

5

**HORNAFJARÐARÓS**  
Siglingar um Grynnslin utan við  
Hornafjörð

**RANNSÓKNIR Á GRYNNSLUNUM UTAN VIÐ  
HORNAFJÖRÐ OG ÁHRIF Á SIGLINGAR**  
ÁFANGASKÝRSLA



**Febrúar 2015**

## Flokkun gagna innan Vegagerðarinnar

Flokkur	Efnissvið	Einkenni (litur)
1	Lög, reglugerðir, og önnur fyrirmæli stjórnvalda	Svartur
2	Stjórnunarleg fyrirmæli, skipurit, verkefnaskipting, númeraðar orðsendingar	Gulur
3	Reglur, alm. verklýsingar, sérskilmálar	Rauður
4	Handbækur, leiðbeiningar	Grænn
5	<b>Greinargerðir, álitsgerðir, skýrslur, yfirlit</b>	<b>Blár</b>
Ú	Útboðslýsinga	



# Hornafjarðarós

---

Rannsóknir á Grynslunum utan við  
Hornafjarðarós og áhrif á siglingar

*Áfangaskýrsla*

Sandra Rán Ásgrímsdóttir, Sigurður Sigurðarson & Gísli Viggósson





## Hornafjarðarós

### *Rannsóknir á Grynslunum utan við Hornafjarðarós og áhrif á siglingar - Áfangaskýrsla*

Útgáfa	Dagsetning	Endurskoðun	Útgefið af	Útgefið til
Lokaútgáfa	2015.02.18		SS, GV	Hornafjarðarhöfn
Útgáfa B	2014.12.10		SRÁ, SS, GV	Hornafjarðarhöfn
Útgáfa A	2014.10.14		SRÁ, SS, GV	Hornafjarðarhöfn
<b>Upplýsingar um skýrslu</b>				
Verkkaupi:				
Fulltrúi verkkaupa:				
Verkefni:	Rannsóknir á Grynslunum utan við Hornafjarðarós og áhrif á siglingar			
Verkefnisnúmer.:				
Aðgengi:	<input checked="" type="checkbox"/> Opið	<input type="checkbox"/> Dreifing háð samþykki verkkaupa	<input type="checkbox"/> Lokað	
Höfundar:	Sandra Rán Ásgrímsdóttir, Sigurður Sigurðarson og Gísli Viggósson			
Tilvísun:				

## Samantekt

Hornafjarðarós er sjávarfallaós á suðausturströnd Íslands. Innan við Ósinn er sveitarfélagið Hornafjörður með um 2.000 íbúa. Einn helsti atvinnuvegur sveitarfélagsins er sjávarútvegur en Ósinn hefur lengi reynst erfiður til siglinga. Þar spila inn í aðstæður í Ósnum sjálfum og á svo kölluðum Grynnslnum. Grynnslin eru grynningar utan við Ósinn þar sem takmarkað dýpi hefur áhrif á siglingar.

Í framhaldi af umhleyplingum undir lok síðustu aldar var farið í miklar rannsóknir og síðan framkvæmdir til að koma á stöðugleika í Ósnum. Byggðir voru sjóvarnar- og leiðigarðar beggja vegna Óssins og hafa þær framkvæmdir skilað góðum árangri.

Markmið þeirra rannsókna sem hér er gerð grein fyrir er að leita skilnings á samspili öldu, strauma, efnisgerðar og efnisflutninga, sem ákvarðar jafnvægisdýpi á Grynnslnum. Í skýrslunni eru aðstæður við Ósinn, öldufar og sandflutningar, skoðaðar yfir 12 ára tímabil, frá ársbyrjun árið 2000 fram til loka september 2012. Skoðaðar eru breytingar á dýpi á Grynnslnum yfir tímabilið. Reiknaðar eru öldurósir upp við ströndina frá Ingólfshöfða austur að Stokksnesi og í framhaldi af því gerðir efnisburðarreikningar fyrir sama svæði. Út frá sandflutningsreikningum er reynt að átta sig á því magni efnis sem fer um Grynnslin á hverju ári og hvernig breytingarnar á svæðinu eiga sér stað. Í framhaldi af því er skoðað hvernig bæta megi siglingar um svæðið.

Í lok þessarar skýrslu er sett fram tillaga að rannsóknáætlun til þriggja ára sem hefur það að markmiði að leita leiða til að auka dýpi á Grynnslnum. Til þess að unnt sé að hrinda rannsóknáætluninni í framkvæmd er nauðsynlegt að tryggja henni fjármagn.

Á þessu stigi er ekki ljóst hverjar niðurstöður rannsókna verða og hvort þær leiði til tillagna sem líklegar eru til að auka dýpi á Grynnslnum til langframa.

Hornafjörður er á þeim stað á landinu þar sem landris hefur mælst einna mest. Fyrir liggja spár um aukið landris á næstu árum. Vegna þess hve lónin eða firðirnir inn af ósnum, Hornafjörður og Skarðsfjörður, eru grunn, þá eru líkur á að rennslið um ósinn muni minnka verulega. Ekki er ljóst hvernig Hornafjarðarós muni bregðast við minnkandi streymi um Ósinn og hvaða áhrif það hefur á dýpi á Grynnslnum, en rannsóknáætlunin mun einnig fjalla um þann þátt.

## Abstract

Hornafjarðarós is a tidal inlet on the southeast coast of Iceland. Within the inlet is the community of Hornafjörður with around 2000 inhabitants. Fisheries is the main industry in Hornafjörður and the inlet has been the biggest threat to the industry through the years. The risk mainly consists because of instability in the inlet itself and because of shoals situated right outside the inlet with limited water depth, called the Grynnslin.

Late last century the navigation through the tidal inlet was halted due to huge sedimentation. This led to a research programme and then construction of three structures, a revetment, a curved jetty and a groyne, to prevent sediment transport into the inlet and as a result the inlet has been stabilised.

The objective of the investigations discussed in this report is to seek understanding of the physical processes that determine the equilibrium depth over the Grynnslin shoal. That is the interaction between waves, currents, type of seabed material and sediment transport. In this report the wave conditions around the inlet and the resulting sediment transport are reviewed over a 12 year period, from 2000 – 2013. Changes in water depth over the Grynnslin are analysed along with wave climate. Wave roses were calculated along the coastline from Ingólfshöfði in the west to Stokksnes in the east and littoral drift for the same area estimated. From the littoral drift calculations the yearly amount of material transported over the Grynnslin is estimated as well as changes within the year. Subsequently, ideas of solutions on how to improve navigation around the area are discussed.

With the objective of increasing the navigational water depth over the Grynnslin a proposal for an investigation programme is presented at the end of the report. To be able to implement the programme it is necessary to secure funding.

At this stage it is not clear what or if the research programme results in proposals that are likely to increase the navigational depth over the Grynnslin shoal.

Close to the Vatnajökull glacier the tidal inlet of Hornafjörður is subjected to isostatic rebound due to the retreat of the glacier. An increase in the rise of land is predicted. As the lagoons inside the tidal inlet are relatively shallow the rise of land will result in decreased tidal prism. It is not clear what impact this will have on the depth over the Grynnslin, but this will be dealt with in the research programme.

# EFNISYFIRLIT

<b>1</b>	<b>INNGANGUR</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SJÁVARFALLAÓÐSAR</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>SJÁVARFÖLL OG SJÁVARSTÖÐUMÆLINGAR VIÐ HORNAFJÖRD</b> .....	<b>7</b>
3.1	SJÁVARFÖLL Á GRYNNSLUNUM OG Í HORNAFIRÐI.....	7
3.2	STRAUMMÆLINGAR OG RENNSLISMÆLINGAR Í HORNAFJARÐARÓS.....	11
3.3	SJÁVARFALLALÍKAN.....	11
<b>4</b>	<b>DÝPTARMÆLINGAR Á GRYNNSLUNUM</b> .....	<b>17</b>
4.1	DÝPI OG SIGLING UM GRYNNSLIN.....	17
4.2	DÝPTARMÆLINGAR Á GRYNNSLUNUM.....	18
4.2.1	<i>Endurtekning dýptarmælinga</i> .....	25
<b>5</b>	<b>ÖLDUSVEIGJA OG ÖLDUSPÁR</b> .....	<b>27</b>
5.1	ÖLDUSVEIGJA.....	27
5.2	DÝPTARGRUNNUR.....	27
5.3	REIKNINET.....	28
5.4	ÖLDUFAR Á HAFI.....	29
5.4.1	<i>Öldufarsreikningar</i> .....	30
5.5	ÖLDUMÆLINGAR.....	33
5.6	SAMANBURÐUR Á ÖLDU Á GRYNNSLUNUM OG VIÐ DUFL.....	36
5.7	ÖLDURÓSIR.....	37
5.8	ÖLDUSTEFNA OG ÖLDUORKA.....	40
5.9	ÖLDUSPÁR.....	41
<b>6</b>	<b>SANDFLUTNINGUR</b> .....	<b>43</b>
6.1	SANDFLUTNINGUR VIÐ HORNAFJÖRD.....	46
6.2	NIÐURSTÖÐUR LÍKANREIKNINGA.....	46
6.2.1	<i>Þversniðsdreifing sandflutnings</i> .....	48
6.2.2	<i>Sandflutningur sem fall af stefnu strandar</i> .....	51
6.2.3	<i>Sandflutningur út frá ölduhæð í 3.veldi</i> .....	53
6.2.4	<i>Sandflutningur miðað við vikur árið 2012</i> .....	56
6.3	GRYNNSLIN.....	59
6.3.1	<i>Siglingareнна</i> .....	59
6.3.2	<i>Sandflutningur á Grynnslunum</i> .....	61
6.4	GREINING SANDFLUTNINGS.....	62
6.4.1	<i>Sandflutningur milli dýptarmælinga</i> .....	65
<b>7</b>	<b>NAUÐSYNLEGT LÁGMARKSDÝPI Á GRYNNSLUNUM, UTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS</b> .....	<b>71</b>
7.1.1	<i>Kröfur um lágmarksdýpi</i> .....	71
7.1.2	<i>Samanburður á siglingu yfir Grynnslin til Hornafjarðar, vin innsiglingu til Landeyjahafnar og Þorlákshafnar</i> .....	73
<b>8</b>	<b>LANDRIS Í HORNAFIRÐI</b> .....	<b>77</b>



8.1	HORNAFJÖRÐUR ÁRIÐ 2050.....	77
<b>9</b>	<b>SIGLINGAR YFIR GRYNNSLIN .....</b>	<b>79</b>
9.1	ÁHRIF GRUNNBROTA Á SIGLINGU UM GRYNNSLIN .....	83
9.1.1	<i>Mismunandi djúprista Jónu og Ásgríms .....</i>	<i>86</i>
9.1.2	<i>Samanburður á siglingarleiðum, grunnbrotum og skipum.....</i>	<i>87</i>
<b>10</b>	<b>HUGMYNDIR AF LAUSNUM .....</b>	<b>89</b>
10.1	AÐGERÐIR TIL AÐ SKAPA STÖÐUGLEIKA VIÐ HORNAFJARÐARÓS .....	89
10.2	LEIÐIGARÐUR ÚTÍ EINHOLTSKLETTA .....	90
10.3	INNSIGLING Á SUÐURFJÖRUTANGA .....	90
10.4	FYRIRSTÖÐUGARÐUR ÚT AF ÞINGANESSKERJUM .....	92
10.5	SIGLINGARENNA YFIR GRYNNSLIN.....	93
<b>11</b>	<b>ÁFRAMHALDANDI RANNSÓKNIR .....</b>	<b>97</b>
<b>12</b>	<b>NIÐURSTÖÐUR .....</b>	<b>99</b>
<b>13</b>	<b>HEIMILDASKRÁ .....</b>	<b>100</b>
<b>14</b>	<b>VIÐAUKAR .....</b>	<b>103</b>



## TÖFLUSKRÁ

TAFLA 1. MISMUNANDI TEGUNDIR FRAMHJÁÐÆLINGAR. ....	6
TAFLA 2. SJÁVARSTÖÐUMÆLINGAR VIÐ HVANNEY, ÞINGANESGARÐ OG Í HORNAFJARÐARHÖFN. FYRSTI DÁLKURINN FYRIR HVERN STAÐ SÝNIR BEINAN AFLESTUR AF MÆLI Í HÆÐARKERFI MÆLISINS SJÁLFS SEM EKKI ER TENGT NEINUM VIÐMIÐUNARPUNKTI. ANNAR DÁLKURINN SÝNIR SJÁVARFÖLLIN YFIRFÆRÐ Í HÆÐARKERFIÐ VH BASE +26,33. Í ÞRIÐJA DÁLKNUM ERU SJÁVARFÖLLIN SETT Í HÆÐARKERFI SEM MIÐAST VIÐ SÝNDARNÚLL, SEM MIÐAST VIÐ SIGLINGAR. ....	9
TAFLA 3. DÝPTARMÆLINGAR Á ÁKVEÐNUM ÞREMUR PUNKTUM Á GRYNNSLUNUM FRÁ 1998. FYRSTI PUNKTURINN ER UM 190 M AUSTUR ÚR HVANNEY OG HINIR Í LÍNU VIÐ HANN AÐ ÞINGANESSKERJUM, SBR. MYND 16. FYRIR HVERN PUNKT VAR SKRÁÐ DÝPI Á MÆLIPUNKT, MISMUNUR Á ÞVÍ DÝPI MILLI DÝPTARMÆLINGA, LENGD SIGLINGALEIÐA MILLI 8 M JAFNDÝPTARLÍNA OG MINNSTA DÝPI Á SIGLINGALEIÐINI. FYRSTU ÞRÍR DÁLKARNIR SÝNA ÞESSAR UPPLÝSINGAR FYRIR HVERN MÆLIPUNKT EN SÍÐASTI DÁLKURINN SÝNIR LENGD STRAUMBANDSINS ÚT FYRIR ÞINGANESSKER Á HVERJUM TÍMA. Í LOK TÖFLUNNAR ER TEKIÐ SAMAN MEÐALTAL ÁSAMT STAÐALFRÁVIKI, HÆSTA OG LÆGSTA GILDI. FYRST ER MEÐALDÝPI Á SIGLINGALEIÐUNUM, MEÐAL TÖLUGILDISMUNUR Á DÝPI MILLI DÝPTARMÆLINGA, MINNSTA DÝPI AÐ MEÐALTALI OG MEÐAL LENGD SIGLINGALEIÐAR MILLI 8 M JAFNDÝPTARLÍNA. ....	20
TAFLA 4. ÚTHAFSALDA Á SUÐAUSTURLANDI. (SUÐVESTANALDA ER MEÐALTAL ÖLDUPUNKTA 20 OG 21. SUÐAUSTANALDAN ER MEÐALTAL ÖLDUPUNKTA 21 OG 22. AUSTANALDAN ER MEÐALTAL ÖLDUPUNKTA 13 OG 22.).....	30
TAFLA 5. ÚRVINNSLA ÖLDUMÆLINGA Á HORNAFJARÐARDFLI FRÁ 1994-2012. TAFLAN SÝNIR HVERSU MIKIÐ PRÓSENTUHLUTFALL AF TÍMANUM ÖLDUHÆÐ ER LÆGRI EN UPPGEFIN TALA.....	33
TAFLA 6. ÖLDUHÆÐ FYRIR GRYNNSLIN FUNDIN MEÐ ÖLDUSVEIGJUREIKNINGUM FYRIR TÍMABILIÐ 2000-2012. TAFLAN SÝNIR HVERSU MIKIÐ PRÓSENTUHLUTFALL AF TÍMANUM ÖLDUHÆÐ ER LÆGRI EN UPPGEFIN TALA. ....	34
TAFLA 7. LÍKINDADREIFING ÖLDU Á HORNAFJARÐARDFLI FYRIR TÍMABILIÐ 1993 TIL 2004. EFRI HLUTI TÖFLUNNAR SÝNIR HVE MIKIÐ HLUTFALL HVERS MÁNAÐAR ALDA ER JÖFN EÐA MINNI EN UPPGEFIN TALA. NEÐRI HLUTI TÖFLUNNAR SÝNIR ENDURKOMUTÍÐNI HÆSTU ÖLDU MIÐAÐ VIÐ WEIBULL DREIFINGU MEÐ 5 M ÞRÖSKULDSGILDI. ....	34
TAFLA 8. LÍKINDADREIFING ÖLDU Á HORNAFJARÐARDFLI FYRIR TÍMABILIÐ 1993 TIL 2004. EFRI HLUTI TÖFLUNNAR SÝNIR HVE MIKIÐ HLUTFALL ÖLDU ER JÖFN EÐA MINNI EN UPPGEFIN TALA. NEÐRI HLUTI TÖFLUNNAR SÝNIR ENDURKOMUTÍÐNI HÆSTU ÖLDU MIÐAÐ VIÐ WEIBULL DREIFINGU MEÐ 5 M ÞRÖSKULDSGILDI. TÖFLUNNI ER SKIPT NIÐUR EFTIR ÁRSHLUTUM.....	35
TAFLA 9. SJÁVARSTAÐA MIÐAÐ VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	35
TAFLA 10. NETTÓ SANDFLUTNINGSGETA REIKNADRA SNIÐA AUSTAN OG VESTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. NEIKVÆÐUR NETTÓ SANDFLUTNINGUR SVARAR TIL NETTÓ FLUTNINGS TIL AUSTURS EN JÁKVÆÐUR TIL VESTURS. ....	47
TAFLA 11. SAMANLÖGÐ ÖLDUHÆÐ EFTIR ÖLDUSTEFNUM VIÐ HORNAFJÖRÐ (1.9.2009 - 12.12.2012).....	54
TAFLA 12. ÚTREIKNUÐ ORKA VIÐ STRÖND REIKNUÐ ÚT FRÁ ÖLDUHÆÐ Í 3. VELDI.....	55
TAFLA 13. NIÐURSTÖÐUR ÚTREIKNINGA Á SANDFLUTNINGI AF VÖLDUM STRAUMA Í ÓSI.....	59
TAFLA 14. BRÚTTÓ ÁRLEGUR SANDFLUTNINGUR Á GRYNNSLUNUM VEGNA ÖLDU. ....	61
TAFLA 15. BROTÖLDUHÆÐ SEM HLUTFALL AF DÝPI FYRIR MISMUNANDI HLUTFALL BROTNANDI ALDNA FYRIR BOTNHALLA 1/200 ..... 72	72
TAFLA 16. SIGLINGALEIÐ UM 100 FAÐMA FRÁ HVANNEY ÞAR SEM AÐ MEÐALDÝPI ER 7,4 M. SÝNIR ÖLDUHÆÐ VIÐ MISMUNANDI SJÁVARSTÖÐU OG HVER MUNURINN ER FYRIR SKIPIN FYRIR OG EFTIR BREYTINGAR. ....	87
TAFLA 17. SIGLINGALEIÐ UTAN VIÐ ÞINGANESSKER ÞAR SEM MEÐALDÝPIÐ ER 6,8 M. SÝNIR ÖLDUHÆÐ VIÐ MISMUNANDI SJÁVARSTÖÐU OG HVER MUNURINN ER FYRIR SKIPIN FYRIR OG EFTIR BREYTINGAR. ....	88
TAFLA 18. MAGNTAKA Á GÖRÐUM FYRIR UTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS LÍKT OG ÞEIM Á MYND 86. (TILLAGA 1) ..... 94	94
TAFLA 19. HORNAFJARÐARÓS – GRYNNSLIN. - TILLAGA AÐ RANNSÓKNAÁÆTLUN TIL ÞRIGGJA ÁRA..... 98	98

## MYNDASKRÁ

MYND 1. SKÝRINGARMYND FYRIR HEFÐBUNDNA SJÁVARFALLAÓSA. SANDRIF (E. DELTA, SHOAL) UTAN OG INNAN VIÐ ÓS SEM MYNDAST VEGNA MINNKANDI STRAUMHRAÐA SJÁST VEL ÁSAMT STRAUMRÁSUM OG STEFNU SANDFLUTNINGS (E. LITTORAL DRIFT). HÉR ER NOTAÐ ORÐIÐ DELTA FYRIR GRYNNINGAR EN ALGENGARA ER AÐ NOTA ORÐIÐ SHOAL. ....	4
MYND 2. ESSEX Í MASSACHUSETTS FYLKI Í BANDARÍKJUNUM. ....	5
MYND 3. OCEAN CITY Í MARYLAND Í BANDARÍKJUNUM. ....	5
MYND 4. MÆLINGAR Á SJÁVARHÆÐ FRÁ ÁGÚST 1990. MÆLT VAR VIÐ EINBÚA Í HAFNARMYNNI, VIÐ MELABRYGGJU OG Í ÓSNUM. TÖLUVÆÐUR MUNUR SÉST Á SJÁVARFÖLLUNUM. ....	7
MYND 5. MÆLDAR SJÁVARHÆÐIR Í LANDHÆÐARKERFI VIÐ HVANNEY, Í HÖFNinni (BRÆÐSLAN) OG VIÐ MELABRYGGJU. MUNUR Á FLÓÐI OG FJÖRU ER NÚ NÆRRI 1,7 METRUM Í HORNAFJARÐARHÖFN.....	8
MYND 6. SJÁVARFALLASVEIFLA Í HVANNEY OG HORNAFJARÐARHÖFN FRÁ 4.8 - 18.8.2014. ....	10
MYND 7. MÖSKVASTÆRÐ OG LÍKANSVÆÐI SEM VAR KEYRT. ....	12
MYND 8. STAÐSETNING SJÁVARFALLAMÆLA OG SNIÐIN SEM RENNSLI OG STRAUMAR VORU MÆLDIR Í, ÁSAMT SNIÐI, FERLI OG TÍMARÁÐAPUNKTUM SJÁVARFALLALÍKANS. ....	13
MYND 9. SJÁVARHÆÐ YFIR MEÐALSJÁVARHÆÐ FRÁ HÖFN ÚT FYRIR ÓS Í AÐFALLI Á STÓRSTREYMI 10. MARS 2012 KL 16:15. BLÁR FERILL NÆR FRÁ HÖFNinni ÚT FYRIR ÞINGANESSKER, BRÚNN ER ÞVERT Á BLÁAN NÆST ÓSI, GRÆNN STUTTU UTAR OG RAUÐUR AUSTAN ÞINGANESSKERS SBR. FYRRI MYND. ....	13
MYND 10. FASAMUNUR OG ÚTSLAG Í HÖFN, VIÐ HVANNEY OG MELABRYGGJU Á STÓRSTREYMI. ALLT AÐ 1 KLST. FASAMUNUR Á HVANNEY OG HÖFN. ....	14
MYND 11. STRAUMHRAÐI Í ÓSI - ÚTFALL – STÓRSTREYMI. STRAUMBANDIÐ SEM MYNDAST BEINT ÚT ÚR ÓSNUM Á STÓRSTREYMI SÉST VEL. ....	15
MYND 12. STRAUMHRAÐI Í ÓSI – ÚTFALL – SMÁSTREYMI. STRAUMBANDIÐ SEM MYNDAST BEINT ÚT ÚR ÓSNUM SÉST EINNIG VEL Á SMÁSTREYMI. ....	15
MYND 13. STRAUMHRAÐI OG SJÁVARHÆÐ Í ÓSI - AÐFALL – STÓRSTREYMI. ....	16
MYND 14. LEGA SIGLINGARENNU SEM DÝPKUÐ VAR Á GRYNNSLUNUM. ....	17
MYND 15. DÝPTARMÆLING Í OG UTAN VIÐ HORNAFJÖRÐ FRÁ ÁRINU 1900. ....	18
MYND 16. STAÐSETNING ÞRIGGJA SIGLINGALEIÐA YFIR GRYNNSLIN OG ÁKVEÐINNA MÆLISTAÐA Á ÞEIM. SIGLINGALEIÐIR ERU MERKTAR MEÐ RAUÐUM LÍNUM EN PUNKTARNIR ÞAR SEM DÝPI VAR MÆLT ERU BLÁIR. ....	19
MYND 17. BREYTINGAR Í DÝPI, Á ÖLLUM ÞREMUR MÆLIPUNKTUM SEM TEKNIR VORU FYRIR. DÝPI MIÐAST VIÐ HÆÐARKERFI ÓSS 1978/79. HB-563 Í KÓTA +9,827 M FRAM TIL SEINNIHLUTA ÁRS 2005 EN EFTIR ÞAÐ MIÐAST DÝPI VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	22
MYND 18. BREYTINGAR Á DÝPI Í MÆLIPUNKTI 1, NÆST HVANNEY. DÝPI MIÐAST VIÐ HB-563 Í KÓTA +9,827 M FRAM TIL SEINNI HLUTA ÁRS 2005 EN EFTIR ÞAÐ ER MIÐAÐ VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	23
MYND 19. BREYTINGAR Á DÝPI Í MÆLIPUNKTI 2. DÝPI MIÐAST VIÐ HB-563 Í KÓTA +9,827 M FRAM TIL SEINNI HLUTA ÁRS 2005 EN EFTIR ÞAÐ ER MIÐAÐ VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	23
MYND 20. BREYTINGAR Á DÝPI Í MÆLIPUNKTI 3, BEINT UTAN VIÐ ÞINGANESSKER. DÝPI MIÐAST VIÐ HB-563 Í KÓTA +9,827M FRAM TIL SEINNI HLUTA ÁRS 2005 EN EFTIR ÞAÐ ER MIÐAÐ VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	24
MYND 21. BREYTINGAR Á LENGÐ STRAUMBANDS MÆLT FRÁ ÞINGANESSKERJUM OG MIÐAÐ VIÐ 8 M JAFNDÝPTARLÍNU. ....	24
MYND 22. DÝPTARGRUNNUR FYRIR ATHUGUNARSVÆÐIÐ VIÐ HORNAFJARÐARÓS. SJÓKORT NR. 810. ....	27
MYND 23. ÞRÍHYRNINGAMÖSKVAR Á HAFSVÆÐINU SUÐUR AF HORNAFJARÐARÓSI. ....	28
MYND 24. ÞRÍHYRNINGAMÖSKVAR VIÐ HORNAFJARÐARÓS. ....	28
MYND 25. STAÐSETNING ÖLDUDUFLS OG ÖLDUSPÁPUNKTA. SPÁPUNKTAR SEM NOTAÐIR VORU ERU SÝNDIR MEÐ SVÖRTUM Fylltum HRINGJUM OG RAUÐUR HRINGUR UTAN UM. ÖLDUDUFLIÐ ER SÝNT MEÐ KROSS OG RAUÐUM HRING UTAN UM KROSSINN. ....	29
MYND 26. ÖLDUSVEIGJUREIKNINGAR SUÐVESTAN ÖLDU MEÐ 1 ÁRS ENDURKOMUTÍMA. SIGLINGALEIÐ YFIR GRYNNSLIN ER SÝND SEM SVÖRT LÍNA. ....	30

