



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

SÝNIEINTAK
-má ekki fjarlægja

SÝNIEINTAK
má ekki fjarlægja

**Straumhraða- og rennslismælingar
í Hornafirði sumarið 1990**

Unnið fyrir Hafnamálastofnun ríkisins

Árni Snorrason, Snorri Zóphóníasson og
Tómas Jóhannesson

OS-92003/VOD-03 B

Ágúst 1993



ORKUSTOFNUN

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 645 792

/os/pi/vod.os/vatnamael.votn/hornafj90.t

**Straumhraða- og rennslismælingar
í Hornafirði sumarið 1990**

Unnið fyrir Hafnamálastofnun ríkisins

Árni Snorrason, Snorri Zóphóníasson og
Tómas Jóhannesson

OS-92003/VOD-03 B

Ágúst 1993

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. STRAUMHRAÐA-OG RENNSLISMÆLINGAR	3
2.1 Straumhraðamælingar	4
2.2 Rennslisreikningar	5
2.2.1 Hefðbundir útreikningar á rennsli	5
2.2.2 Niðurstöður straummælinga	6
2.2.3 Innrennsli til lónsins	9
2.2.4 Hraðasnið	9

TÖFLUSKRÁ

1. Niðurstöður rennslismælinga í Hornafjarðarósi 20. ágúst 1990	7
2. Niðurstöður rennslismælinga við Stapaklett 23. ágúst 1990	8
3. Niðurstöður rennslismælinga í Mykleyjarál 24. ágúst 1990	8

MYNDASKRÁ

1. Yfirlitsmynd	4
2. Straumhraðasnið úr Hornafjarðarósi mælt 1990.06.20	6
3. Rennslissnið úr Hornafjarðarósi mælt 1990.06.2	6
4. Rennsli mælt í Hornafirði sumarið 1990 sem fall af tíma	7
5-12. Straumhraðasnið mælinga	11-18

1. INNGANGUR

Skýrsla þessi fjallar um straumhraða- og rennslismælingar Vatnamælinga Orkustofnunar í Hornafirði sumarið 1990. Mælingar þessar voru á vegum Hafnamálaskrifstofu ríkisins og voru hluti af rannsóknaráætlun þeirra á siglingaleið um Hornafjörð. Þar var meðal annars gert ráð fyrir því að straumfræðilegt líkan yrði gert af Ósnum, en gerð þessháttar líkans kallar á ýmiskonar mælingar, m.a. á straummælingar og rennslismælingar í þeim þversniðum fjarðarins, sem ráða mestu um rennsli um ósinn og innan hans.

Byrjað er á að fjalla um markmið mælinganna og umfang þeirra. Síðan er framkvæmd þeirra lýst í nokkrum smáatriðum, fyrst straumhraða- og rennslismælingum almennt og í framhaldi af því útfærslu þeirra í Hornafirði.

Því næst er fjallað um úrvinnslu mælinganna, sem fylgja hefðbundnum aðferðum Vatnamælinga við slíka úrvinnslu, en frekar úrvinnsla er einnig framkvæmd, fyrst og fremst í þeim tilgangi að framsetning gagnanna verði sem skýrust.

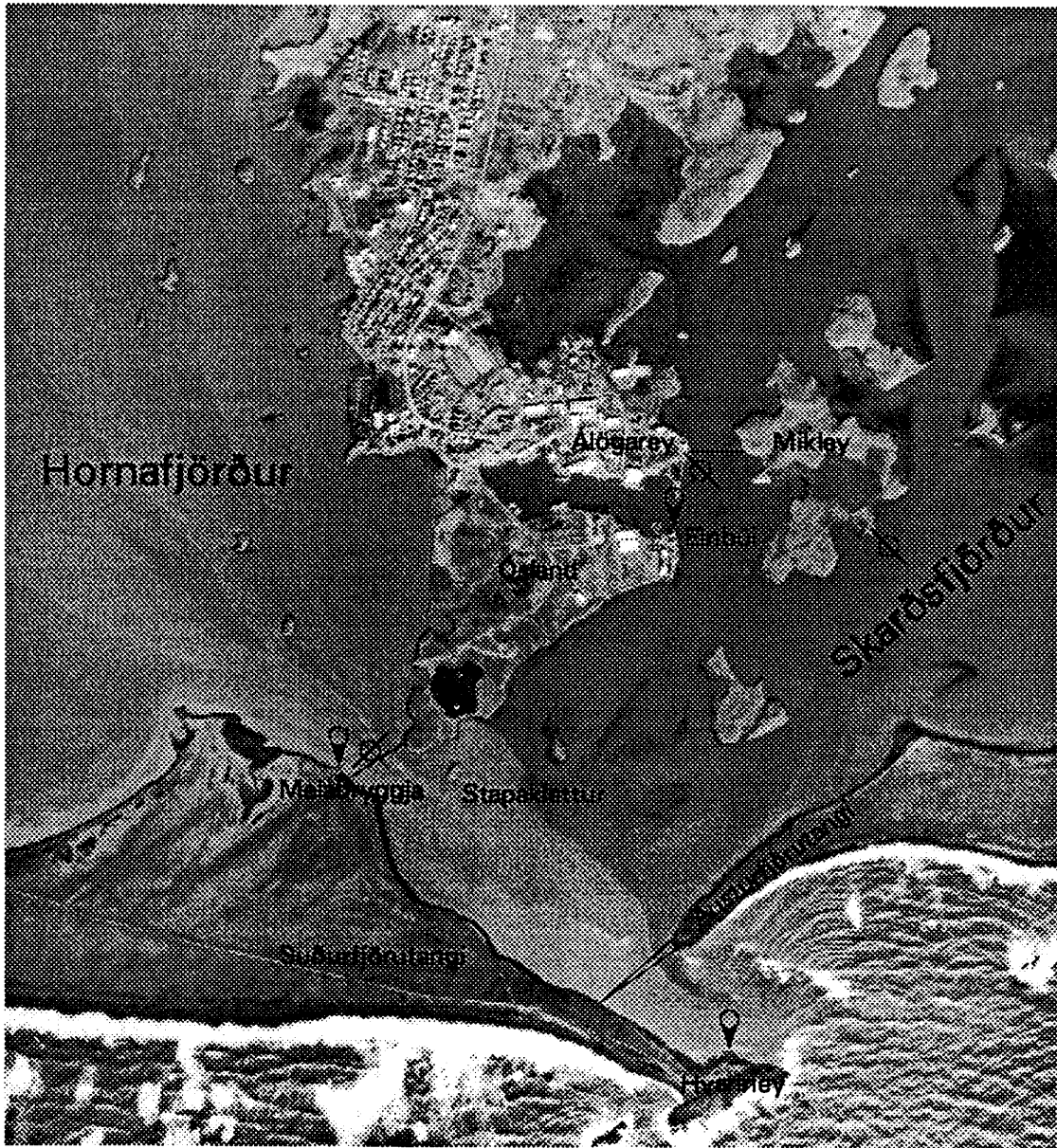
Að lokum er fjallað um niðurstöðurnar ásamt takmörkunum þeirra. Jafnframt eru lagðar fram tillögur um æskilegar og mögulegar frekari mælingar.

2. STRAUMHRAÐA-OG RENNSLISMÆLINGAR

Á árinu 1990 var á vegum Hafnamálaskrifstofu ríkisins unnin áætlun um rannsóknir á siglingaleið um Hornafjörð (Gísli Viggósson 1990). Þar var meðal annars gert ráð fyrir því að straumfræðilegt líkan yrði gert af Ósnum og nánasta umhverfi hans. Yfirlitsmynd af Hornafirði er sýnd á mynd 1. Hornafjörður innan við Ósinn er samtals um 80 km², þar af er Hornafjörður sjálfur um 50 km², Skarðsfjörður um 30 km² og ósasvæðið um 2 km². Líkansvæðið gæti náð yfir allan Hornafjörð og talsverð svæði úti fyrir Ósnum, en einnig væri hægt að takamarka líkansvæðið a.m.k. í fyrstu við ósasvæðið og nánasta svæði útifyrir. Rennsli um Ósinn og inn til Hornafjarðar og Skarðsfjarðar takmarkast við rennsli um nokkur þversnið í Firðinum, en þessi þversnið eru: Ósinn, Stapaklettur yfir á Suðurfjöru, frá Álögurey yfir á Mikley og frá Mikley yfir á Austurfjöru, sjá mynd 1.

Líkangerð af þessu tagi kallar á ýmiss konar mælingar eins og fram kemur í áætlun Hafnarmála- stofnunar og má þar nefna mælingar á sjávarfallahæð, bæði utan og sem víðast innan fjarða, mælingar á ölduhæð útifyrir, mælingar á rennsli um þau einkennandi þversnið, sem áður hafa verið nefnd, mælingar á vindhraða og -stefnu, ásamt loftþrýstingi. Einnig þarf nákvæmar upplýsingar um dýpi og alla lögum svæðisins, ásamt upplýsingum um eiginleika botnsins.

Leitað var til Vatnamælinga Orkustofnunar um mælingar á rennsli um þessi þversnið. Gert var ráð fyrir því að rennslið yrði mælt með stökum rennslismælingum yfir tveggja falla tímabil (u.þ.b. 13 klst.) á hverjum stað, með eins þéttum mælingum og unnt væri, þannig að útfrá mælingunum og vatnshæðarmælingum væri unnt að gera sér grein fyrir massaflutningum um fjörðinn vegna sjávarfalla. Einnig var innrennsli fljótanna metið, en það reyndist hverfandi í vatnsbúskapnum við stórstreymi.



Mynd 1. Yfirlitsmynd, afstaða mælistöðva.

2.1 Straumhraðamælingar

Mælingar voru framkvæmdar þannig að dýpi var mælt á allmörgum stöðum í þversniðinu og straumhraði jafnframt mældur á 4-5 stöðum í hverju dýptarsniði. Þetta var síðan endurtekið eins oft og unnt var til þess að skilgreina rennslið um þversniðið sem fall af tíma sem best. Tímasetning liggjanda var einnig metin eftir bestu getu.

