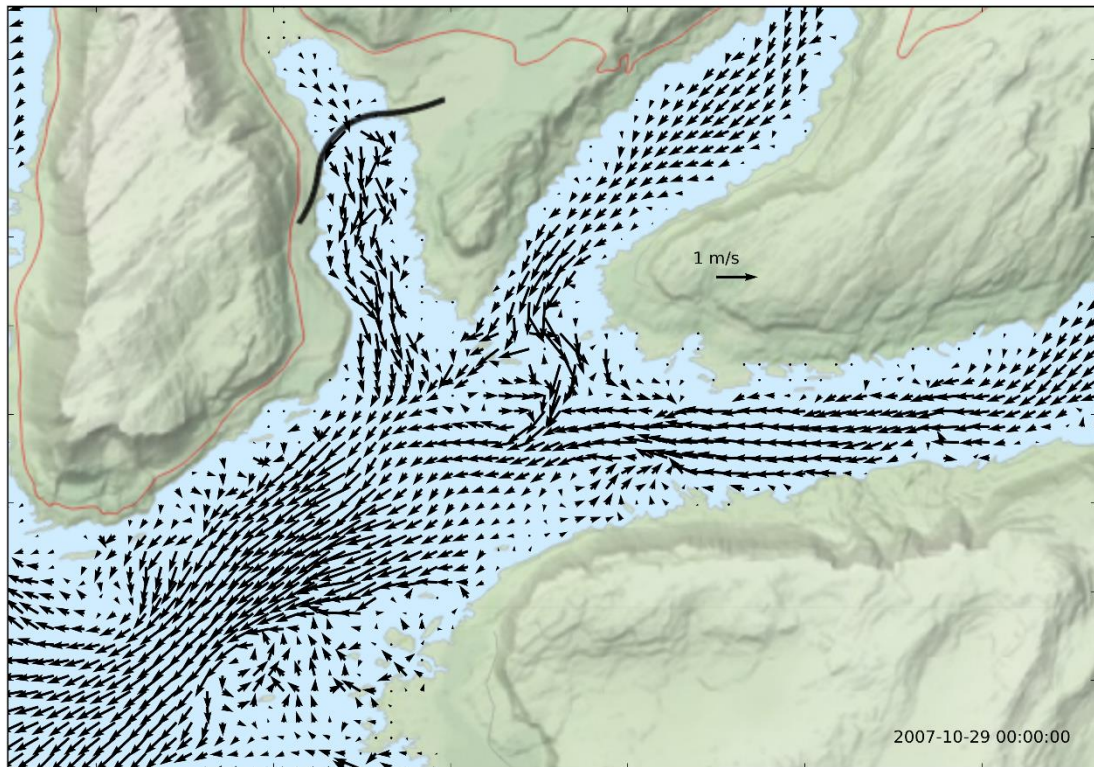
Mynd 40. Straumstefna og -hraði fyrir leið A1 á aðfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



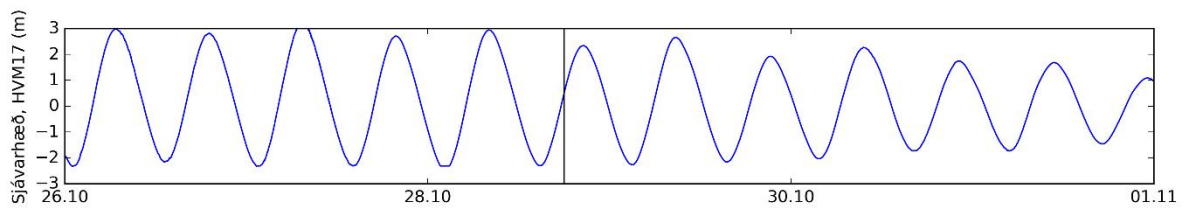
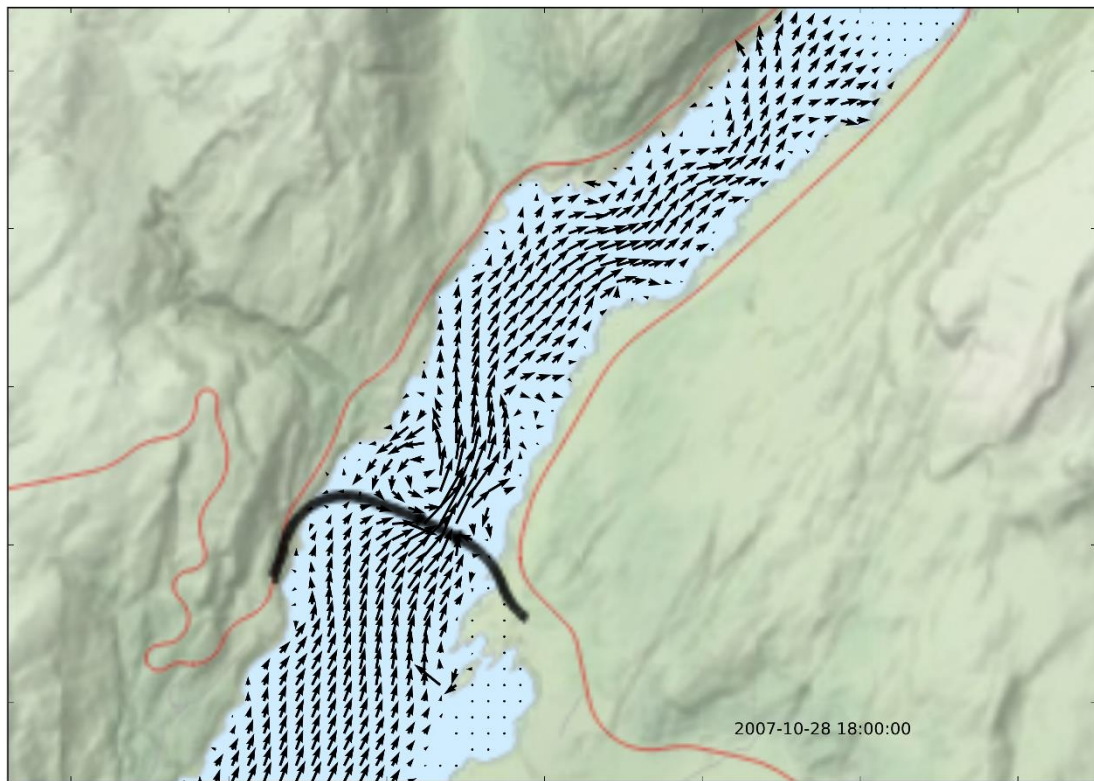
Mynd 41. Straumstefna og -hraði fyrir leið A1 á útfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



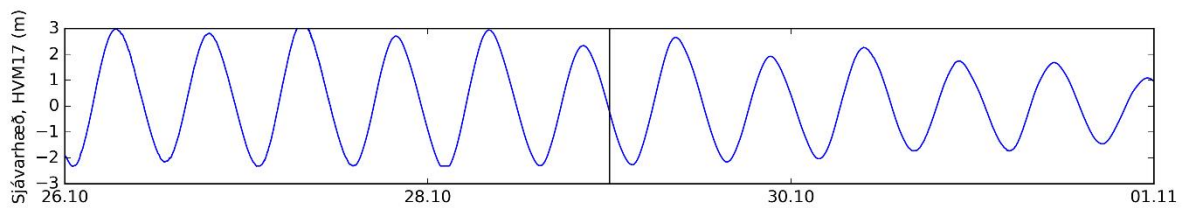
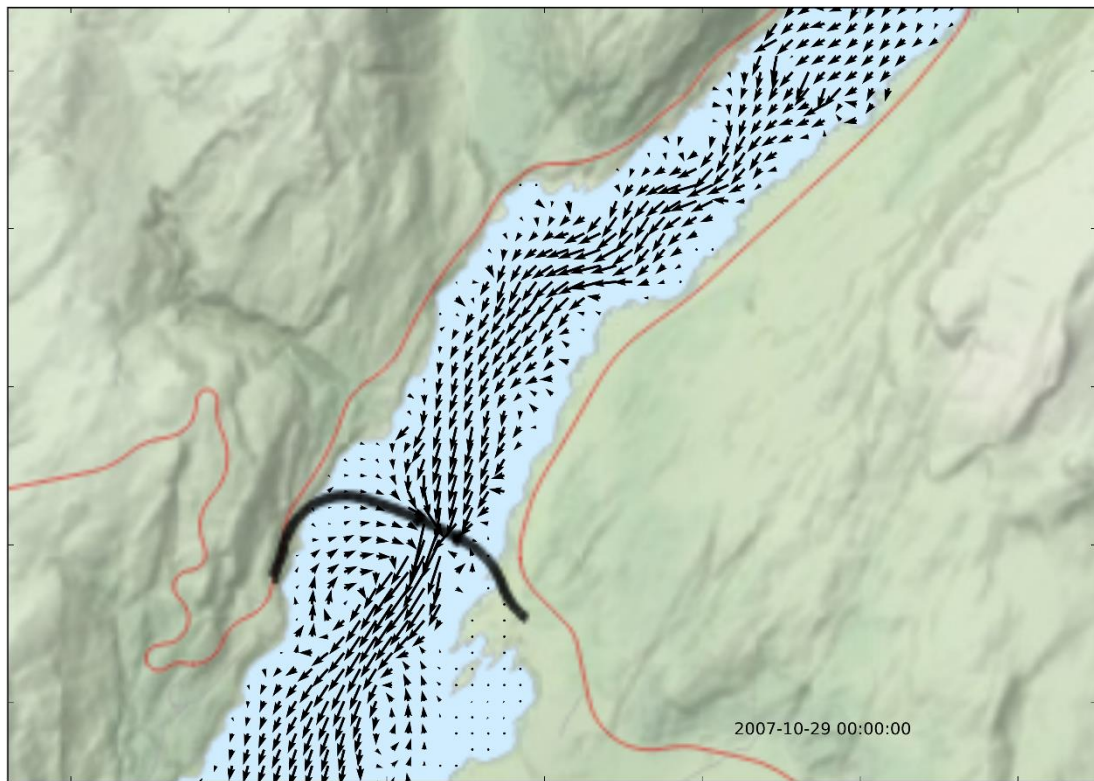
Mynd 42. Straumstefna og -hraði fyrir leið D2 á aðfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og hluta Þorskafjarðar. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



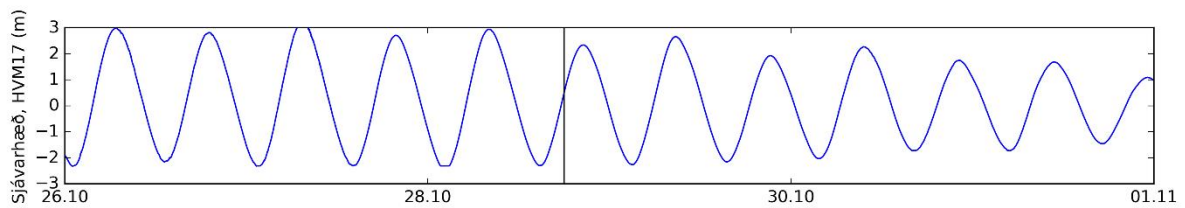
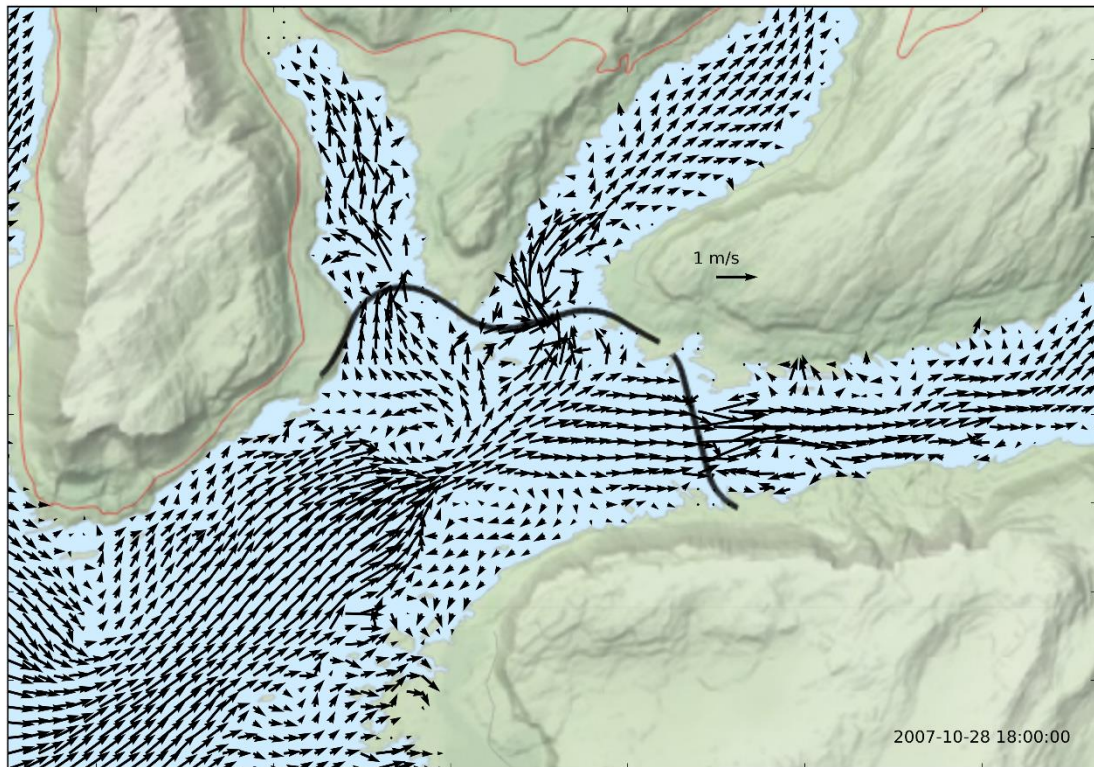
Mynd 43. Straumstefna og -hraði fyrir leið D2 á útfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og hluta Þorskafrjáðar. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