MYND 27. DÝPI Á SIGLINGALEIÐ YFIR GRYNNSLIN SEM SÝND ER Á MYND 26. 0 PUNKTUR SIGLINGALEIÐARINNAR ER SETTUR U.P.B. BEINT UTAN VIÐ ÞINGANESSKER OG ÞVÍ LIGGUR SIGLINGALEIÐIN FRÁ -200 ÚT Á +1500. DÝPI MIÐAST VIÐ KORTANÚLL Í HVANNEY. ....	31
MYND 28. EINS ÁRS KENNIALDA FYRIR MISMUNANDI ÖLDUÁTTIR VIÐ MEÐALFJÖRU, SJÁVARHÆÐ +0,4 M. ....	31
MYND 29. EINS ÁRS KENNIALDA FYRIR MISMUNANDI ÖLDUÁTTIR VIÐ MEÐALSJÁVARHÆÐ, SJÁVARHÆÐ +1,3 M. ....	32
MYND 30. EINS ÁRS KENNIALDA FYRIR MISMUNANDI ÖLDUÁTTIR VIÐ MEÐALFLÓÐ, SJÁVARHÆÐ +2,0 M. ....	32
MYND 31. UPPSÖFNUÐ DREIFING Á SJÁVARSTÖÐU VIÐ HVANNEY. MIÐAÐ VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	35
MYND 32. MÆLD ÖLDUHÆÐ Á DUFLI BORIN SAMAN VIÐ REIKNADA ÖLDUHÆÐ. ....	36
MYND 33. REIKNUÐ ÖLDUHÆÐ Á GRYNNSLUNUM Á MÓTI REIKNADRI ÖLDUHÆÐ Á DUFLI BORIÐ SAMAN VIÐ ÖLDUSTEFNUR. ÖLDUSTEFNUR FRÁ 120° UPP Í 240° ERU HELSTU ÖLDUSTEFNURNAR UTAN VIÐ HORNAFJÖRÐ, Þ.E.A.S. ÖLDUR ÚR AUSTSUÐAUSTRI TIL VESTSUÐVESTURS. Á ÞVÍ BILI ERU ÖLDUHÆÐ Á GRYNNSLUNUM UM 80% AF ÖLDUHÆÐINNI VIÐ DUFLIÐ. ....	37
MYND 34. REIKNADAR ÖLDURÓSR (2000-2013) Á -10 M DÝPI FRÁ SKINNEY AÐ STOKKSNESI. ....	38
MYND 35. REIKNADAR ÖLDURÓSR (2000 - 2013) Á -10 M DÝPI FRÁ INGÓLFSHÖFÐA AÐ STOKKSNESI. ....	39
MYND 36. MEÐALÖLDUSTEFNA OG ÖLDUORKA Í PUNKTI 3000V Á -10 M DÝPI FRÁ 2000 - 2013. MEÐALÖLDUSTEFNAN ER 182° OG BIRTIST SEM GRÆN LÍNA Á EFRA GRAFINU, MEÐALÖLDUORKAN ER 1,92 KJ/M <sup>2</sup> OG BIRTIST SEM GRÆN LÍNA Á NEÐRA GRAFINU. STEFNA STRANDAR, 181°, SÉST SEM RAUÐ LÍNA Á EFRA GRAFINU. ....	40
MYND 37. MEÐALÖLDUSTEFNA OG ÖLDUORKA Í 63°N,15°V FYRIR TÍMABILIÐ 1958 – 2013. EFRA GRAFIÐ SÝNIR MEÐALÖLDUSTEFNU FYRIR HVERT ÁR OG SÝNIR GRÆNA PUNKTALÍNAN MEÐALÖLDUSTEFNUNA 214°. NEÐRA GRAFIÐ SÝNIR ÖLDUORKU FYRIR SAMA TÍMABIL. ....	41
MYND 38. ÖLDUSPÁ GV FYRIR GRYNNSLIN FRAMAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. ....	41
MYND 39. KLASASPÁ SIGLINGASTOFNUNAR. MYNDIN SÝNIR ÚTREIKNADAR ÖLDUHÆÐIR TIL MÓTS VIÐ RAUNVERULEGA ÖLDUHÆÐ Á DUFLI. ....	42
MYND 40. SAMANBURÐUR Á FLÓDATÖFLU FYRIR HORNAFJARÐARHÖFN OG MÆLDRI SJÁVARHÆÐ (ÁGÚST 2013). ....	43
MYND 41. SAMANBURÐUR Á FLÓDATÖFLU FYRIR HVANNEY OG MÆLDRI SJÁVARHÆÐ (ÁGÚST 2013). ....	43
MYND 42. SJÓR BROTNAR Á RIFI UTAN VIÐ SUÐURFJÖRUTANGA. LJÓSMYND ÞORVARÐUR ÁRNASON. ....	46
MYND 43. SNIÐ 4000A. SNIÐIÐ ER STAÐSETT 5 KM AUSTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. DÝPTARSNIÐIÐ, GULI FLÖTURINN, SÝNIR JAFNAN HALLA ÚT Á UM 6 M DÝPI, ÞÁ ER UM 200 M LANGUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN ÞAÐ DÝPKAR AFTUR. RAUÐA LÍNAN MERKIR NETTÓ SANDFLUTNING, BLÁA LÍNAN SANDFLUTNING TIL VESTURS EN SÚ GRÆNA SANDFLUTNING TIL AUSTURS. ....	49
MYND 44. SNIÐ 3000A. SNIÐIÐ ER STAÐSETT 4 KM AUSTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. DÝPTARSNIÐIÐ, GULI FLÖTURINN, SÝNIR JAFNAN HALLA UT Á UM 6M DÝPI, ÞÁ ER UM 300 M LANGUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN ÞAÐ DÝPKAR AFTUR. RAUÐA LÍNAN MERKIR NETTÓ SANDFLUTNING, BLÁA LÍNAN SANDFLUTNING TIL VESTURS EN SÚ GRÆNA SANDFLUTNING TIL AUSTURS. ....	49
MYND 45. SNIÐ 3000V. SNIÐIÐ ER STAÐSETT 2 KM AUSTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. DÝPTARSNIÐIÐ, GULI FLÖTURINN, SÝNIR JAFNAN HALLA ÚT Á UM 3 M DÝPI ÞAR SEM HALLINN VERÐUR BRATTARI NIÐUR Á 9 M DÝPI. Á 9 M DÝPI MYNDAST LÍTIÐ RIF ÞAR SEM BOTNINN FER UPP Í 7 M DÝPI Á UM 200 M KAFLA ÁÐUR EN DÝPKAR ÁFRAM. RAUÐA LÍNAN MERKIR NETTÓ SANDFLUTNING, BLÁA LÍNAN SANDFLUTNING TIL VESTURS EN SÚ GRÆNA SANDFLUTNING TIL AUSTURS. NETTÓ SANDFLUTNINGUR ER TIL AUSTURS. ....	50
MYND 46. SNIÐ 4000V. SNIÐIÐ ER STAÐSETT 3 KM VESTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. DÝPTARSNIÐIÐ, GULI FLÖTURINN, SÝNIR JAFNAN HALLA ÚT Á UM 3 M DÝPI ÞAR SEM HALLINN VERÐUR BRATTARI NIÐUR Á 8 M DÝPI. Á 8 M DÝPI MYNDAST LÍTIÐ RIF ÞAR SEM BOTNINN FER UPP Í 6 M DÝPI Á UM 300 M KAFLA ÁÐUR EN DÝPKAR ÁFRAM. RAUÐA LÍNAN MERKIR NETTÓ SANDFLUTNING, BLÁA LÍNAN SANDFLUTNING TIL VESTURS EN SÚ GRÆNA SANDFLUTNING TIL AUSTURS. ....	51
MYND 47. QA GRAF FYRIR SNIÐ 4000V, 3 KM VESTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. LJÓSBLÁA ÞVERLÍNAN SÝNIR ÁÆTLAÐA STEFNU STRANDARINNAR. ÞAR SEM AÐ BLÁA LÍNAN, NETTÓ FLUTNINGUR, SKER X-ÁSINN MÁ ÁÆTLA AÐ STRÖNDIN SÉ Í JAFNVÆGI. ....	52
MYND 48. QA GRAF FYRIR SNIÐ 3000V, 2 KM VESTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. LJÓSBLÁA ÞVERLÍNAN SÝNIR ÁÆTLAÐA STEFNU STRANDARINNAR. ÞAR SEM AÐ BLÁA LÍNAN, NETTÓ FLUTNINGUR, SKER X-ÁSINN MÁ ÁÆTLA AÐ STRÖNDIN SÉ Í JAFNVÆGI. ....	52
MYND 49. QA GRAF FYRIR SNIÐ 3000A, 4 KM AUSTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. LJÓSBLÁA ÞVERLÍNAN SÝNIR ÁÆTLAÐA STEFNU STRANDARINNAR. ÞAR SEM AÐ BLÁA LÍNAN, NETTÓ FLUTNINGUR, SKER X-ÁSINN MÁ ÁÆTLA AÐ STRÖNDIN SÉ Í JAFNVÆGI. ....	53
MYND 50. QA GRAF FYRIR SNIÐ 4000A, 5 KM AUSTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS. LJÓSBLÁA ÞVERLÍNAN SÝNIR ÁÆTLAÐA STEFNU STRANDARINNAR. ÞAR SEM AÐ BLÁA LÍNAN, NETTÓ FLUTNINGUR, SKER X-ÁSINN MÁ ÁÆTLA AÐ STRÖNDIN SÉ Í JAFNVÆGI. ....	53

MYND 51. DREIFING VIKULEGS SANDFLUTNINGS Í SNIÐI 4000A, 5 KM AUSTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS, ÁRIÐ 2012.....	57
MYND 52. DREIFING VIKULEGS SANDFLUTNINGS Í SNIÐI 3000V, 2 KM VESTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS, ÁRIÐ 2012. ....	57
MYND 53. DREIFING VIKULEGS SANDFLUTNINGS Í SNIÐI 4000A, 5 KM AUSTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS, ÁRIÐ 2011.....	58
MYND 54. DREIFING VIKULEGS SANDFLUTNINGS Í SNIÐI 3000V, 2 KM VESTAN VIÐ HORNAFJARÐARÓS, ÁRIÐ 2011. ....	58
MYND 55. ÁÆTLUÐ SIGLINGARENNA ÚT YFIR GRYNNSLIN. MERKTAR ERU INN STÖÐVAR ÞAR SEM SANDFLUTNINGUR VAR REIKNADUR. ....	59
MYND 56. DREIFING SANDFLUTNINGS Á GRYNNSLUNUM EFTIR VIKUM FRÁ 1.8.2005 - 1.4.2006. ....	60
MYND 57. ÖLDUDREIFING EFTIR ÁRSTÍÐUM Á MIÐJUM GRYNNSLUNUM Á TÍMABILINU 2000 - 2013 (P2). ....	62
MYND 58. FJÖLGEISLAMÆLING FRÁ ÁGÚST 2012. ....	64
MYND 59. MISMUNAPLÖN DÝPTARMÆLINGA FRÁ 29.9.2009 OG 22.10.2010. ....	65
MYND 60. MISMUNAPLÖN DÝPTARMÆLINGA FRÁ 22.10.2010 OG 1.12.2011. ....	66
MYND 61. MISMUNAPLÖN DÝPTARMÆLINGA FRÁ 30.7.2011 OG 24.8.2012. ....	66
MYND 62. MISMUNAPLÖN DÝPTARMÆLINGA FRÁ 24.8.2012 OG 18.10.2013. ....	67
MYND 63. MISMUNAPLÖN DÝPTARMÆLINGA FRÁ 15.2.2013 OG 8.2.2014. ....	67
MYND 64. MISMUNAPLÖN DÝPTARMÆLINGA FRÁ 18.10.2013 OG 8.2.2014. ....	68
MYND 65. MISMUNAPLÖN DÝPTARMÆLINGA FRÁ 8.2.2014 OG 3.5.2014. ....	68
MYND 66. MISMUNAPLÖN DÝPTARMÆLINGA FRÁ 3.5.2014 OG 30.7.2014. ....	69
MYND 67. MISMUNAPLÖN FRÁ FYRSTU MÆLINGU Í LOK SEPTEMBER 2009 OG MÆLINGARINNAR FRÁ ÞVÍ Í FEBRÚAR 2014. Á TÍMABILINU HEFUR DÝPKAÐ VERULEGA AUSTAN VIÐ HVANNEY Á MEDAN ÞAÐ HEFUR GRYNNAÐ UM ALLT AÐ 4 METRA UTAN OG AUSTAN VIÐ PINGANESSKER. ....	69
MYND 68. DÝPTARMÆLING FRÁ 8.2.2014. ....	70
MYND 69. DÝPTARMÆLING FRÁ 3.5.2014. ....	70
MYND 70. INNSIGLING AÐ HORNAFIRÐI. HÉR ER SÚ VEGALENGD SEM SIGLT ER Í BROTÖLDUM ALLT AÐ 800 M. ....	74
MYND 71. FERJUHÖFNIN Á BAKKAFJÖRU. ....	75
MYND 72. AFSTÖÐUMYND AF INNSIGLINGUNNI TIL ÞORLÁKSHAFNAR. ....	75
MYND 73. SIGLINGAR HJÁ SKINNEY OG ÞÓRI YFIR GRYNNSLIN VETURINN 2012 OG 2013. BEST ER AÐ SIGLA ÚT VIÐ AÐSTÆÐUR UNDIR BLÁU LÍNUNNI EN INN VIÐ AÐSTÆÐUR NEDAN VIÐ RAUÐU LÍNUNA. Á SIGLINGU VIÐ AÐSTÆÐUR OFAN VIÐ BLÁU LÍNUNA ER LÍKLEGT AÐ SKIP TAKI NIÐRI ALLT AÐ EINU SINNI. DÝPI MIÐAST VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	80
MYND 74. SIGLINGAR HJÁ JÓNU EÐVALDS YFIR GRYNNSLIN VETURINN 2012 OG 2013. EF SIGLT ER VIÐ AÐSTÆÐUR OFAN VIÐ RAUÐU LÍNUNA ER LÍKLEGT AÐ SKIP TAKI NIÐRI ALLT AÐ EINU SINNI. DÝPI MIÐAST VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	81
MYND 75. SIGLINGAR ÁSGRÍMS HALLDÓRSSONAR YFIR GRYNNSLIN VETURINN 2012 OG 2013. EF SIGLT ER VIÐ AÐSTÆÐUR OFAN VIÐ RAUÐU LÍNUNA ER LÍKLEGT AÐ SKIP TAKI NIÐRI ALLT AÐ EINU SINNI. DÝPI MIÐAST VIÐ HÆÐARKERFI HAFNARINNAR. ....	82
MYND 76. SIGLINGAR SKINNEYJAR UM GRYNNSLIN. AÐSTÆÐUR NEDAN VIÐ BLÁU LÍNUNA ERU HENTUGASTAR TIL ÚTSIGLINGA EN NEDAN VIÐ RAUÐU LÍNUNA ÞEGAR SIGLT ER INN. GRÆNU LÍNURNAR TÁKNA MISMUNANDI GRUNNBROT OG EKKI ER ÆSKILEGT AÐ FARA UPP FYRIR 6% LÍNUNA. ....	83
MYND 77. SIGLINGAR ÞÓRIS UM GRYNNSLIN. AÐSTÆÐUR NEDAN VIÐ BLÁU LÍNUNA ERU HENTUGASTAR TIL ÚTSIGLINGA EN NEDAN VIÐ RAUÐU LÍNUNA ÞEGAR SIGLT ER INN. GRÆNU LÍNURNAR TÁKNA MISMUNANDI GRUNNBROT OG EKKI ER ÆSKILEGT AÐ FARA UPP FYRIR 6% LÍNUNA. ....	84
MYND 78. SIGLINGAR JÓNU UM GRYNNSLIN. AÐSTÆÐUR NEDAN VIÐ RAUÐU LÍNUNA HENTA BEST TIL SIGLINGA UM GRYNNSLIN. GRÆNU LÍNURNAR TÁKNA MISMUNANDI GRUNNBROT OG EKKI ER ÆSKILEGT AÐ FARA UPP FYRIR 6% LÍNUNA. RAUÐA PUNKTALÍNAN SÝNIR HVERSU MIKIÐ BREYTING Á DJÚPRISTU AUÐVELDAR SIGLINGAR UM GRYNNSLIN. ....	85
MYND 79. SIGLINGAR ÁSGRÍMS UM GRYNNSLIN. AÐSTÆÐUR NEDAN VIÐ RAUÐU LÍNUNA HENTA BEST TIL SIGLINGA UM GRYNNSLIN. GRÆNU LÍNURNAR TÁKNA MISMUNANDI GRUNNBROT OG EKKI ER ÆSKILEGT AÐ FARA UPP FYRIR 6% LÍNUNA. RAUÐU PUNKTALÍNURNAR SÍNA HVERNIG AÐSTÆÐUR VÆRU TIL SIGLINGA EF SKIPIÐ YRÐI LENGT UM ANNARS VEGAR 6 M (DJÚPRISTA = 6,7 M) OG HINS VEGAR 10 M (DJÚPRISTA 6,4 M).....	86
MYND 80. SJÓVARNARGARÐAR Á SUÐURFJÖRUTANGA OG AUSTURFJÖRUTANGA SJÁST. GARÐURINN Á SUÐURFJÖRUTANGA ER 600 M LANGUR. GARÐURINN Á AUSTURFJÖRUTANGA SKIPTIST Í 200 M LANGAN SJÓVARNARGARÐ OG 300 M LANGAN LEIDIGARÐ.....	89

MYND 81. TILLAGA AÐ NÝRRI INNSIGLINGU INN Á HORNAFJÖRÐINN FRÁ 2009. ....	90
MYND 82. TILLAGA AÐ NÝRRI INNSIGLINGU INN Á HORNAFJÖRÐINN FRÁ 2009. ....	91
MYND 83. TILLAGA AÐ NÝRRI INNSIGLINGU INN Á HORNAFJÖRÐINN FRÁ 2009. ....	91
MYND 84. FYRIRSTÖÐUGARÐUR FRAMAN VIÐ ÞINGANESSKER, TILLAGA FRÁ 2009 OG INNSIGLINGARENNA MEÐ -8,5 M DÝPI. ....	92
MYND 85. SKJÓL- OG LEIÐIGARÐAR BEGGJA VEGNA ÚT Á UM -9 M DÝPI OG INNSIGLINGARENNA MEÐ -9 M DÝPI. ....	93
MYND 86. SKJÓL- OG LEIÐIGARÐAR YFIR GRYNNSLIN. LEIÐIGARÐUR ÚT FRÁ ÞINGANESSKERJUM ÚT Á -9 M DÝPI OG SKJÓLGARÐUR VESTAN ÚR HVANNEY ÚT YFIR SKER OG BOÐA. INNSIGLINGARENNA MEÐ -9 M. DÝPI. GARÐARNIR EIGA AÐ HINDRA SANDFLUTNING ÚT YFIR GRYNNSLIN EN SAMTÍMIS EKKI AÐ HINDRA SJÁVARFALLASTRAUMA. ....	95
MYND 87. SKJÓL- OG LEIÐIGARÐAR YFIR GRYNNSLIN ÚT Á -9 M DÝPI ÁSAMT -9 M DJÚPRI INNSIGLINGARENNU . GARÐARNIR ERU HUGSAÐIR TIL AÐ STOPPA SANDFLUTNING MEÐFRAM STRÖND ÚR AUSTRI OG VESTRI. ....	96
MYND 88. SNIÐ 85000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	146
MYND 89. SNIÐ 75000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	146
MYND 90. SNIÐ 65000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	147
MYND 91. SNIÐ 55000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	147
MYND 92. SNIÐ 45000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	148
MYND 93. SNIÐ 35000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	148
MYND 94. SNIÐ 25000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	149
MYND 95. SNIÐ 15000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	149
MYND 96. SNIÐ 14000V (VIÐ SKINNEYJARHÖFÐA, Í ÓS). GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	150
MYND 97. SNIÐ 13000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -6 M DÝPI ÞAR SEM TEKUR VIÐ STUTTUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN AÐ HALLAR AFTUR JAFNT. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ NOKKUR SANDFLUTNINGUR. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	150
MYND 98. SNIÐ 12000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -6 M DÝPI ÞAR SEM TEKUR VIÐ STUTTUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN AÐ HALLAR AFTUR JAFNT. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ NOKKUR SANDFLUTNINGUR. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	151

MYND 99. SNIÐ 11000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -6 M DÝPI ÞAR SEM TEKUR VIÐ UM 300 M LANGUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN AÐ HALLAR AFTUR JAFNT. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ NOKKUR SANDFLUTNINGUR. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	151
MYND 100. SNIÐ 10000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -6 M DÝPI ÞAR SEM TEKUR VIÐ UM 300 M LANGUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN AÐ HALLAR AFTUR JAFNT. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ NOKKUR SANDFLUTNINGUR. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	152
MYND 101. SNIÐ 9000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -6 M DÝPI ÞAR SEM AÐ TEKUR VIÐ MINNI HALLI Á UM 500 M KAFLA EÐA NIÐUR Á -7 M ÁÐUR EN HALLAR AFTUR JAFNT NIÐUR Á VIÐ. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ NOKKUR SANDFLUTNINGUR. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	152
MYND 102. SNIÐ 8000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -6 M DÝPI ÞAR SEM AÐ TEKUR VIÐ UM 400 M LANGUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN HALLAR AFTUR JAFNT. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ NOKKUR SANDFLUTNINGUR. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	153
MYND 103. SNIÐ 7000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -6 M DÝPI ÞAR SEM AÐ TEKUR VIÐ UM 500 M LANGUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN HALLAR AFTUR JAFNT. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ NOKKUR SANDFLUTNINGUR. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	153
MYND 104. SNIÐ 6000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -5 M DÝPI ÞAR SEM AÐ TEKUR VIÐ UM 400 M LANGUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN HALLAR AFTUR JAFNT. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ SANDFLUTNINGUR LÍKT OG SÉST Á GRAFINU. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	154
MYND 105. SNIÐ 5000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER NIÐUR Á UM -4 M DÝPI ÞAR SEM AÐ TEKUR VIÐ UM 300 M LANGUR FLATUR KAFLI ÁÐUR EN HALLAR AFTUR JAFNT. Á FLATA KAFLANUM Á SÉR STAÐ ÞÓ NOKKUR SANDFLUTNINGUR LÍKT OG SÉST Á GRAFINU. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	154
MYND 106. SNIÐ 4000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. JAFN HALLI ER ÚT Á UM -3 M DÝPI ÞAR SEM AÐ HALLINN VERÐUR BRATTARI NIÐUR Á -8 M DÝPI. Á -8 M DÝPI MYNDAST LÍTIÐ RIF ÞAR SEM AÐ BOTNINN FER UPP Í 6 M DÝPI Á UM 300 M KAFLA ÁÐUR EN DÝPKAR ÁFRAM. MESTI SANDFLUTNINGURINN UPP VIÐ STRÖNDINA, MINNKAR SÍÐAN NIÐUR Í NÁNAST ENGAN EN EYKST AFTUR LÍTILLEGA YFIR RIFINU. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	155
MYND 107. SNIÐ 3000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	155
MYND 108. SNIÐ 2000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	156
MYND 109. SNIÐ 1000V. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. ....	156
MYND 110. SNIÐ 0. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS. ....	157
MYND 111. SNIÐ 1000A. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. ....	157



MYND 112. SNIÐ 2000A. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS.	158
MYND 113. SNIÐ 3000A. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS.	158
MYND 114. SNIÐ 4000A. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS.	159
MYND 115. SNIÐ 5000A. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL AUSTURS.	159
MYND 116. SNIÐ 6000A. GULI FLÖTURINN SÝNIR LEGU BOTNSINS. GRÆN LÍNA SÝNIR SANDFLUTNING TIL AUSTURS. BLÁ LÍNA SANDFLUTNING TIL VESTURS OG RAUÐ LÍNA NETTÓ SANDFLUTNING. NETTÓ SANDFLUTNINGUR Í OFANGREINDU SNIÐI ER TIL VESTURS.	160
MYND 117. DÝPTARMÆLING 29.9.2009.....	161
MYND 118. DÝPTARMÆLING 2.2.2010.....	161
MYND 119. DÝPTARMÆLING 20.5.2010.....	162
MYND 120. DÝPTARMÆLING 13.7.2010.....	162
MYND 121. DÝPTARMÆLING 22.10.2010.....	163
MYND 122. DÝPTARMÆLING 2.5.2011.....	163
MYND 123. DÝPTARMÆLING 30.7.2011.....	164
MYND 124. DÝPTARMÆLING 1.12.2011.....	164
MYND 125. DÝPTARMÆLING 24.8.2012.....	165
MYND 126. DÝPTARMÆLING 15.2.2013.....	165
MYND 127. DÝPTARMÆLING 12.3.2013.....	166
MYND 128. DÝPTARMÆLING 18.10.2013.....	166
MYND 129. DÝPTARMÆLING 8.2.2014.....	167
MYND 130. DÝPTARMÆLING 3.5.2014.....	167
MYND 131. DÝPTARMÆLING 30.7.2014.....	168





## 1 Inngangur

Hornafjarðarós er sjávarfallaós á Suðausturströnd Íslands. Innan við Ósinn er sveitarfélagið Hornafjörður með um 2.000 íbúa. Sjávarútvegur er ein helsta atvinnugrein sveitarfélagsins og undirstaða byggðar í firðinum. Sjómenn frá Hornafirði hafa þurft að leggja ýmislegt á sig í gegnum tíðina þar sem að siglingar um Hornafjarðarós hafa ekki gengið streitulaust fyrir sig. Umhleyplingar á síðustu öld, annars vegar í lok áttunda áratugarins og hins vegar í lok þess níunda, urðu uppspretta að rannsóknum á svæðinu og í framhaldinu tókst að koma stöðugleika á ósinn. Sú vinna sem unnin var á níunda og tíunda áratugnum er kynnt í skýrslu sem gefin var út af Siglingastofnun árið 2000. Í skýrslunni frá 2000 er farið yfir sögu Óssins og þær breytingar sem höfðu verið gerðar á honum fram til þess tíma. Enn fremur var varpað fram hugmyndum að úrbótum. Unnið hefur verið að ýmsum rannsóknum síðan og má þar nefna áfangaskýrslu sem kom út um öldufarsrannsóknir utan við Ósinn og utan við Breiðamerkurlón árið 2009.