Straumhraðinn var mældur með skrufumæli. Vatnsstraumurinn snýr skrufu sem tengd er hraðamæli. Til þess að geta komið skrufunni fyrir á þeim stöðum í þversniðinu, sem mælt var á, var notaður lóðsbáturinn á Hornafirði. Gálga var komið fyrir framan á bátnum og mælirinn hengdur í spilvír með rafleiðara. Mælirinn er byggður upp á þann hátt að skrufan er framan á straumlínulaga lóði sem hefur stél, þannig að skrufan beinist ávallt beint á móti straumi. Á spilinu, sem vírin er á, er teljari sem sýnir lengd vírsins sem gefinn er út. Teljarinn er stilltur á núll þegar straumhraðamælirinn er við yfirborð og gefur staða teljarans síðan dýpi niður á mælinn. Mælirinn gefur til kynna þegar fótur hans snertir botn.

Á meðan á mælingu hvers dýptarsniðs stendur þarf að halda bátnum kyrrum yfir botni og mæla út stöðu hans. Hefðbundin aðferð við bátamælingar á ám er að strengja kvarðaðan vír á milli bakka og hengja bátinn á hann. Slík aðferð kom ekki til greina á Hornafirði vegna breiddar sniðanna, auk þess sem það hefði lokað fyrir skipaumferð. Brugðið var á það ráð að láta skipstjóran halda bátnum kyrrum móti straumi með vél bátsins. Landmælingamanni var komið fyrir á bakkanum við annan enda þversniðsins. Miðaði hann tæki sínu yfir í bakkann við hinn enda sniðsins. Á bátnum var komið fyrir spegli þannig að landmælingamaðurinn gat fylgst með fjarlægðinni út að bátnum. Talstöðvarsamband var á milli landmælingamannsins og skipstjórans. Landmælingamaðurinn leiðbeindi skipsstjóranum en sá síðarnefndi hafði einnig sín eigin mið. Reyndist þessi aðferð vonum framár og hefur rek bátsins vart verið nema örfá prósent af breidd þversniðsins.

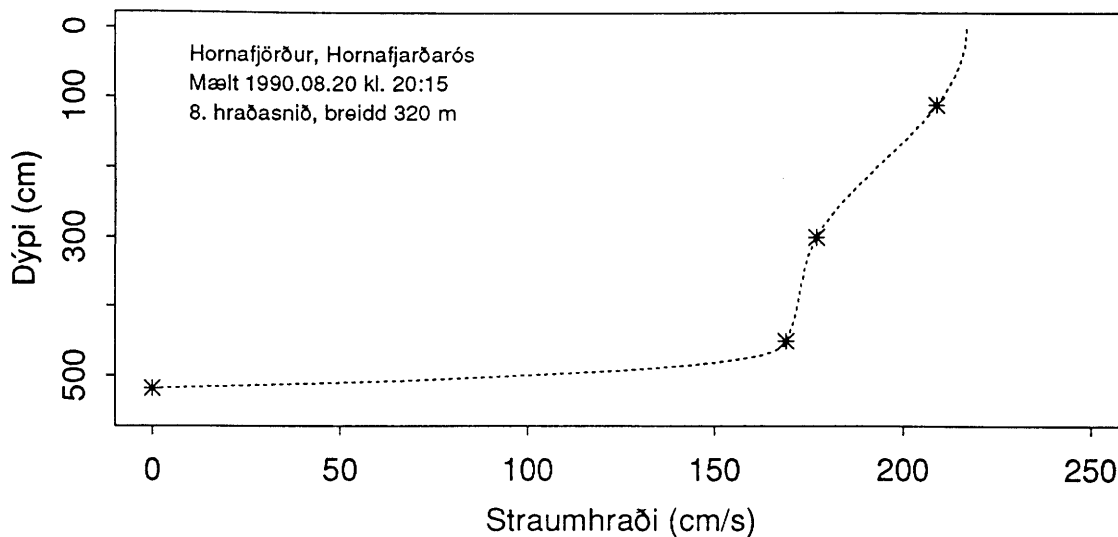
Nauðsynlegt er að velja þversnið mælingarinnar þannig, að straumstefnan sé hornrétt á það alla leið yfir. Vegna áhrifa nesja og tanga varð að velja sitt hvort sniðið í ósnum fyrir aðfall og útfall.

Til þess að fá meðalhraða í hverjum mælipunkti er mælt þar í 50 sek. Þessi tími á að nægja til þess að jafna út straumhvirla og hjálpar einnig til þess að leiðrétta fyrir vaggi og hringsóli bátsins. Ekki er hægt að sjá hvernig mælirinn snýr niðri í vatninu. Öfugstreymi kemur ekki fram. Eina leiðin til þess að greina það frá er að reyna að meta hvort straumhraðaferlarnir geti staðist þ.e. sýni raunverulegt rennsli.

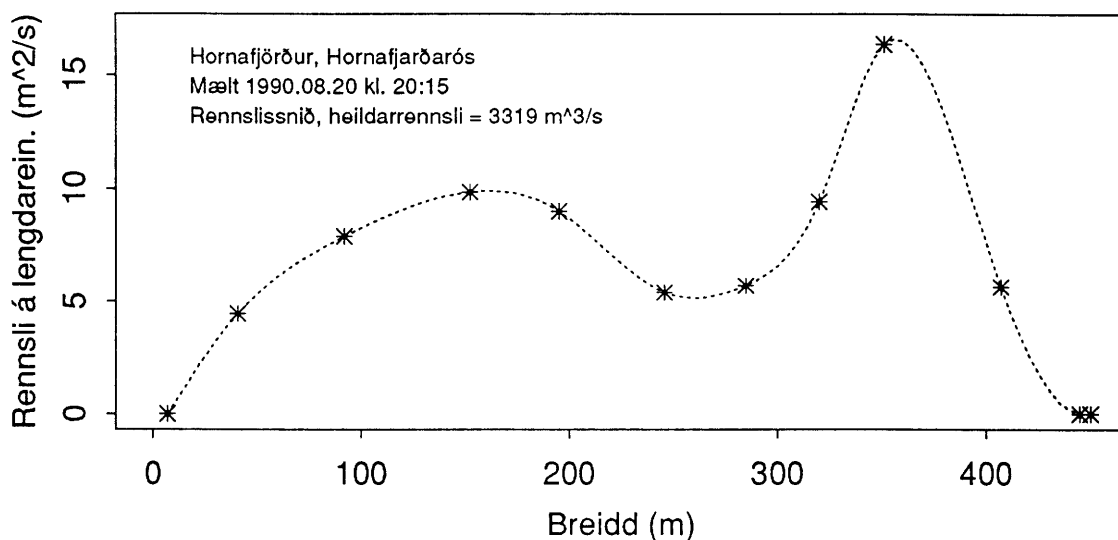
2.2 Rennslisreikningar

2.2.1 Hefðbundir útreikningar á rennsli

Til þess að unnt sé að meta rennsli um þversniðið út frá mælingum á punktmælingum á straumhraða og á dýpi þarf nokkur töluleg úrvinnsla að eiga sér stað. Í hverju dýptarsniði skilgreina straumhraðamælingarnar straumhraðasnið frá botni til yfirborðs, sem lýsa má með stærðfræðilegri formúlu eða kúrfu, sjá mynd 2. Í núverandi úrvinnslukerfi eru notuð þriðju gráðu spline-föll til brúunar, sem stýra má gagnvirkt frá tölvunni þar til brúun er talin ásættanleg. Flatarmál straumhraðasniðsins, sem finna má með grafskri eða tölulegri aðferð, gefur síðan rennslið á viðkomandi breiddarmetra þversniðsins yfir farveginn. Með þessari aðferð er rennslið metið á allmörgum stöðum í þversniðinu. Þær niðurstöður skilgreina síðan feril, sem lýsir rennslinu í þversniðinu yfir farveginn, en þessum feril, sem kallaður er rennslisnið, má á sama hátt lýsa með stærðfræðilegi formúlu, eða grafskt, sjá mynd 3. Í þessu tilfelli, einnig, eru notuð þriðju gráðu spline-föll, sem stýra má gagnvirkt frá tölvunni. Heildarrennsli um þversniðið fæst síðan með því að finna flatarmál rennslisniðsins þvert yfir farveginn, en það er einnig hægt að gera með grafskri eða tölulegri aðferð.



Mynd 2. Straumhraðasnið úr Hornafjarðarósi mælt þann 1990.06.20. Sniðið sýnir straumhraða í cm/s sem fall af dýpi í cm.

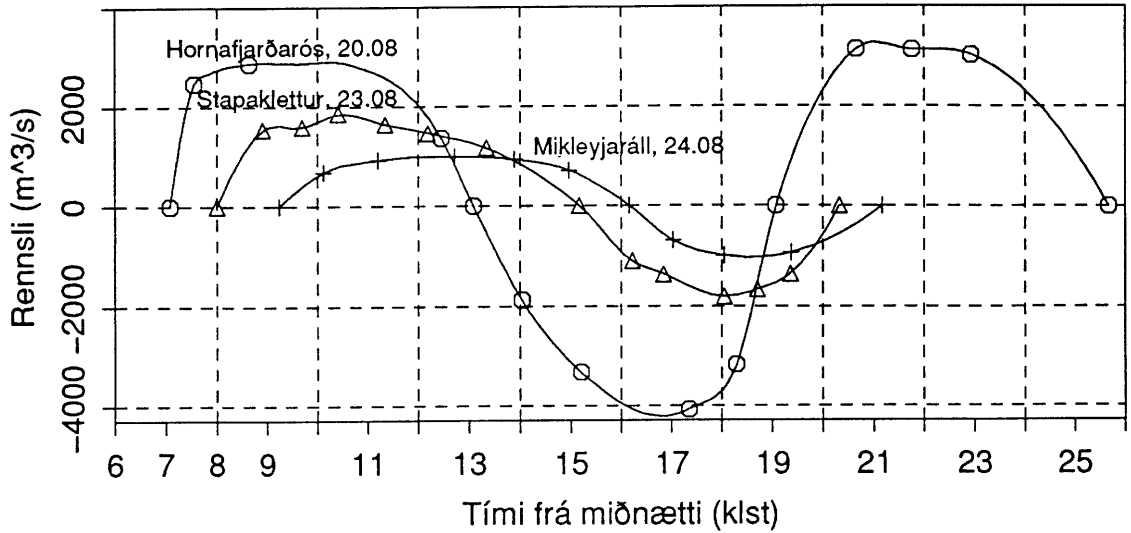


Mynd 3. Rennslissnið úr Hornafjarðarósi mælt þann 1990.06.20. Sniðið sýnir rennsli í m³/s á lengdareiningu (m) þvert yfir ósinn.