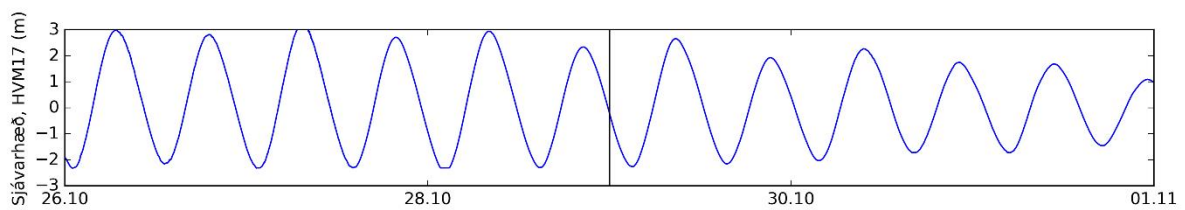
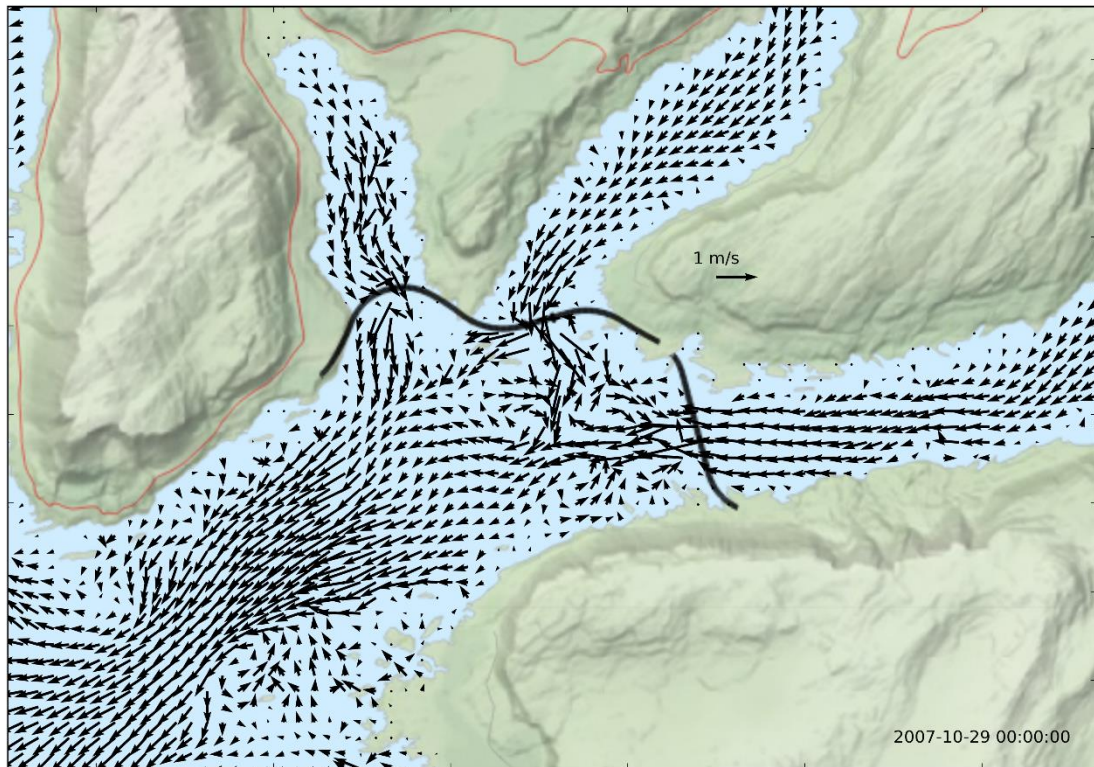
Mynd 44. Straumstefna og -hraði fyrir leið D2 á aðfalli innst í Þorskafríði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



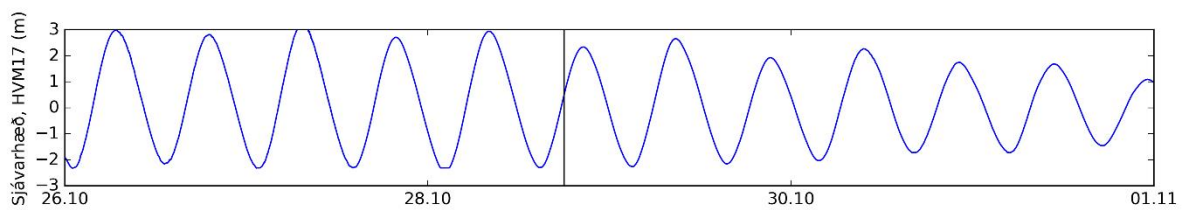
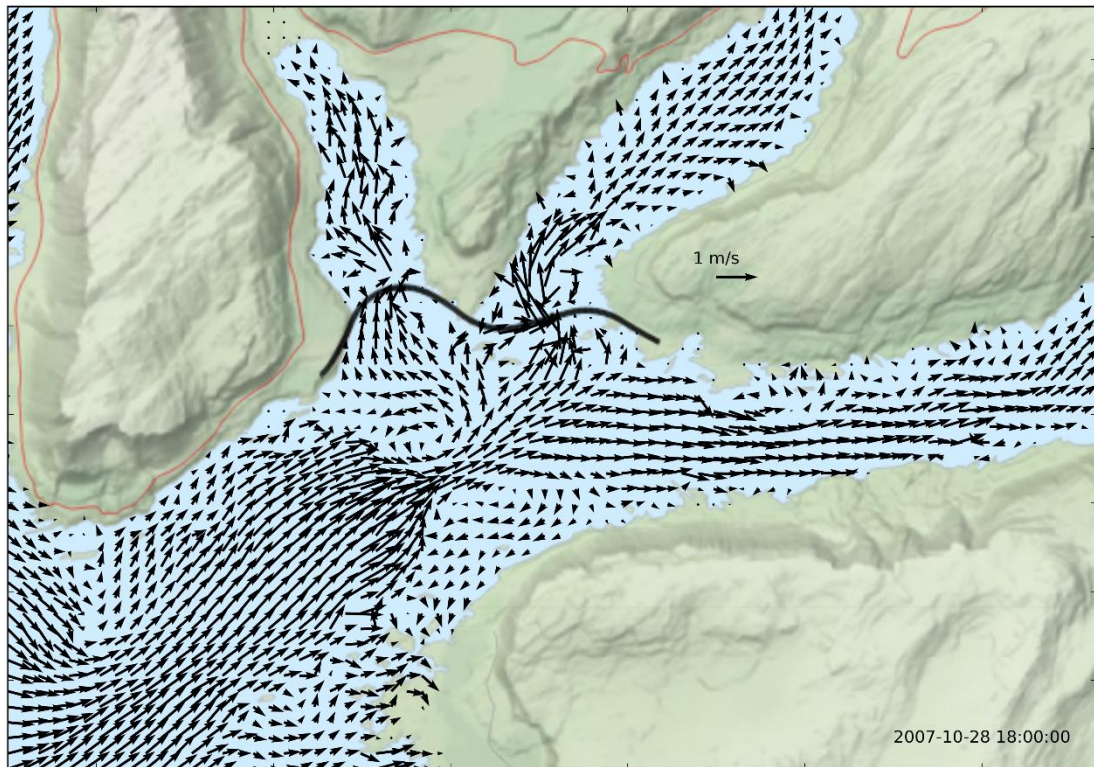
Mynd 45. Straumstefna og -hraði fyrir leið D2 á útfalli innst í Þorskafirði. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



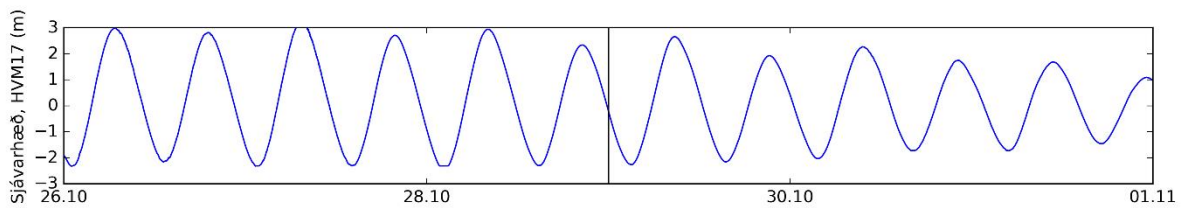
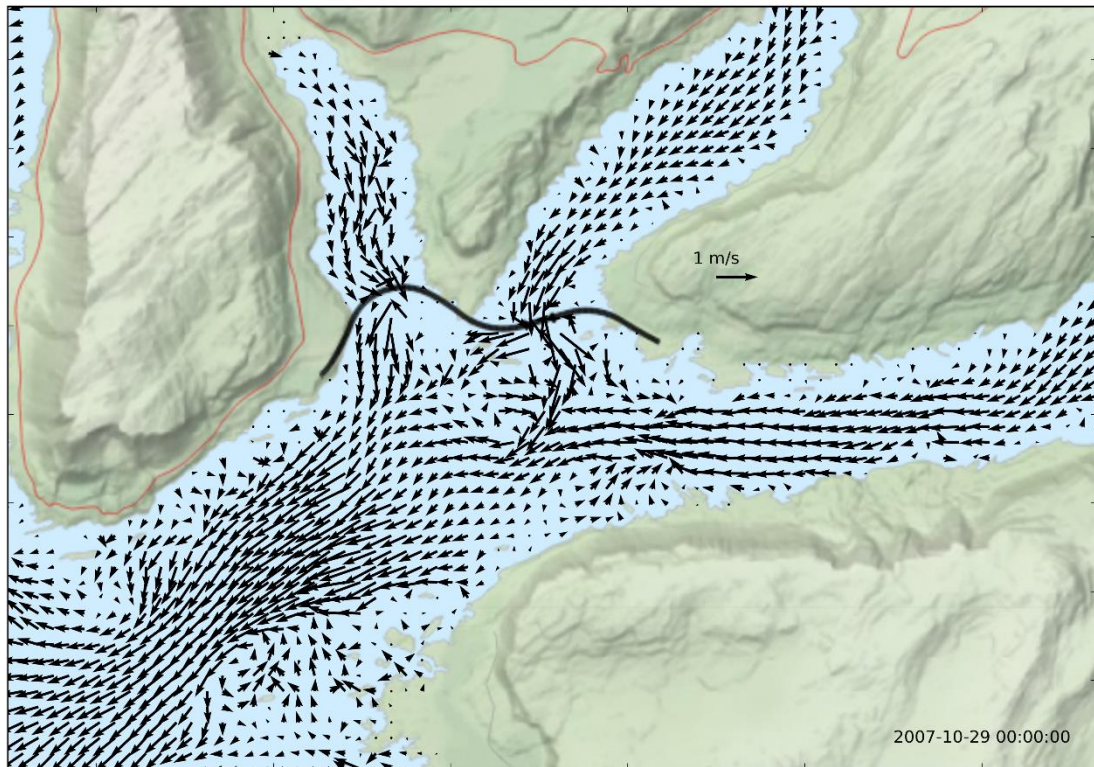
Mynd 46. Straumstefna og -hraði fyrir leið I á aðfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



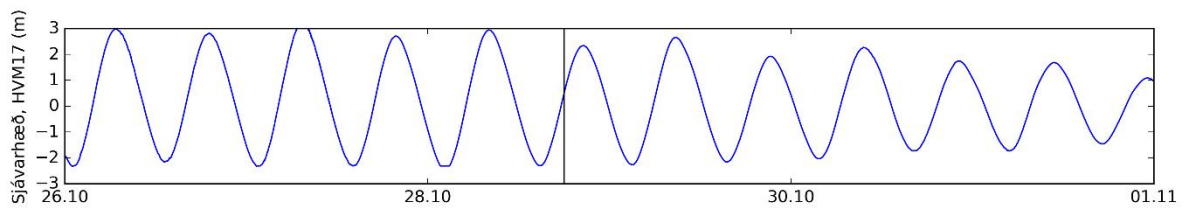
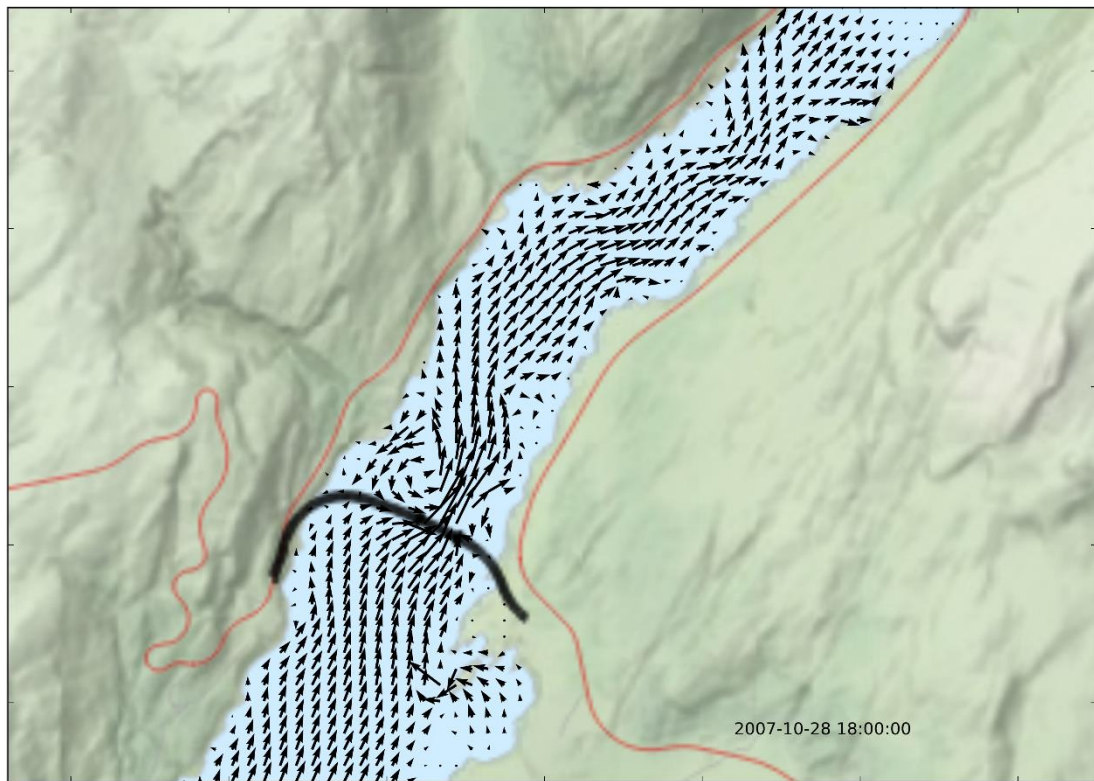
Mynd 47. Straumstefna og -hraði fyrir leið I á útfalli. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