Nú á tímum eru það því helst grynningar framan við Ósinn, kallaðar Grynnslin, sem valda erfiðleikum í siglingum inn til Hornafjarðar og hafa áhrif á skipulagningu veiða og vinnslu á Hornafirði. Grynnslin takmarka djúpristu skipa sem sigla yfir þau en meðaldýpi á þeim er talið vera um 7-7,5 m. Uppsjárarskip Hornfirðinga, Ásgrímur Halldórsson og Jóna Eðvalds, rista mest þeirra skipa sem sigla reglulega um Grynnslin eða um 6,8-7,4 m. Til samanburðar má geta þess að nýjustu uppsjárarskip íslenska flotans rista allt að 10 m. Grynnslin eru því mikill áhrifabáttur í siglingum og hefur ölduhæð takmarkandi áhrif á siglingar um þau. Því meiri sem ölduhæðin er því meiri tafir verða á siglingum.

Grynnslin og Hornafjarðarós hafa áhrif á þróunarmöguleika útgerðar á Hornafirði. Reglulega yfir vetrarmánuðina eru tafir á siglingum um Ósinn og Grynnslin vegna ölduhæðar. Uppsjárarskipin sem rista mest á siglingu sinni yfir Grynnslin sigla ekki ef að ölduhæð fer upp fyrir 3-4 m sem getur verið hamlandi í útgerð yfir vetrarmánuðina. Þrátt fyrir þessar hömlur vegna ölduhæðar reka skipin oft niður á siglingu sinni yfir Grynnslin og eiga það einnig til að stöðvast á miðjum Grynnslunum. Útgerð á Hornafirði heldur því fram að skipuleggja þurfi veiðar og vinnslu út frá öldufari á Grynnslunum. Það sé mikill ókostur og dragi úr því samkeppnisforskoti sem útgerðin hefur vegna nálægðar við gjöful fiskimið. Ef samkeppnishæfni útgerðarinnar minnkar mun það hafa áhrif á samfélagið á Hornafirði og atvinnumöguleika í þéttbýlinu.

Þessi skýrsla er sjálfstætt framhald af þeirri vinnu sem unnin var fram til ársins 2009. Rannsóknirnar beinast helst að Grynnslunum og leitast er við að kanna flesta þá þætti sem hafa áhrif á siglingar fiskiskipa yfir Grynnslin með áherslu á hvernig öldufar og sandflutningur á Grynnslunum fara fram. Skýrslan er áfangaskýrsla og hugsuð sem undirstaða að áframhaldandi rannsóknum við Hornafjörð.



## 2 Sjávarfallaósar

Hefðbundnir sjávarfallaósar eru háðir ágangi sjávar í stærð og gerð. Straumar um þá stjórnast af sjávarföllunum og stærð lóna innan við ós. Straumar bera með sér efni sem fellur niður rétt utan eða innan við ós með þeim afleiðingum að sandrif myndast. Ef dýpi í ós helst svipað á þeim stöðum þar sem þetta á sér stað er sagt að ósinn sé stöðugur.

Grynslin eru sandrif og grynningar sem myndast framan við sjávarfallaósa. Í miðjum ósnum þar sem straumhraði er mikill helst mikið dýpi en þar sem straumurinn breiðir úr sér með lægri straumhraða minnkar dýpið og grynningar myndast (e. shoal). Grynningarnar forma einskonar kraga utan um straumbandið eins og sést á Mynd 1.

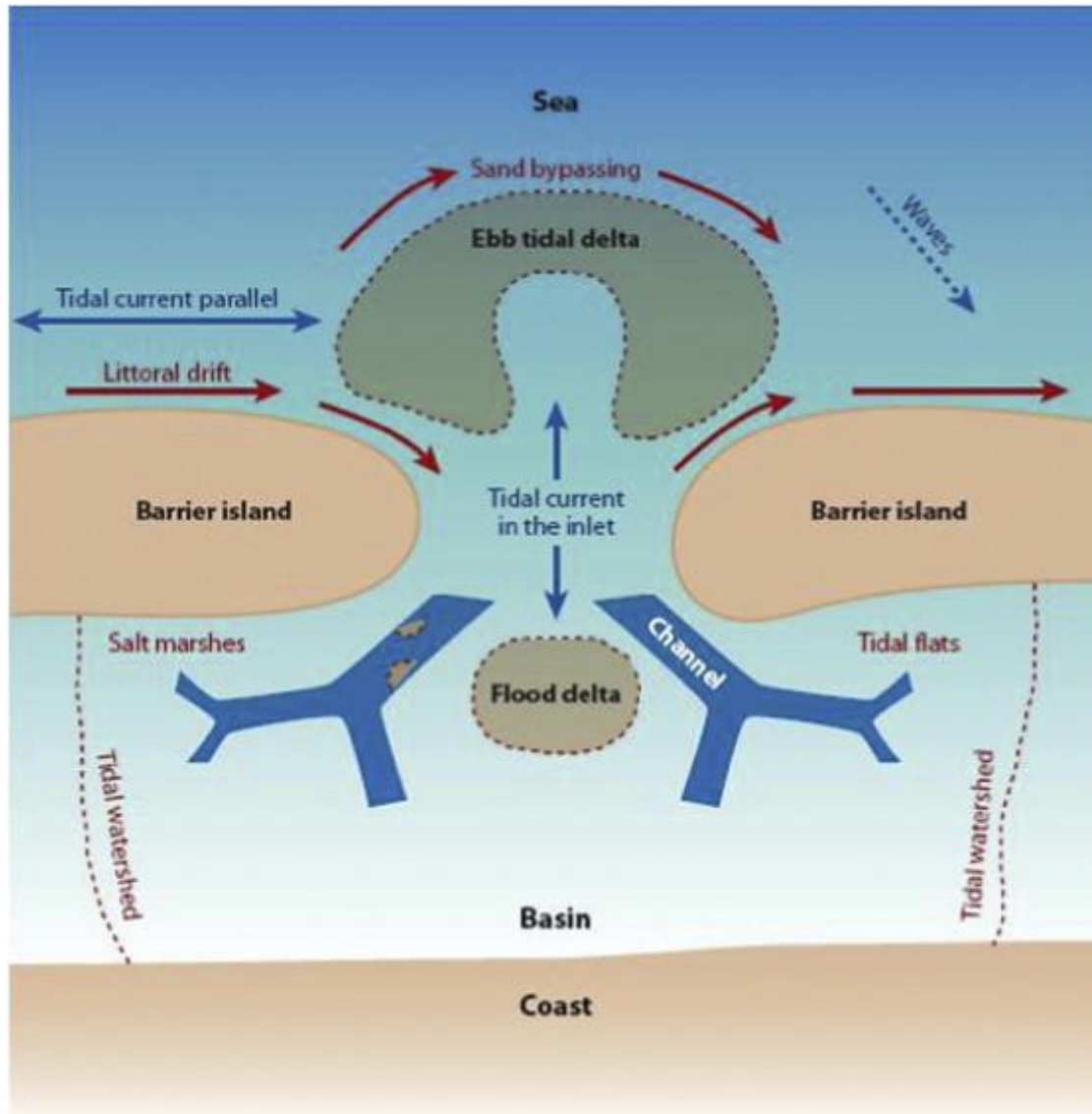
Sjávarfallaósa er að finna víða erlendis meðal annars á austurströnd Bandaríkjanna. Ósarnir eru misstórir en á mörgum stöðum eru þeir notaðir til siglinga líkt og Hornafjarðarós. Víðsvegar hefur verið gripið til þeirra ráða að byggja varnargarða sitt hvoru megin við ósinn og út á sjó til þess að beina straumnum rétt og viðhalda dýpt í innsiglingarennu. Oftast þarf þó að beita reglulegum dýpkunarframkvæmdum meðfram þessum aðgerðum til að viðhalda dýpi eftir að náttúran hefur aðlagast að breytingunum. Slíkir garðar geta meðal annars haft þær afleiðingar í för með sér að efni hleðst upp öðru hvoru megin garðanna en hinu megin gætir rofs.<sup>1</sup>

Þó svo að sjávarfallaósar séu víða erlendis þá er Hornafjarðarós sérstakur að mörgu leyti. Helsta sérstaðan er sú að þar er basalt sandur og mól í botninum sem er bæði eðlisþyngri og með skarpari brúnir en það sem finnst víða erlendis. Það veldur því að hann stendur betur af sér öldur og strauma. Afleiðing þess er að ósinn verður þrengri en ella og straumhraði því meiri. Meðal straumhraði í virku þversniði í Hornafjarðarósi er í kringum  $2 \text{ m/s}^2$ , en aðeins í kringum  $1 \text{ m/s}$  víða erlendis. Ölduhæðin við suðurströnd Íslands er einnig mun hærri en á flestum strandsvæðum erlendis.

Á meðfylgjandi myndum má sjá dæmi um sjávarfallaósa erlendis. Mynd 1 er skýringarmynd sem sýnir vel eðli sjávarfallaósa. Myndin sýnir sandrif rétt utan við og innan við ósinn ásamt stefnu sandflutnings meðfram ströndinni. Á myndinni er gert ráð fyrir að ríkjandi ölduátt sé frá vinstri til hægri. Sandflutningur með ströndinni, rauðu örvarnar, fer fyrir ósinn með tvennum hætti. Annars vegar eftir ströndinni og inn í miðjan ósinn þar sem efnið lendir í straumnum í ósnum og berst annað hvort inn eða út. Hins vegar eftir grynningunum utan við ósinn þar sem öldumyndaðir straumar flytja efnið til hægri. Ef efnið fer inn í ósinn getur það haft stutta viðdvöl á grynningum innan óssins en fer síðan út í flóðum eða á stærri straumum. Þegar efnið sem barst inn í ósinn er komið út á grynningar bera öldumyndaðir straumar efnið til hægri samhliða því efni sem berst beint út á grynningarnar án viðdvalar í ósnum.

<sup>1</sup> PIANC (2014), bls 55

<sup>2</sup> Ólöf Rós Káradóttir (2013)



Mynd 1. Skýringarmynd fyrir hefðbundna sjávarfallaósa. Sandrif (e. delta, shoal) utan og innan við ós sem myndast vegna minnkandi straumhraða sjást vel ásamt straumrásum og stefnu sandflutnings (e. littoral drift). Hér er notað orðið delta fyrir grynningar en algengara er að nota orðið shoal.<sup>3</sup>

Mynd 2 er loftmynd af sjávarfallaósi við Essex í Massachusetts fylki í Bandaríkjunum. Þar sjást þróuð sandrif innan og utan við ós, eins og þeim er lýst á mynd 1. Þessi ós er þó ekki notaður til siglinga.

Mynd 3 sýnir sjávarfallaós í Ocean City í Maryland fylki. Sá ós er notaður sem innsigling og hafa verið reystir garðar sitthvorumegin við ósinn. Á myndinni sést sandrif eða grynningar utan við ósinn þar sem öldur brotna. Einnig sést hvernig hefur grafið úr ströndinni hlémegin við ósinn á móti því sem ströndin hefur stækkað hinu megin. Þessi áhrif má rekja til þess að skorið hefur

<sup>3</sup> Sótt þann 1.10.2013 af <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569112000026>

verið á sandflutning meðfram ströndinni með fyrirstöðugörðum til þess að viðhalda dýpi í innsiglingu.



Mynd 2. Essex í Massachusetts fylki í Bandaríkjunum<sup>4</sup>.



Mynd 3. Ocean City í Maryland í Bandaríkjunum<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Sótt þann 1.10.2013 af <http://www.oberlin.edu/faculty/dhubbard/PersWebPage/Syllabi/Geol250-Spr04.html>

<sup>5</sup> Sótt þann 1.10.2013 af <http://ian.umces.edu/imagelibrary/displayimage-235.html>

Þrátt fyrir að garðar séu reistir eins og á Mynd 3. þarf alltaf að fara fram einhver dýpkun eða framhjáðæling sands (e. bypassing) til þess að koma í veg fyrir rof á strönd hlémeigin við ós. Einnig þarf að viðhalda dýpi í hálsi siglingarennu því náttúrunni samkvæmt munu alltaf myndast grynningar þar sem að straumur fellur niður.

Þó svo að bygging garða hafi reynst vel og bætt gæði innsiglinga víðsvegar þá eru aðgerðirnar kostnaðarsamar og ekki síður viðhaldsdýpkunin. Per Bruun tók saman lista árið 1991, sem var síðan uppfærður í kringum árið 2005, þar sem bornar eru saman innsiglingar með mismunandi framhjáðælu búnaði og kostnaðurinn við að halda innsiglingum opnum. Tafla 1 er úr bókinni *Port and Coastal Engineering, Developments in Science and Technology, Journal of Coastal Research Special Issue No. 46* og sýnir niðurstöður Bruun. Algengast er að notast sé við svokallaða fljótandi dælustöð og er magnið sem dælt er frá 50 þús. m<sup>3</sup>/ári upp í 800 þús. m<sup>3</sup>/ári. Á Íslandi hefur verið notast við lítið annað en dýpkunarskip (e. shallow water hopper dredge). Kostnaðurinn er frá \$1,5 upp í \$9 á rúmmetra háð tegund framhjáðælubúnaðs og staðsetningu.

Tafla 1. Mismunandi tegundir framhjáðælingar.

**Unit prices for Sand Bypassing at various locations (revised from Bruun 1991), including USACE, WES-data (Pers.comm.by Melton)**

Location	Bypassing System	Rate (m <sup>3</sup> /year)	Unit Price (\$/m <sup>3</sup> )	Remarks
Sout Lake Worth, FL	Fixed plant	50.000	8-9	Oldest plant (1937)
Torsminde, Denmark	Floating plant	200.000	7-8	Exposed location
Hvide Sande, Denmark	Floating plant	250.000	6-7	Exposed location
St.Lucie, FL	Floating plant across inlet	250.000	6-7	Very long discharge
Hillsboto, FL	Weir and Floating plant	100.000	6-7	Improvement of channel planned
Indian River, DE	Jet pump crawler crane	80.000	2,5	
Masonboro, NC	Floating Plant	350.000	2,5-3	Very irregular
Neranga, Australia	Jet pumps	500.000	1,5-2	
Oregon, NC	Shallow Water hopper dredge	750.000	3,4	
Tweed River, Australia	Jet pumps	400.000	2-2,5	Nerang-type, functioning 2002
Jupiter, FL	Floating plant	75.000	3-0	Very irregular, closed 2001
Rudee, VA	Fixed plant	50.000	9	
Santa Cruz, CA	Floating plant	300.000	2,5-3	
Canaveral, FL	Floating plant	750.000	7-8	Hard bottom
Perdido, AL	Floating plant	300.000	2,5-3	
Channel Island, CA	Floating plant	800.000	2,5-3	
Boca Raton, FL	Floating plant	60.000	7-8	Not activated 2001

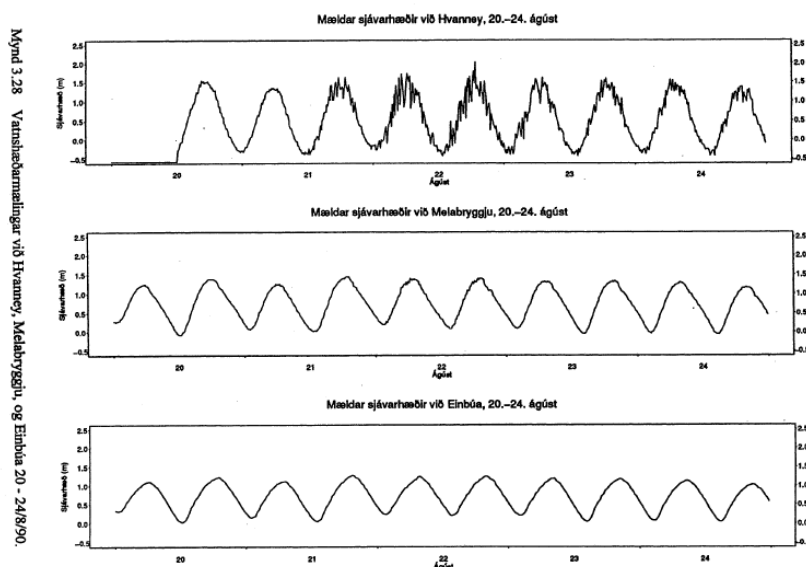
### 3 Sjávarföll og sjávarstöðumælingar við Hornafjörð

#### 3.1 Sjávarföll á Grynslunum og í Hornafirði

Í sjávarfallatöflum Sjómælinga Íslands sem hafa verið gefnar út í áratugi er uppgefinn munur á stórstraumsflóði og fjöru utan Óss um 1,8 m og um 1,0 m í Hornafjarðar höfn. Þessar upplýsingar byggjast á mælingum Hafnamálastofnunar ríkisins frá áttundaáratugi síðustu aldar.

Í júlí og ágúst 1978 voru sjávarföll í höfninni mæld og hafnarkerfið fyrir Höfn ákvarðað út frá þessum mælingum. Í því hæðarkerfi er kóti hæðarbolta HB 561 +2,770 m. Munur á stórstraumsflóði og fjöru í höfninni var þá 1,07 m. Í september og október 1979 voru mæld sjávarföll í Ósnum og hafnarkerfi fyrir Ósinn ákvarðað út frá þeim mælingum. Í því hæðarkerfi er kóti hæðarbolta HB 563 +9,827 m framan á vita í Hvanney. Hæð sama punkts í hæðakerfi hafnarinnar reyndist vera +9,183 m og munar því um 0,644 m á hæðakerfunum. Munur á stórstraumsflóði og fjöru í Ósnum var 1,98 m.

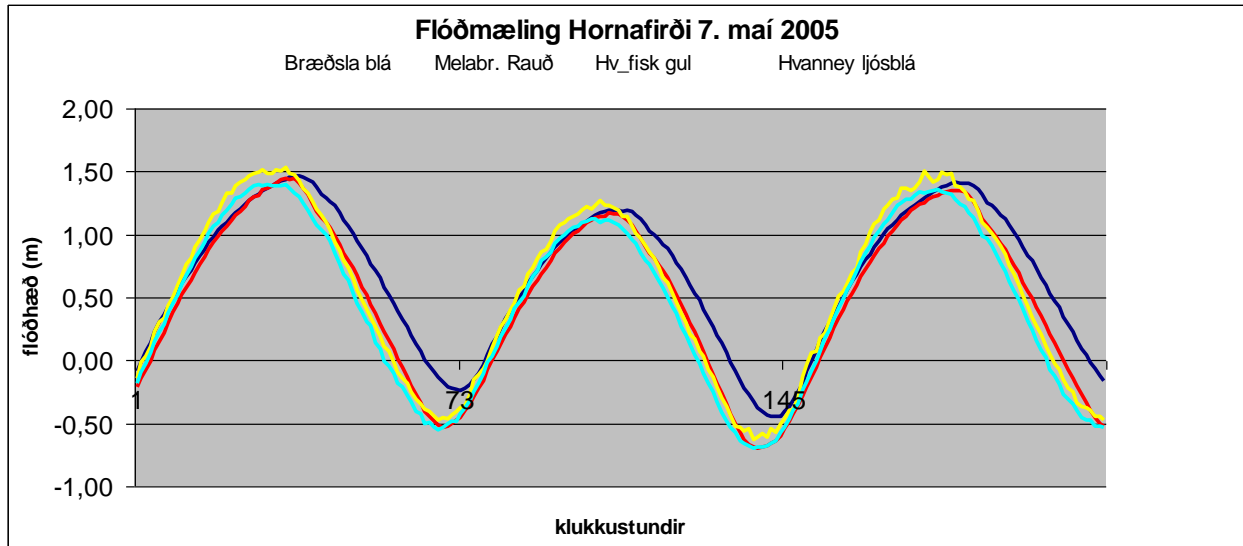
Í maí 1990 til janúar 1991 voru siritandi mælingar á sjávarhæð framkvæmdar af Vita- og hafnamálastofnun. Mælt var á þremur stöðum, þ.e. í höfninni (Einbúi), við Melabryggju og í Ósnum. Mælingar stóðu mislengi yfir á hverjum mælistað en á tímabilinu 18. ágúst til 25. september var mælt á öllum þremur mælistöðum samtímis, sjá mynd 4, og var sjávarfallalíkan Vatnaskila kvarðað miðað við mælingar á því tímabili. Munur á stórstraumsflóði og fjöru reyndist vera um 1,15 m innan hafnar og um 1,90 m í Ósi á því tímabili sem mælt var.<sup>6</sup>



Mynd 4. Mælingar á sjávarhæð frá ágúst 1990. Mælt var við Einbúa í hafnarmynni, við Melabryggju og í Ósnum. Töluverður munur sést á sjávarföllum.

<sup>6</sup> Gísli Viggósson og Sigurður Sigurðarson (2000), bls 3-14

Frá 7. maí til 11. maí 2005 voru sjávarföll mæld með fiskamerkjum í höfninni (bræðsla), við Melabryggju og í Ósnum. Frá 21. september til 12. október 2006 var aftur mælt en þá með þrýstinema í höfninni, við Árnanes og Skógey. Seinni mælingin var framkvæmd af Hönnun hf. fyrir Vegagerðina í tengslum við nýjan veg yfir Hornafjarðarfljót. Mynd 5 sýnir niðurstöður frá mælingum í maí 2005. Samkvæmt þeim mælingum hafði munur á flóði og fjöru í höfninni aukist verulega og mældist nærri 1,7 m, rétt um 0,2 m lægri en í Hvanney en áður hafði munurinn verið um 0,7 m. Svipaðar niðurstöður fengust frá mælingunum 2006.



Mynd 5. Mældar sjávarhæðir í Landhæðarkerfi við Hvanney, í höfninni (bræðslan) og við Melabryggju. Munur á flóði og fjöru er nú nærri 1,7 metrum í Hornafjarðarhöfn.

Þó svo að sveiflan inn í höfninni hafi breyst þá er sveiflan út í Ós ennþá sú sama og áður, um 2 m. Samkvæmt þessum gögnum og „lauslegum“ flóðamælingum við enda Þinganesgarðs í október 2006 kom einnig í ljós að meðalsjávarhæð í höfninni liggur 0,15 m hærra en meðalsjávarhæð í Ós en sú hæð er einnig 0,19 m hærra en meðalsjávarhæð á hafi úti. Því er heildarmunur á höfn og hafi um 0,34 m.

Raunverulegur munur milli hæðarkerfa hefur verið á reiki og var því ráðist í það verkefni vorið 2014 að reyna fá betri skilning á þessum mun. Unnið var út frá samskonar aðferðarfræði og notuð var við úrvinnslu sjávarhæðamælinganna frá 1978-79. Til að byrja með var skoðað mælitímabilið 2009 – 2013. Fljótlega kom þó í ljós að beinn aflestur af núverandi flóðmæli í Hvanney, sem er búinn að vera frá 2010, er ekki réttur. Flóðmælirinn mælir loftþrýstingsbreytingar með sjávarborðsbreytingum sem skilar niðurstöðum sem geta verið skakkar uppá  $\pm 20 - 30$  cm sem jafnast þó út ef lengra tímabil er skoðað. Því var ákveðið að notast við gamlar mælingar frá 2005 – 2007 en þá var annar flóðmælir í Hvanney. Einnig var notast við flóðmælingar við Þinganesgarð frá 2006 og mælingar úr sjávarborðsmæli sem var



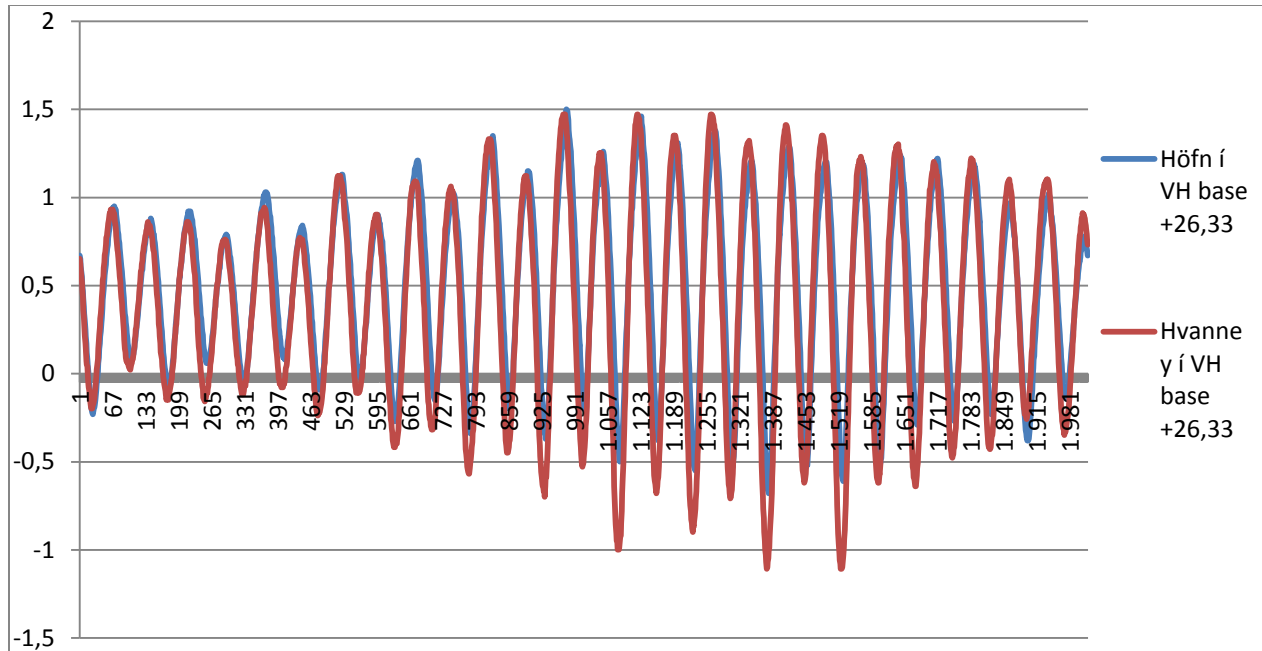
settur upp í höfninni 2012. Mælingar frá þessum þremur stöðum voru bornar saman og má sjá niðurstöður í töflu 2.