2.2.2 Niðurstöður straummælinga

Niðurstöður rennismælinganna í Hornafirði koma fram í einni mynd og töflum 1 - 3 hér á eftir. Mynd 4 sýnir heildarrennsli sem fall af tíma fyrir mælistaðina Hornafjarðarós, Stapaklett og Mikleyjarál.

Í töflunum koma fram tími og rennsli fyrir hverja mælingu. Tíminn sem upp er gefinn er um miðbik tímabilsins sem mælingin spannaði, en hver rennismæling tók alla jafna á bilinu hálf til eina klukkustund. Jafnframt er upphafstími mælinganna gefinn upp í síðasta dálk töflunnar. Straumstefna er táknuð með formerki rennslisins þannig að á útfalli er rennslið jákvætt en neikvætt á innfalli. Tímasetning liggjanda kemur einnig fram í töflunum í línunum þar sem rennslið er skráð 0 m³/s.



Mynd 4. Rennsli mælt í Hornafirði sumarið 1990 sem fall af tíma. Tímaás hvers ferils byrjar kl. 00:00 á miðnætti daginn sem mælingar stóðu yfir til þess að hægt sé að teikna alla ferlana á sömu myndinni.

Tafla 1. Niðurstöður rennislismælinga í Hornafjarðarósi þann 20. ágúst 1990 (liggjandi kl. 01:40 í síðustu línu töflunnar er þann 21. ágúst).

Tími	Rennsli (m ³ /s)	Mæling hófst
07:05	0	
07:33	2567	06:52
08:38	2998	08:12
12:27	1416	11:53
13:05	0	
14:02	-1993	13:32
15:12	-3713	14:55
17:21	-4239	16:52
18:18	-3332	17:53
19:05	0	
20:40	3319	20:15
21:45	3279	21:20
22:55	3171	22:30
01:40	0	

Tafla 2. Niðurstöður rennslismælinga við Stapaklett þann 23. ágúst 1990.

Tími	Rennsli (m ³ /s)	Mæling hófst
08:00	0	
08:55	1668	08:41
09:42	1706	09:25
10:25	2012	10:08
11:20	1789	10:59
12:11	1568	11:53
13:20	1238	12:55
15:10	0	
16:14	-1201	15:56
16:51	-1433	16:35
18:03	-1902	17:46
18:43	-1799	18:29
19:22	-1460	19:07
20:20	0	

Tafla 3. Niðurstöður rennslismælinga í Mikleyjarál þann 24. ágúst 1990.

Tími	Rennsli (m ³ /s)	Mæling hófst
09:15	0	
10:07	730	09:49
11:12	987	10:54
12:43	1044	12:27
13:53	992	13:38
14:58	747	14:44
16:10	0	
17:02	-735	16:49
18:03	-1063	17:45
19:23	-1018	19:01
21:10	0	

Straumhraðamælingarnar, sem rennslið er reiknað út frá, voru skrifaðar út í gagnaskrár á disklingi. Disklingurinn er afhentur Vita- og hafnarmálastjórn með skýrslu þessari til þess að gögnin séu aðgengileg ef þörf krefur til frekari úrvinnslu eða túlkunar. Ein gagnaskrá er fyrir hverja mælingu. Þær eru með þremur dálkum. Í fyrsta dálk er fjarlægð eftir mælipversniðinu (í m) í öðrum dálk er dýpi (í cm) og í þriðja dálk er rennsli (í cm/s). Nöfn skráanna eru mánaðardagur og

upphafstími (klst og mín) og nafnaukinn ".dat", t.d. "200652.dat" fyrir mælinguna sem hófst kl. 06:52 þann 20. ágúst 1990. Einnig liggja fyrir myndir af sérhverju hraðasniði, eins og það er unnið í úrvinnslu forriti Vatnamælinga. Fyrir hverja rennslismælingu er síðan til línurit sem sýnir rennsli þvert yfir hvert snið ásamt heildarrennsli um þversniðið.

2.2.3 Innrennsli til lónsins

Nokkrar ár falla til lónsins og ætti samanlagt rennsli þeirra að koma fram sem mismunur á vatnsmagni aðfalls og útfalls í Hornafjarðarósi. Stærst er Hornafjarðarfjót. Ekki eru til neinar samfelldar mælingar á því. Mæling gerð 900627 gaf rennslið $45 \text{ m}^3/\text{s}$. Hoffellsá mældist $3 \text{ m}^3/\text{s}$ sama dag. Samkvæmt sjónmati var minna í þessum ám þegar mælingarnar í ósnum fóru fram. Laxá á Nesjum hefur meðalrennslið $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$ í ágúst. Samanlagt rennsli þessarar áa hefur verið um $50 \text{ m}^3/\text{s}$ á meðan ósinn var mældur. Aðrar ár og lækir sem falla til lónsins eru minni. Telja má að heildarrennslið til lónsins hafi verið minna en $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.2.4 Hraðasnið

Auk rennslis í m^3/s er breyting straumhraða með dýpi og vegalengd eftir mæliþversniðinu áhuga-verð í sambandi við túlkun mælinganna. Myndir 5 til 12 sýna straumhraðasnið fyrir hverja mælingu (29 mælingar alls). Straumhraðinn er sýndur með litaskala og sinn skalinn notaður fyrir hvern mælistað. Litaskalakvarði er sýndur í litlum innfelldum ramma á hverri mynd. Straumhraðamælingarnar sjálfar eru sýndar með tölum (í cm/s) á myndunum, til þess að gefa til kynna dreifingu mælinganna sem liggja hraðasniðinu til grundvallar og til þess að tilgreina nánar hraðann sem litirnir sýna. Innfæld mynd sýnir heildarrennsli á viðkomandi mælistað sem fall af tíma og táknar stjarna á rennslisferlinum rennslið sem svarar til hraðasniðsins sem stærri myndin sýnir.

Straumhraðamælingarnar voru brúaðar yfir á réttthyrnt net til þess að teikna straumhraðasniðin í myndum 5 til 12. Brúunin var unnin með því að reikna þríhyrninganet út frá staðsetningu straumhraðamælinganna í sniðinu og beita tvívíðri línulegri brúun innan hvers þríhyrnings. Til þess að lögum hraðasniðsins næst botni yrði eðlileg reyndist nauðsynlegt að bæta inn punktum samsíða botninum með einfaldri línulegri brúun neðstu mælinganna áður en tvívíðu brúuninni var beitt. Þessi brúunaraðferð tryggir að snöggar breytingar í hraðasniðinu leiða ekki til sveifla í brúuninni eins og hætta er á þegar brúun af hærri gráðu (t.d. þriðju gráðu spline) er beitt. Þannig sýna myndirnar eingöngu mældar breytingar eða sveiflur í hraða og staðsetning hámarka og lágmarka í hraðasniðinu takmarkast við staðsetningu mælipunktanna.

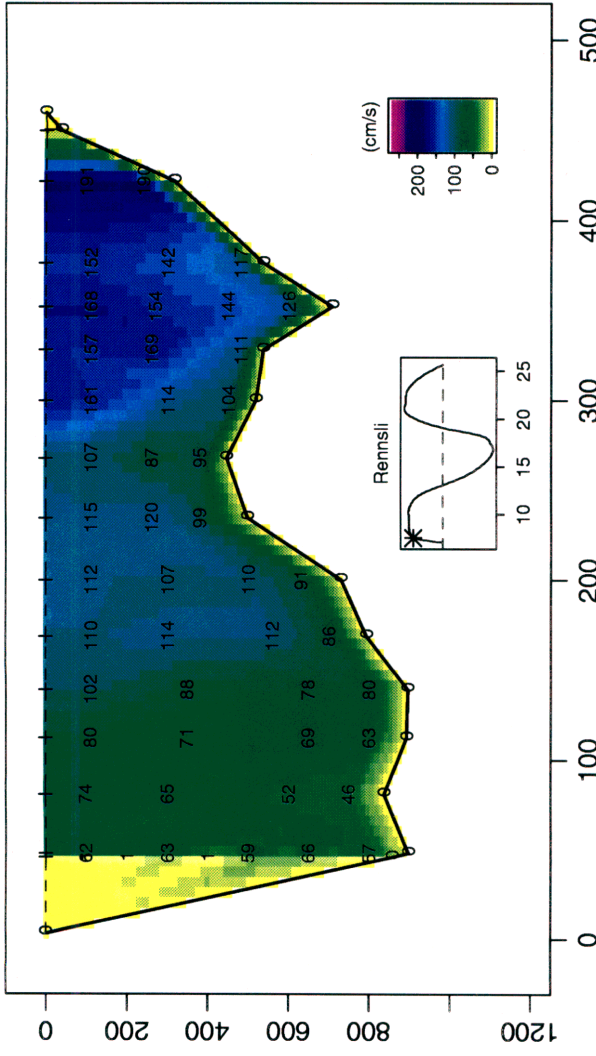
Hægt er að reikna heildarrennsli sem tvívíða línulega brúunin á þríhyrninganetinu gefur. Rennslið sem þá fæst er nokkru minna (u.þ.b. 5%) en rennslið sem reiknast með hefðbundinni úrvinnslu rennslismælinganna. Þetta er eðlilegt þar sem tvívíð línuleg brúun leiðir augljóslega til vanmats á heildarrennslinu vegna þess að hraðasniðið er í raun kúptara en línulega brúunin gerir ráð fyrir. Óvissan sem af þessu leiðir í myndum 2 til 9 er vart sýnileg og gefa myndir því góða mynd af lögum hraðasniðsins þrátt fyrir að lögum ætti í raun að vera ögn kúptari, sérstaklega næst botni.

Hraðasniðsmýndirnar voru skrifaðar út í skrár á disklingi á EPS formi og afhentar Vita- og hafnarmálastjórn til þess að hægt sé að fjölfalda þær með einföldum hætti síðar ef þurfa þykir. Skrárnar eru 8 talsins og nefnast "fig1.eps", "fig2.eps", ... "fig8.eps".