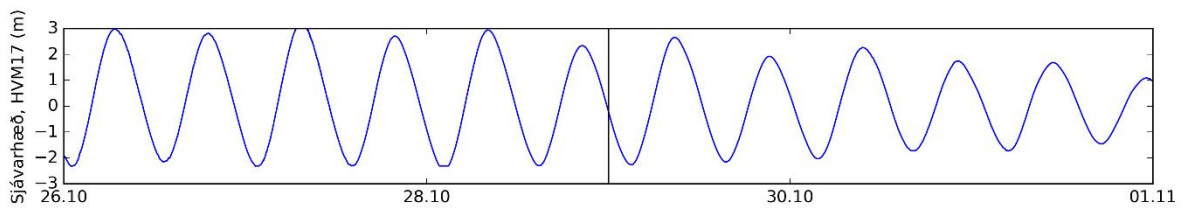
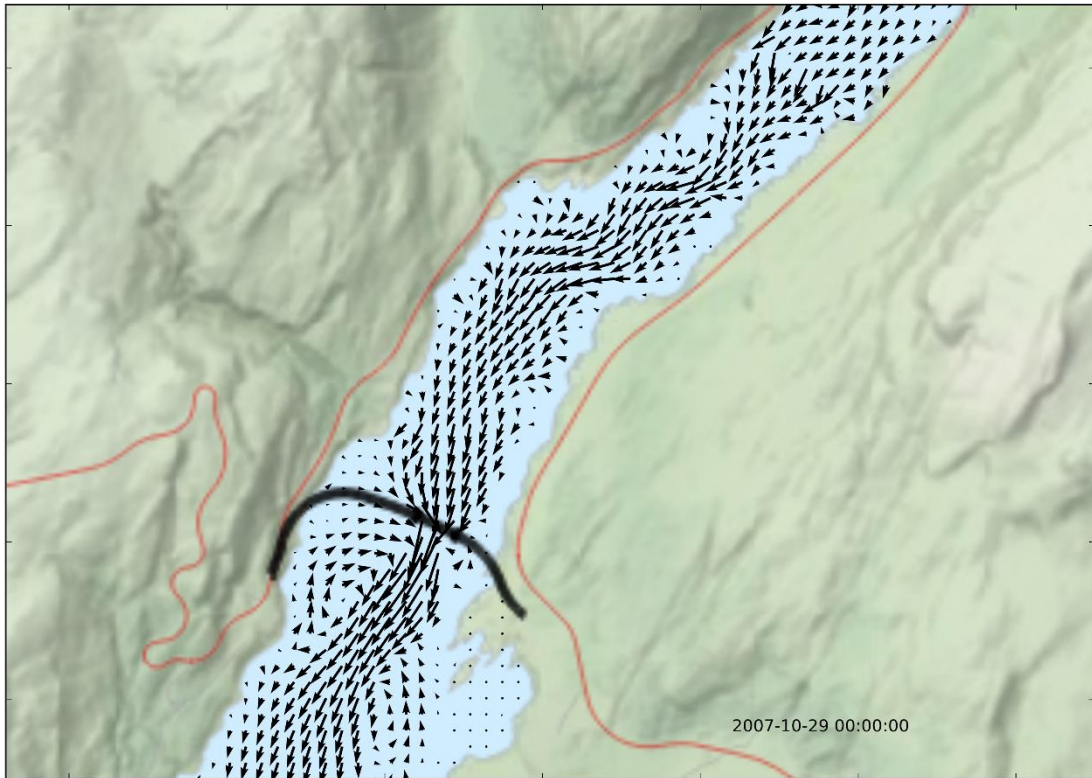
Mynd 48. Straumstefna og -hraði fyrir leið Þ-H á aðfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og Þorskafjörð. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



Mynd 49. Straumstefna og -hraði fyrir leið Þ-H á útfalli fyrir Gufufjörð, Djúpafjörð og Þorskafjörð. Lengd straumörva fylgir kvaðratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



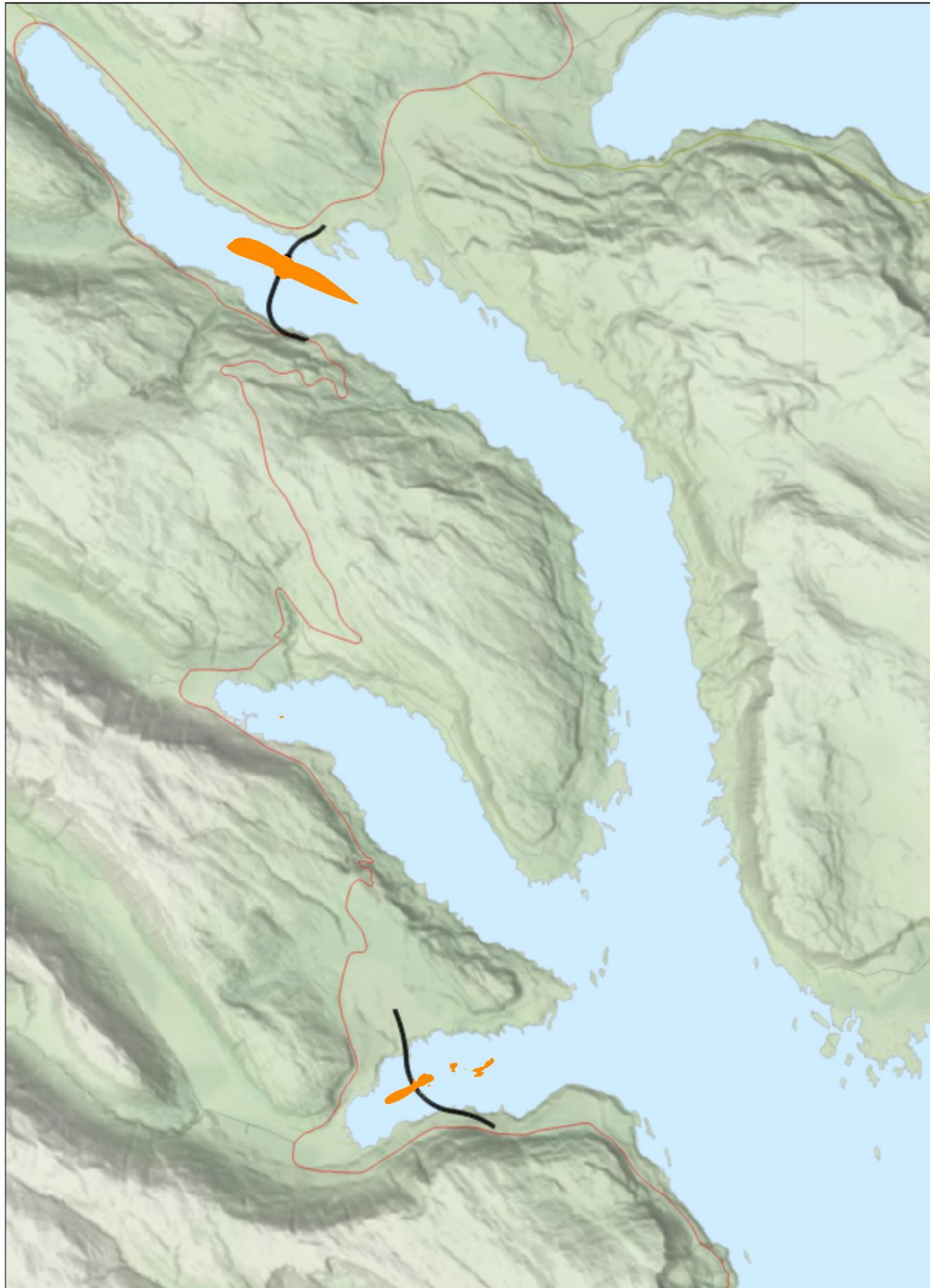
Mynd 50. Straumstefna og -hraði fyrir leið Þ-H á aðfalli innst í Þorskaafirði. Lengd straumörva fylgir kvadratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



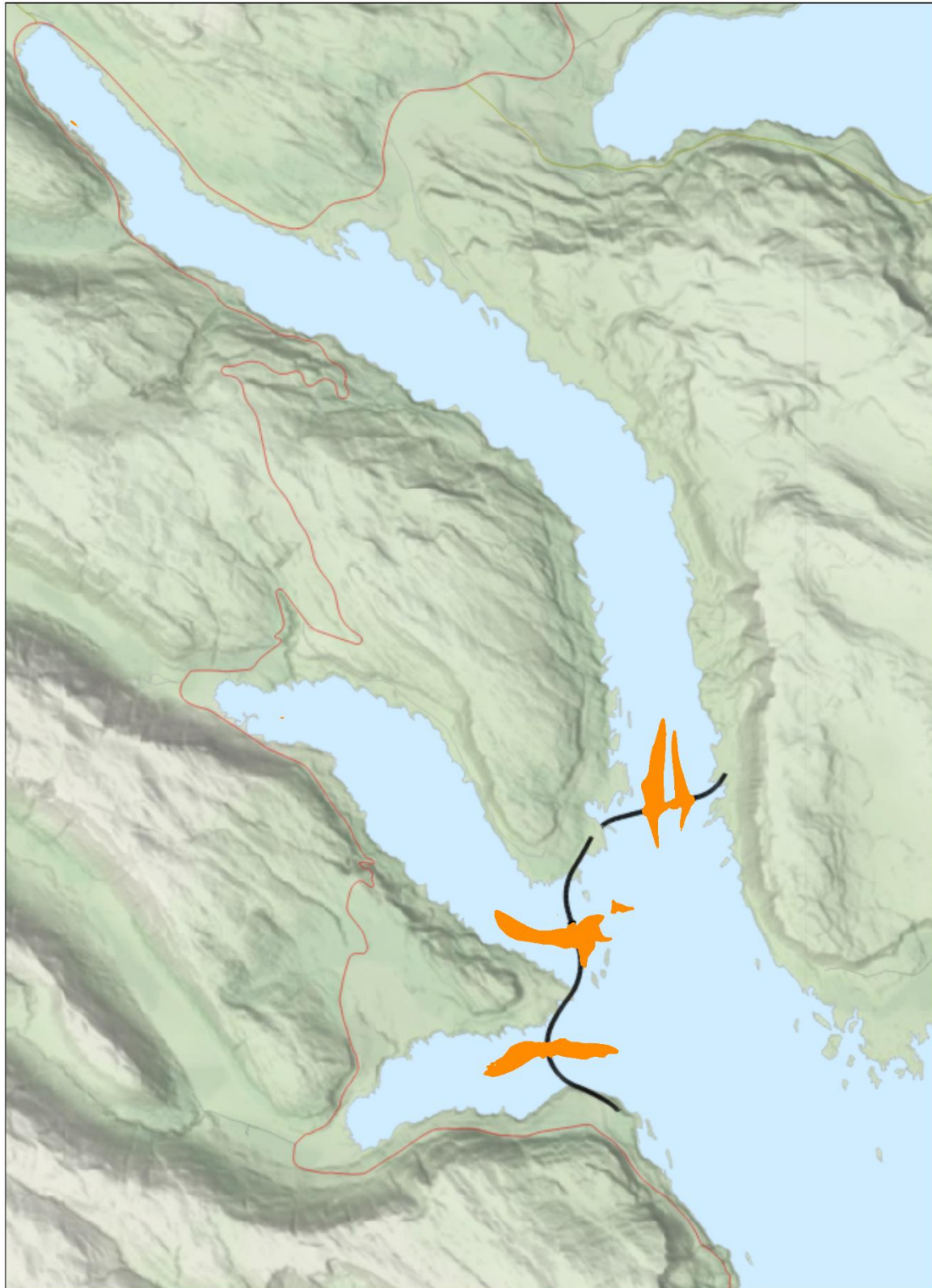
Mynd 51. Straumstefna og -hraði fyrir leið Þ-H á útfalli innst í Þorskafirði. Lengd straumörva fylgir kvadratrót hraðans sem örvarnar sýna og er því ekki línulegt samband milli hraða og lengd örva.



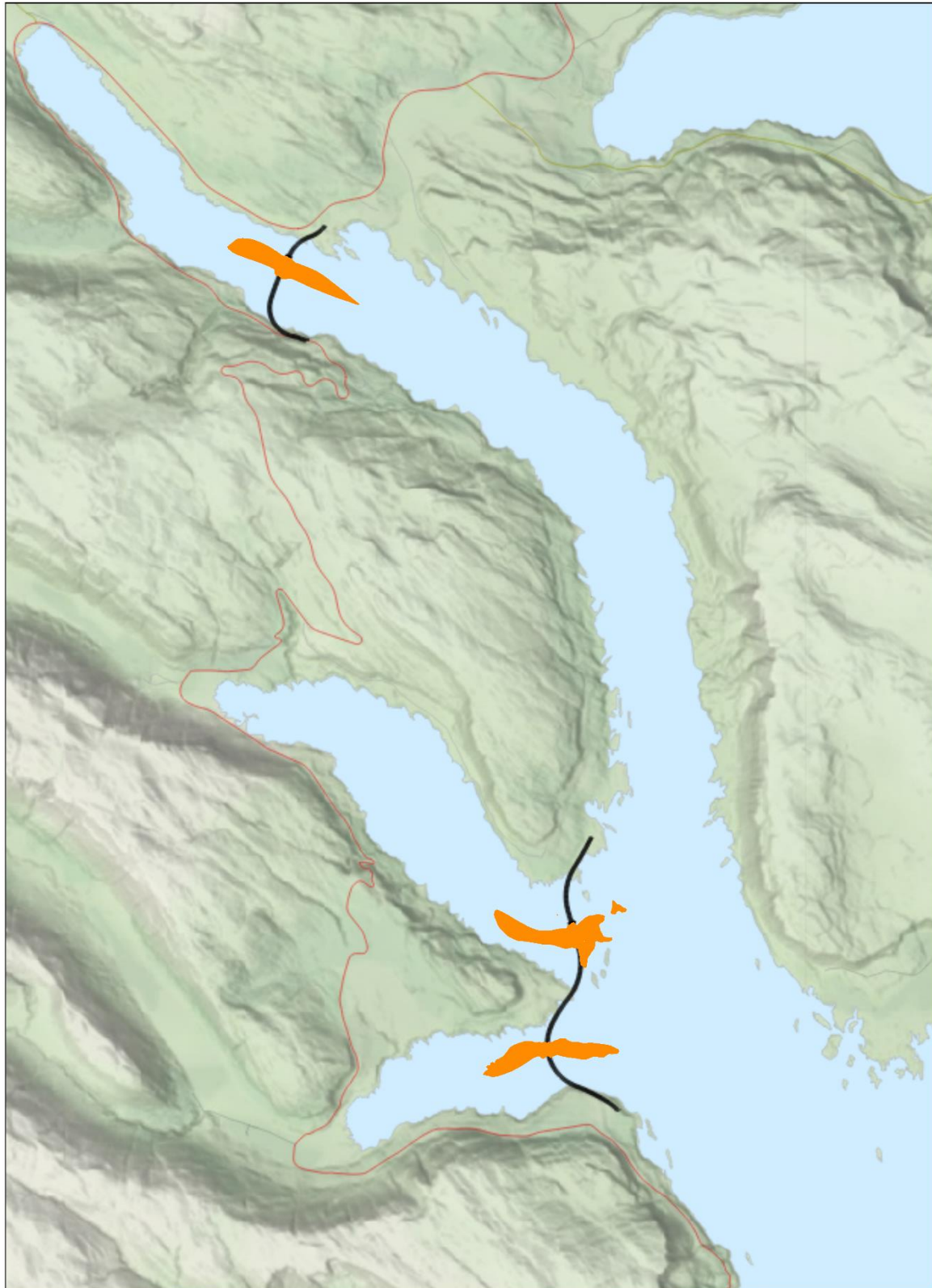
Mynd 52. Áætlað botnrofssvæði vegna þverunar á leið A1 sýnt með appelsínugulum lit.