Tafla 2. Sjávarstöðumælingar við Hvanney, Þinganesgarð og í Hornafjarðarhöfn. Fyrsti dálkurinn fyrir hvern stað sýnir beinan aflestur af mæli í hæðarkerfi mælisins sjálfs sem ekki er tengt neinum viðmiðunarpunkti. Annar dálkurinn sýnir sjávarföllin yfirfærð í hæðarkerfið VH base +26,33. Í þriðja dálknum eru sjávarföllin sett í hæðarkerfi sem miðast við sýndarnúll, sem miðast við siglingar.

	Hvanney 2005-2007			Þinganesgarður 2006			Hornafjarðarhöfn 2012-2014		
	Aflestur af mæli í Hvanney	26,33 VH base	Sjávarföll sýndarnúll	Aflestur við Þinganesgarð	26,33 VH base	Sjávarföll sýndarnúll	Aflestur af mæli í höfn	26,33 VH base	Sjávarföll sýndarnúll
<b>MSH</b>	0,552	0,352	1,105	0,552	0,352	1,323	0,341	0,442	0,975
<b>MSTSFL</b>	1,52	1,32	2,073	1,749	1,549	2,52	1,18	1,281	1,814
<b>MSMFL</b>	0,96	0,76	1,513	1,057	0,857	1,828	0,722	0,823	1,356
<b>MSMFJ</b>	0,144	-0,056	0,697	0,047	-0,153	0,818	-0,04	0,061	0,594
<b>MSSTFJ</b>	-0,416	-0,616	0,137	-0,645	-0,845	0,126	-0,498	-0,397	0,136
<b>KORTANÚLL</b>	-0,553	-0,753	0	-0,771	-0,971	0	-0,634	-0,533	0

Niðurstöður frá samanburði mælinga, sem eru sýndar í töflu 2, sýna meðal annars að í sýndarnúll kerfi þá er munur á sjávarföllunum, stórstraumsflóði og stórstraumsfjöru um 1,9 m við Hvanney, 2,4 m við Þinganesgarð og 1,7 m í höfninni. Niðurstöður í höfninni eru svipaðar og þær sem fengust í mælingunum 2005-2006 sem sýnir að sjávarföllin hafa haldist stöðug í höfninni frá þeim tíma. Einnig er hægt að sjá af töflunni ef kortanúll fyrir Hvanney og höfnina eru skoðuð í VH base kerfi að núverandi munur á hæðarkerfum er rétt um 22 cm sem áður voru rúmír 64 cm. Taka verður tillit til þess að niðurstöðurnar eru frá mismunandi tímum, það er frá 2005 – 2007 við Hvanney og Þinganesgarð en 2012-2014 inn í Hornafjarðarhöfn.

Mynd 6 sýnir sjávarfallasveiflu í Hornafjarðarhöfn og Hvanney miðað við núverandi mæla. Aflestur af mælum hefur verið leiðréttur og settur í VH base kerfi. Sveiflurnar eru mjög svipaðar þó svo að sjávarhæðin í Hvanney sveiflist oftast neðar en höfnin. Í nokkur skipti virðist sjávarhæð í höfninni vera lægri en út við Ós. Þetta þykir mjög ólíklegt en þegar tilfelli eru skoðuð nánar þá virðast þau bæði eiga sér stað á smástreymi í sterkri norðanátt þar sem er mikill áhlaðandi, sem styður undir þetta misræmi. Með nýjum mæli í Hvanney væri hægt að fá nákvæmari og áreiðanlegri samanburð af þessum tveimur stöðum. Þessi samanburður á sjávarföllum í höfninni og við Hvanney sýnir að það er full þörf á að fylgjast vel með sjávarföllunum. Væntanlega er það best gert með því að vakta graf svipað og sýnt er á mynd 6 í upplýsingakerfi Hornafjarðar á vef Vegagerðarinnar.



Mynd 6. Sjávarfallasveifla í Hvanney og Hornafjarðarhöfn frá 4.8 - 18.8.2014.

Þar sem nýjustu niðurstöður eru að hluta til byggðar á gömlum mælingum og að hluta til á „nýjum“ flóðmælingum og eins vegna landriss á Höfn, er nauðsynlegt að gera samanburðarmælingar á sjávarstöðu í höfninni, á enda Þinganesgarðs og í Ós. Endurnýja þarf flóðmæli í Hvanney og leiðrétt. Kvarða þarf mæla með reglulegu millibili og gæta þess að það sé gert miðað við þekktu viðmiðunarpunkta sem eru innbyrðis réttir og gera þarf kvörðunarskýrslu í hvert sinn. Við kvörðun er mælt með því að nota hefðbundna hallamæla eða leysi-hallamæla en ekki RTK mæla þar sem geóíða á svæðinu er líklega óvenju breytileg. Þetta eru grundvallar upplýsingar til ákvörðunar á raunverulegu dýpi á Grynslunum og innbyrðis afstöðu sjávarborðs á svæðinu öllu.

Við lokaákvörðun á nýju hæðarkerfi fyrir Hornafjarðarós og höfn þarf að huga að ýmsum óvissuþáttum svo sem:

- Mismunur á hæð meðalsjávarborðskóta í Höfn reiknast +25,978 m en landmælingar telja hann +25,6095 m. Mismunur uppá 36,8 cm
- Landris
- Sjávarborðshækkunir vegna hlýnunar jarðar
- Árstíðabundnir veðurfarsþættir s.s. lofþrýstingsbreytingar og áhlaðandi
- Áhrif sjávarfallastrauma í ósi á meðalsjávarborð
- Mismunur á mælitækjum.

### 3.2 Straummælingar og rennslismælingar í Hornafjarðarósi

Orkustofnunn mældi strauma og rennsli í fjórum sniðum sem sýnd eru á Mynd 8. Þessar mælingar voru fyrst gerðar í ágúst 1990 og síðan endurteknaðar í maí 2005. Þrátt fyrir að miklar breytingar hafi átt sér stað í Ósnum sjálfum í kringum 1990 þá urðu mjög litlar breytingar á rennsli. Á veturna var rennslið um 5% minna en á sumrin, Ósinn var þrengri þá og orkutap meira. Heildarrennslið á einu falli (útfall- aðfall) reyndist vera milli 63 -64 Gl, 1 Gl er 1.000 milljón lítrar, og mesta rennsli á útfalli um  $3.440 \text{ m}^3/\text{s}$  en á aðfalli um  $4.420 \text{ m}^3/\text{s}$ . Í reiknilíkani af Hornafjarðarósi frá 1994 var rennslið kannað miðað við núverandi Austurfjörugarð og eftir að dýpkað hafði í Ósnum og reyndist það þá vera um 68 - 69 Gl.

Í maí 2005 mældi Orkustofnun strauma og rennsli í sömu sniðum og gert var árið 1990. Heildarrennslið mældist 49 Gl á útfalli og 58 Gl á aðfalli. Mesta rennsli á útfalli mældist um  $4.000 \text{ m}^3/\text{s}$  og á aðfalli um  $3.600 \text{ m}^3/\text{s}$ . Í skýrslu Verkís frá 2013 er gerð grein fyrir þessum mælingum og komist að því að þær eru byggðar á fremur fáum mælipunktum. Sé rýnt í gögnin sést að mælingarnar eru ekki mjög nákvæmar, þannig er mælt heildarrennsli í aðfalli í Ósi töluvert minna en rennslið inn í Skarðsfjörð, við höfn og í Hornafjörð samtals. Í útfalli er mælt heildarrennsli um Ós mjög svipað því sem kemur frá fjörðunum.

Á þessum tíma hafa sjávarföllin í Ósnum ekkert breyst en sjávarföllin í höfninni hafa hækkað úr rúmum metra í allt að tvo metra eins og fram kemur í kaflanum hér á undan.

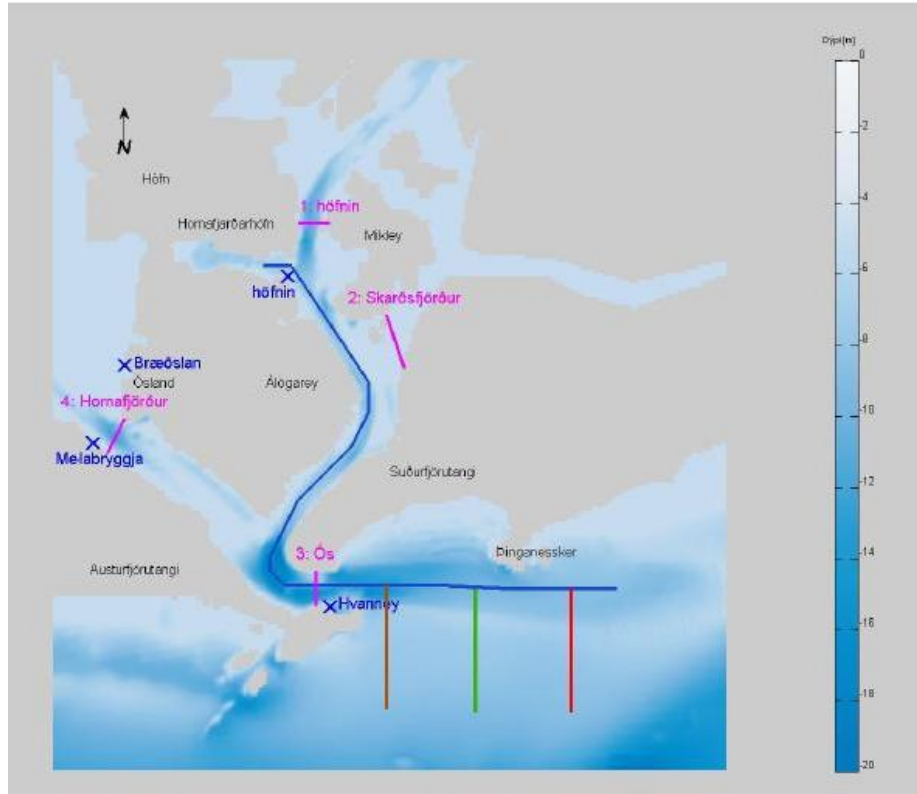
Talin er þörf á því að endurtaka strauma- og rennslismælingar í Hornafirði.

### 3.3 Sjávarfallalíkan

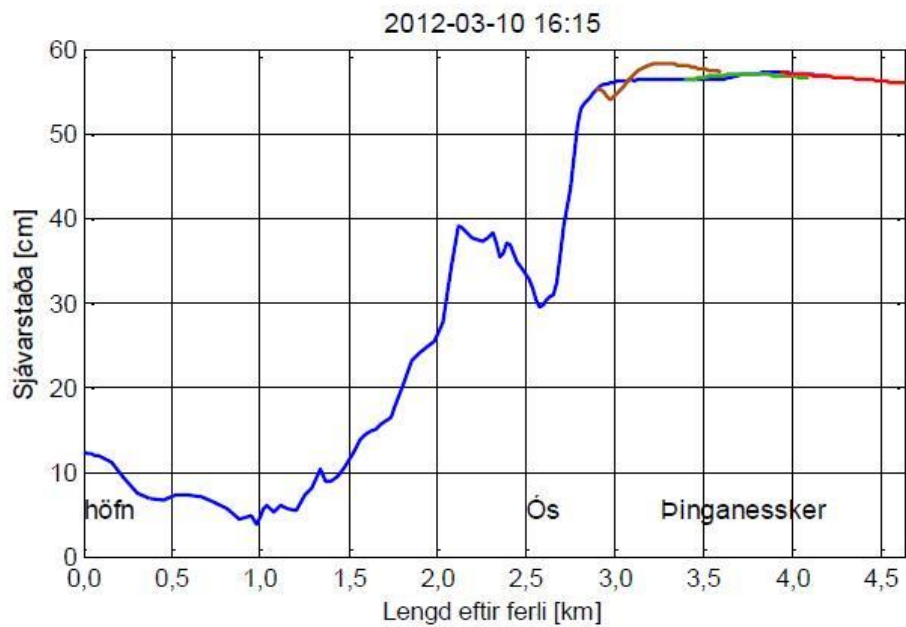
Verkfræðistofan Verkís lauk á vordögum 2013 við að reikna sjávarhæð og straumhraða í Hornafirði og Skarðsfirði, Ósnum og utan hans, með sjávarfallalíkani Siglingastofnunar. Tilgangurinn var m.a. að kanna áhrif breytinga á straumfar og þar með siglingaleið um Hornafjarðarós. Þar sem aðstæður eru flóknar í Hornafirði, m.a. sum svæði þurr á fjöru sem eru undir vatni á flóði, reyndist nokkuð erfitt að fá líkanið til að keyra. Líkanið var keyrt með veðri fyrir marsmánuð 2012 og var líkandýpi byggt á mælingum frá 2012 en straumar mældir 2005.

Sjávarfallalíkanið tekur inn dýpi, stjarnfræðileg áhrif, þ.e. 7 stærstu þætti sjávarfalla (M2, S2, K2, N2, K1, O1 og Q1) og veðurfarsleg áhrif sem fengin eru frá Veðurmiðstöð Evrópu (ECMWF). Líkanið er nokkuð nákvæmt þar sem stærsta skekkja í reiknuðum tíma flóðs eða fjöru er innan við 5 mínútur. Þar sem líkanið er tvívítt gerir það ekki ráð fyrir mismunandi straumhraða eða stefnu eftir dýpi. Líkanið reiknar meðaltal straumhraða yfir dýpi og því getur reiknaður straumhraði vikið töluvert frá staðbundnum.



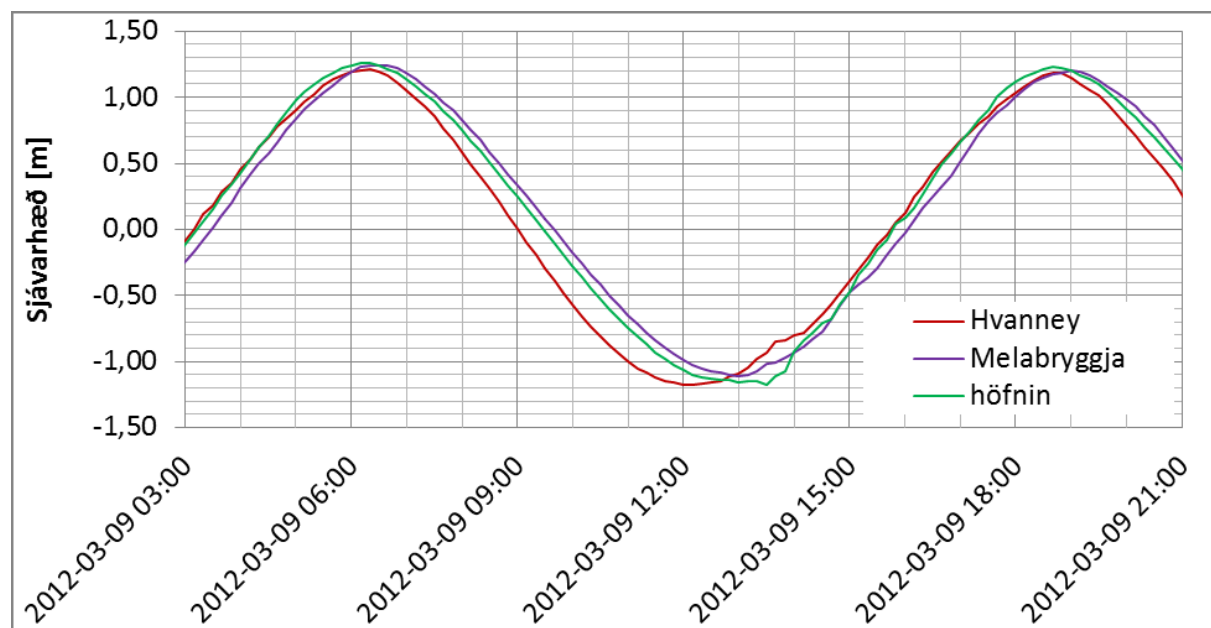


Mynd 8. Staðsetning sjávarfallamæla og sniðin sem rennsli og straumar voru mældir í, ásamt sniði, ferli og tímaraðapunktum sjávarfallalíkans.



Mynd 9. Sjávarhæð yfir meðalsjávarhæð frá höfn út fyrir Ós í aðfalli á stórstreymi 10. mars 2012 kl 16:15. Blár ferill nær frá höfninni út fyrir Þinganesker, brúnn er þvert á bláan næst Ósi, grænn stuttu utar og rauður austan Þinganeskers sbr. fyrri mynd.

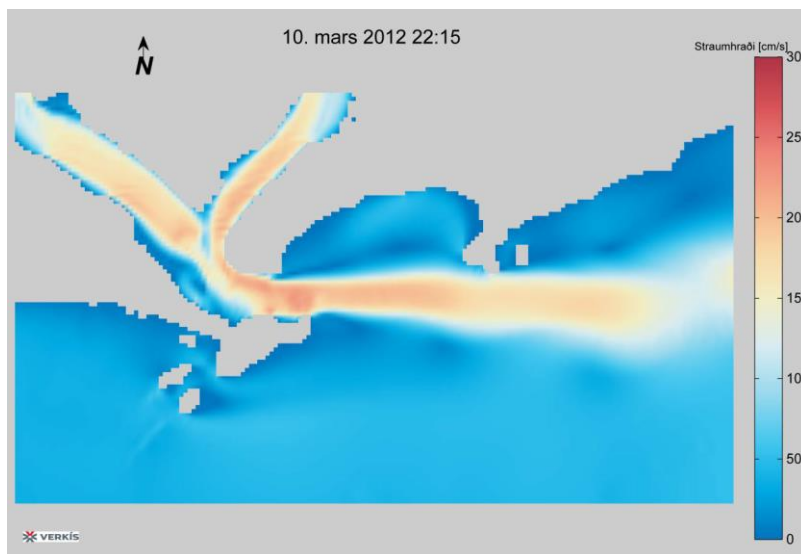
Niðurstöður útreikninganna sýndu að á aðfalli er fasamunur á Hvanney og höfninni allt að 1 klst. á stórstreymi, en lítill munur á útslagi. Á smástreymi er fasamunurinn 30 mínútur á sömu stöðum og líkt og áður lítill munur á útslagi.



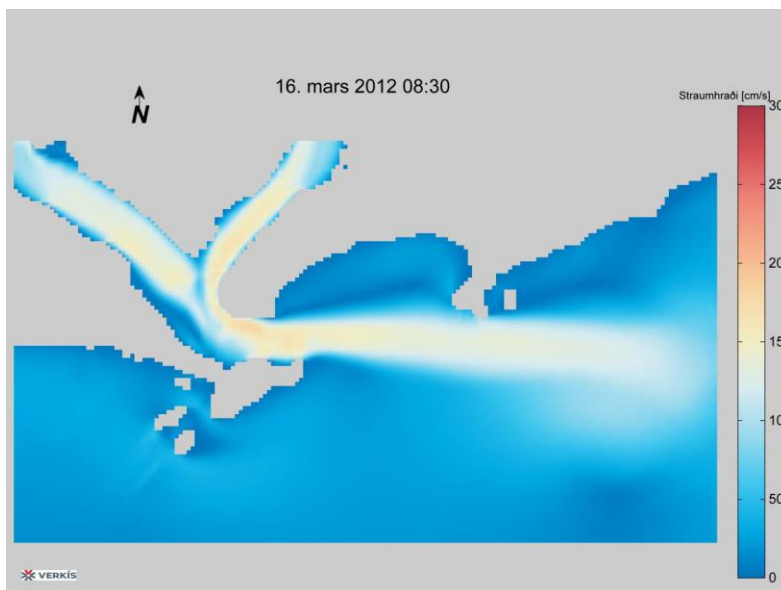
Mynd 10. Fasamunur og útslag í höfn, við Hvanney og Melabryggju á stórstreymi. Allt að 1 klst. fasamunur á Hvanney og höfn.

Á stórstreymi er talsverður hraði í um 2 km langri rennu, straumbandinu, beint út úr Ósi á útfalli. Á smástreymi er einnig mikill hraði í rennunni en þó ekki jafn mikill.

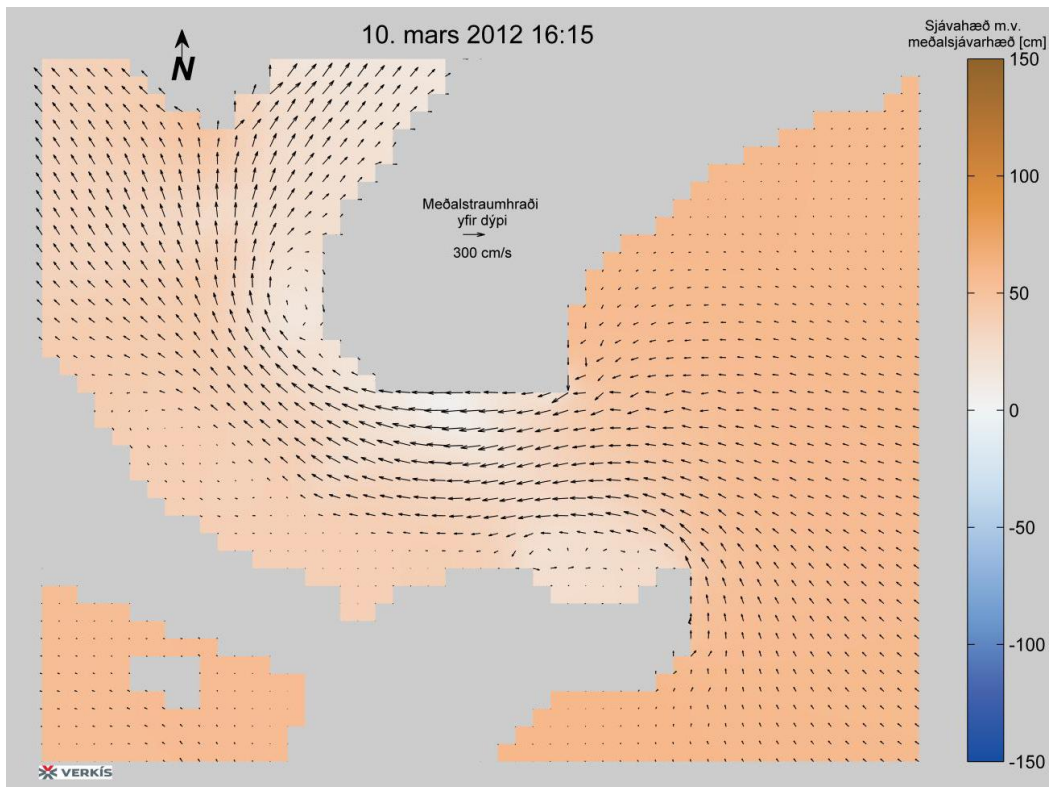
Á meðfylgjandi Mynd 11 og Mynd 12 sést straumbandið vel og hvernig það teygir sig út fyrir Þingannesskerin. Ef myndirnar eru bornar saman við fjölgeislamælingu í kafla 8.4 kemur í ljós að dýpið er mest þar sem straumhraðinn er mestur og dýpið helst nokkuð í straumbandinu en um leið og straumhraði fellur niður taka við grynningar, þ.e. Grynslin. Samanburður sýnir þá vel það sem áður hefur verið farið yfir í kafla 2 hvað varðar eðli sjávarfallaósa.



Mynd 11. Strauhraði í Ósi - útfall – stórstreymi. Straumbandið sem myndast beint út úr Ósnum á stórstreymi sést vel.



Mynd 12. Strauhraði í Ósi – útfall – smástreymi. Straumbandið sem myndast beint út úr Ósnum sést einnig vel á smástreymi.



Mynd 13. Straumhraði og sjávarhæð í Ósi - aðfall - stórstreymi.



## 4 Dýptarmælingar á Grynnslunum

### 4.1 Dýpi og sigling um Grynnslin

Grynnslin eru sandrif sem myndast framan við sjávarfallaósa þar sem sandurinn berst framhjá Ósnum frá Suðurfjörum yfir á Austurfjörur og öfugt. Þar takast á sterkir sjávarfallastraumar úr Hornafjarðarósi og úthafsöldur sunnan úr hafi. Vegna ríkjandi suðvestan ölduáttar berst sandurinn að jafnaði eftir fjörunum og Grynnslunum frá vestri til austurs en með 10 til 15 ára bili verða ríkjandi suðaustan öldur sem bera sandinn eftir fjörunum og Grynnslunum til vesturs.