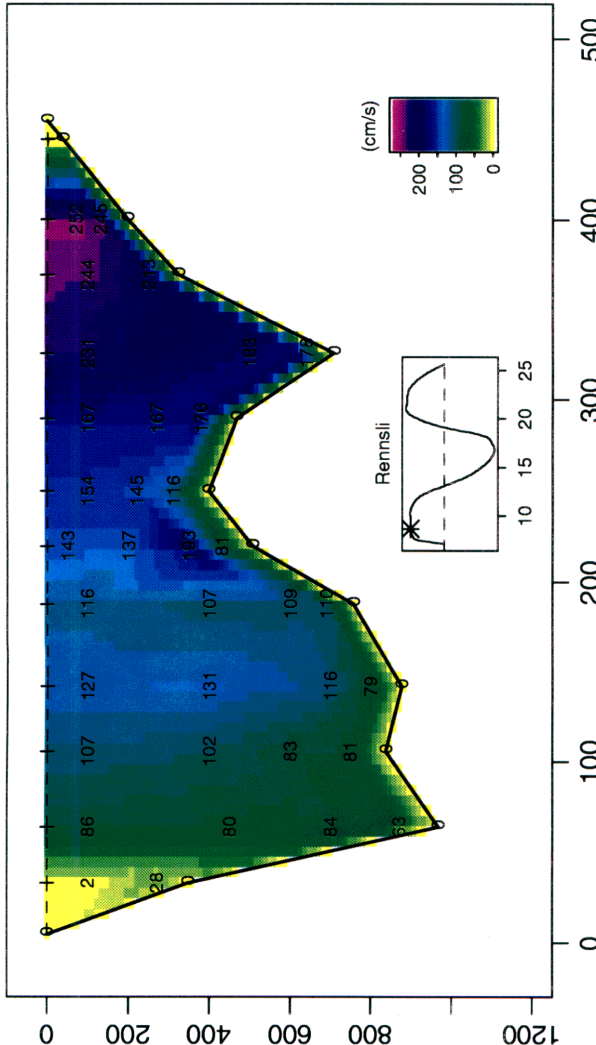
Myndir 5-12. Straumhraðasnið mælinga. Sjá næstu 8 blaðsíður.

Straummælingar í Hornafirði

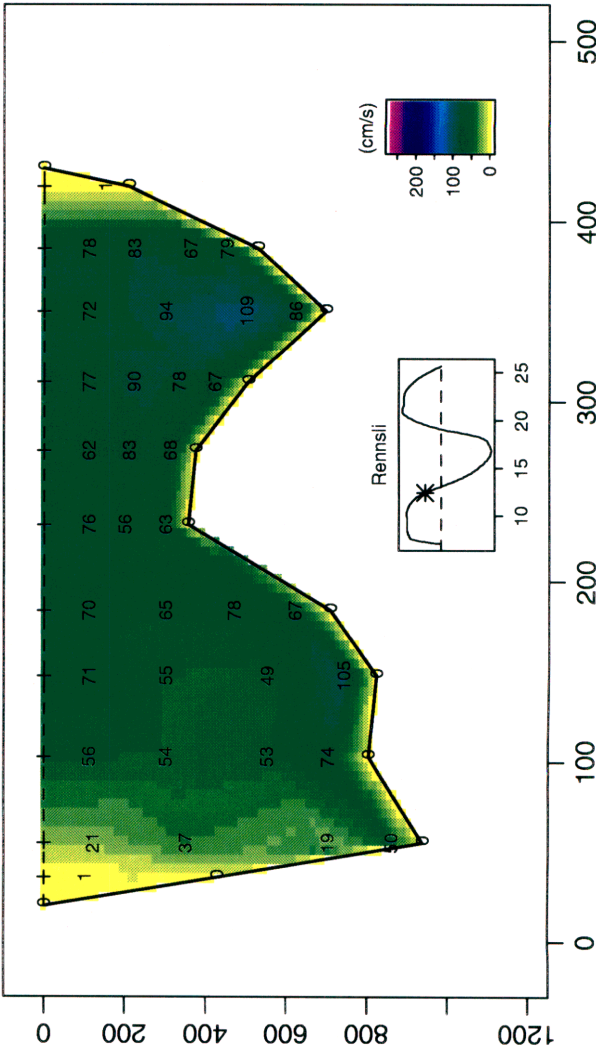
Hornafjarðarós, tími: 900820-0652, útfall



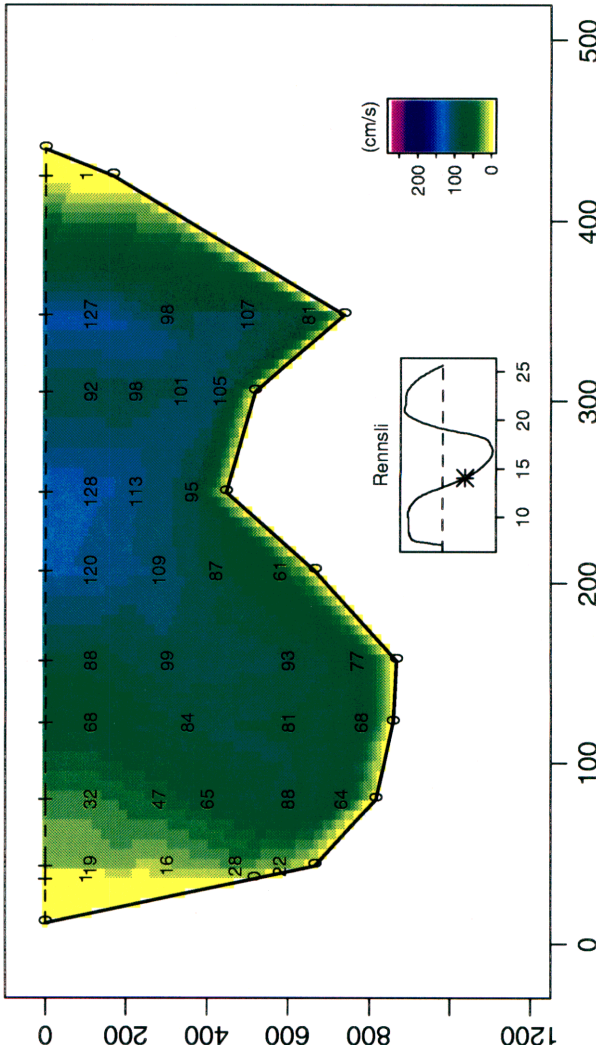
Hornafjarðarós, tími: 900820-0812, útfall



Hornafjarðarós, tími: 900820-1153, útfall

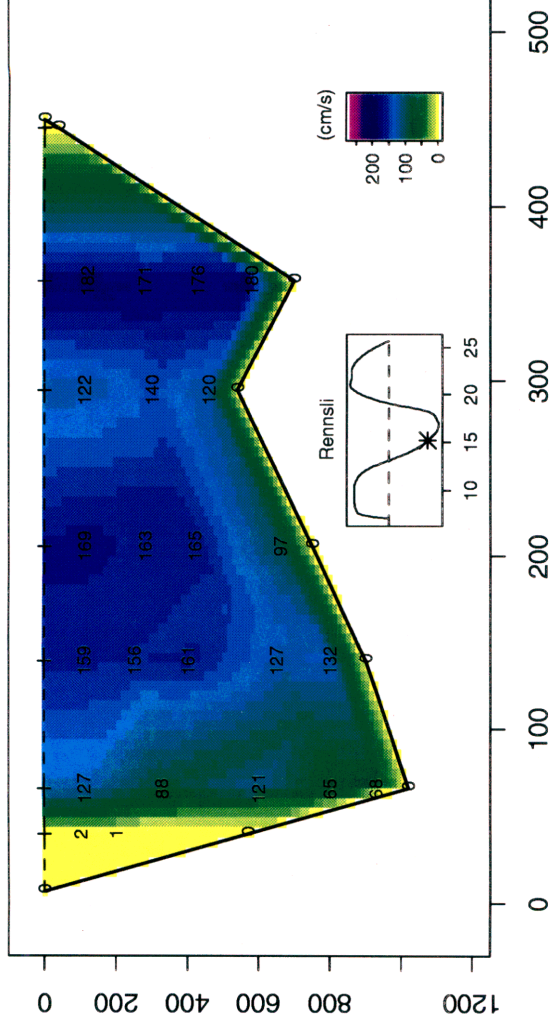


Hornafjarðarós, tími: 900820-1332, aðfall

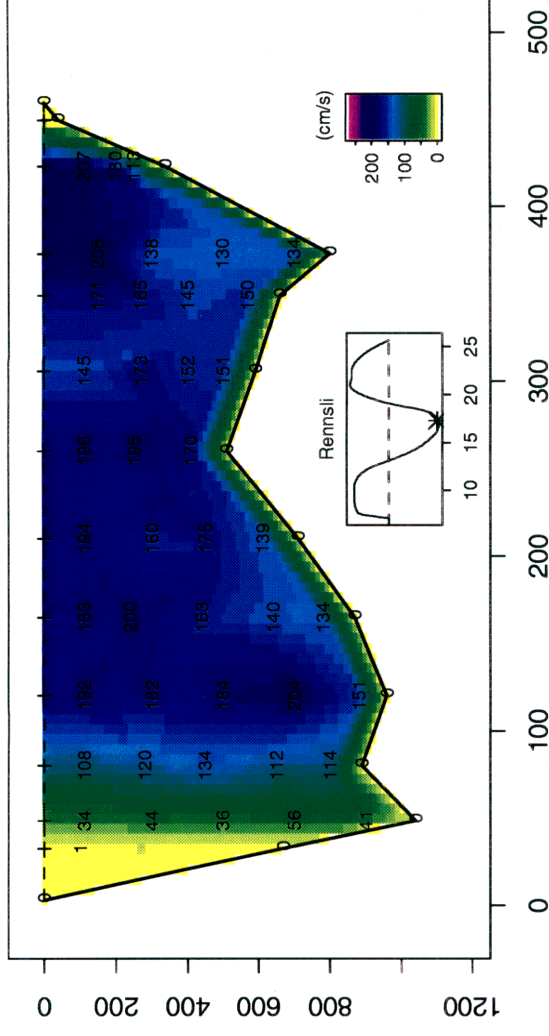


Straummælingar í Hornafirði

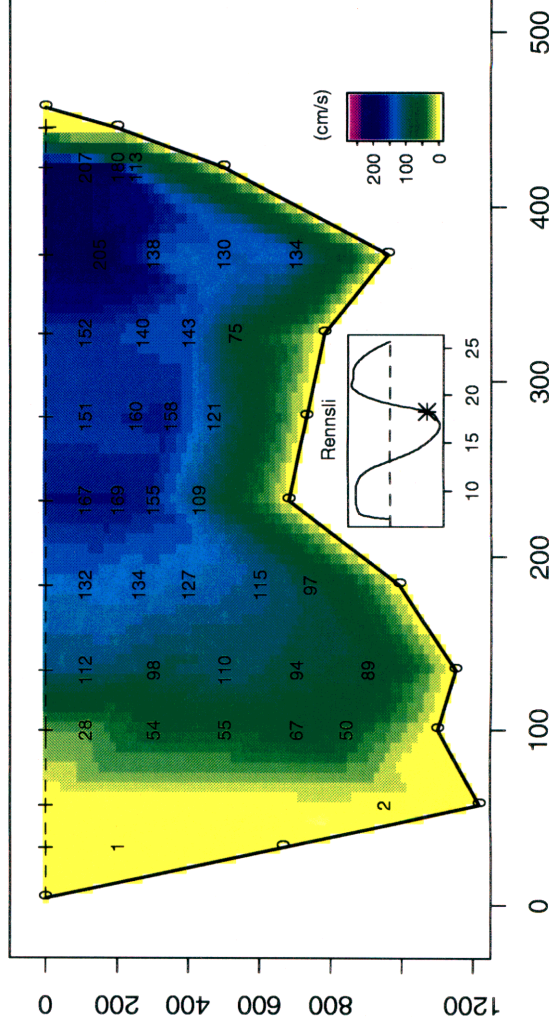
Hornafjarðarós, tími: 900820–1455, aðfall