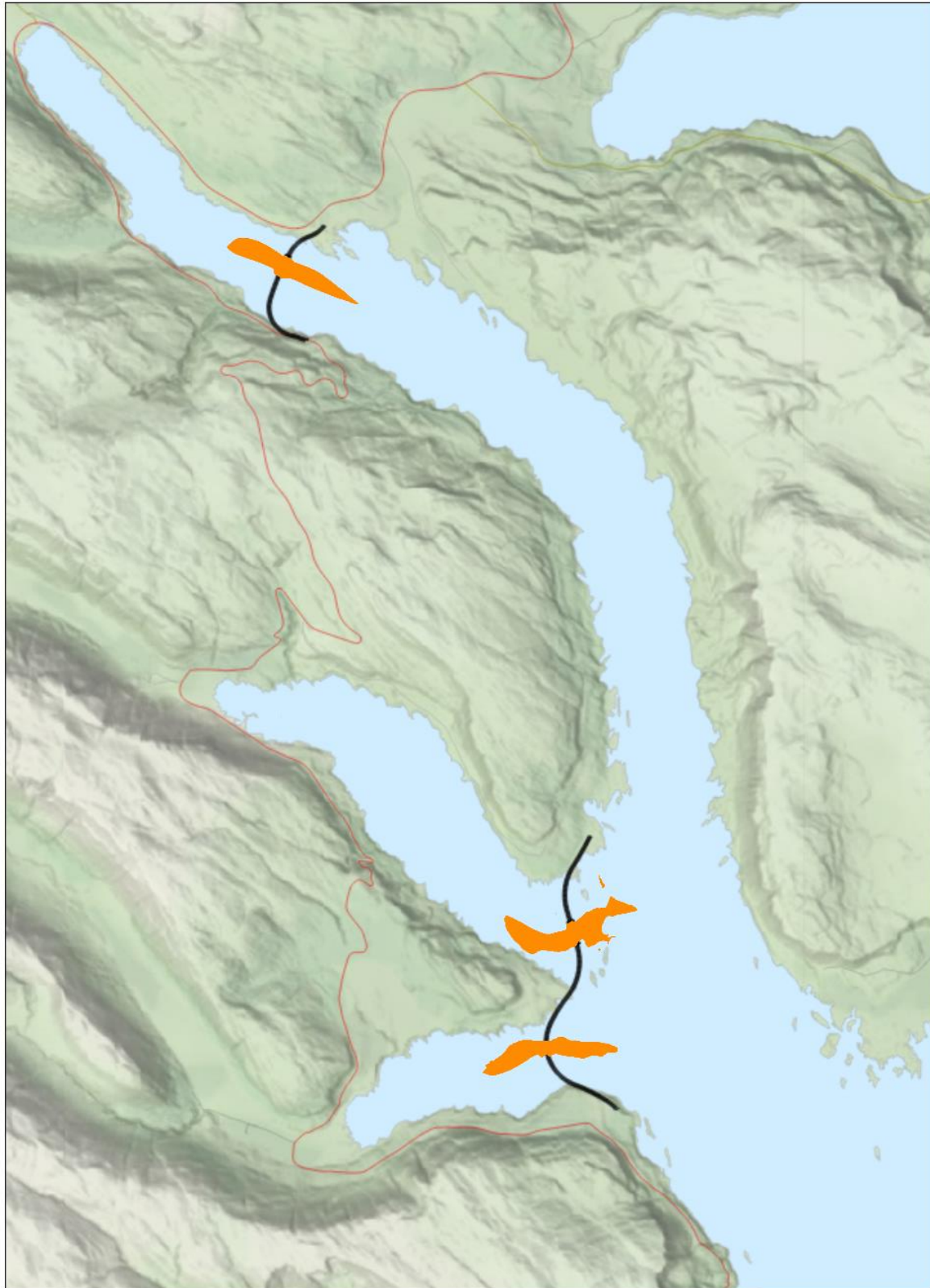
Mynd 53. Áætlað botnrofssvæði vegna þverana á leið D2 sýnt með appelsínugulum lit.



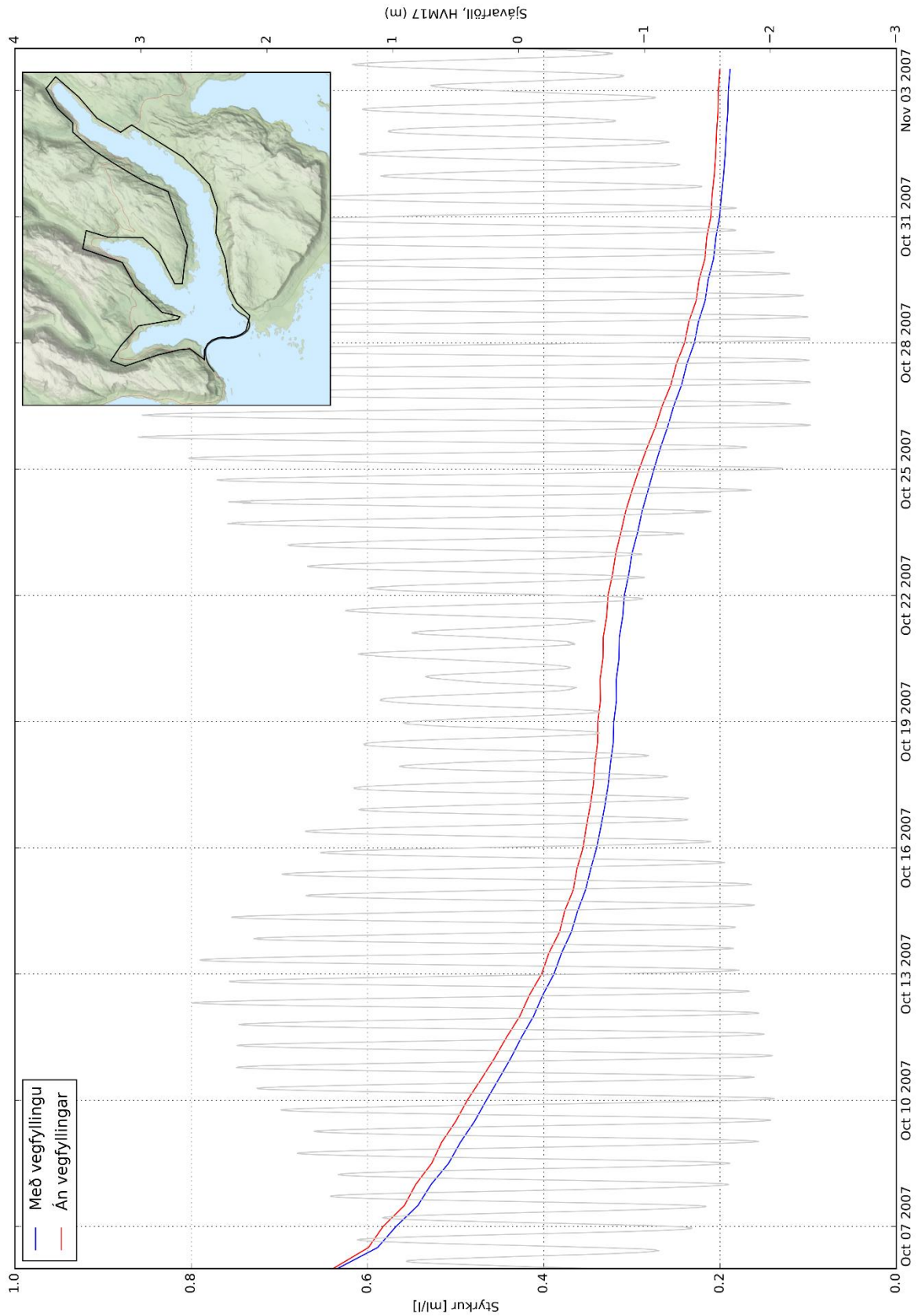
Mynd 54. Áætlað botnrofssvæði vegna þverana á leið I sýnt með appelsínugulum lit.



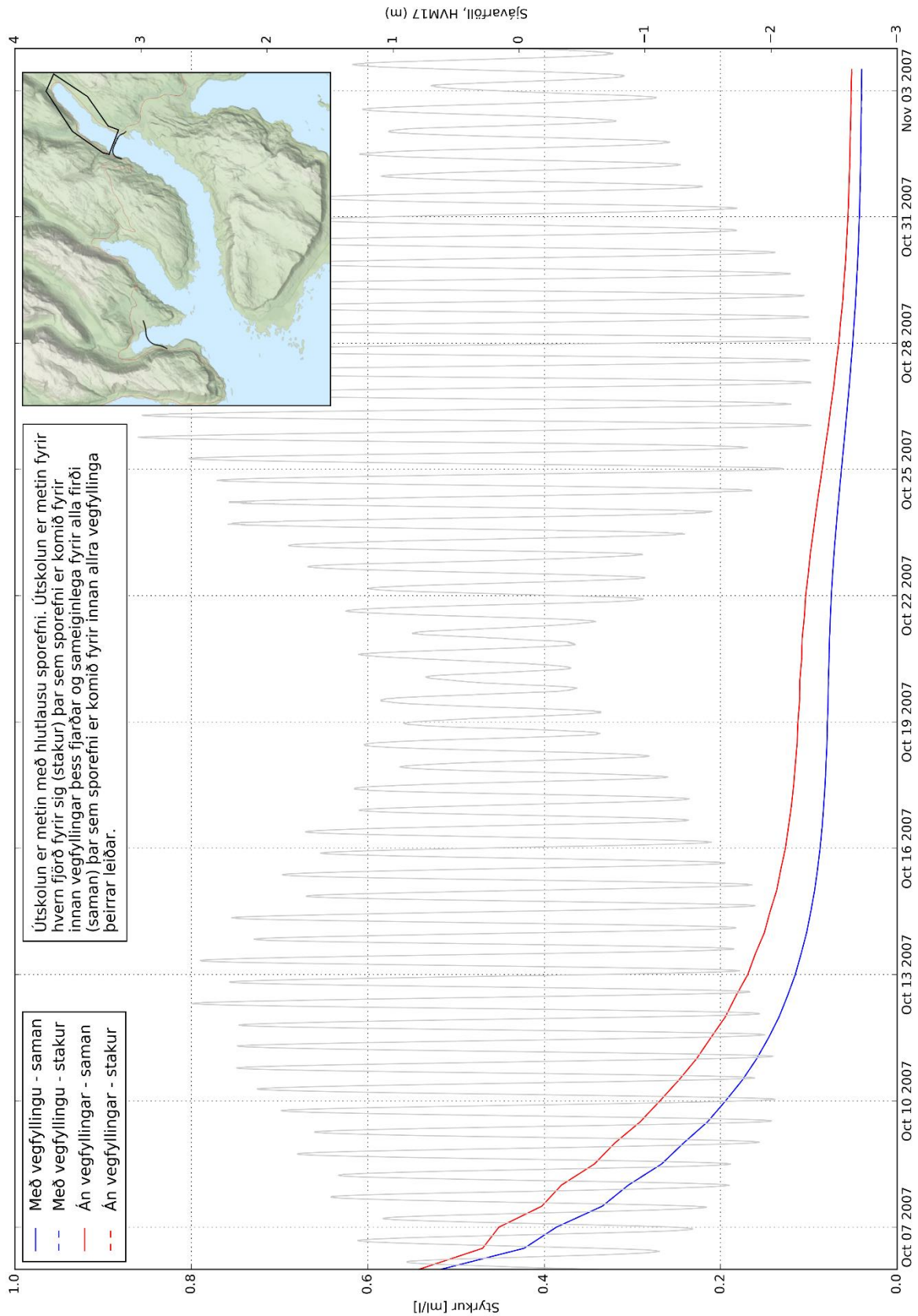
Mynd 55. Áætlað botnrofssvæði vegna þverana á leið Þ-H sýnt með appelsínugulum lit.



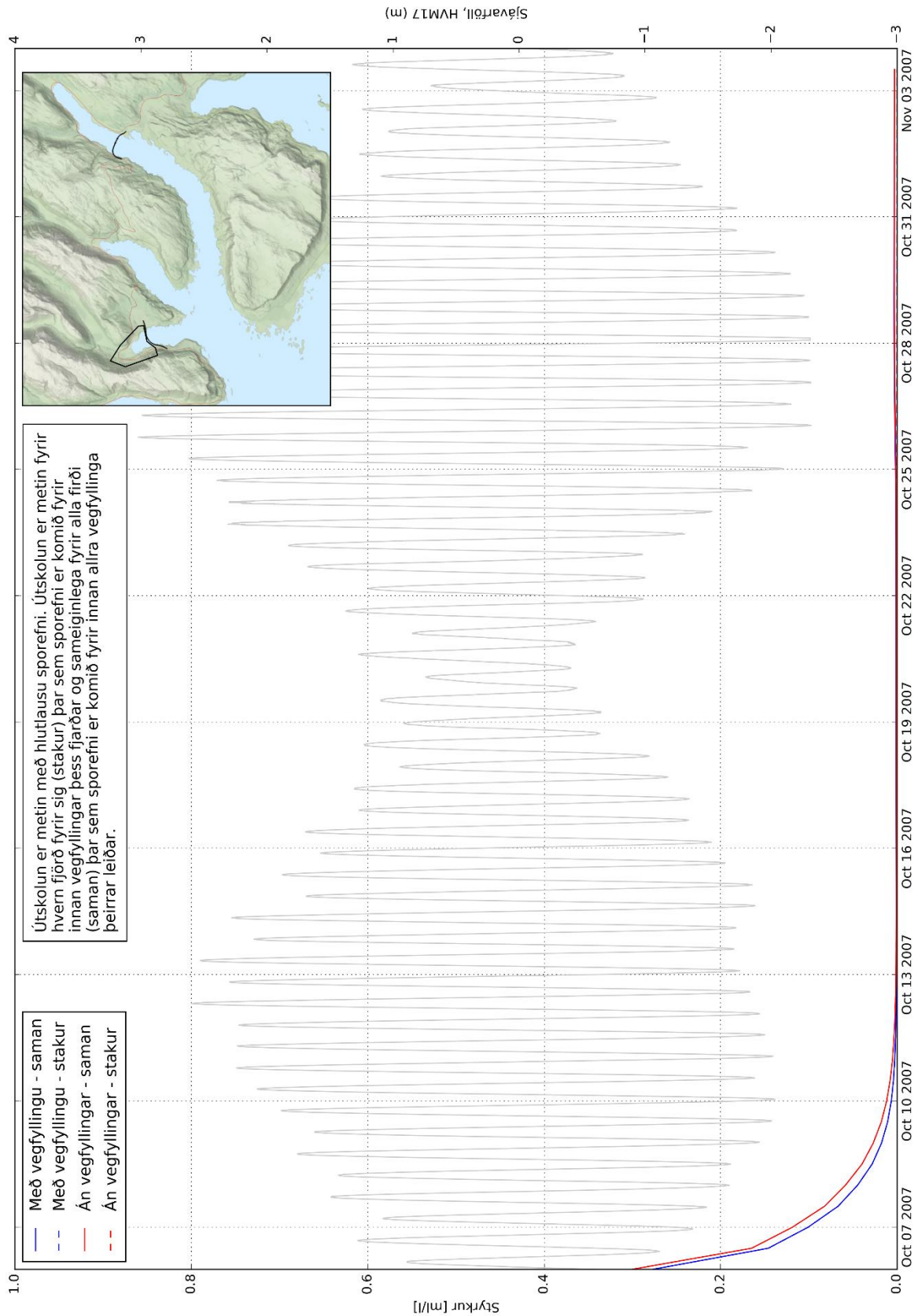
Mynd 56. Áætlað botnrofssvæði vegna þverana á leið Þ-H með lokun sýnt með appelsínugulum lit.