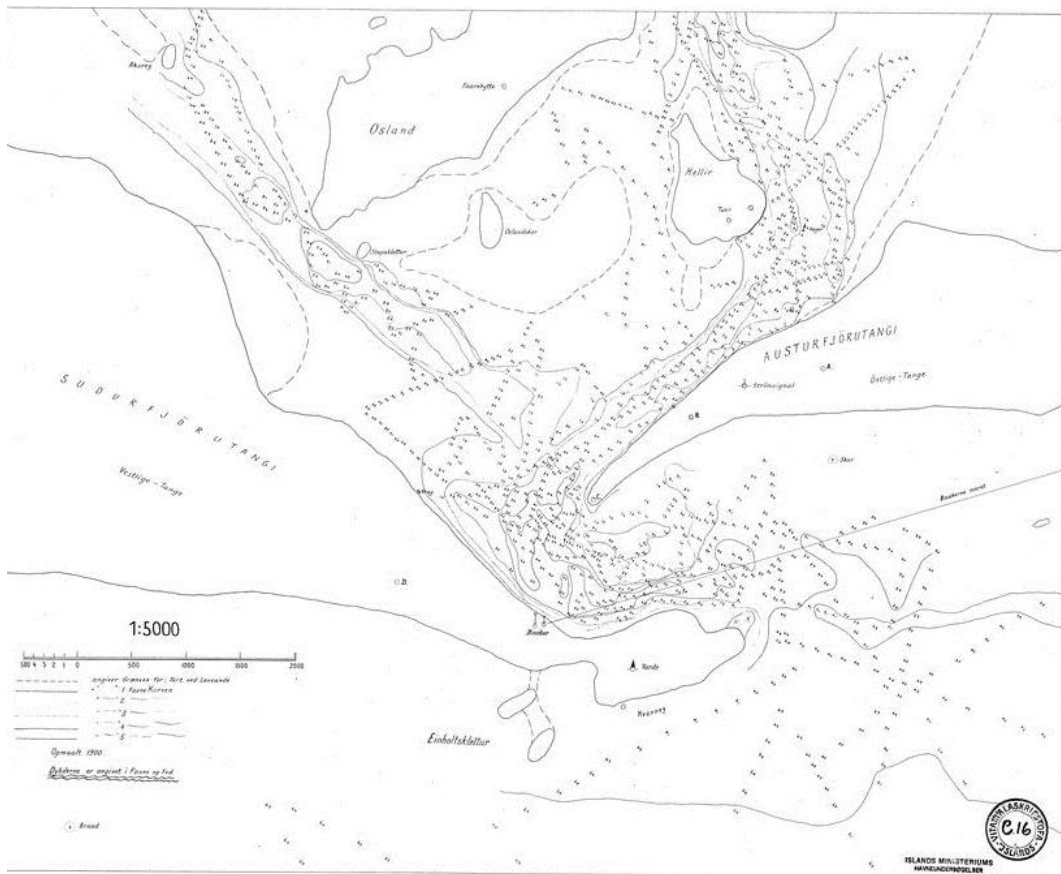
Dýpið á Grynnslunum er að jafnaði um 7 - 7,5 m, oft er miðað við 7,3 m. Í skýrslu Siglingastofnunar um Hornafjarðarós frá apríl 2000 í kafla 4.10.4 „Efnisburður í siglingarennu utan Óssins“ var gerð tilraun að reikna sandburð ofan í siglingarennu sem var hugsuð grafin þvert yfir Grynnslin á siglingaleið og var niðurstaða reikninganna að siglingarennan fyllist að jafnaði á hverju ári. Til að sannreyna þessa útreikninga var í ágúst fram í nóvember 2005 dýpkuð á sama stað innsiglingarennu yfir Grynnslin. Grafið var niður á 8 – 8,5 m dýpi og fjarlægðir 55.000 m<sup>3</sup> af sandi. Kom í ljós í mars árið 2006 að mikið af sandi hafði borist niður í innsiglingarennuna sem var í samræmi við niðurstöður efnisburðarreikninga sem Siglingastofnun hafði gert.



Mynd 14. Lega siglingarennu sem dýpkuð var á Grynnslunum.

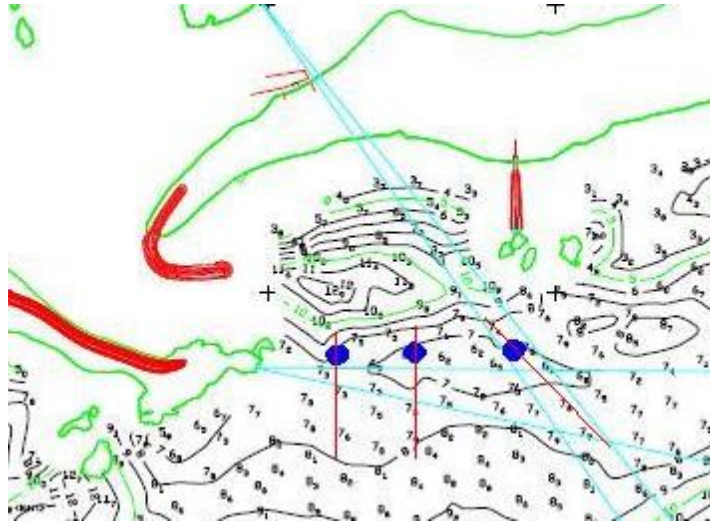
## 4.2 Dýptarmælingar á Grynslunum

Fyrsta dýptarmæling sem til er af Grynslunum er frá árinu 1900 en frá þeirri mælingu og fram til ársins 1998 er aðeins til ein mæling, þ.e. júní 1991. Frá 1998 hafa Grynslin verið mæld nokkuð reglulega.



Mynd 15. Dýptarmæling í og utan við Hornafjörð frá árinu 1900.

Við yfirferð á dýptarmælingum voru skoðaðir fastir staðir á þremur mismunandi siglingaleiðum yfir Grynslin og breytingar í dýpi skráðar niður. Fyrsti punkturinn var staðsettur á vestustu siglingaleiðinni um 190 m (100 faðma) austan við Hvanney. Sá þriðji beint fyrir utan Þinganesker, í beinni línu við fyrsta punktinn, á austustu siglingaleiðinni og mið punkturinn á milli fyrrnefndra punkta á miðsiglingaleiðinni. Mynd 16 sýnir þá staði þar sem dýpi var skráð ásamt siglingaleiðum yfir Grynslin.



Mynd 16. Staðsetning þriggja siglingaleiða yfir Grynnslnin og ákveðinna mælistaða á þeim. Siglingaleiðir eru merktar með rauðum línunum en punktarir þar sem dýpi var mælt eru bláir.

Farið var í gegnum allar dýptarmælingar sem til eru af Grynnslnum frá því mælingar hófust. Skráð var dýpið á mælipunktunum á hverri dýptarmælingu auk þess sem minnsta dýpi á siglingaleiðinni, milli -8 m jafndýptarlína, var skráð ásamt lengd milli jafndýptarlínanna. Upplýsingarnar voru allar teknar saman og í meðfylgjandi töflu 4 má sjá niðurstöður frá árinu 1998 og fram til 2014.

Í töflunni er listað upp fyrir hvern mælipunkt á hverri mælingu í fyrsta dálki dýpi á punktinum sjálfum, í öðrum dálki mismunur á dýpi milli dýptarmælingar, í þriðja dálki minnsta dýpi á siglingaleið og í fjórða og síðasta dálkinum lengd siglingaleiðar milli 8 m jafndýptarlína.

Fyrstu dýptarmælingarnar voru allar merktar í hæðarkerfi Óssins en seinni hluta árs 2005 var skipt um kerfi og byrjað að mæla miðað við hæðarkerfi hafnarinnar. Líkt og komið var inn á í kafla 3.1 er þó nokkur munur á þessum kerfum eða um 64,4 cm. Farið var gaumgæfilega yfir allar dýptarmælingar og eru niðurstöður sýndar í töflu 4. Ekki er sjáanlegt að stökk komi í mælingar eins og ætti að vera ef skipt hefði verið um viðmiðun. Líklegt er að sama viðmiðun hafi verið notuð í öllum dýptarmælingum, þ.e. gömul viðmiðun hafnarinnar. Síðan hafnarkerfið var ákvarðað um 1980 hafa orðið miklar breytingar á svæðinu. Sjávarföll hafa aukist upp í höfn og leiðigarðar verið byggðir á Austurfjöru. Dýpið sem sýnt hefur verið á grynnslnum er því ekki lengur „rétt“ dýpi í hefðbundnum skilningi, það er dýptarmælingar sýna ekki raundýpi.

Til að sýna raundýpi þarf að ákvarða nýja viðmiðun. Líklegt er að sú viðmiðun verði við mælinn í Ósnum en viðmiðun við Þinganesgarð kæmi líka til greina. Viðmiðun í Ósi myndi gefa meðalsjávarborð um 1,12 m og hefðbundið núllkerfi sem yrði 75-80 cm hærra en núverandi viðmiðun. Dýptarkort myndu því grynnska sem því nemur. Þess ber að geta að þegar siglt er um Grynnslnin eftir núverandi kortum er staða flóðmælis athuguð og staða hans lögð við eða dregin

frá dýpi eftir því sem við á. Mælirinn sýnir iðulega neikvæðar tölur og því eru oft allt að 60-100 cm dregnir frá kortadýpi. Mælir í nýrri viðmiðun myndi væntanlega sýna sjaldnar negatívar tölur svo mat á dýpi breytist líklega ekki.

Frá árinu 1998 hefur raundýpi á Grynslunum verið nokkuð stöðugt þrátt fyrir breytilegt veðurfar. Meðaldýpi reynist vera 7,4 m næst Hvanney en um 6,8 m í hinum tveimur stöðunum. Samkvæmt mælingum er siglingaleiðin yfir Grynslin oftast styst næst Hvanney, að meðaltali um 400 m löng til móts við tæpa 450 m á hinum stöðunum. Taka verður fram að mælingar hafa verið framkvæmdar nokkuð óreglulega og breytingar milli mælinga voru oft töluverðar.

Breyting á straumbandinu var einnig mæld og þá lengd þess út frá Þinganeskerjum þar sem miðað er við 8 m jafndýptarlínu en sú breyting er í síðasta dálki í töflu 2. Staðalfrávik í lengd straumbandsins er um 300 m þar sem það er að meðaltali um 950 m langt.

**Tafla 3. Dýptarmælingar á ákveðnum þremur punktum á Grynslunum frá 1998. Fyrsti punkturinn er um 190 m austur úr Hvanney og hinir í línu við hann að Þinganeskerjum, sbr. mynd 16. Fyrir hvern punkt var skráð dýpi á mælipunkt, mismunur á því dýpi milli dýptarmælinga, lengd siglingaleiða milli 8 m jafndýptarlína og minnsta dýpi á siglingaleiðinni. Fyrstu þrjú dálkarnir sýna þessar upplýsingar fyrir hvern mælipunkt en síðasti dálkurinn sýnir lengd straumbandsins út fyrir Þinganesker á hverjum tíma. Í lok töflunnar er tekið saman meðaltal ásamt staðalfrávik, hæsta og lægsta gildi. Fyrst er meðaldýpi á siglingaleiðunum, meðal tölugildismunur á dýpi milli dýptarmælinga, minnsta dýpi að meðaltali og meðal lengd siglingaleiðar milli 8 m jafndýptarlína.**

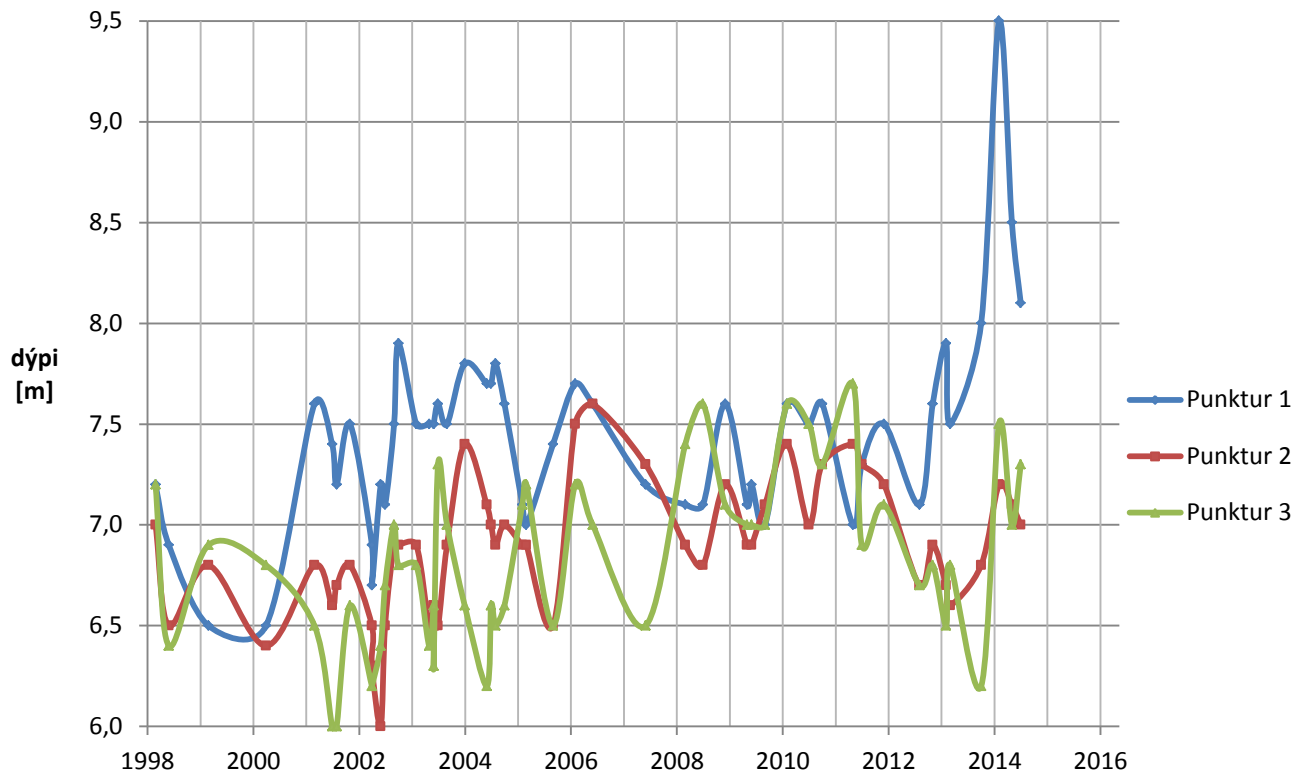
dagss.	P1 [m]	mism [m]	minnsta dýpi [m]	lengd [m]	P2 [m]	mism [m]	minnsta dýpi [m]	lengd [m]	P3 [m]	mism [m]	minnsta dýpi [m]	ská lengd [m]	lengd frá Þinganes skerjum [m]
mar.98	7,2		7,2	450	7,0		6,8	460	7,2		7,0	350	800,0
jún.98	6,9	0,3	6,8	480	6,5	0,5	6,4	480	6,4	0,8	6,4	450	800,0
mar.99	6,5	0,4	6,5	480	6,8	-0,3	6,4	540	6,9	-0,5	6,9	440	690,0
apr.00	6,5	0,0	6,3	490	6,4	0,4	5,9	580	6,8	0,1	6,2	470	500,0
mar.01	7,6	-1,1	7,1	410	6,8	-0,4	6,7	450	6,5	0,3	6,3	500	950,0
júl.01	7,4	0,2	7,1	510	6,6	0,2	6,3	580	6,0	0,5	6,0	600	1050,0
ágú.01	7,2	0,2	7,1	450	6,7	-0,1	6,6	440	6,0	0,0	6,0	450	1000,0
nóv.01	7,5	-0,3	7,0	530	6,8	-0,1	6,6	560	6,6	-0,6	6,6	460	1150,0
apr.02	6,9	0,6	6,8	620	6,5	0,3	6,3	630	6,2	0,4	6,1	650	650,0
apr.02	6,7	0,2	6,7	620	6,3	0,2	5,6	630	6,2	0,0	6,1	650	700,0
jún.02	7,2	-0,5	6,8	570	6,0	0,3	6,0	640	6,4	-0,2	5,9	770	800,0
júl.02	7,1	0,1	7,0	540	6,5	-0,5	6,0	600	6,7	-0,3	5,8	550	850,0
sep.02	7,5	-0,4	7,3	460	6,9	-0,4	6,8	490	7,0	-0,3	6,5	400	1050,0
okt.02	7,9	-0,4	7,4	465	6,9	0,0	6,9	590	6,8	0,2	6,7	600	1050,0
feb.03	7,5	0,4	7,1	500	6,9	0,0	6,9	510	6,8	0,0	6,5	600	670,0
maí.03	7,5	0,0	7,1	440	6,5	0,4	6,5	540	6,4	0,4	6,2	550	750
jún.03	7,5	0,0	7,4	430	6,6	-0,1	6,2	460	6,6	-0,2	5,2	430	950
jún.03	7,5	0,0	7,3	427	6,6	0,0	6,4	478	6,3	0,3	5,8	485	959
júl.03	7,6	-0,1	7,4	450	6,5	0,1	6,3	450	7,3	-1,0	5,8	400	950



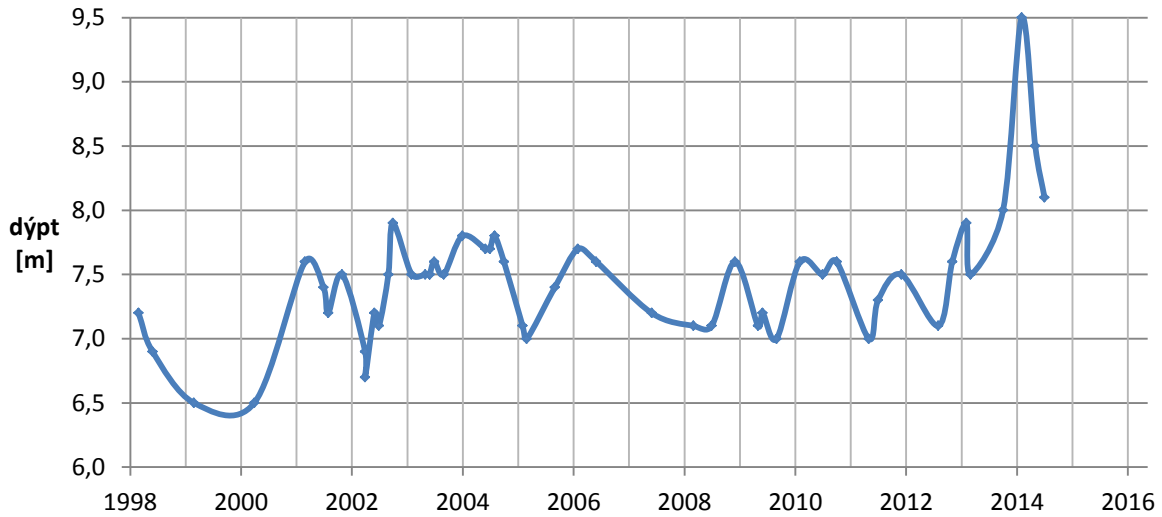
sep.03	7,5	0,1	7,3	430	6,9	-0,4	6,9	530	7,0	0,3	6,4	500	1050
jan.04	7,8	-0,3	7,6	230	7,4	-0,5	7,3	340	6,6	0,4	6,4	420	1200
jún.04	7,7	0,1	7,3	300	7,1	0,3	6,8	410	6,2	0,4	6,2	400	1300
júl.04	7,7	0,0	7,5	349	7,0	0,1	6,9	442	6,6	-0,4	6,2	512	1185
ágú.04	7,8	-0,1	7,5	300	6,9	0,1	6,9	400	6,5	0,1	6,0	480	1200
okt.04	7,6	0,2	7,3	290	7,0	-0,1	7,1	400	6,6	-0,1	6,2	500	1300
feb.05	7,1	0,5	6,8	540	6,9	0,1	6,5	570	7,1	-0,5	7,1	500	600
mar.05	7,0	0,1	7,0	530	6,9	0,0	6,5	530	7,2	-0,1	7,1	430	550
sep.05	7,4	-0,4	7,2	480	6,5	0,4	6,1	440	6,5	0,7	6,1	360	1250
feb.06	7,7	-0,3	7,6	260	7,5	-1,0	7,5	240	7,2	-0,7	7,2	300	2150
jún.06	7,6	0,1	7,6	320	7,6	-0,1	7,3	260	7,0	0,2	7,0	260	1150
jún.07	7,2	0,4	7,2	410	7,3	0,3	7,0	275	6,5	0,5	6,4	400	800
mar.08	7,1	0,1	7,0	430	6,9	0,4	6,9	400	7,4	-0,9	7,3	250	800
júl.08	7,1	0,0	7,0	400	6,8	0,1	6,6	410	7,6	-0,2	6,4	240	1000
des.08	7,6	-0,5	7,6	365	7,2	-0,4	7,4	380	7,1	0,5	7,1	300	1000
maí.09	7,1	0,5	7,1	408	6,9	0,3	6,9	408	7	0,1	7	458	942
jún.09	7,2	-0,1	7,1	420	6,9	0,0	6,8	400	7,0	0,0	7,0	250	950
sep.09	7	0,2	7	408	7,1	-0,2	7	467	7	0,0	7	417	1208
feb.10	7,6	-0,6	7,5	195	7,4	-0,3	7,4	237	7,6	-0,6	7,6	424	1356
júl.10	7,5	0,1	7,5	287	7	0,4	7	254	7,5	0,1	6,9	574	1148
okt.10	7,6	-0,1	7,5	246	7,3	-0,3	7,3	262	7,3	0,2	7,1	369	1353
maí.11	7	0,6	6,8	393	7,4	-0,1	7,3	467	7,7	-0,4	7,3	467	779
júl.11	7,3	-0,3	6,9	296	7,3	0,1	6,5	361	6,9	0,8	6,7	417	880
des.11	7,5	-0,2	7,5	365	7,2	0,1	7	421	7,1	-0,2	6,9	516	992
ágú.12	7,1	0,4	7,0	433	6,7	0,5	6,4	516	6,7	0,4	6,7	278	985
nóv.12	7,6	-0,5	7,4	318	6,9	-0,2	6,7	292	6,8	-0,1	6,6	308	586
feb.13	7,9	-0,3	7,1	351	6,7	0,2	6,2	396	6,5	0,3	6,1	383	586
mar.13	7,5	0,4	7,3	320	6,6	0,1	6,6	427	6,8	-0,3	6,5	573	83
okt.13	8,0	-0,5	7,7	300	6,8	-0,2	6,0	350	6,2	0,6	6,0	410	350
feb.14	9,5	-1,5	7,0	80	7,2	-0,4	6,8	270	7,5	-1,3	7,2	340	50
maí.14	8,5	1,0	7,4	500	7,1	0,1	7,0	380	7,0	0,5	6,8	700	550
júl.14	8,1	0,4	7,6	350	7,0	0,1	7,0	350	7,3	-0,3	6,7	550	750
<b>meðaltal</b>	<b>7,4</b>	<b>0,3</b>	<b>7,2</b>	<b>404</b>	<b>6,9</b>	<b>0,2</b>	<b>6,7</b>	<b>439</b>	<b>6,8</b>	<b>0,3</b>	<b>6,5</b>	<b>449</b>	<b>951</b>
<b>stðalfrávik</b>	<b>0,5</b>		<b>0,3</b>	<b>109</b>	<b>0,3</b>		<b>0,4</b>	<b>109</b>	<b>0,4</b>		<b>0,5</b>	<b>116</b>	<b>313</b>
<b>max</b>	<b>9,5</b>		<b>7,7</b>	<b>620</b>	<b>7,6</b>		<b>7,5</b>	<b>640</b>	<b>7,7</b>		<b>7,6</b>	<b>770</b>	<b>2150</b>
<b>min</b>	<b>6,5</b>		<b>6,3</b>	<b>80</b>	<b>6,0</b>		<b>5,6</b>	<b>237</b>	<b>6,0</b>		<b>5,2</b>	<b>240</b>	<b>83</b>

Til að kanna hvort mögulega væri betra að sigla einhvers staðar annars staðar en um þær þrjár siglingaleiðir sem valdar voru upphaflega voru skoðaðar tvær siglingaleiðir um 100 og 200 faðma (190 m og 376 m) austan Þingannesskerja og þær bornar saman við fyrri mælingar. Það reyndist vera grynna á þeim leiðum en upphaflegu siglingaleiðunum.

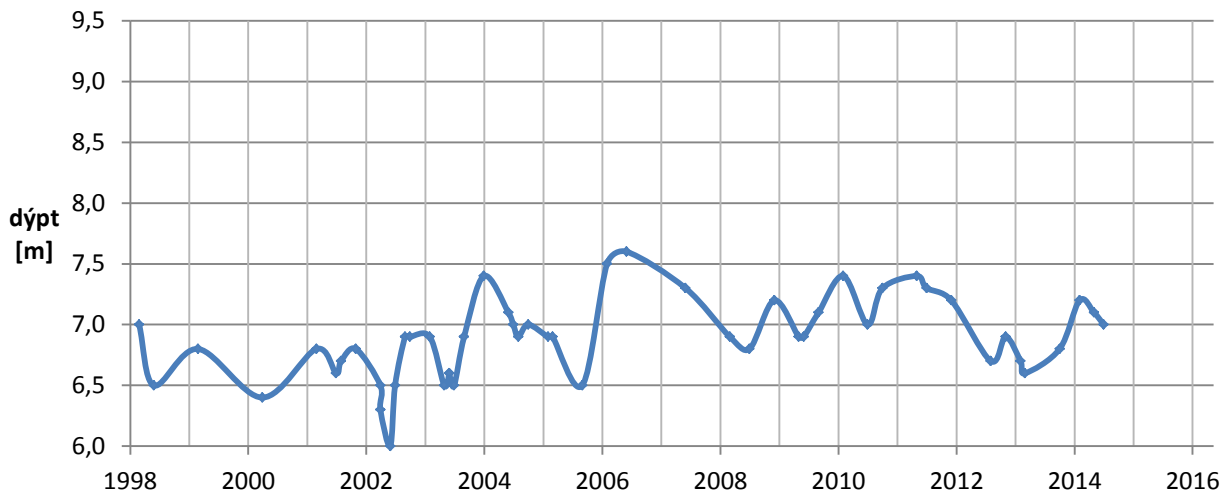
Meðfylgjandi gröf á myndum 17 - 21 sýna breytingar í dýpi á mældum stöðum myndrænt ásamt breytingu í lengd straumbandsins mælt frá Þinganeskerjum. Fyrsta grafið sýnir alla punktana saman. Þar sést hversu óreglulegt dýpið getur verið og mismunandi eftir því hvar mælt er. Erfitt er að greina einhverjar reglulegar sveiflur í dýpi út frá þessum upplýsingum en ef dýptarmælingar væru framkvæmdar reglulega væri hugsanlegt að greina hvort árstíðabundnar sveiflur eigi sér stað á svæðinu.