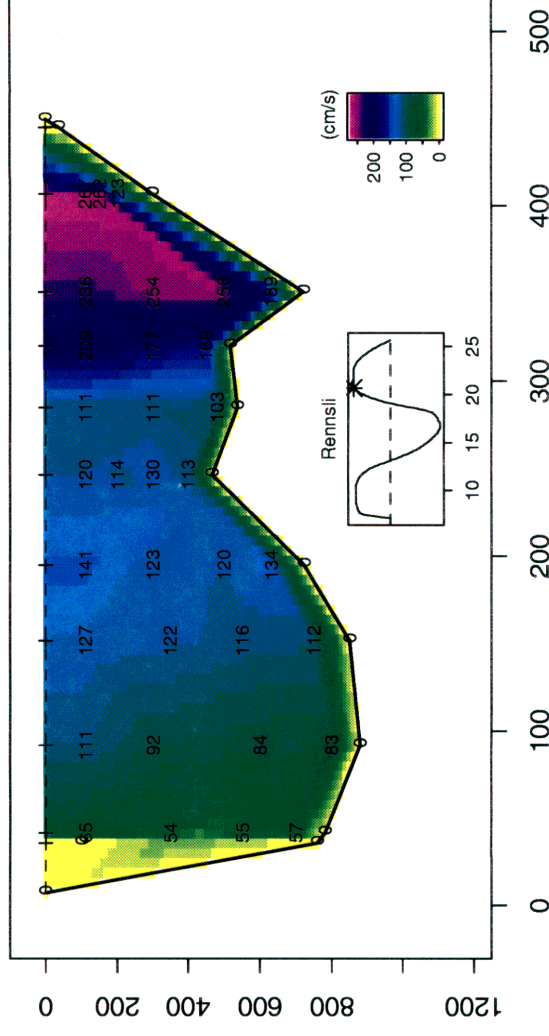
Hornafjarðarós, tími: 900820–1652, aðfall