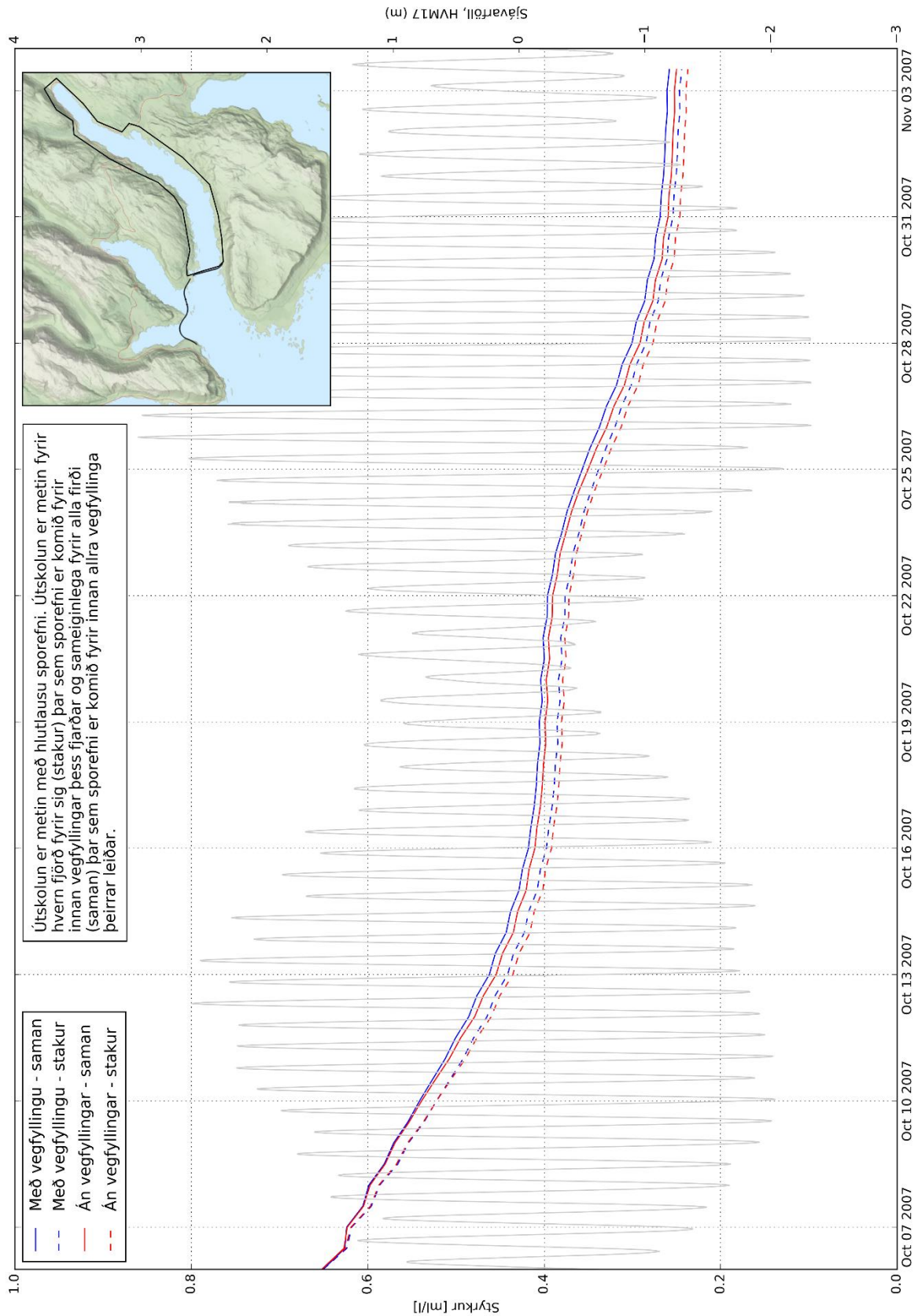
Mynd 57. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir leið A1 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



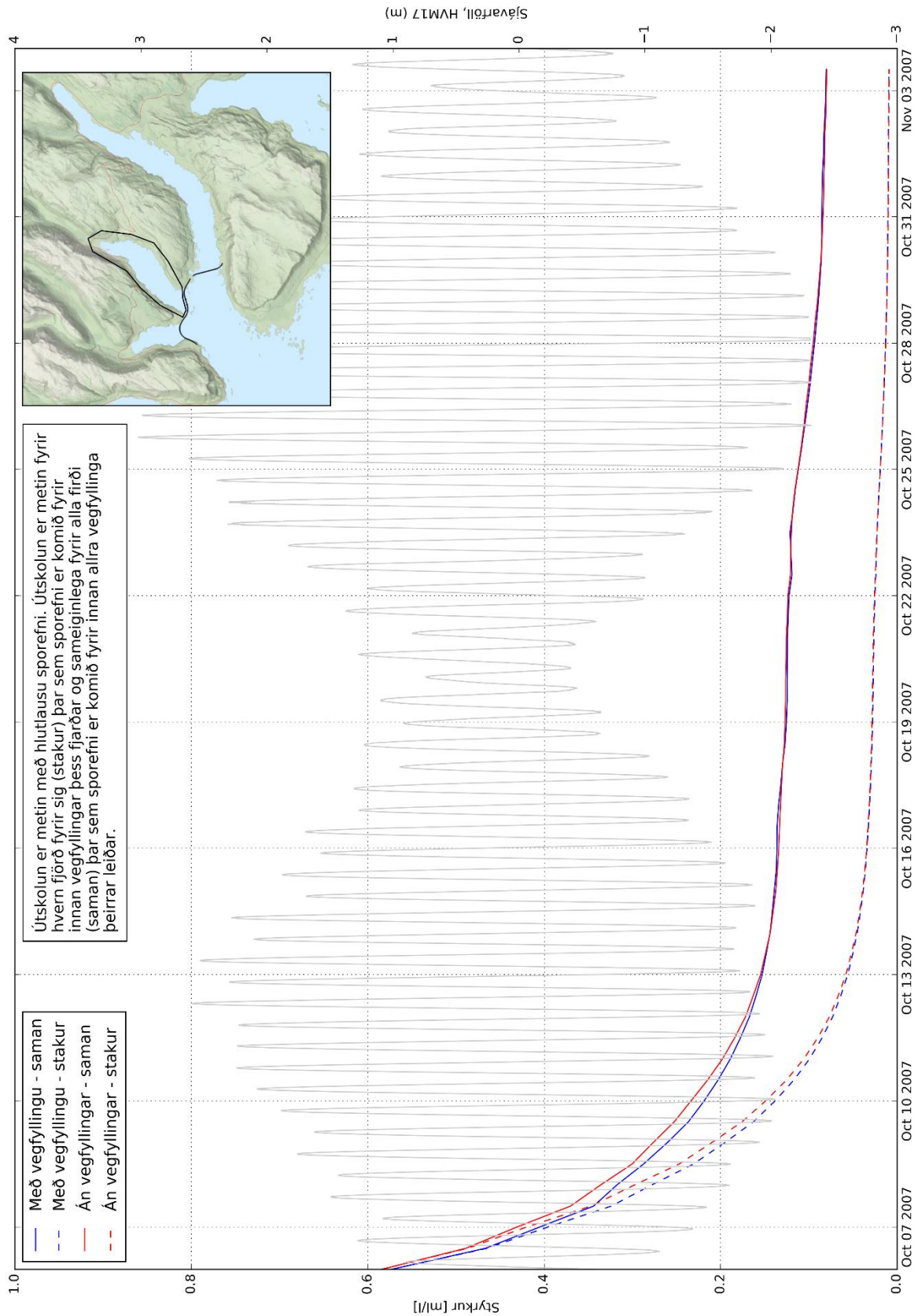
Mynd 58. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Þorskafirði á leið D2 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



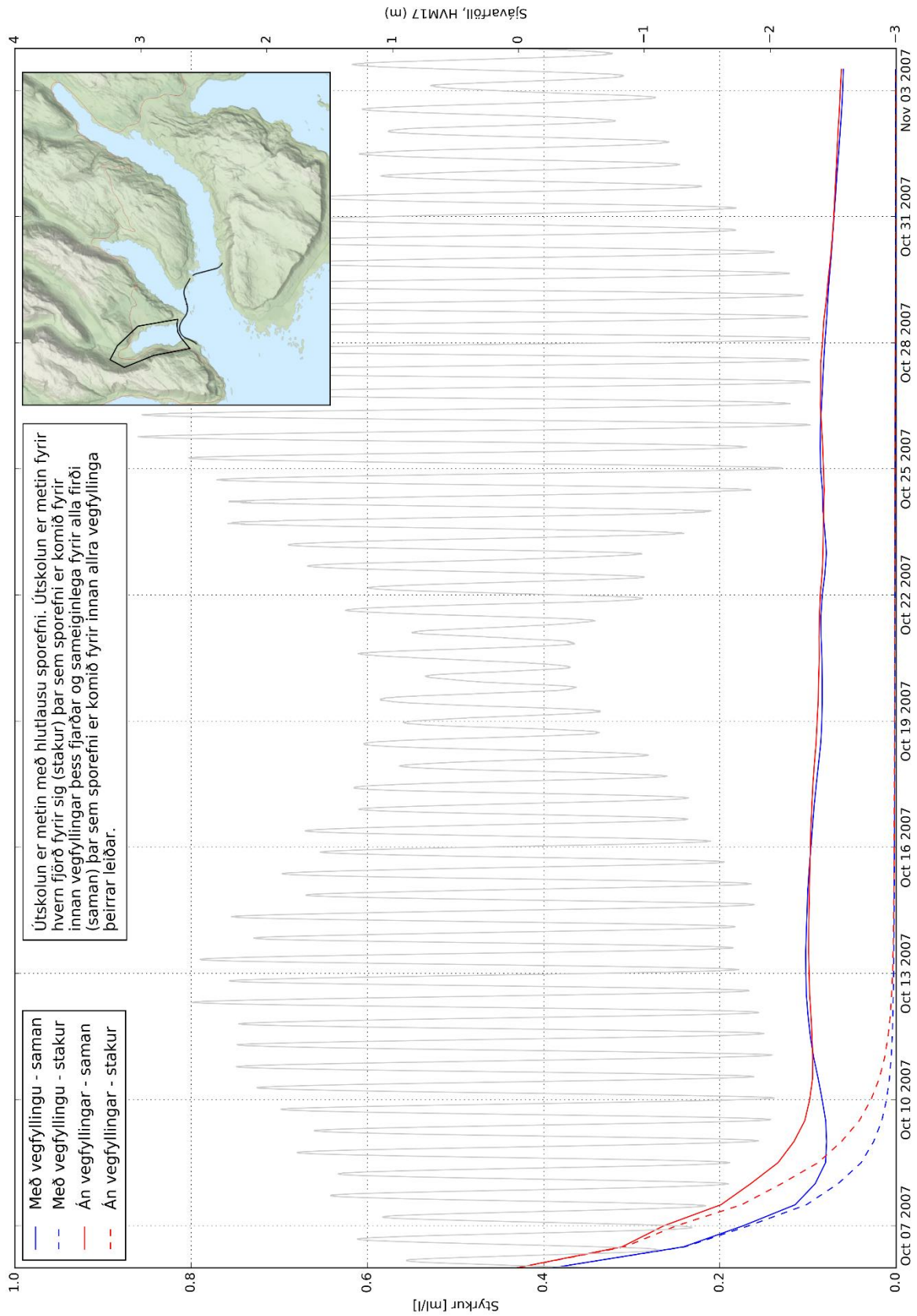
Mynd 59. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið D2 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



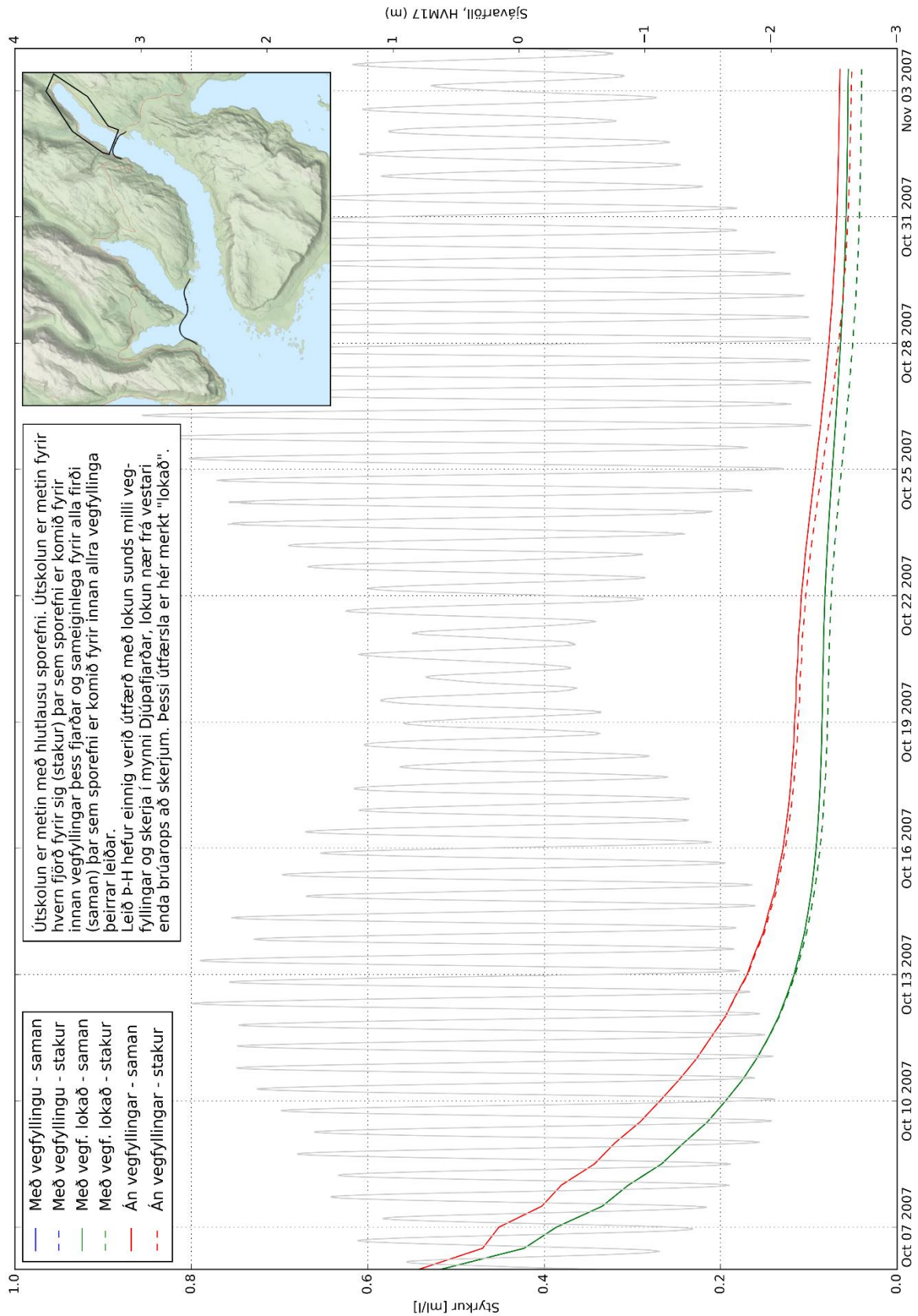
Mynd 60. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Þorskafirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