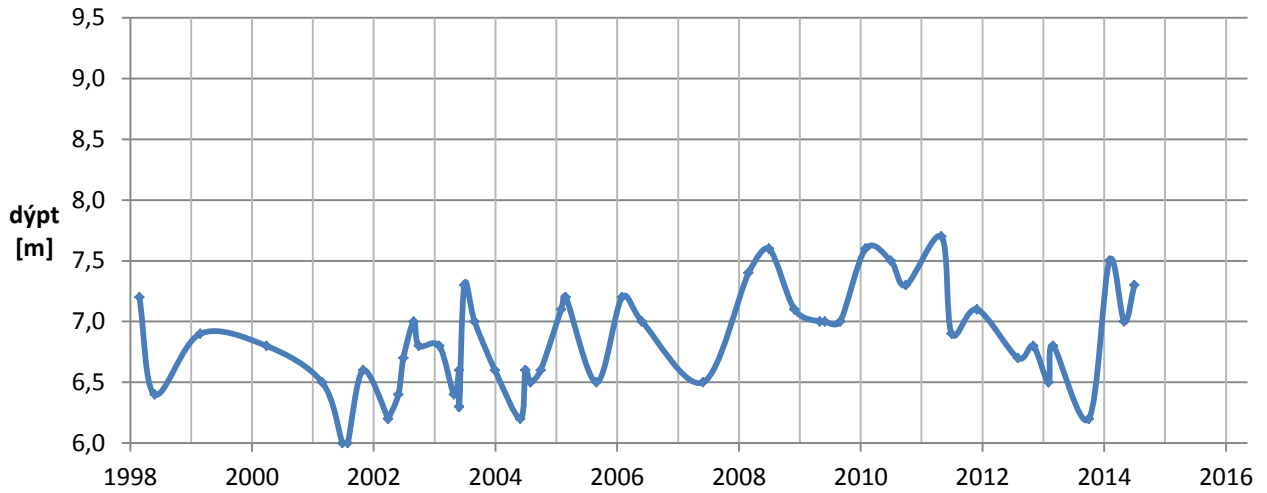
Mynd 17. Breytingar í dýpi, á öllum þremur mælipunktum sem teknir voru fyrir. Dýpi miðast við hæðarkerfi Óss 1978/79. HB-563 í kóta +9,827 m fram til seinnihluta árs 2005 en eftir það miðast dýpi við hæðarkerfi hafnarinnar.



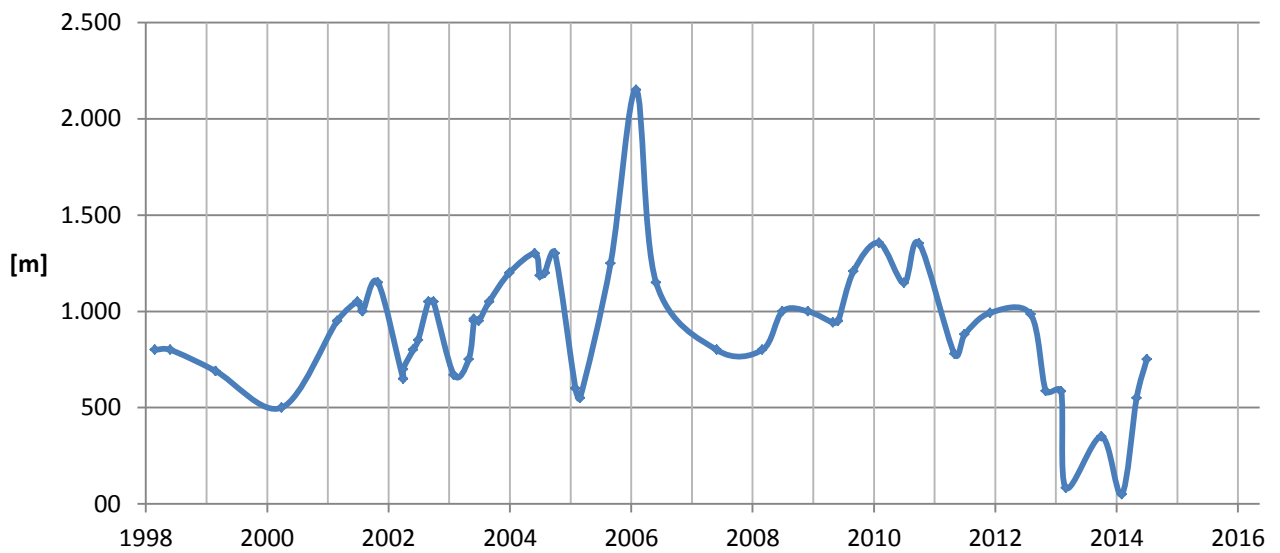
Mynd 18. Breytingar á dýpi í mælipunkti 1, næst Hvanney. Dýpi miðast við HB-563 í kóta +9,827 m fram til seinni hluta árs 2005 en eftir það er miðað við hæðarkerfi hafnarinnar.



Mynd 19. Breytingar á dýpi í mælipunkti 2. Dýpi miðast við HB-563 í kóta +9,827 m fram til seinni hluta árs 2005 en eftir það er miðað við hæðarkerfi hafnarinnar.



Mynd 20. Breytingar á dýpi í mælipunkti 3, beint utan við Þinganesker. Dýpi miðast við HB-563 í kóta +9,827m fram til seinni hluta árs 2005 en eftir það er miðað við hæðarkerfi hafnarinnar.



Mynd 21. Breytingar á lengd straumbands mælt frá Þinganeskerjum og miðað við 8 m jafndýptarlínu.





#### 4.2.1 Endurtekning dýptarmælinga

Dýptarmælingar á Grynnslnum hafa verið gerðar mjög óreglulega undanfarin ár. Því hefur verið erfitt fyrir sjómenn að nýta þær við siglingar og fræðimenn að fylgjast með því hvort árstíðarbundnar sveiflur eigi sér stað. Hversu reglulega er dýptarmælt er háð því hvenær skipin róa. Stærstu skipin sem gerð eru út frá Hornafirði, Jóna Eðvalds og Ásgrímur Halldórsson, liggja í höfn á tímabilinu 15. mars – 15. júní og svo aftur frá 15. desember fram undir 15. janúar til eða frá um 10 daga á hvoru tímabili fyrir sig. Skipin sigla alltaf fullhlaðin nema þá helst yfir sumartímam þ.e. í júní, júlí og ágúst. Skipin taka hvort um sig um 1.500 tonn af afla og því má gera ráð fyrir að hámarks djúpristu sé náð yfir vetrartímam.

Lagt er til að framkvæmdar séu í minnsta lagi þrjár dýptarmælingar yfir árið. Hugmyndir að tímasetningum á mælingum er að hafa vormælingu í kringum 1. júní áður en skipin fara á sjó, haustmælingu í október til að sjá þær breytingar sem hafa orðið í briminu um haustið og svo aftur vetrarmælingu í byrjun janúar áður en skipin fara á sjó eftir jólafrí. Þessar tímasetningar geta verið háðar veðri og vindum og erfitt að fylgja en mælt er til að reynt sé að mæla sem næst þessum tímabilum. Einu sinni á ári þyrfti síðan að gera stóra mælingu og væri hentugast að framkvæma hana yfir sumartímam þegar veðrið er best.

Ef mælt er reglulega geta skipin nýtt sér dýptarmælingarnar til að finna dýpstu siglingaleiðina um Grynnslin hverju sinni og minnkað þannig líkurnar á að reka niður. Þá væri hægt að bera saman mælingar milli ára og árstíða og meta hvort árstíðarbundnar sveiflur eigi sér stað.



## 5 Öldusveigja og ölduspár

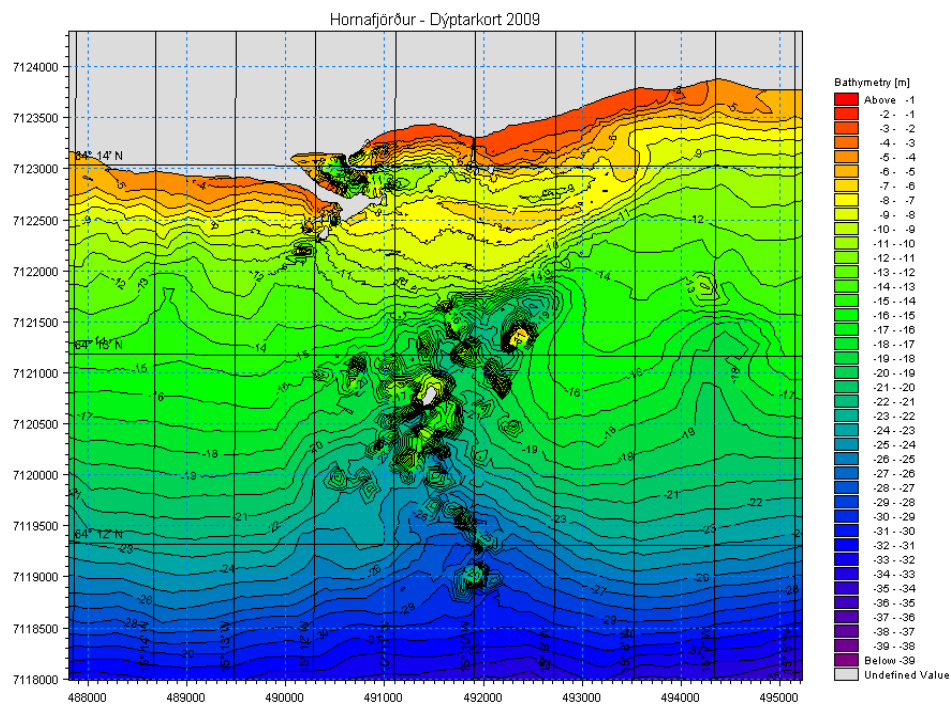
### 5.1 Öldusveigja

Útbreiðsla öldu er óháð sjávarbotni þegar dýpi er meira en hálf öldulengdin. Á grynna vatni eru öldulengd og öldustefna háð breytingum á legu botnsins. Alda sem nálgast strönd sveigir frá upphaflegri stefnu til lands. Stefnubreytingin stafar af því að hraði öldunnar er háður dýpinu sem hún ferðast yfir en hraðinn minnkar með minnkandi dýpi. Öldutoppurinn, líka kallaður öldufaldur, myndar því boginn fald við ströndina þegar aldan kemur skáhalt að strönd. Þessi hegðun öldunnar er kölluð öldusveigja.

Siglingasvið Vegagerðarinnar, áður Siglingastofnun, hefur í notkun öldusveigjuforritið MIKE21 SW sem þróað er hjá dönsku straumfræðistofnuninni DHI. Forritið hefur verið kvarðað með hliðsjón af úrvinnslu öldumælinga við Garðskaga og eldri öldumælinga á Faxaflóa. Nákvæmar upplýsingar um dýpi, úthafsöldu og vind eru forsendur öldufarsreikninga.

### 5.2 Dýptargrunnur

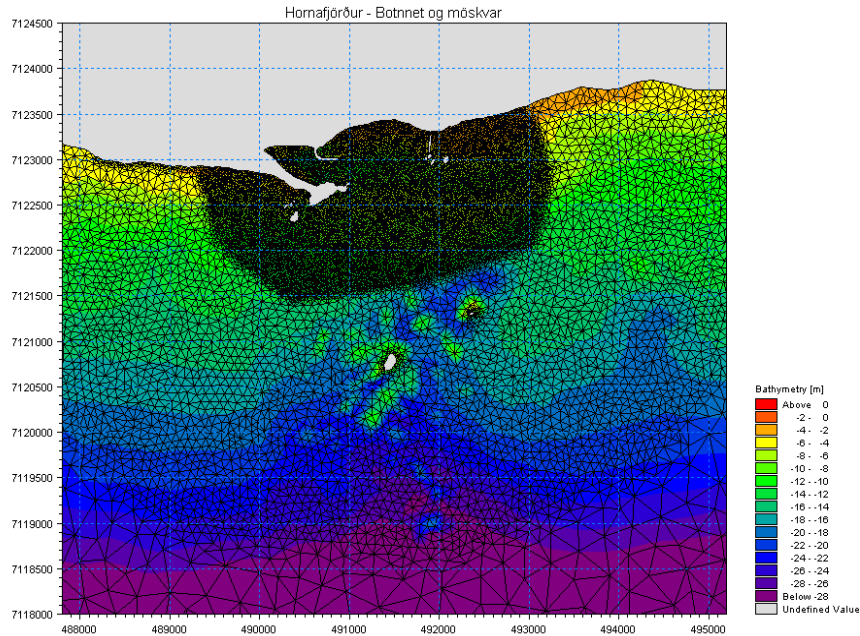
Allnákvæmur dýptargrunnur er til af hafsvæðinu suðaustur af landinu sem byggist á dýptarmælingum frá Siglingastofnun Íslands og Sjósmælingum Íslands. Dýptargrunnurinn er nákvæmastur í kringum Hornafjarðarós en þynnist úr gögnum á svæðum lengra í burtu. Mynd 22 sýnir það hafsvæði sem notað er við útreikningana.



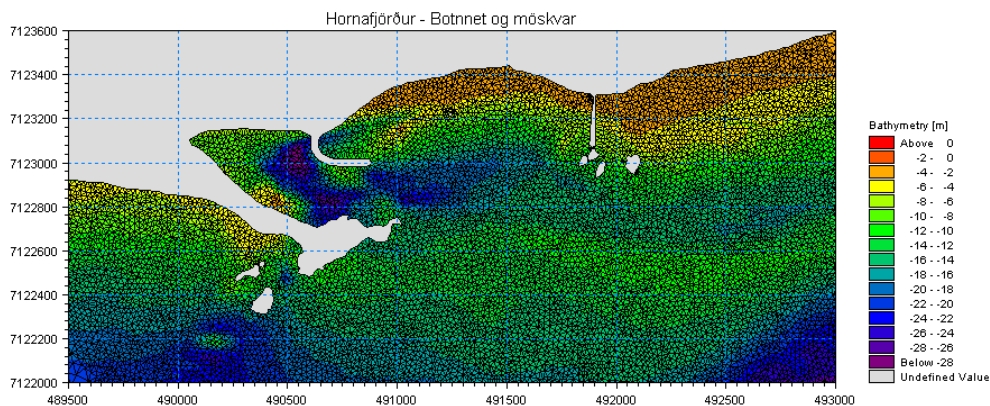
Mynd 22. Dýptargrunnur fyrir athugasvæðið við Hornafjarðarós. Sjúkort nr. 810.

### 5.3 Reikninet

Öldusveigjuforritið býr til þríhyrningamöskva af reiknisvæðinu og eru dýptarupplýsingarnar tengdar hornpunktum þríhyrninganna. Möskvarnir eru stærstir yst á svæðinu en minnka þegar nær dregur athugunarsvæðinu þar sem meiri nákvæmni er krafist. Yst á svæðinu eru möskvarnir 2.000 m x 2.000 m en fara stigminnkandi eftir því sem nær dregur landi og verða nákvæmastir 40 m x 40 m. Mynd 23 og Mynd 24 sýna þríhyrningamöskvana, grófa yst en fínni þegar komið er inn að Hornafjarðarósi.



Mynd 23. Þríhyrningamöskvar á hafsvæðinu suður af Hornafjarðarósi.



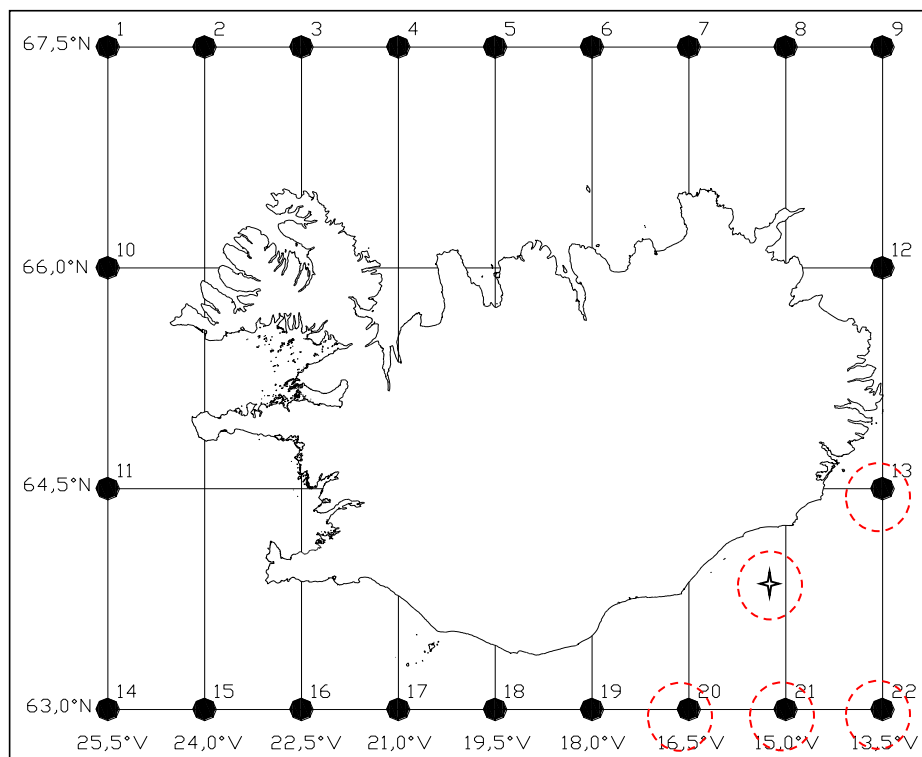
Mynd 24. Þríhyrningamöskvar við Hornafjarðarós.

## 5.4 Öldufar á hafi

Ölduflug af Waverider gerð hefur verið staðsett út af Hornafirði (66°26.30' N 23°22.00' V) síðan í febrúar 1990 (Mynd 25). Líkindadreifing öldu með endurkomutíma minna en eitt ár er nálgðuð með þriggja gilda Weibull líkindadreifingu, en fyrir endurkomutíma eitt ár og meira, nálgðuð með Weibull dreifingu með þröskuldsgildi 5 m. Sveiflutími orkutopps öldurófsins er áætlaður með líkingunni  $T_p=14.1*(H_s/g)^{1/2}$ , þar sem  $g$  er þyngdarhröðunin.

Siglingastofnun hefur í samvinnu við Veðurstofu Íslands fengið ölduspágögn frá Veðurmiðstöð Evrópuríkja í Reading í Englandi (ECMWF) fyrir valda punkta á miðunum hringinn í kringum landið. Það er ekki síst öldustefnan sem gerir gögnin mikilvæg þar sem duflin sem notuð eru við öldumælingarnar geta ekki mælt öldustefnu. Dreifingarnar er nálgáðar með þriggja parametra Weibull dreifingu fyrir 60%-99% tíðni en með Weibull dreifingu með 5 m þröskuldsgildi fyrir 1-100 ára endurkomutíma.

Líkindadreifing öldu í duflum og ölduspápunktum er sýnd í viðaukum I og II.



Mynd 25. Staðsetning ölduflugs og ölduspápunkta. Spápunktar sem notaðir voru eru sýndir með svörtum fylltum hringjum og rauðum hringum utan um. Öldufluglið er sýnt með kross og rauðum hring utan um krossinn.

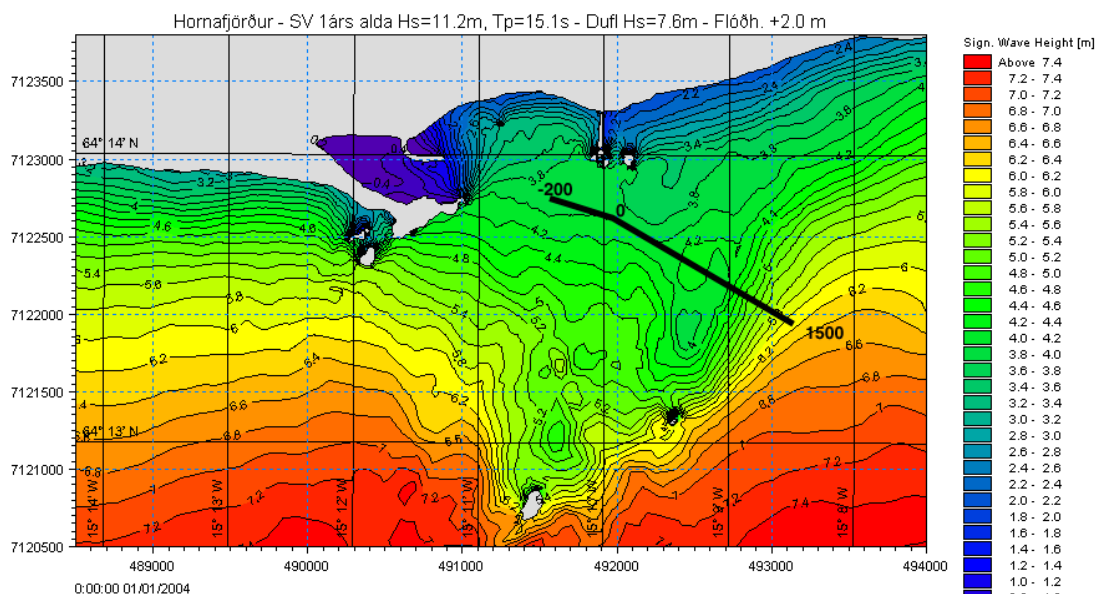
Með hliðsjón af vindrósum og dreifingu öldu í ölduspápunktum 13, 20, 21 og 22 (sjá viðauka III) voru gildin í Tafla 4 valin til að nota sem upphafsgildi úthafsöldu fyrir öldufarsreikninga úr suðvestri, suðri, suðaustri og austri. Af töflunni má lesa að 44,1% heildartímans kemur aldan að suðvestan, 15,3% tímans að sunnan, 6,6% tímans að suðaustan og 7,3% heildartímans kemur aldan að austan.

Tafla 4. Úthafsaldar á Suðausturlandi. (Suðvestanaldar er meðaltal öldupunkta 20 og 21. Suðaustanaldar er meðaltal öldupunkta 21 og 22. Austanaldar er meðaltal öldupunkta 13 og 22.)

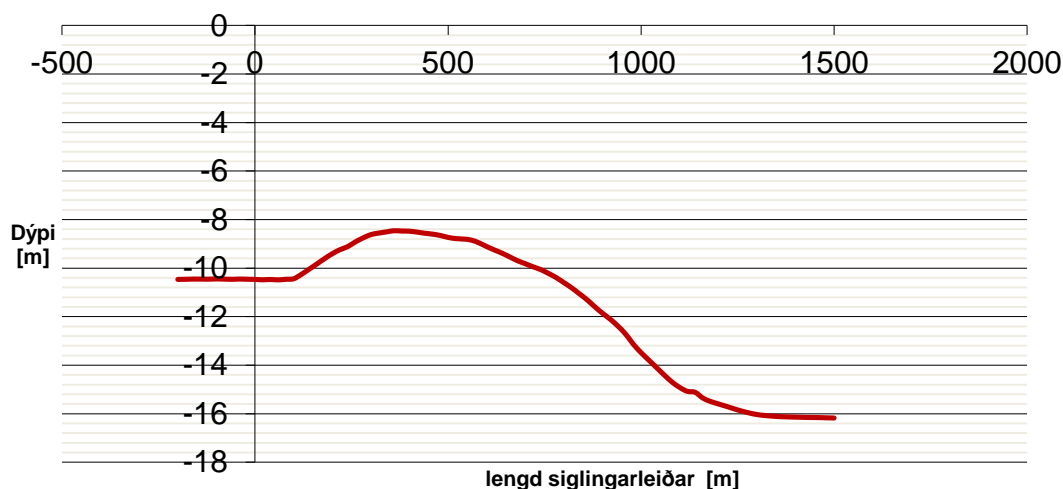
	SV		S		SA		A	
	Hs(m)	Tp(s)	Hs(m)	Tp(s)	Hs(m)	Tp(s)	Hs(m)	Tp(s)
<b>98%</b>	7,1	12,0	4,8	9,9	3,1	8,0	2,7	7,4
<b>1 ár</b>	11,2	15,1	9,3	13,7	7,5	12,3	6,8	11,8
<b>100 ár</b>	16,3	18,2	13,6	16,6	10,9	14,8	9,8	14,1
	44,1%		15,3%		6,6%		7,3%	

### 5.4.1 Öldufarsreikningar

Niðurstöður öldufarsreikninga sjást meðal annars á Mynd 26. Valin var austasta siglingaleið yfir Grynnslin (4.2) sem merkt er inn með svartri línu á myndina en þar sést einnig 1 árs alda úr suðvestri. Á myndinni er Hs = 11,2 m og Tp = 15,1 s við flóðhæð +2,0 m. Mynd 27 sýnir dýpið á siglingaleiðinni þar sem mesta dýpið á leiðinni, á meðalflóði (+2,0 m), er -16 m en fer upp í tæpa -8 m þar sem rennan er grynnt.