Hornafjarðarós, tími: 900820–1753, aðfall

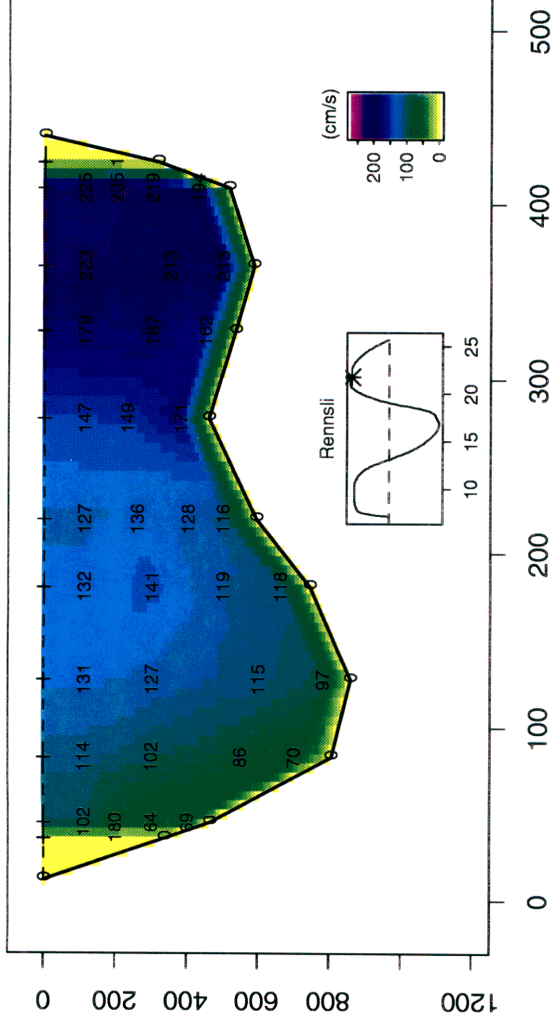


Hornafjarðarós, tími: 900820–2015, útfall

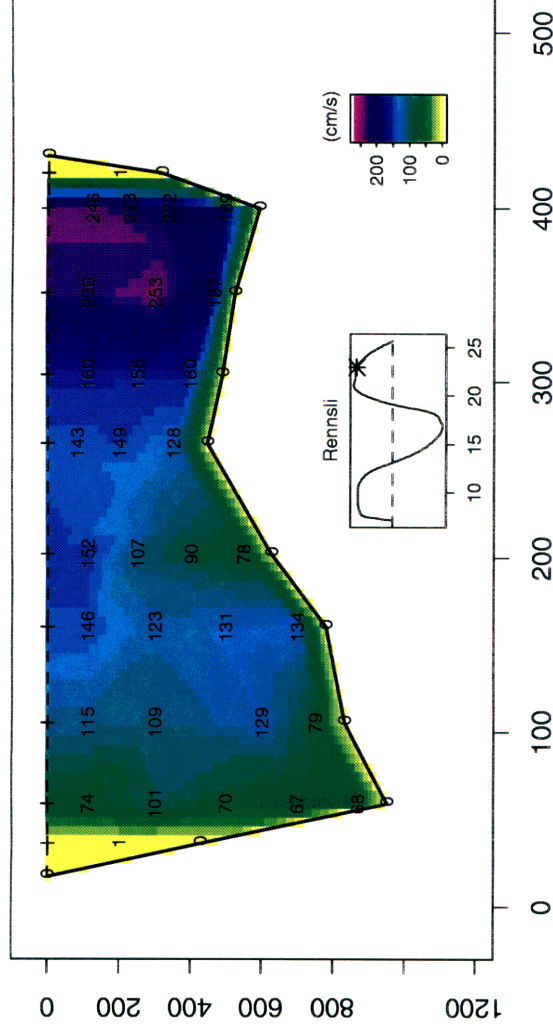


Straummælingar í Hornafirði

Hornafjarðarós, tími: 900820-2120, útfall

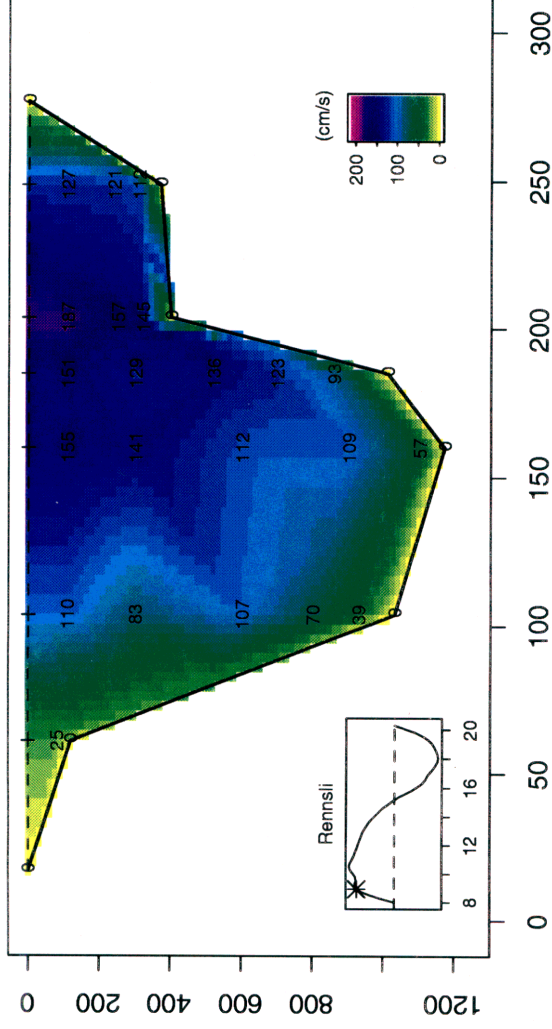


Hornafjarðarós, tími: 900820-2230, útfall

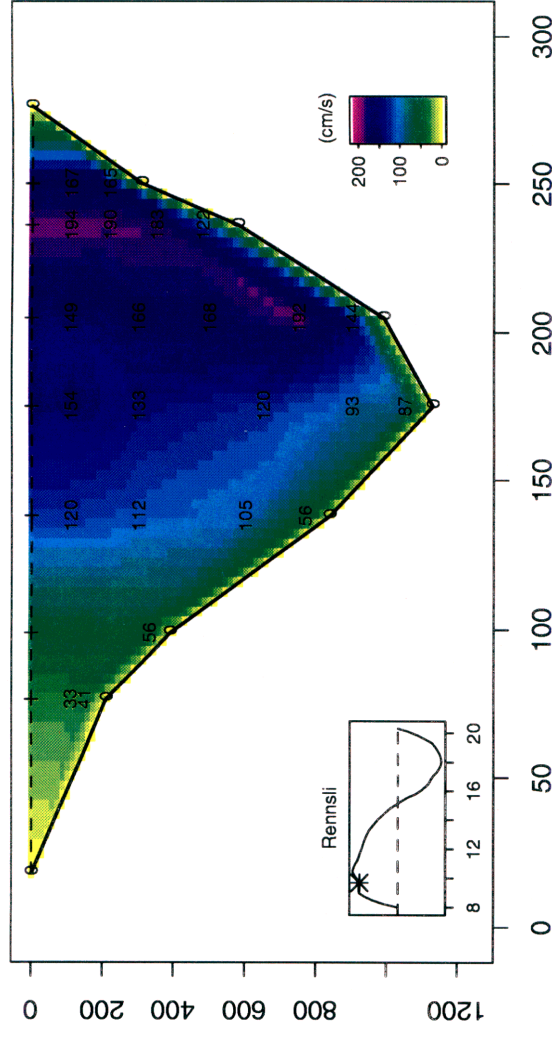


Straummælingar í Hornafirði

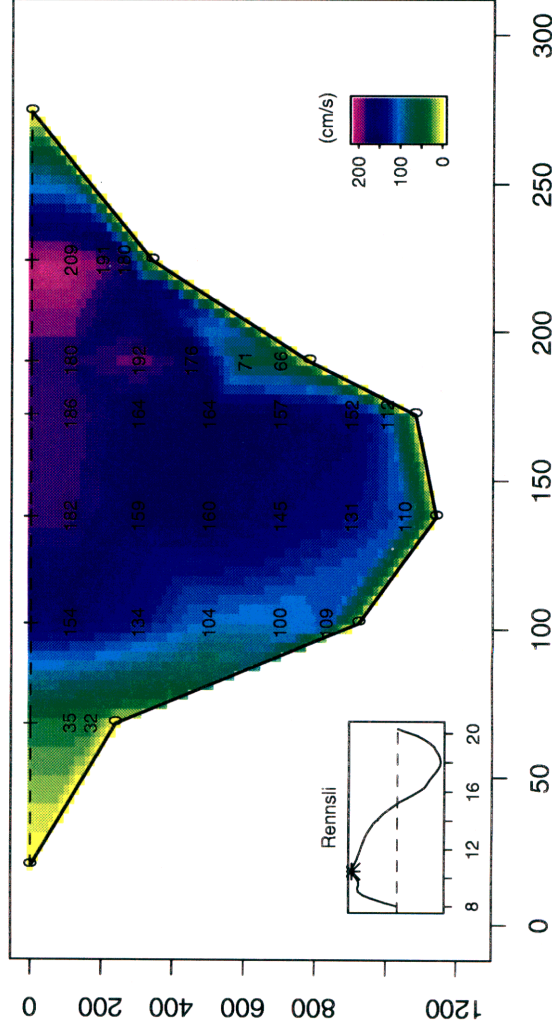
Stapaklettur, tími: 900823-0841, útfall



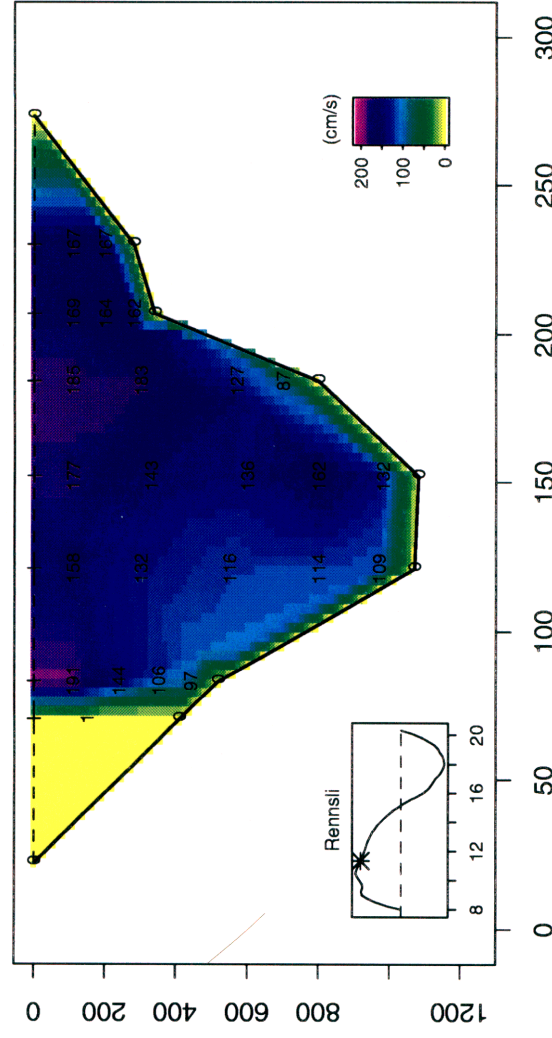
Stapaklettur, tími: 900823-0925, útfall



Stapaklettur, tími: 900823-1008, útfall

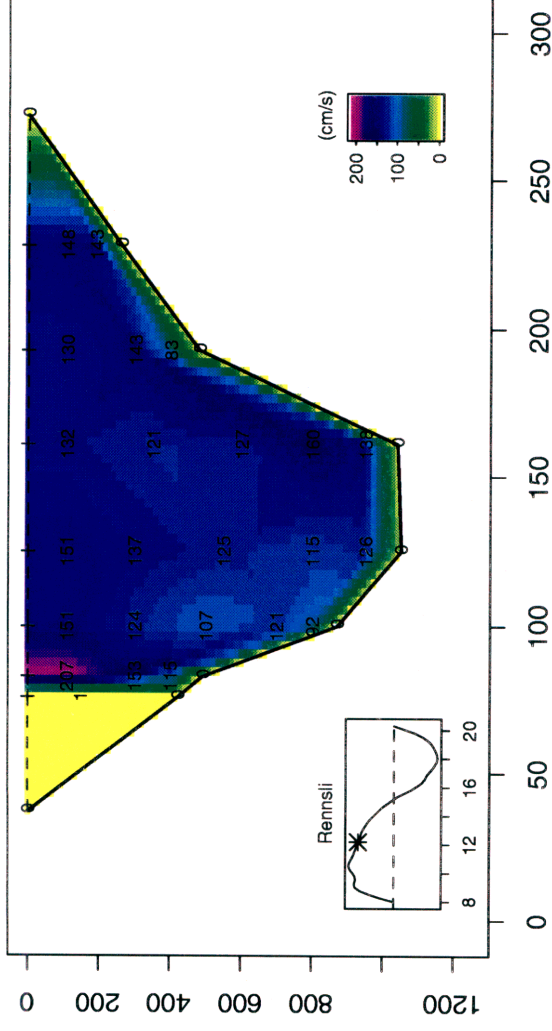