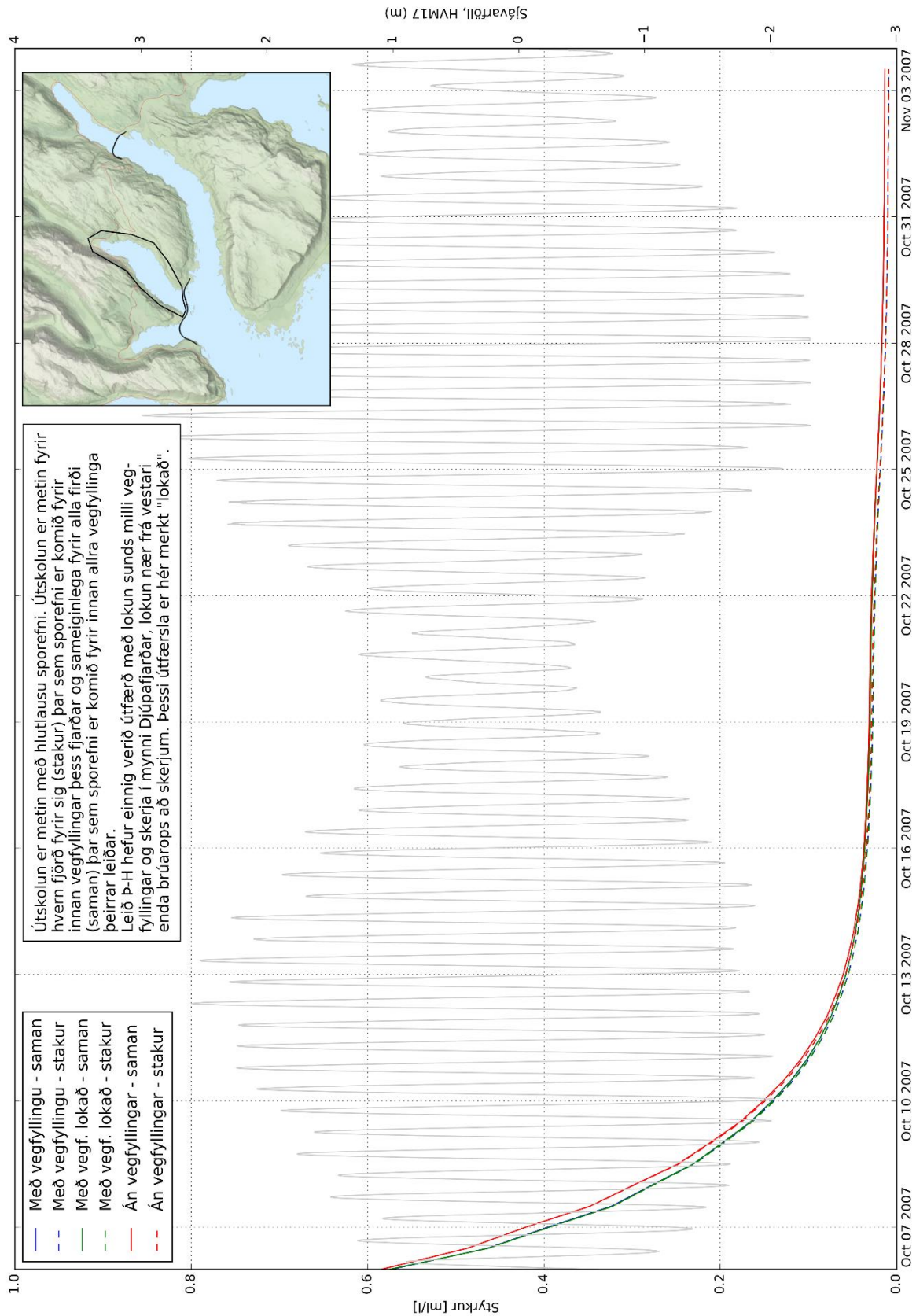
Mynd 61. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Djúpafirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



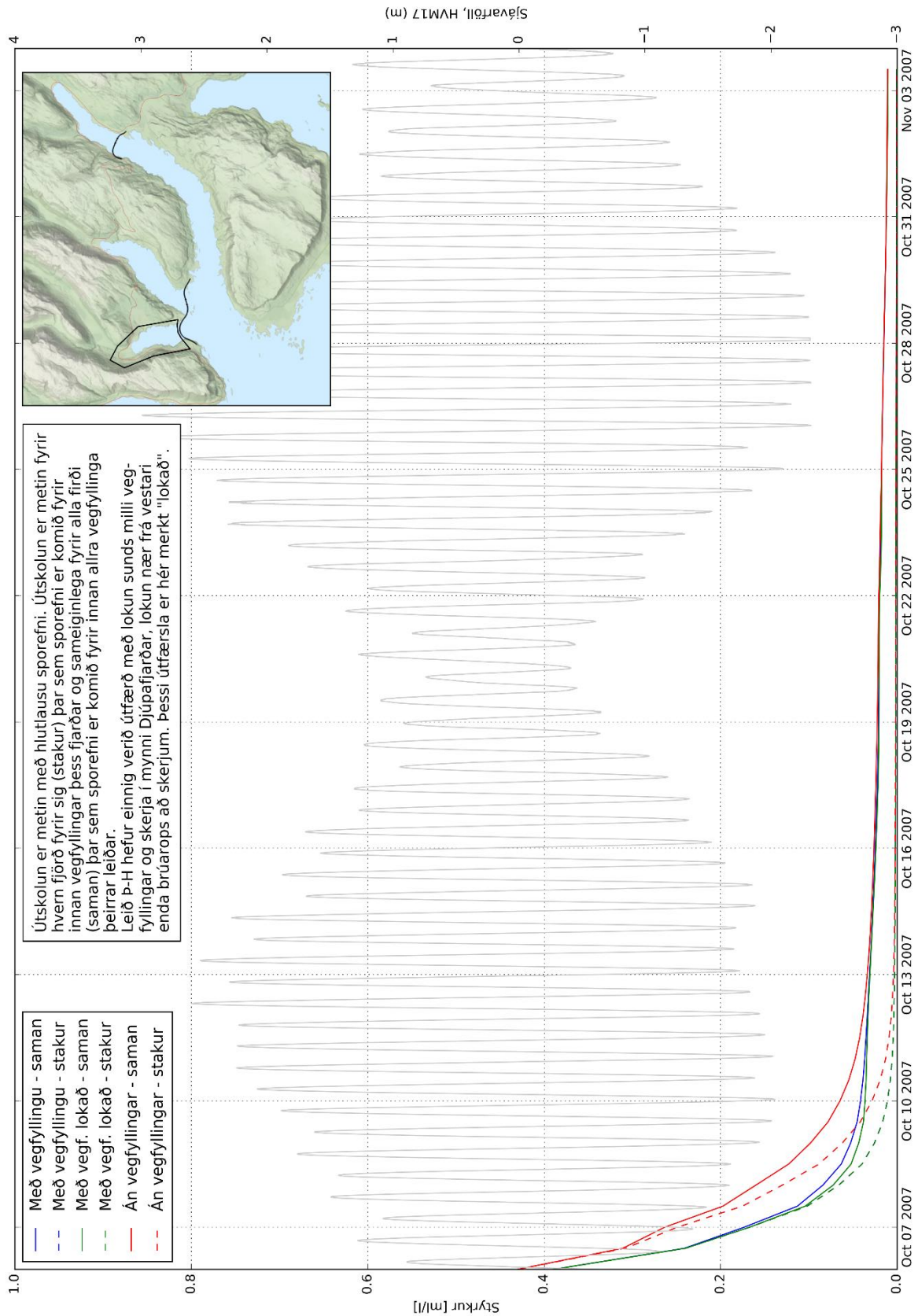
Mynd 62. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



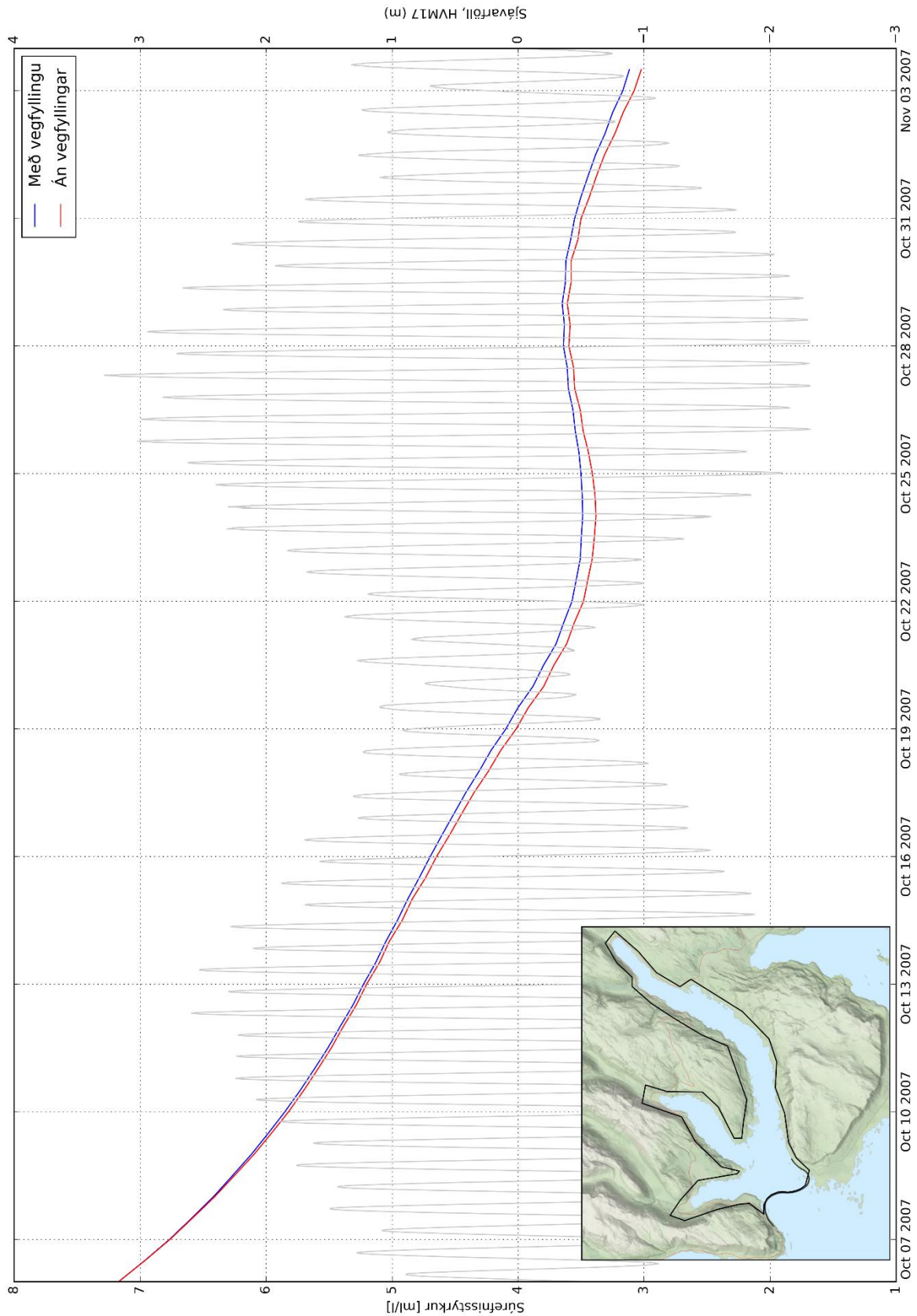
Mynd 63. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Þorskafirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