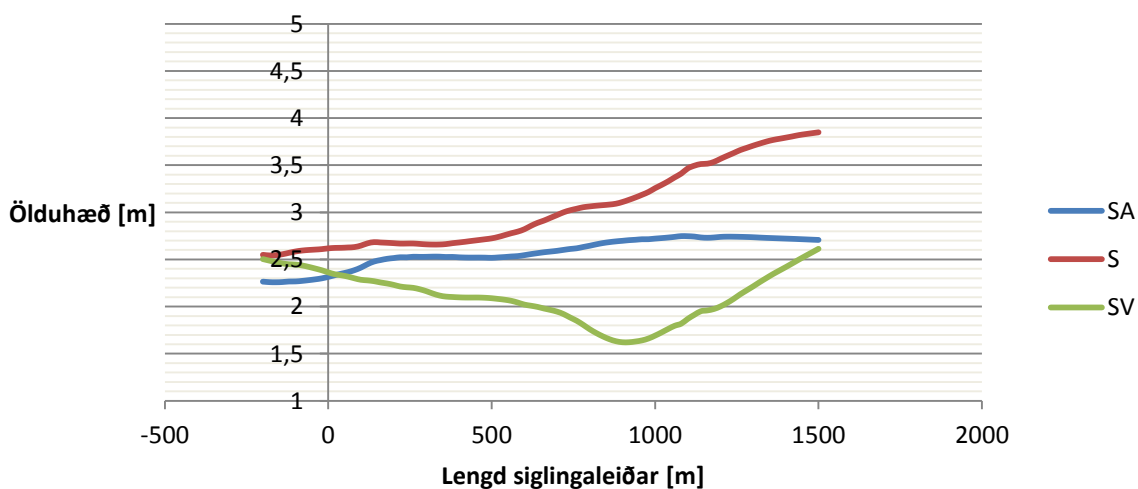


Mynd 26. Öldusveigjareikningar suðvestan öldu með 1 árs endurkomutíma. Siglingaleið yfir Grynnslin er sýnd sem svört lína.



Mynd 27. Dýpi á siglingaleið yfir Grynslin sem sýnd er á Mynd 26. 0 punktur siglingaleiðarinnar er settur u.þ.b. beint utan við Þinganesker og því liggur siglingaleiðin frá -200 út á +1500. Dýpi miðast við kortanúll í Hvanney.

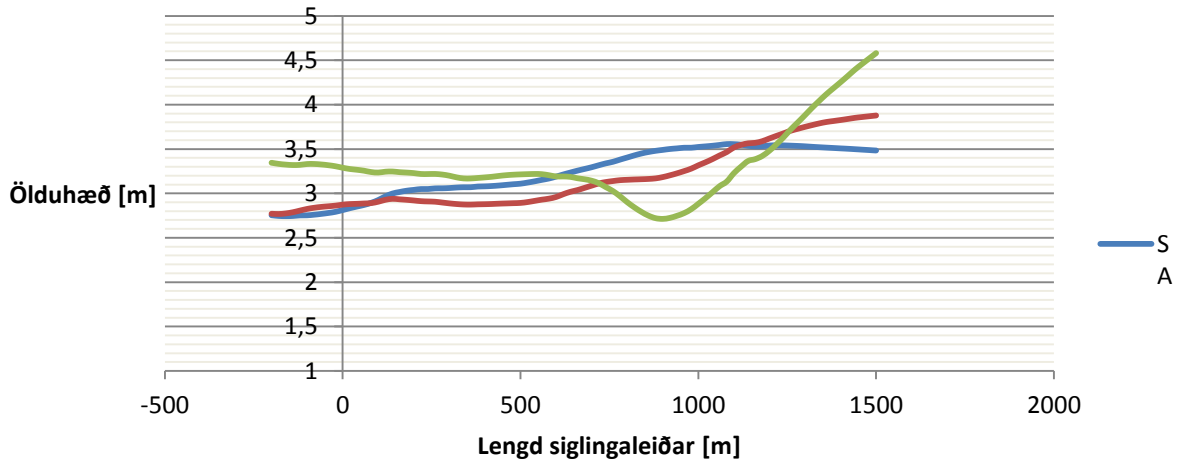
Tafla 4. sýnir mismunandi ölduhæð á hafi eftir kenniöldu. Mynd 28, Mynd 29 og Mynd 30 sýna hvaða áhrif mismunandi öldustefnur hafa á kenniöldu á Grynslunum. Mismunurinn er teiknaður upp og sýnir kenniöldu á siglingaleiðinni miðað við mismunandi ölduáttir.



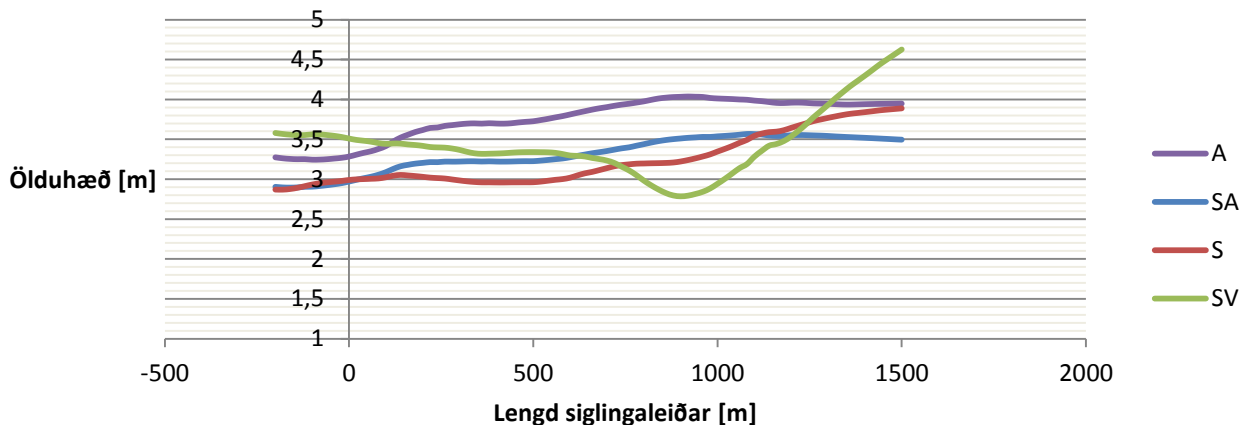
Mynd 28. Eins árs kennialda fyrir mismunandi ölduáttir við meðalfjöru, sjávarhæð +0,4 m.

Mynd 28 sýnir kenniöldu á meðalfjöru. Samkvæmt myndinni er suðvestan aldan lægst ( $H_s = 2,4$  m í 0pkt.) og fellur niður á siglingaleiðinni en rís svo aftur upp í lok hennar. Sunnan aldan er hæst ( $H_s = 2,6$  m í 0pkt.) og fer hækkandi út alla siglingaleiðina ( $H_s = 3,8$  m í pkt 1.500). Ástæðu þess að suðvestan aldan er svona lág má rekja til þess að siglingaleiðin er í vari fyrir Hvanneyjarskerjunum.

Mynd 29 sýnir aftur á móti að kennialdan úr suðvestanátt er hæst við meðalsjávarhæð (Hs = 3,3 m í 0pkt.) þrátt fyrir að falla niður við skerin. Sunnan aldan er lægst (Hs = 2,9 m í 0pkt) en líkt og áður fara ölduhæðirnar vaxandi eftir því sem utar dregur á siglingaleiðinni.



Mynd 29. Eins árs kennialda fyrir mismunandi ölduáttir við meðalsjávarhæð, sjávarhæð +1,3 m.



Mynd 30. Eins árs kennialda fyrir mismunandi ölduáttir við meðalflóð, sjávarhæð +2,0 m.

Á meðalstórstraumsflóði, Mynd 30, sést hvernig austan aldan er hæst yfir alla siglingaleiðina en dettur niður fyrir suðvestan ölduna í 0pkt (Hs = 3,3 m í 0pkt.). Suðvestan aldan er hæst í 0 pkt og í lok siglingaleiðarinnar en fellur niður þar sem hún er í vari við Hvanneyjarskerin og verður lægst. Sunnan aldan er lægsta öldustefnan á meðalstórstraumsflóði (Hs = 3,0 m í 0pkt.).

Myndirnar hér að ofan gefa til kynna að það getur skipt máli bæði hvaða sjávarstaða er og hvaða ölduátt er ríkjandi á hafi þegar siglt er yfir Grynslin. Í suðvestanátt er siglingaleiðin í vari af Hvanneyjarskerjunum og fellur því aldan þar niður um tíma þó hún geti verið hæst í upphafi og lok siglingaleiðarinnar.



## 5.5 Öldumælingar

Líkt og nefnt hefur verið áður hefur öldudufli verið staðsett fyrir utan Hornafjörð frá því í febrúar 1990. Tafla 5 sýnir úrvinnslu öldumælinga á duflinu frá árinu 1994 fram til 2012. Taflan sýnir hve stóran hluta hvers mánaðar ölduhæð er lægri en uppgæfin tala. Sjáum til dæmis að í júlí er ölduhæðin tæp 50% mánaðarins lægri en 1,0 m.

Tafla 5. Úrvinnsla öldumælinga á Hornafjarðarduflum frá 1994-2012. Taflan sýnir hversu mikið prósentuhlutfall af tímanum ölduhæð er lægri en uppgæfin tala.

Ölduhæð	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mái.	Jún.	Júl.	Ágú.	Sep.	Okt.	Nóv.	Des.	Samtals
<0,50m	0%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	1%
<1,00 m	3%	5%	7%	14%	34%	41%	48%	44%	20%	18%	14%	8%	21%
<1,50 m	18%	20%	27%	43%	66%	73%	79%	74%	49%	43%	36%	27%	46%
<2,00m	35%	37%	48%	65%	85%	89%	91%	90%	71%	63%	55%	45%	64%
<2,50 m	52%	51%	64%	79%	94%	96%	97%	96%	83%	77%	69%	60%	77%
<3,00m	67%	64%	75%	89%	98%	99%	99%	99%	91%	88%	81%	72%	85%
<3,50 m	79%	76%	84%	94%	99%	100%	100%	100%	96%	93%	88%	82%	91%
<4,00 m	87%	84%	90%	97%	100%	100%	100%	100%	98%	97%	93%	88%	94%
<4,50 m	92%	90%	94%	99%	100%	100%	100%	100%	99%	98%	96%	93%	97%
<5,00 m	95%	94%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	95%	98%
<5,50 m	98%	96%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	97%	99%
<6,00 m	99%	98%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%
<6,50 m	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%
<7,00 m	100%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<7,50 m	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<8,00 m	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Svipuð tafla var unnin fyrir Grynnslin. Notast var við forritið MIKE21 SW og reiknað fyrir svæði um 450 m austan við Hvanney frá upphafi árs 2000 til loka 2012. Tafla 6 sýnir niðurstöður þessara reikninga. Samkvæmt henni er öldufar á Grynnslnum um 78% af janúar undir 2,5 m samanborið við 52% fyrir öldudufli.

Tafla 6. Ölduhæð fyrir Grynslin fundin með öldusveigjareikningum fyrir tímabilið 2000-2012. Taflan sýnir hversu mikið prósentuhlutfall af tímanum ölduhæð er lægri en uppgefin tala.

Ölduhæð	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maí.	Jún.	Júl.	Ágú.	Sep.	Okt.	Nóv.	Des.
<0,5m	7%	14%	11%	15%	23%	15%	16%	18%	11%	17%	14%	13%
<1,0m	25%	33%	31%	40%	52%	52%	63%	58%	33%	38%	32%	28%
<1,5m	42%	46%	50%	66%	77%	82%	87%	87%	62%	57%	56%	45%
<2,0m	61%	61%	72%	85%	91%	92%	98%	97%	83%	75%	74%	65%
<2,5m	78%	78%	86%	95%	97%	95%	100%	100%	93%	89%	88%	83%
<3,0m	89%	91%	95%	98%	99%	97%	100%	100%	98%	96%	96%	92%
<3,5m	97%	98%	99%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	99%	99%	98%
<4,0m	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<4,5m	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<5,0m	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<5,5m	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tafla 7 og Tafla 8 sýna svipaðar niðurstöður og Tafla 5. Tekið er saman tímabilið 1993 – 2004 og fundin dreifing ölduhæðar með 3 para Weibull dreifingu í efrihluta taflanna. Í neðri hlutanum er sýnd endurkomutíðni hæstu öldu miðað við Weibulldreifingu með 5 m þröskuldsgildi.

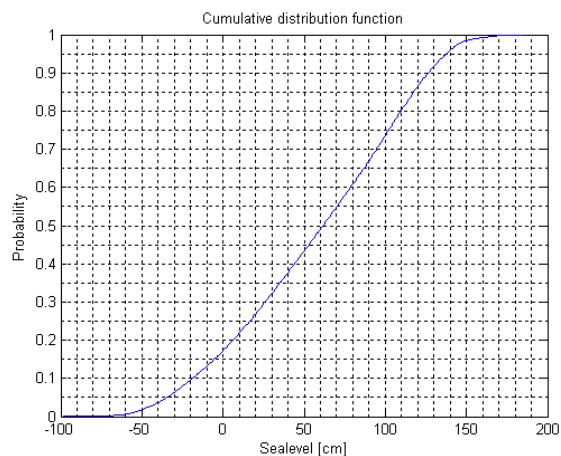
Tafla 7. Líkindadreifing öldu á Hornafjarðarduflri fyrir tímabilið 1993 til 2004. Efri hluti töflunnar sýnir hve mikið hlutfall hvers mánaðar alda er jöfn eða minni en uppgefin tala. Neðri hluti töflunnar sýnir endurkomutíðni hæstu öldu miðað við Weibull dreifingu með 5 m þröskuldsgildi.

Tíðni (% af tíma)	Endur- komutími (ár)	Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des
<b>Weibull 3 par</b>													
60%		2,6	3,0	2,5	1,8	1,4	1,3	1,2	1,3	1,6	1,8	2,3	2,4
70%		3,0	3,4	2,9	2,1	1,6	1,5	1,3	1,5	1,8	2,1	2,7	2,8
80%		3,4	3,9	3,4	2,4	1,9	1,7	1,6	1,7	2,2	2,4	3,2	3,2
90%		4,1	4,7	4,2	2,9	2,3	2,1	1,9	2,1	2,8	3,0	4,0	3,9
95%		4,7	5,3	5,0	3,4	2,7	2,5	2,2	2,4	3,4	3,5	4,8	4,5
98%		5,5	6,1	5,9	3,9	3,1	2,9	2,6	2,7	4,1	4,2	5,8	5,3
99%		6,0	6,7	6,6	4,3	3,5	3,3	2,9	3,0	4,6	4,7	6,5	5,8
	1 ár	8,3	8,9	9,5	6,1	5,1	4,9	4,1	4,1	7,2	6,7	9,8	8,0
<b>Weibull 5m þröskuldsgildi</b>													
	1 ár	8,5	8,9	8,9	6,2		5,6			7,3	8,2	9,3	7,2
	5 ár	9,6	9,9	9,8	6,8		5,9			8,4	11,7	10,4	7,8
	10 ár	10,0	10,3	10,2	7,1		6,0			8,9	13,5	10,9	8,1
	25 ár	10,6	10,8	10,7	7,4		6,1			9,5	16,1	11,5	8,4
	50 ár	11,0	11,1	11,0	7,6		6,2			10,0	18,3	11,9	8,6
	100 ár	11,5	11,5	11,4	7,9		6,3			10,4	20,6	12,4	8,8

Tafla 8. Líkindadreifing öldu á Hornafjarðarduflí fyrir tímabilið 1993 til 2004. Efri hluti töflunnar sýnir hve mikið hlutfall öldu er jöfn eða minni en uppgefin tala. Neðri hluti töflunnar sýnir endurkomutíðni hæstu öldu miðað við Weibull dreifingu með 5 m þröskuldsgildi. Töflunni er skipt niður eftir árshlutum.

Tíðni (% af tíma)	Endur- komutími (ár)	Des- Feb	Mar-Maí	Jún-Ágú	Sep-Nóv	Jan-Des
<b>Weibull 3 par</b>						
60%		2,7	1,8	1,2	1,9	1,9
70%		3,0	2,1	1,4	2,2	2,2
80%		3,5	2,6	1,7	2,7	2,7
90%		4,3	3,3	2,0	3,4	3,4
95%		4,9	4,0	2,4	4,1	4,1
98%		5,7	4,9	2,8	5,0	5,0
99%		6,2	5,5	3,1	5,7	5,7
	1 ár	8,5	8,6	4,4	8,8	8,6
<b>Weibull 5m þröskuldsgildi</b>						
	1 ár	8,4	8,3	-	8,8	8,3
	5 ár	9,3	9,2	5,7	10,1	9,3
	10 ár	9,7	9,7	5,8	10,6	9,8
	25 ár	10,2	10,2	6,0	11,3	10,3
	50 ár	10,6	10,6	6,1	11,8	10,7
	100 ár	10,9	11,0	6,2	12,3	11,2

Mynd 31. Sýnir uppsafnaða dreifingu sjávarstöðu á flóðmæli við Hvanney frá 1. maí 2005 fram til 12. júní 2009 í hæðarkerfi hafnarinnar. Meðalsjavarhæð á tímabilinu er 0,55 m en sjávarstaðan fer aldrei upp fyrir 1,60 m og aldrei niður fyrir -0,7 m miðað við aflestur af flóðmæli. Við sjáum af grafinu á Mynd 31 að rúmlega 46% af tímanum er sjávarstaðan við Hvanney jöfn eða lægri en meðalsjavarhæð og 99% af tímanum er sjávarstaðan jöfn eða lægri en á stórstraumsflóði.



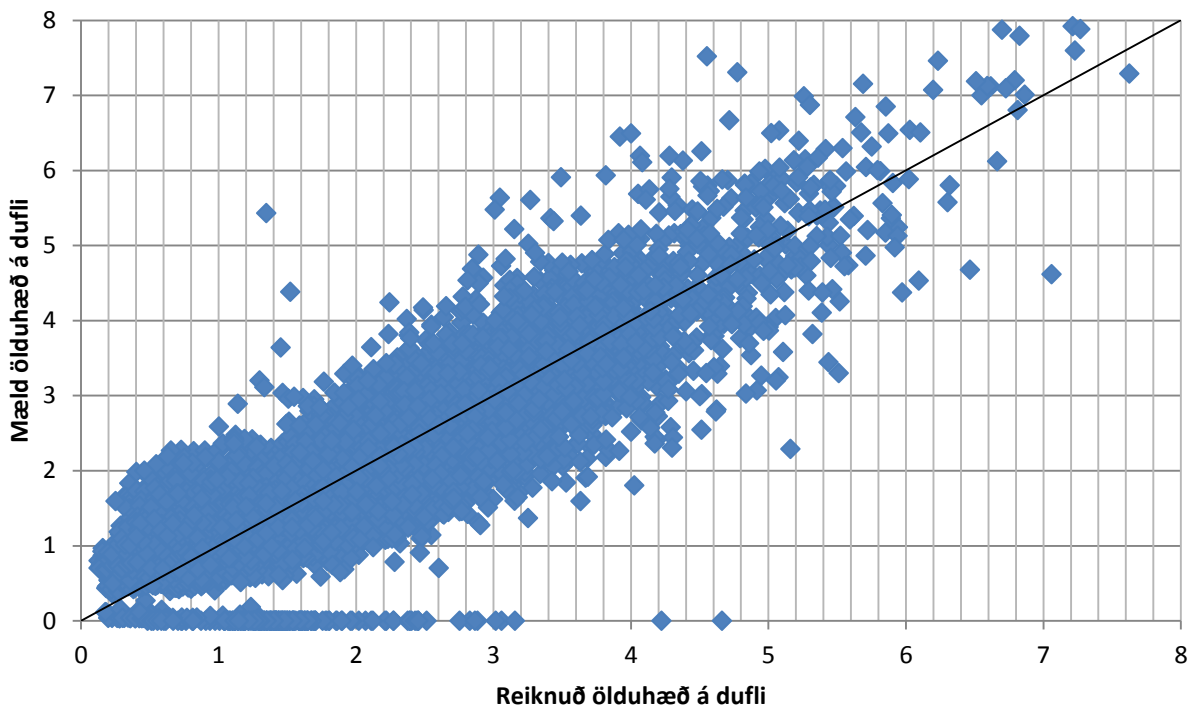
Mynd 31. Uppsöfnuð dreifing á sjávarstöðu við Hvanney. Miðað við hæðarkerfi hafnarinnar.

Tafla 9. Sjávarstaða miðað við hæðarkerfi hafnarinnar.

	Sjávarstaða Höfn	≤ % af tíma
MSSFL	1,51 m	99%
Mssfl	0,93 m	66%
MSH	0,55 m	46%
Mssfj	-0,04 m	15%
MSSFJ	-0,62 m	1%

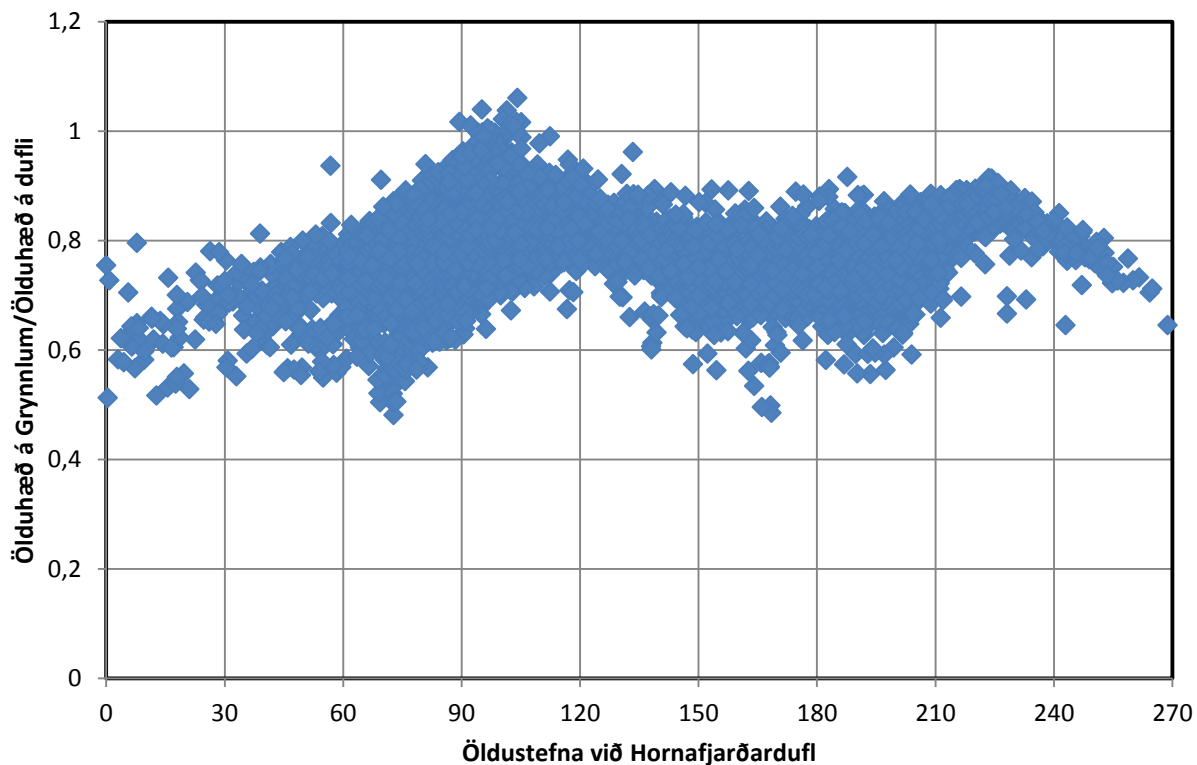
## 5.6 Samanburður á öldu á Grynslunum og við dufl

Þegar skoðuð er mæld ölduhæð á dufli gefur hún ekki rétta mynd af raunverulegri ölduhæð á siglingaleið yfir Grynslin. Hornafjarðarduflíð er staðsett utar og því ekki ólíklegt að ölduhæð þar sé hærri en á Grynslunum. Munurinn á ölduhæðum getur verið stór þáttur í útreikningum hvað varðar siglingar yfir Grynslin. Til að skoða hver þessi munur er var byrjað á að keyra reiknaða öldu fyrir staðsetningu ölduduflsins í forritinu MIKE21 SW og hún borin saman við mælda ölduhæð á dufli. Mynd 32 sýnir samanburð á ölduhæðum. Á myndinni er dregin 45° lína milli ása. Ef að sama ölduhæð væri fyrir bæði tilvik myndu gögnin raðast eftir 45° línunni. Líkt og myndin sýnir er nokkur dreifing á gögnunum og því skekkja milli reiknaðrar ölduhæðar og mældrar ölduhæðar á dufli.



Mynd 32. Mæld ölduhæð á dufli borin saman við reiknaða ölduhæð.