Stapaklettur, tími: 900823-1059, útfall

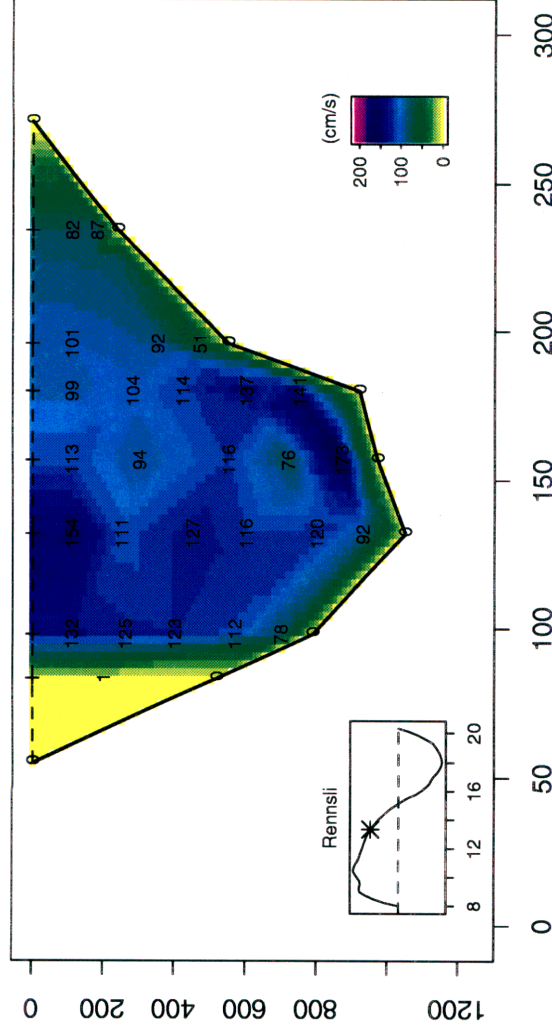


Straummælingar í Hornafirði

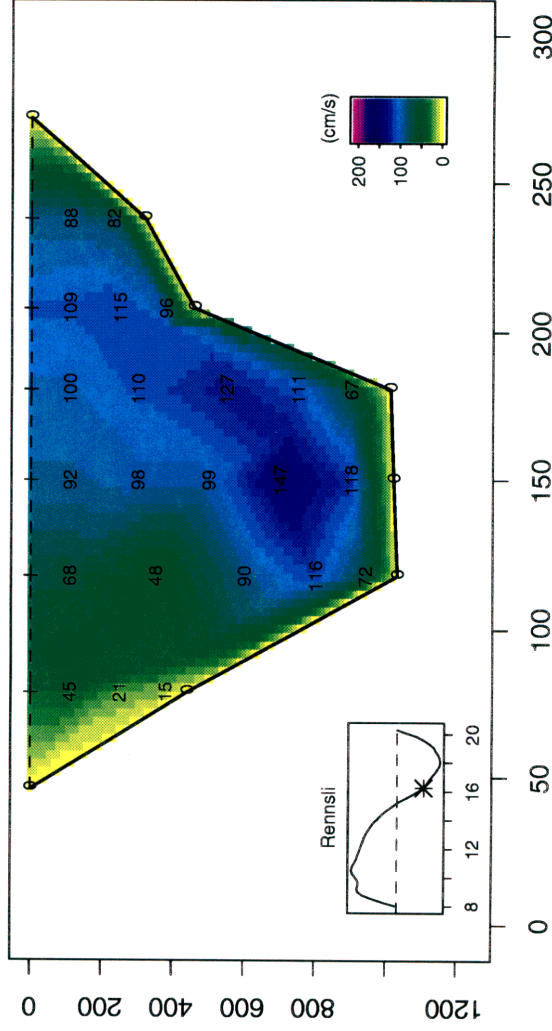
Stapaklettur, tími: 900823–1153, útfall



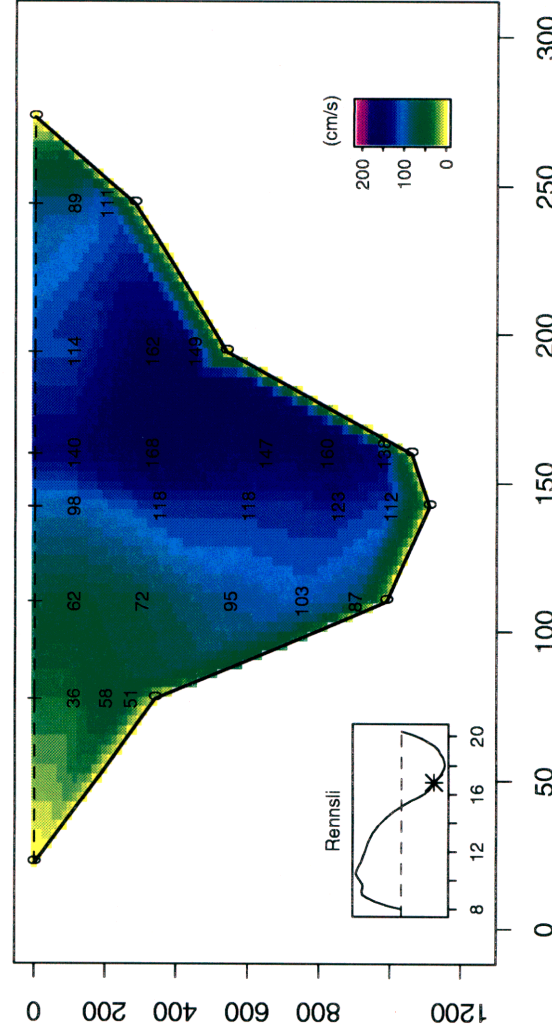
Stapaklettur, tími: 900823–1255, útfall



Stapaklettur, tími: 900823–1556, aðfall

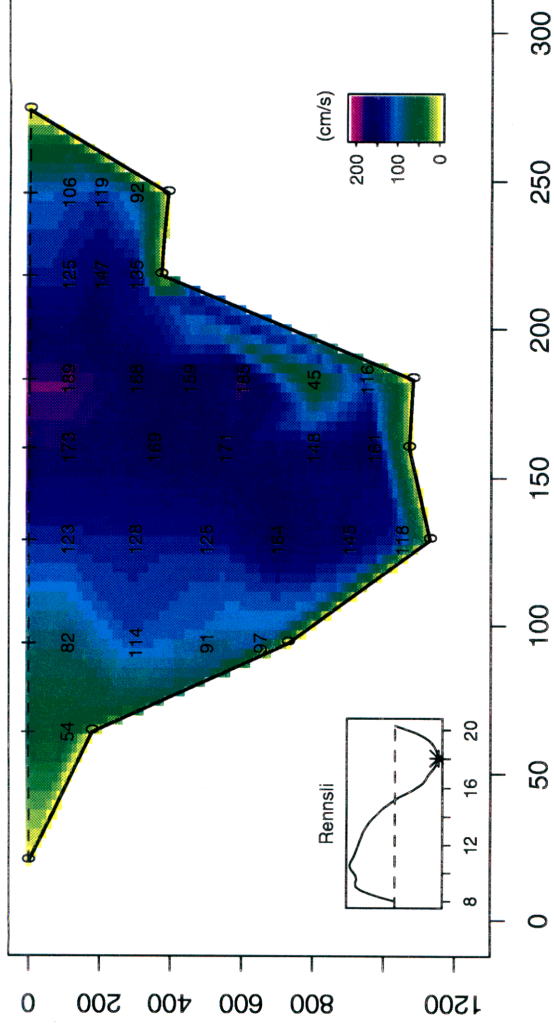


Stapaklettur, tími: 900823–1635, aðfall

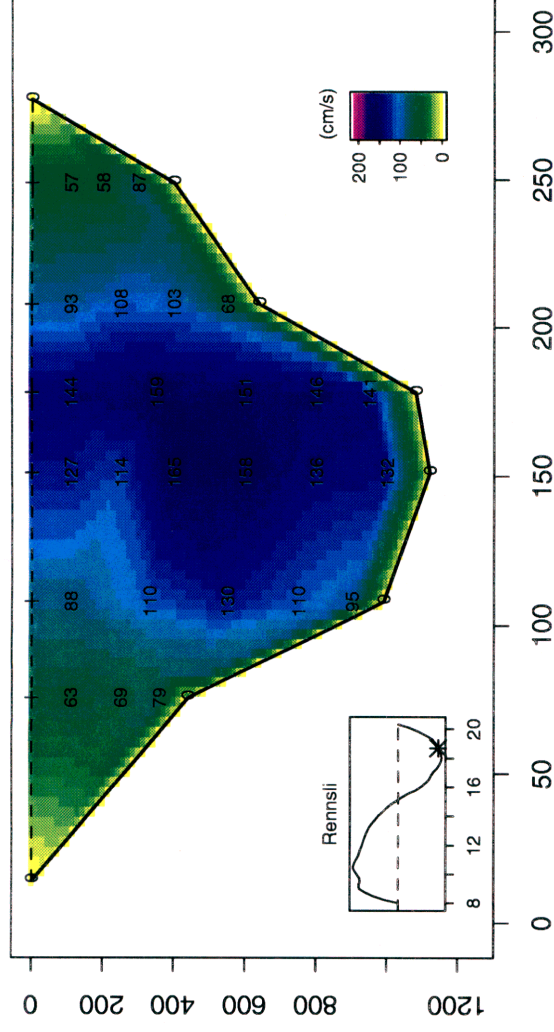


Straummælingar í Hornafirði

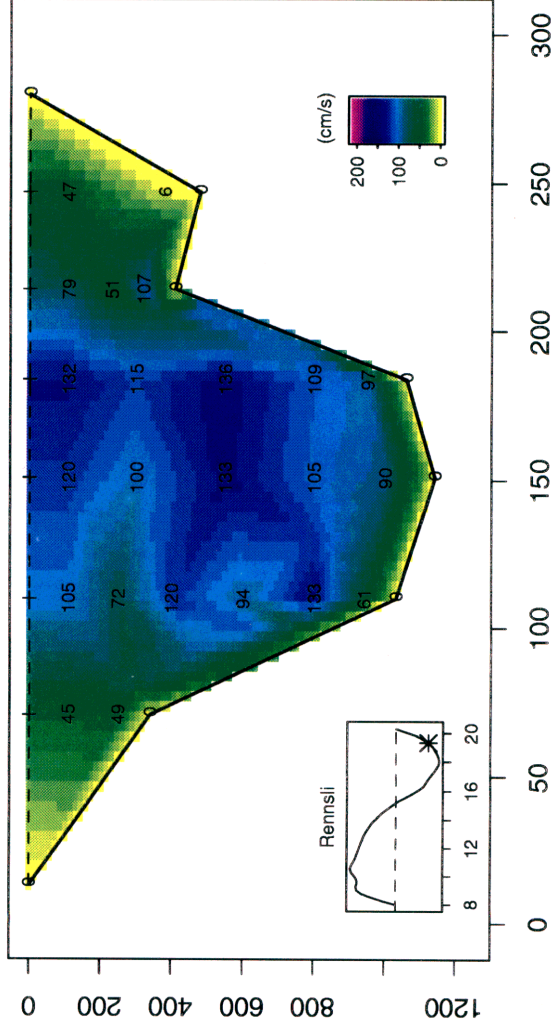
Stapaklettur, tími: 900823–1746, aðfall



Stapaklettur, tími: 900823–1829, aðfall

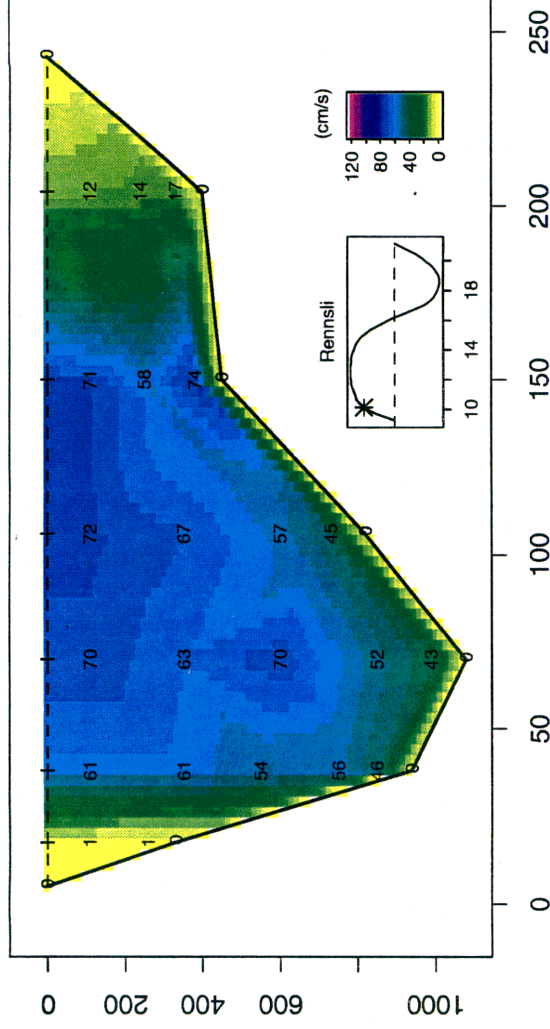


Stapaklettur, tími: 900823–1907, aðfall