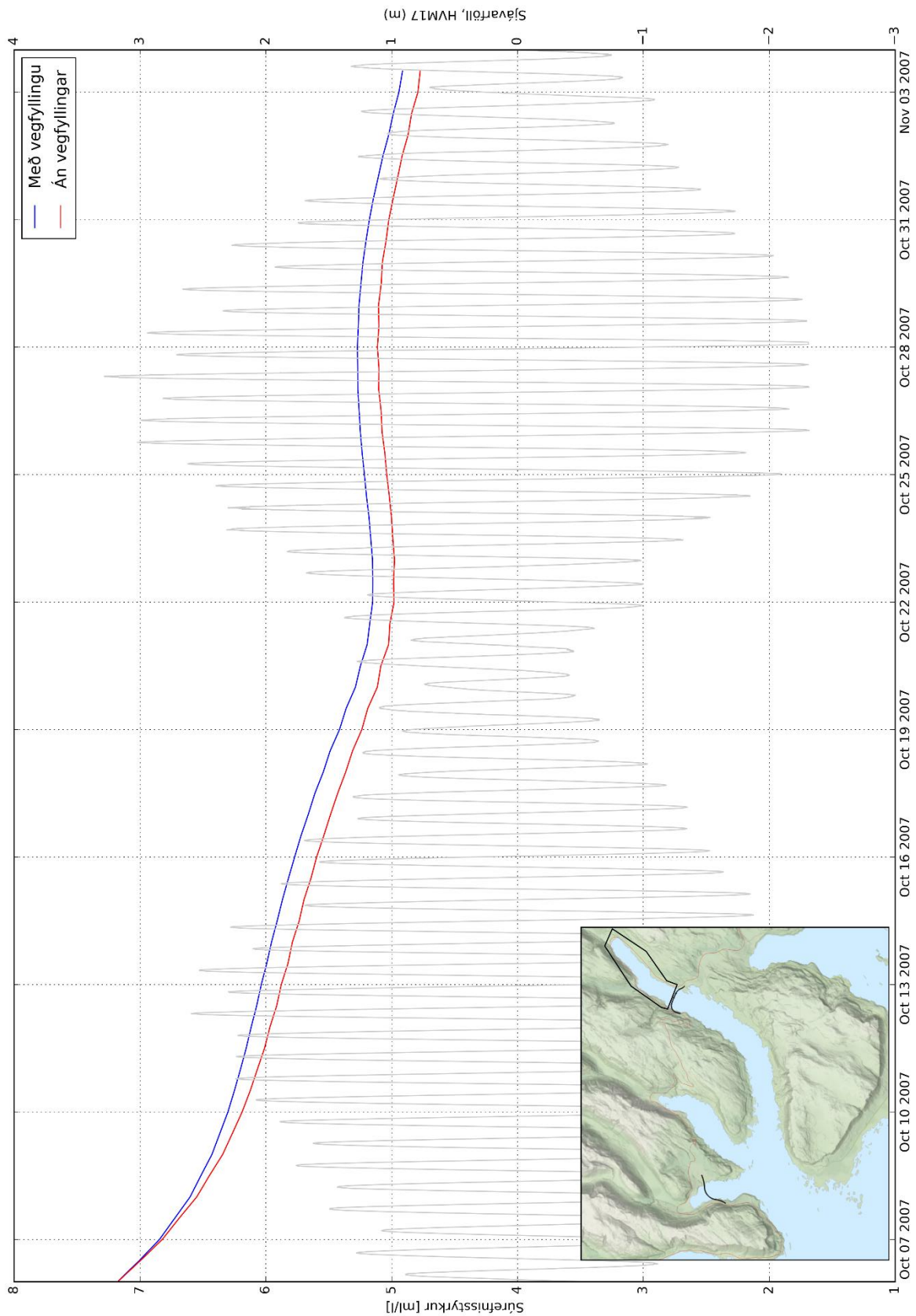
Mynd 64. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Djúpafirði á leið b-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



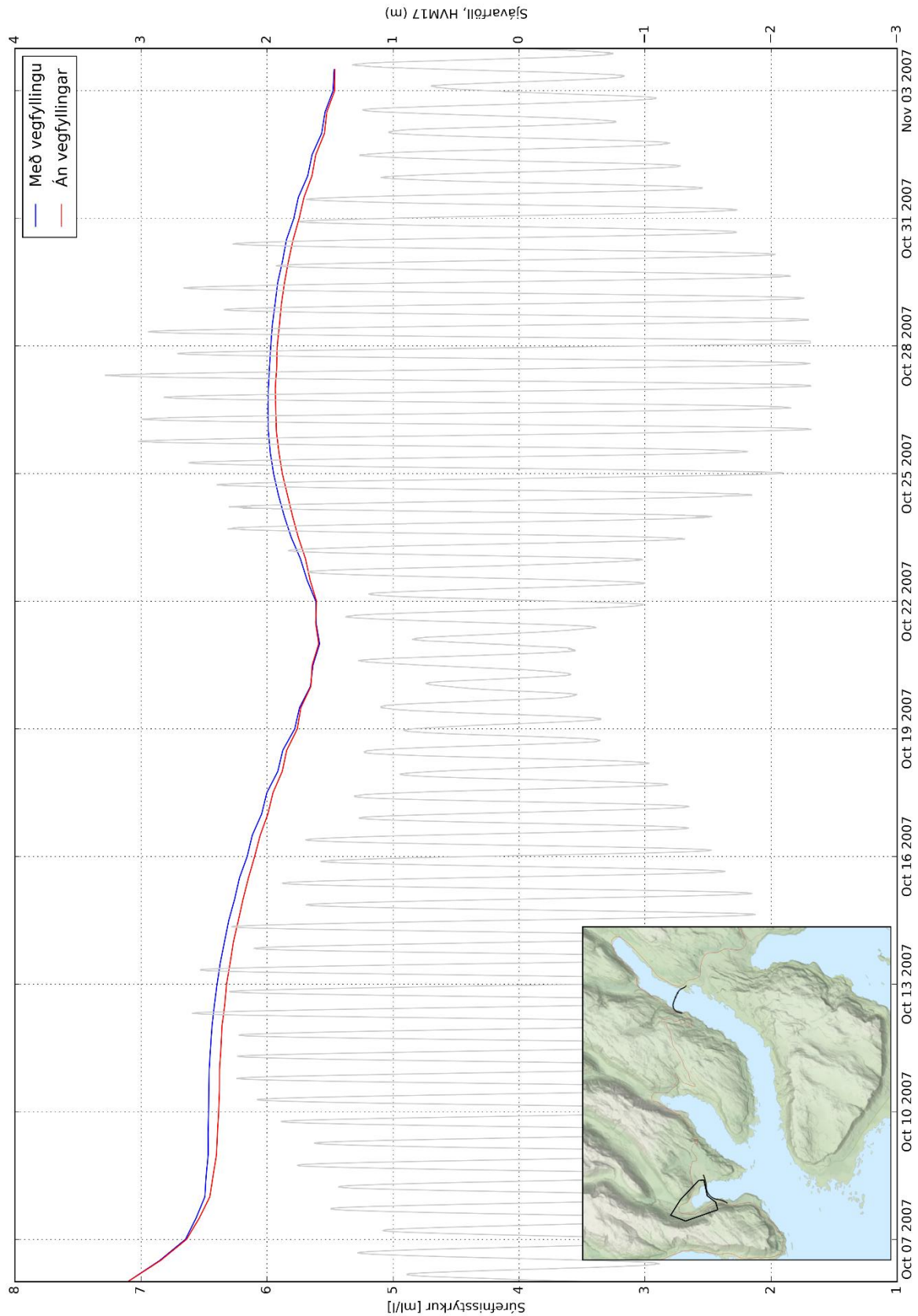
Mynd 65. Samanburður útskolunar vatns innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



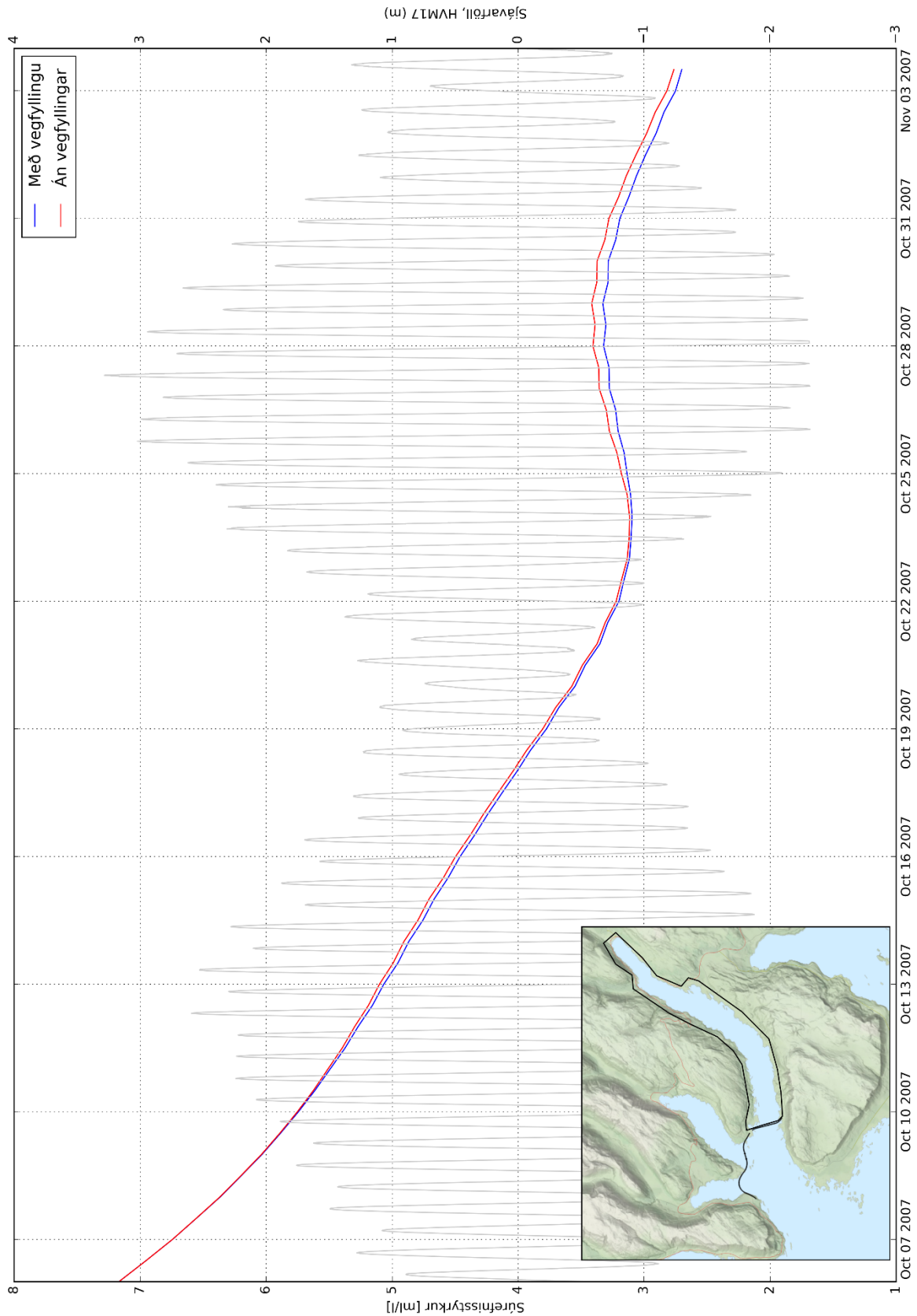
Mynd 66. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir leið A1 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



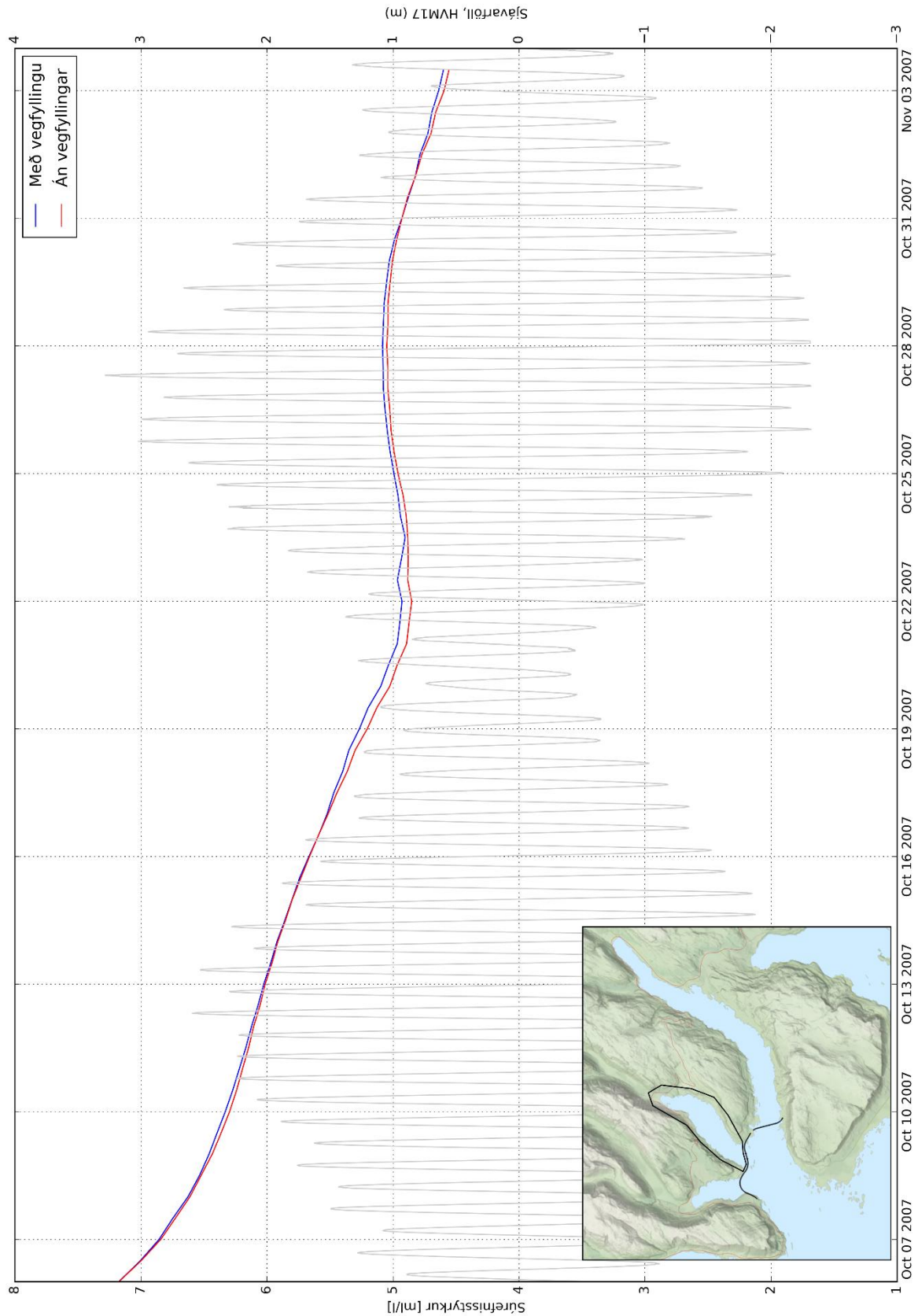
Mynd 67. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Þorskafirði á leið D2 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



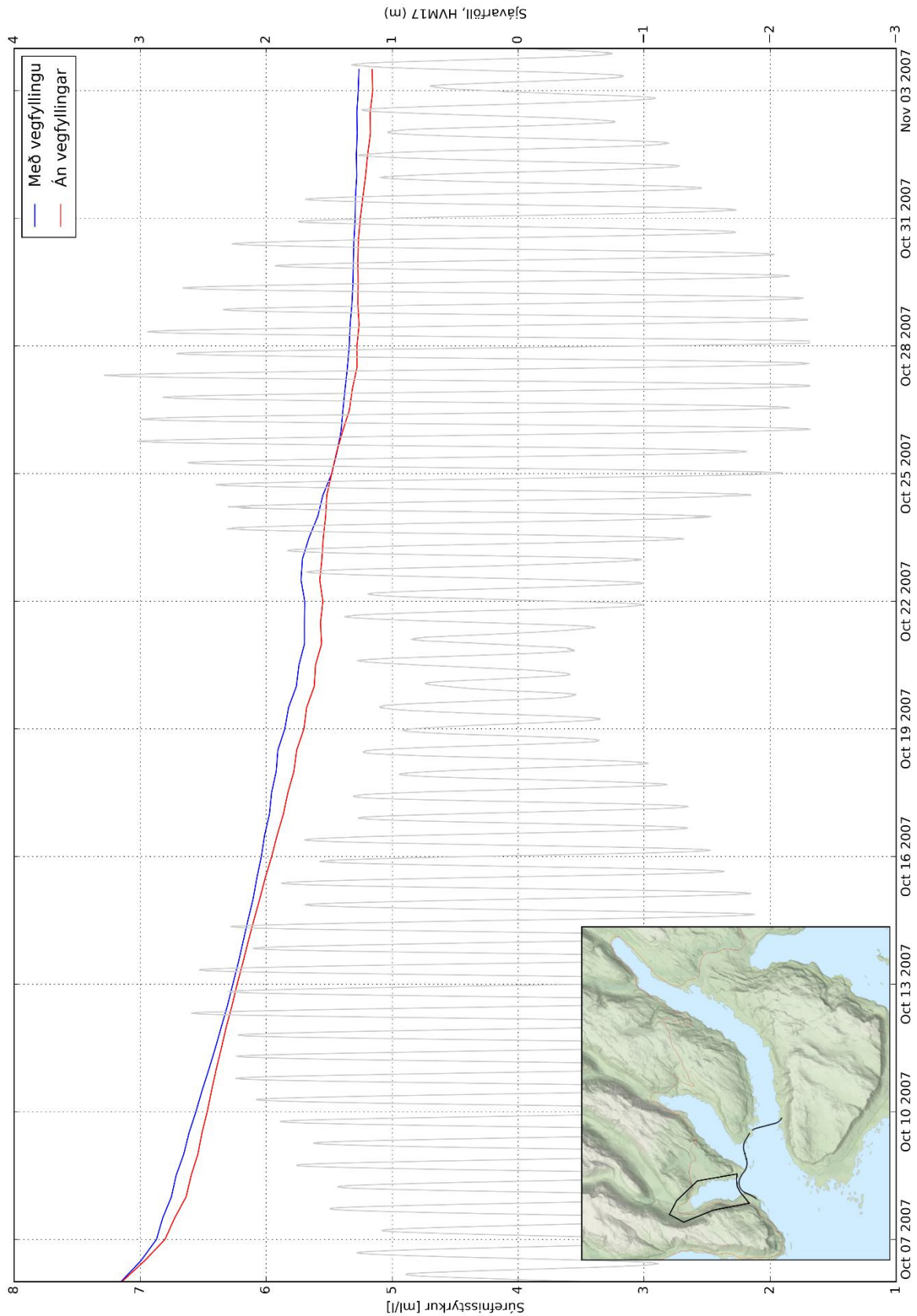
Mynd 68. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið D2 með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



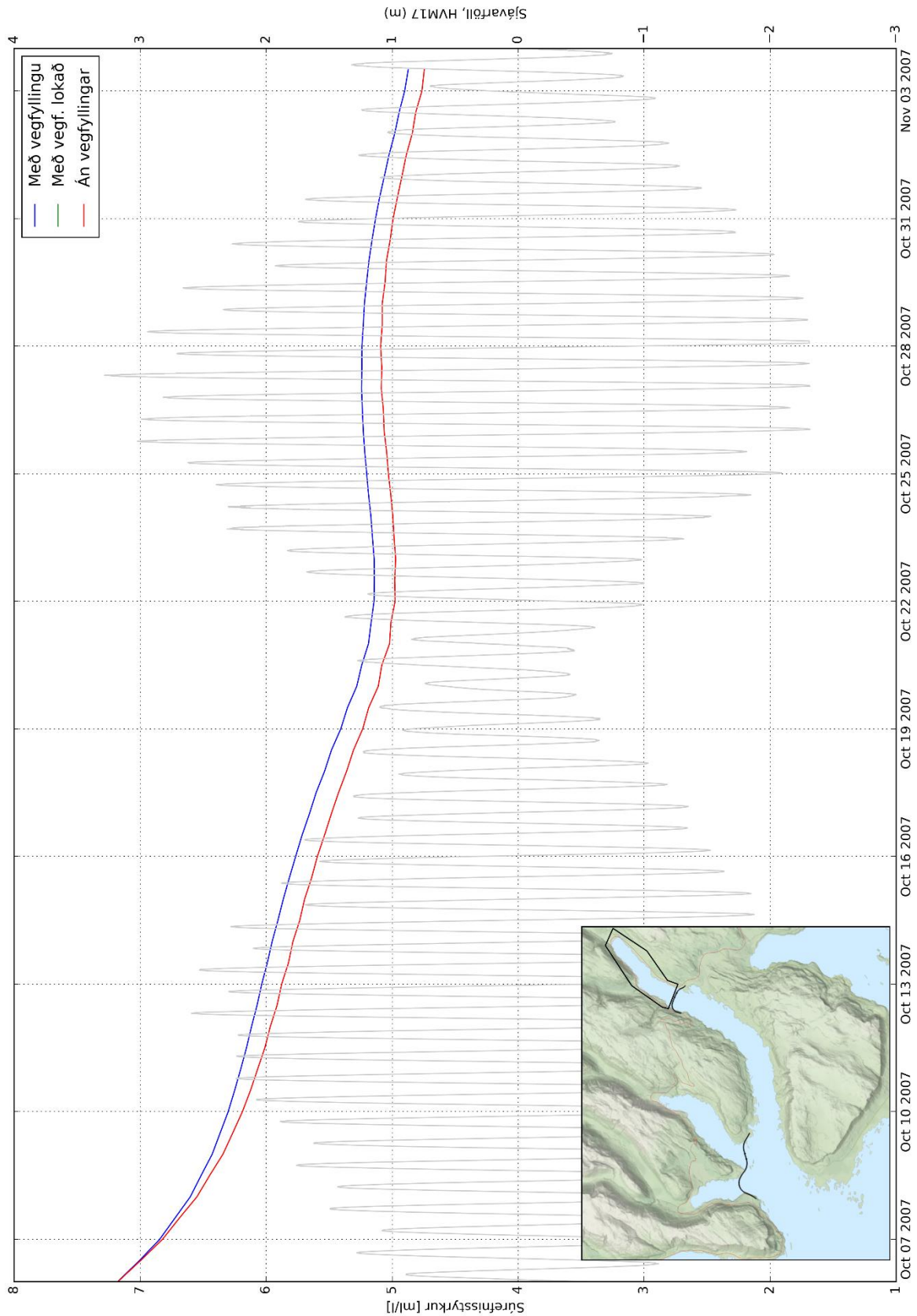
Mynd 69. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Þorskafirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



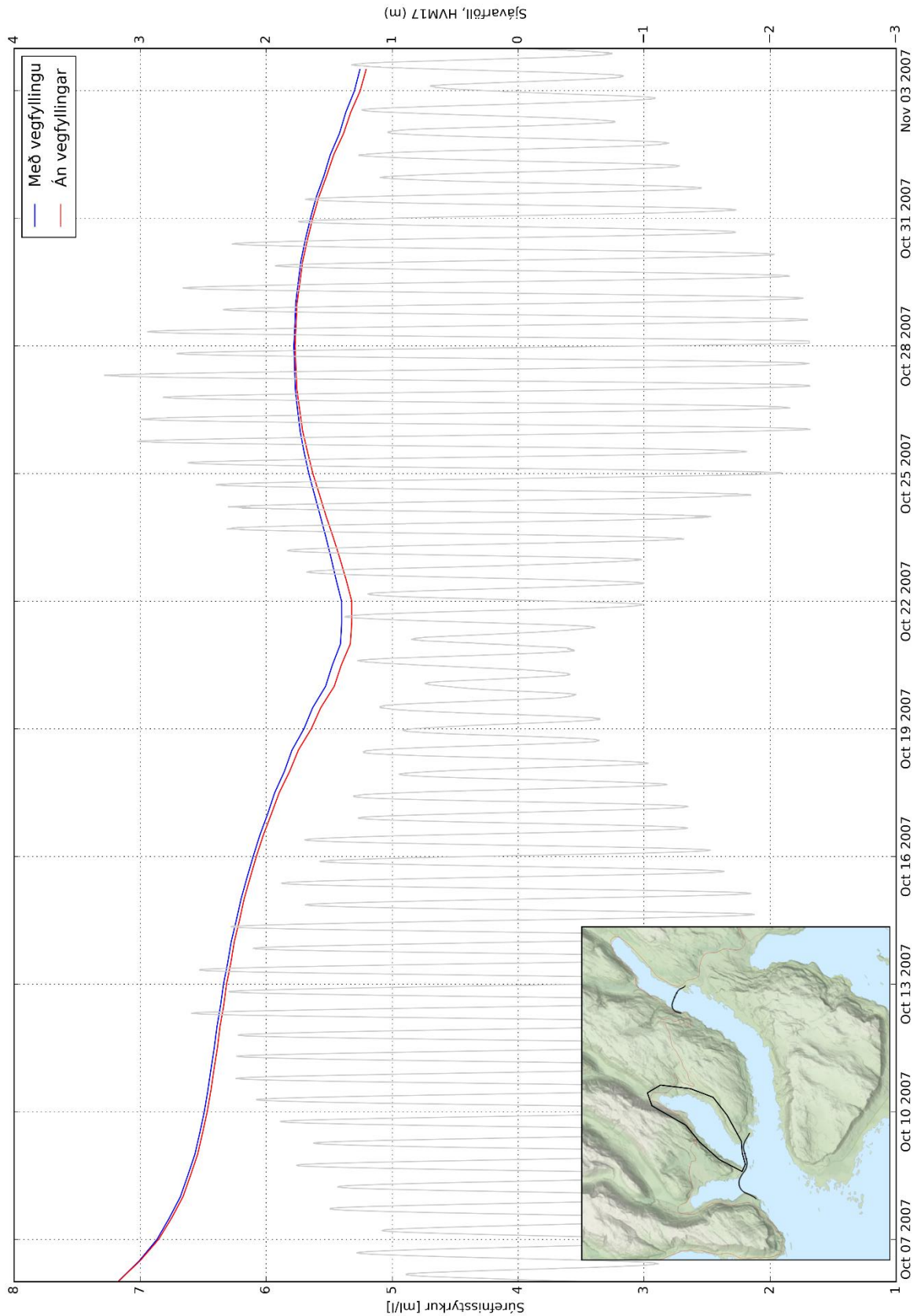
Mynd 70. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Djúpafirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



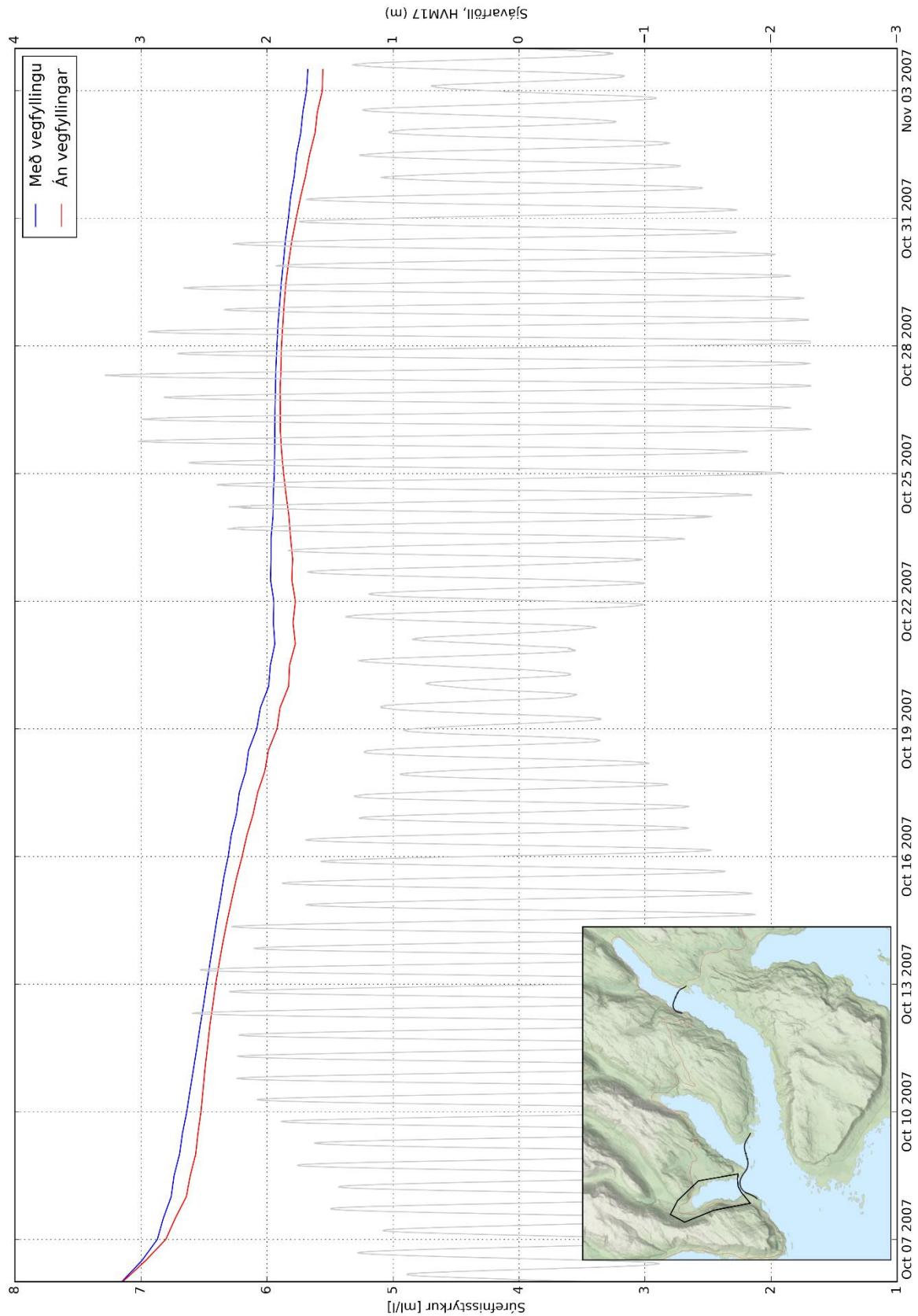
Mynd 71. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið I með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



Mynd 72. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Þorskafirði á leið þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



Mynd 73. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Djúpafirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.



Mynd 74. Samanburður reiknaðs meðalstyrks súrefnis innan þverunar fyrir þverun í Gufufirði á leið Þ-H með og án vegfyllingar. Sýnd eru 12 klukkustundar meðalgildi.