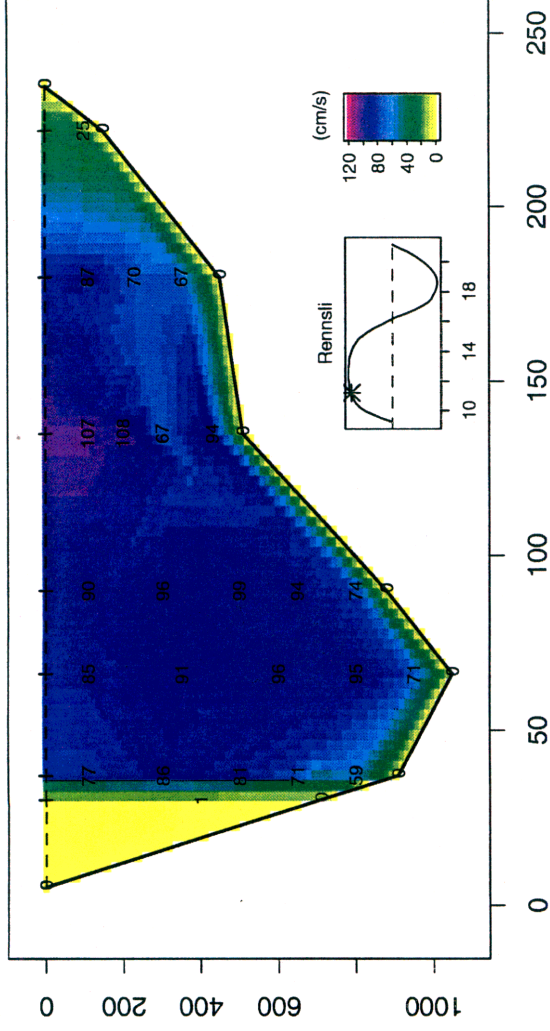


Straummælingar í Hornafirði

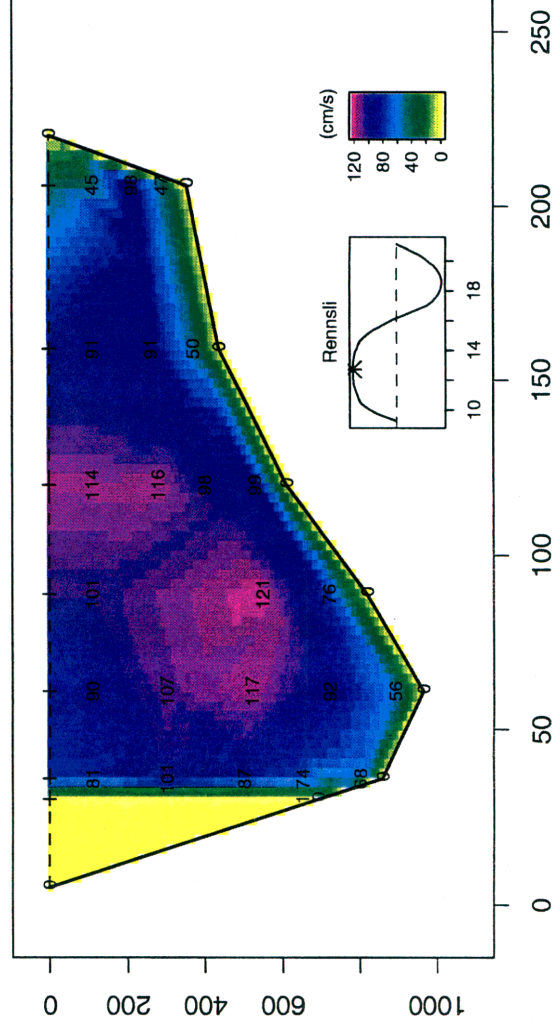
Mikleyjaráll, tími: 900824–0949, útfall



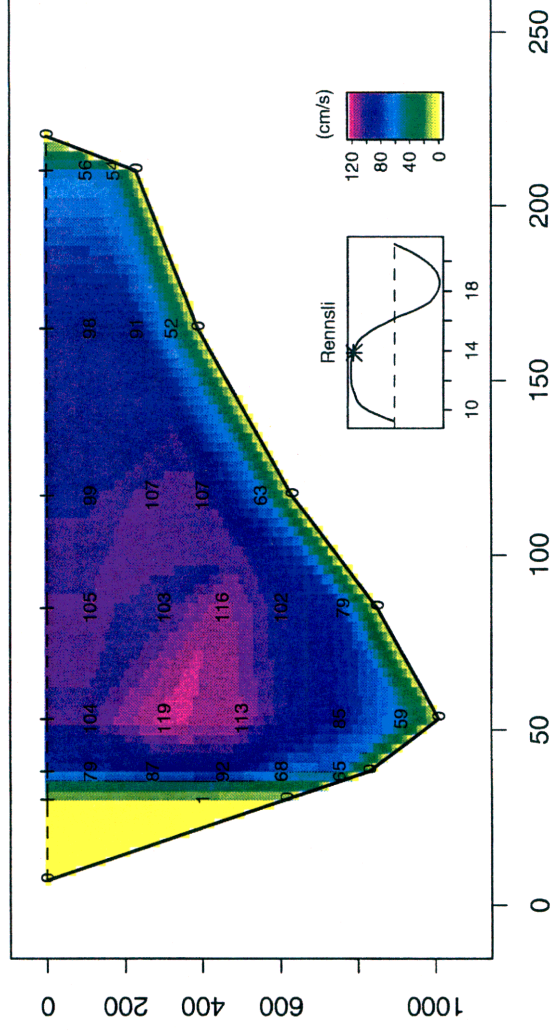
Mikleyjaráll, tími: 900824–1054, útfall



Mikleyjaráll, tími: 900824–1227, útfall

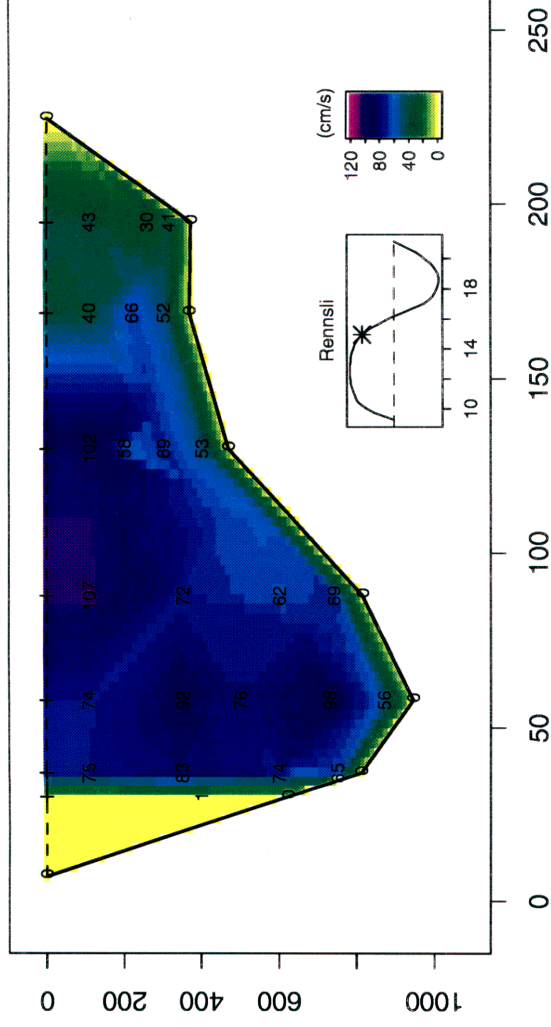


Mikleyjaráll, tími: 900824–1338, útfall

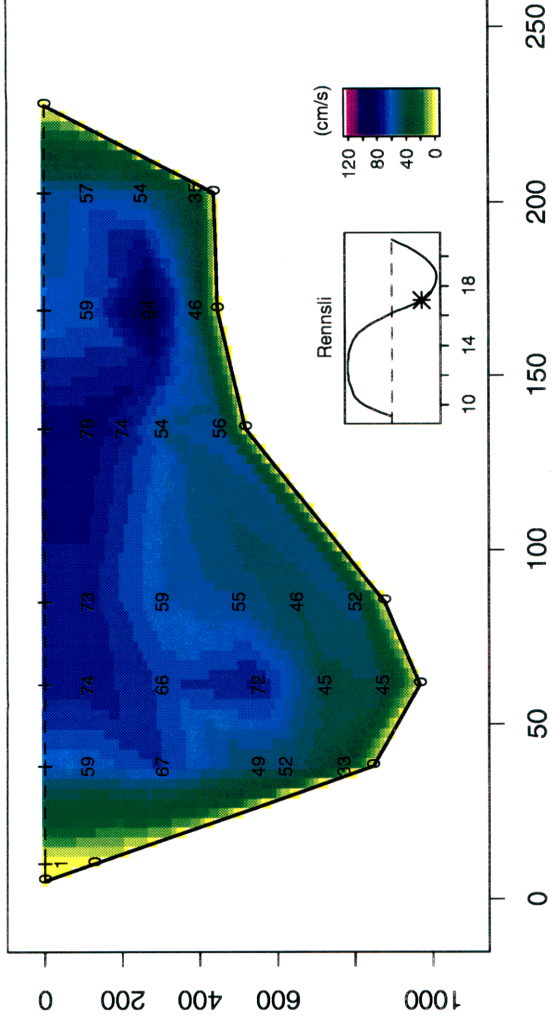


Straummælingar í Hornafirði

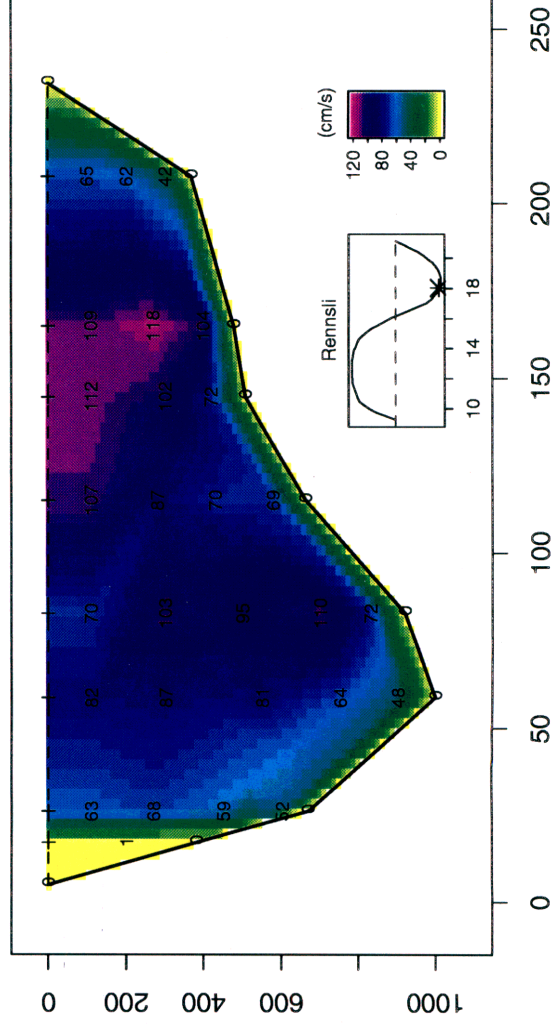
Mikleyjaráll, tími: 900824–1444, útfall



Mikleyjaráll, tími: 900824–1649, aðfall



Mikleyjaráll, tími: 900824–1745, aðfall



Mikleyjaráll, tími: 900824–1901, aðfall