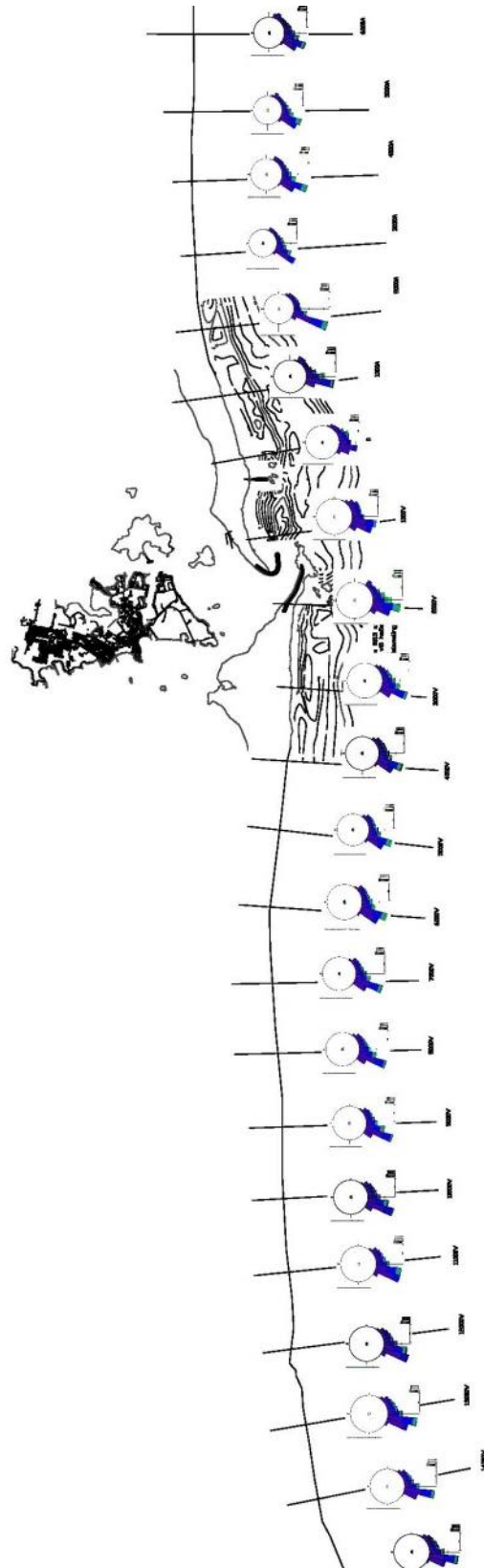
Þó svo að dreifingin sé nokkur milli mældrar ölduhæðar á dufli og reiknaðrar var ákveðið að taka tillit til þeirrar skekkju en halda áfram með samanburð. Skoðaður var samanburður milli reiknaðrar ölduhæðar á dufli og Grynslunum og það borið saman eftir öldustefnu. Mynd 33 sýnir þennan samanburð. Helstu öldustefnurnar við Hornafjörð eru frá 120° upp í 240°, frá austsuðaustri í vestsuðvestur. Á því bili er ölduhæðin á Grynslunum um 80% af ölduhæð við duflíð. Með tilliti til skekkju í gögnum má því gróflega áætla að ölduhæð á Grynslunum sé um 20% lægri en sú ölduhæð sem mæld er á duflinu.



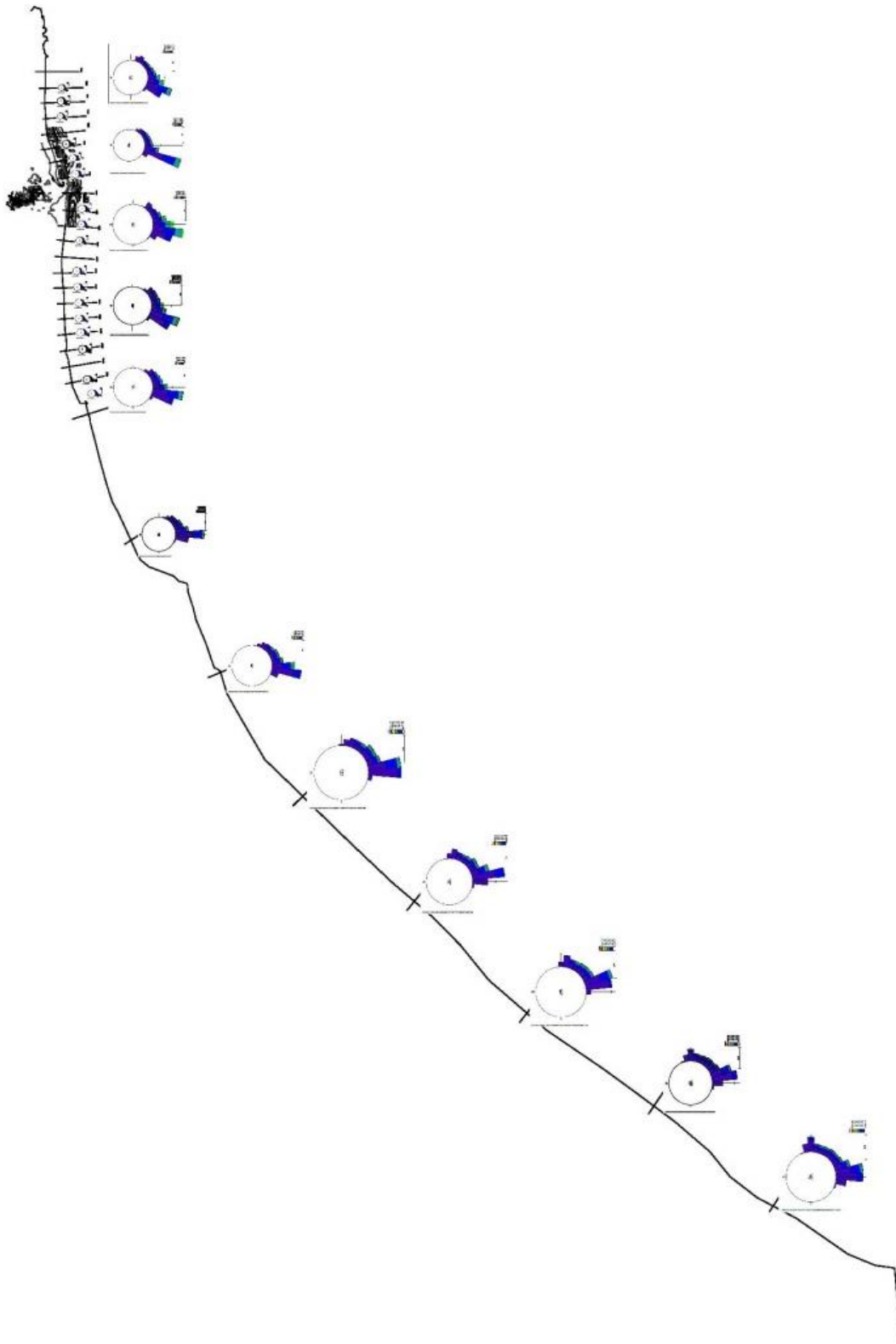
Mynd 33. Reiknuð ölduhæð á Grynslunum á móti reiknaðri ölduhæð á dufli borið saman við öldustefnur. Öldustefnur frá 120° upp í 240° eru helstu öldustefnurnar utan við Hornafjörð, þ.e.a.s. öldur úr austsuðaustri til vestsuðvesturs. Á því bili eru ölduhæð á Grynslunum um 80% af ölduhæðinni við duflið.

## 5.7 Öldurósir

Byggt á niðurstöðum öldusveigjareikninga voru reiknaðar öldurósir á -10 m dýpi í 29 mismunandi punktum utan við Austur- og Suðurfjörur Hornafjarðar. Öldurósirnar ná yfir um 100 km langa strandlengjuna frá Ingólfshöfða austur að Stokksnesi. Punktarnir eru sýndir á Mynd 34. Punktarnir voru valdir með 1 km bili allt frá Stokksnesi að Skinneyjarhöfða, þ.e. frá sniði 6000A að sniði 15000V. Frá Skinneyjarhöfða að Ingólfshöfða voru svo 5 km milli punkta, frá 15000V út að 85000V. Öldurósirnar voru reiknaðar út frá samsvarandi öldufarsreikningum og lýst er í kafla 5.4 fyrir tímabilið 1.1.2000 til 12.12.2012 og sýna ríkjandi öldustefnu í hverju sniði fyrir sig. Mynd 34 og Mynd 35 sýna niðurstöður öldurósareikninga.



Mynd 34. Reiknaðar öldurósir (2000-2013) á -10 m dýpi frá Skinney að Stokksnesi.



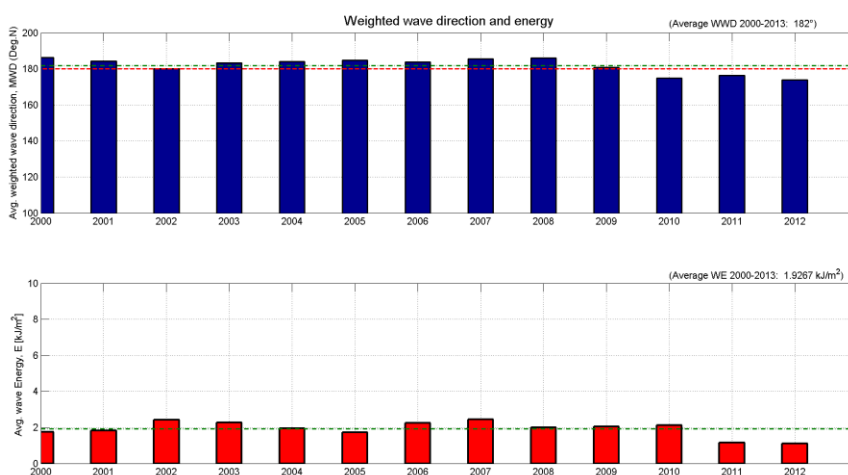
Mynd 35. Reiknaðar öldurósur (2000 - 2013) á -10 m dýpi frá Ingólfshöfða að Stokksnesi.

## 5.8 Öldustefna og ölduorka

Meðalöldustefna og ölduorka á tímabilinu 1958 – 2013 var reiknuð fyrir nokkra punkta utan við Hornafjörð en einnig fyrir tímabilið 2000 – 2013 í sömu punktum og notaðir voru við útreikninga öldurósa. Meðalöldustefna og ölduorka var fundin með kenningu um öldur með lítið útslag fyrir hvert ár fyrir sig og reiknað með reikniforritinu Matlab. Forritið les inn tíma ( $t$ ), ölduhæð ( $H_s$ ), sveiflutíma öldu ( $T$ ) og meðalöldustefnu ( $MWD$ ). Upplýsingar voru fengnar frá Veðurmiðstöð Evrópuríkja (ECMWF). Út frá breytum er svo meðal annars reiknuð öldulengd ( $L$ ), fjölgunarhraði aldna ( $C$ ), öldunúmer ( $k$ ) ásamt fleiri nauðsynlegum breytum.

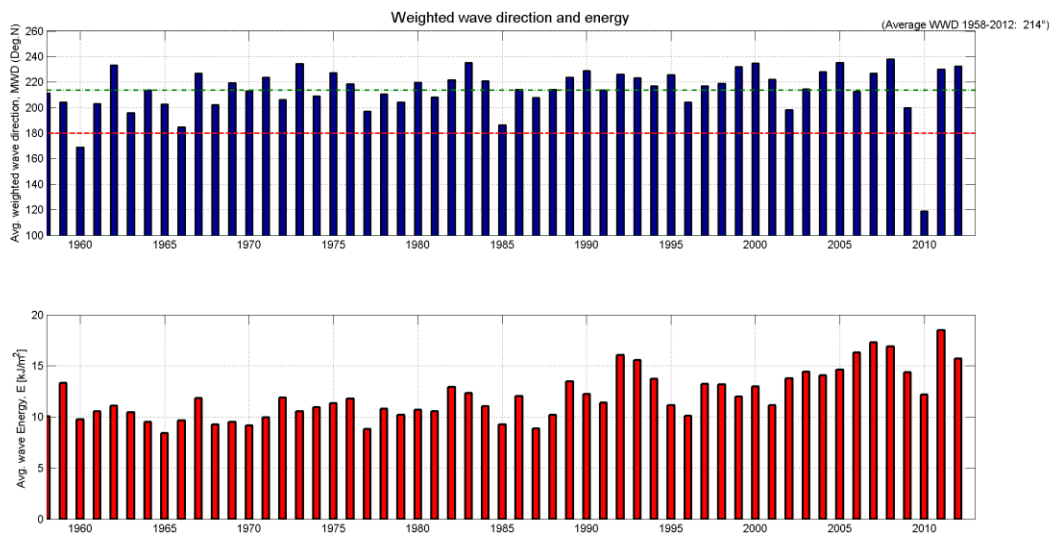
Mynd 36 sýnir útreikninga á meðalöldustefnu og ölduorku í punkti 3000V, 4 km vestan við Hvanney fyrir tímabilið 2000 - 2013. Meðalöldustefnan er sýnd á efra grafinu þar sem meðalöldustefna er sýnd með grænni línu,  $182^\circ$  hér. Ölduorka er sýnd á neðra grafinu og aftur er það græn lína sem markar meðalölduorkuna sem er um  $1,9 \text{ kJ/m}^2$ . Meðalstefna strandarinnar í þessum sniði er  $181^\circ$  og því má gera ráð fyrir að á þessu svæði sé sandflutningur til austurs. Nánar verður farið í sandflutning í næsta kafla.

Mynd 37 sýnir niðurstöður útreikninga á meðalöldustefnu og ölduorku í hnitum  $63^\circ\text{N}, 15^\circ\text{V}$  fyrir tímabilið 1958 – 2013. Punkturinn er staðsettur svo til beint suður af Hornafirði. Líkt og á fyrri myndinni er öldustefna sýnd á efra grafinu og ölduorka á neðra grafinu. Meðalöldustefnan er  $214^\circ$ . Öldustefnan virðist sveiflast nokkuð reglulega ef frá er talið árið 2010 en ölduorkan virðist fara heldur vaxandi.



Mynd 36. Meðalöldustefna og ölduorka í punkti 3000V á -10 m dýpi frá 2000 - 2013. Meðalöldustefnan er  $182^\circ$  og birtist sem græn lína á efra grafinu, Meðalölduorkan er  $1,92 \text{ kJ/m}^2$  og birtist sem græn lína á neðra grafinu. Stefna strandar,  $181^\circ$ , sést sem rauð lína á efra grafinu.

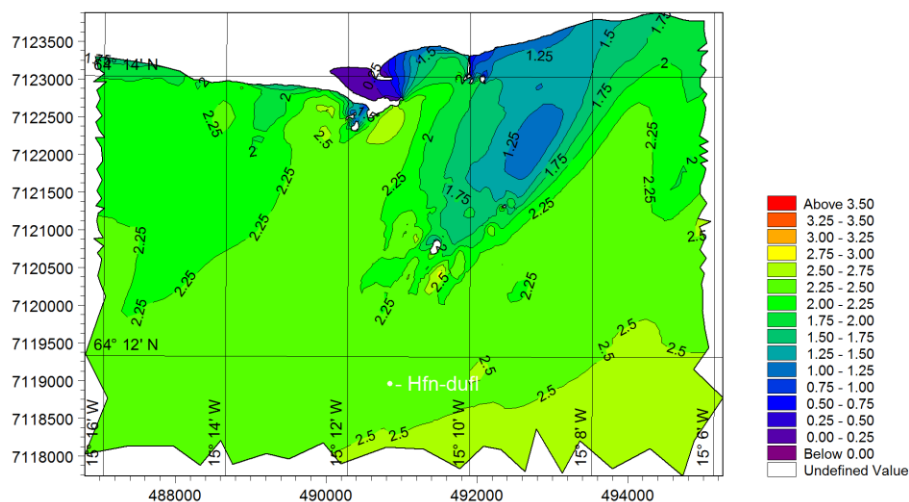




Mynd 37. Meðalöldustefna og ölduorka í 63°N,15°V fyrir tímabilið 1958 – 2013. Efra grafið sýnir meðalöldustefnu fyrir hvert ár og sýnir græna punktalínan meðalöldustefnuna 214°. Neðra grafið sýnir ölduorku fyrir sama tímabil.

## 5.9 Ölduspár

Liður í því að bæta upplýsingar um öldufar á Grynslunum er ölduspá sem er tilraunaverkefni á vegum siglingasviðs Vegagerðarinnar, áður Siglingastofnun. Ölduspáin byggir á ölduspágögnum ECMWF á hafi sem síðan eru reiknuð inn á Grynslin með MIKE21 SW öldusveigjuforritinu.



Mynd 38. Ölduspá GV fyrir Grynslin framan við Hornafjarðarós.

Ölduspá á landgrunni (GV ölduspá) sést á Mynd 38. Spáin er í 1.000m upplausn á hafi og um 50-200 m upplausn næst landi. Myndin sýnir öldufarið út á grynslunum og ölduhæðina.

Hornafjarðarduflíð er merkt inn en þar er raunveruleg ölduhæð mæld. Ríkjandi suðvestan öldustefna er á þessari spá. Aldan á hafi er um 2,5 m á hæð áður en fer að draga úr henni við land nema rétt við Hvanney þar sem aldan er nær 2,75 m. Líkt og á siglingaleiðinni fyrr í kaflanum sést vel á þessari mynd hvernig suðvestan aldan fellur niður þar sem hún er í vari af Hvanneyjarskerjum.

Hægt er að nálgast spána á vef Vegagerðarinnar. Fyrir utan ölduspána er einnig birt mæld hæð kenniöldu á dufli, meðalsveiflutími og öldulengd.

Mynd 39 sýnir svokallaða klasaölduspá. Þar er ný ölduspá borin saman við ölduspá reiknaða hálfum og heilum sólarhring áður og allar spár síðan bornar saman við raunverulega mældu ölduhæð á dufli. Ef að allar þrjár spárnar eru samhljóða má gera ráð fyrir að spáin sé tiltölulega örugg.

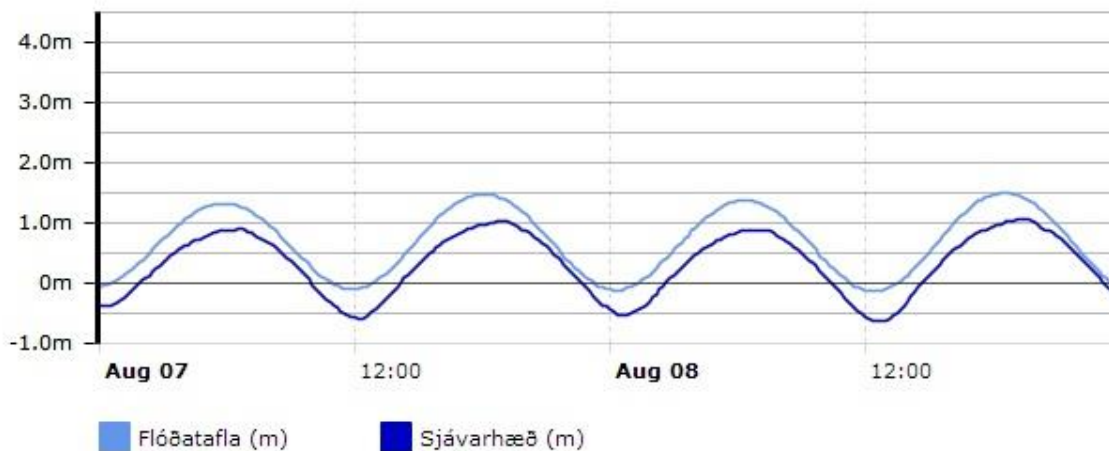
**Hornafjörður, 6.9 sjómíllur frá spápunkti.**



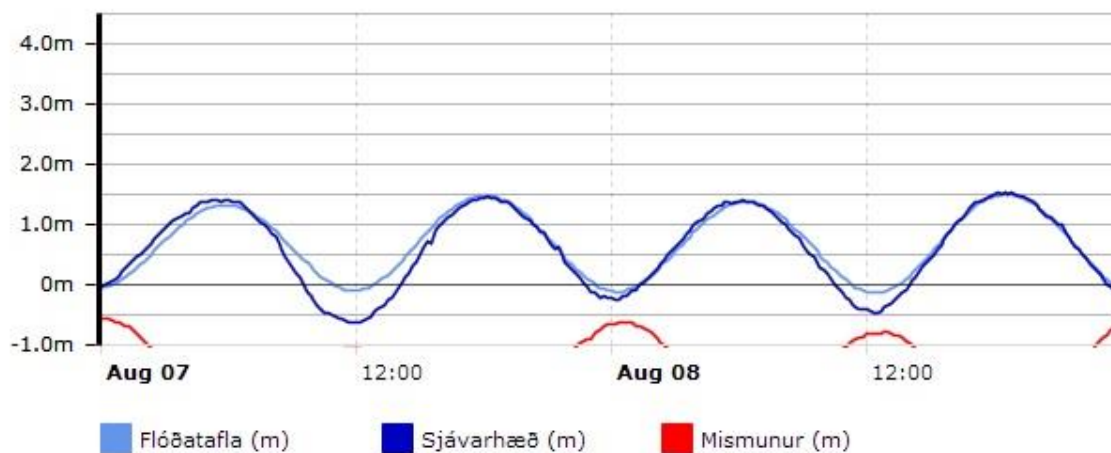
**Mynd 39. Klasaspá Siglingastofnunar. Myndin sýnir útreiknaðar ölduhæðir til móts við raunverulega ölduhæð á dufli.**

Græna línan sýnir mældu ölduhæð í punktinum og ljósbláa línan er ölduspá GV. Rauða og gula línan eru 12 og 24 tíma gamlar spár Siglingastofnunar, bláa línan er nýjasta spáin og svarta línan er greining á spám og raunverulegri ölduhæð. Greiningin sýnir hversu vel ölduspáin fellur að raunverulegri ölduhæð.

Mynd 40 og Mynd 41 sýna samanburð á flóðatöflum og mældri sjávarhæð í Hornafjarðarhöfn og úti við Hvanney. Þessi gröf ásamt töflum með frekari upplýsingum er hægt að nálgast á vef Vegagerðarinnar og eru þau liður í að bæta siglingar um Grynnslin.



Mynd 40. Samanburður á flóðatöflu fyrir Hornafjarðarhöfn og mældri sjávarhæð (ágúst 2013).



Mynd 41. Samanburður á flóðatöflu fyrir Hvanney og mældri sjávarhæð (ágúst 2013).

Einnig þarf að setja upp graf í upplýsingakerfi Hornafjarðar sem er aðgengilegt á vef Vegagerðarinnar sem sýnir samtímamælingar í höfninni og í Ósnum til að auðveldara verði að vakta sjávarföllin í Hornafirði.



## 6 Sandflutningur

Á sandströnd hreyfist sandur fyrir tilstilli öldu og vinda jafnt þvert á ströndina sem meðfram henni. Þetta er sagt því sandflutningsfræðin greina á milli flutnings þvert á og meðfram strönd. Lega strandar er háð sandflutningi og ef umhverfisáhrif eru stöðug er ströndin einnig stöðug, þ.e. litlar sem engar breytingar verða á ströndinni.

Sandflutningur þvert á strönd verður þegar öldur lenda hornrétt á ströndina, sandurinn færist þá aðeins til hornrétt, þ.e. upp eftir ströndinni og aftur út á sjó. Öldur sem koma að strönd undir horni stuðla að sandflutningi meðfram strönd. Flutningurinn á sér stað á tvo vegu. Annars vegar þegar öldurnar lenda á ströndinni og bera með sér sand skáhallt upp á ströndina sem síðan rennur aftur niður í sjávarmál hornrétt. Hins vegar þegar öldur sem koma skáhallt að brotna á grynningum utan við strönd með þeim afleiðingum að straumur myndast með ströndinni sem flytur með sér sand.

Þar sem að sjávarfallaósar eru á strönd torvelda þeir flutning sands meðfram ströndinni en sandurinn flyst þá bæði eftir grynslum og með ósastraumum. Til að viðhalda stöðugleika stranda þarf að vera nægur framburður í ósi til að viðhalda sandflutningi og bæta upp fyrir það sem kemst ekki framhjá ósnum. Líkt og komið var inná í kafla 4 er alltaf einhver sandur sem sest rétt fyrir utan ós og myndar grynnsli.

Sandflutningur fyrir framan Hornafjörð hefur verið skoðaður og reynt að finna út magn sands sem er á ferðinni utan við fjörðinn. Skilningur á sandflutningi um Ósinn og vitneskja um magn sands sem er á ferðinni utan við Ósinn er forsenda við úrvinnslu á lausnum fyrir innsiglinguna.

Samkvæmt strandflokkun PIANC (2014) flokkast Hornafjarðarós og ströndin sitthvoru megin við hann sem óvarin sand/kletta strönd. Skilgreiningin er sú að við þær strendur má gera ráð fyrir að sandflutningssvæðið sé allt frá 300 m á lengd upp í meira en 1 km og að brúttó sandflutningur sé allt frá 50 þúsund m<sup>3</sup>/ári upp í meira en 1 milljón m<sup>3</sup>/ári.<sup>7</sup>

Mynd 42 sýnir hvernig sjór brotnar á rífi rétt utan við Suðurfjörutanga langt vestur eftir ströndinni.

---

<sup>7</sup> PIANC, CoCom WG123 (2014)



Mynd 42. Sjór brotnar á rífi utan við Suðurfjörutanga. Ljósmynd Þorvarður Árnason.

## 6.1 Sandflutningur við Hornafjörð

Á tíunda áratugnum skrifaði Per Bruun hjá norska tækniháskólanum, ásamt Gísli Viggóssyni og Sigurði Sigurðarsyni hjá Siglingastofnun Íslands, grein um áhrif jökulísbreiða á sjávarfallaósinn í Hornafirði (Influence of ice covers, tidal prism of tidal inlets, Hornafjörður, Iceland). Þeir ályktuðu að sandburður fyrir framan Ósinn væri líklega uppá nokkur hundruð þúsunda rúmmetra í hvora átt með ríkjandi austlægri stefnu. Þeir leiddu út hlutfall sem sýnir fram á stöðugleika strandar þar sem að útlit er fyrir sandflutning og tillit er tekið til setflutnings.

$$\Omega/M_{tot} \quad (3)$$

$\Omega$  = vatnsmagn í sjávarfallaskiptum

$M_{tot}$  = Rúmmál efnis sem berst að ósi á ári

Hlutfallið tekur til vatnsmagns sem fer um ós í sjávarfallaskiptum og efnismagns sem berst um ósinn, þ.e. hvort eitthvað af efninu verður eftir í ósnum eða fari allt út á sjó eða inn í lón. Í greininni er hlutfallið fyrir Hornafjarðarós metið út frá reynslu annars staðar frá og talið líklegt að það sé í 1/200 með vatnsmagn við sjávarfallaskipti  $\Omega \approx 60 \times 10^6 \text{ m}^3$  sem gefur  $M_{tot} \approx 300.000 \text{ m}^3$  á ári.

Samkvæmt þessu er efnisburður um Ósinn um  $300.000 \text{ m}^3$  á ári en kemur að Ósnum á óreglulegan hátt þar sem einn stór stormur snemma vors getur borið allt að 1/3 efnisins að Ósnum.

## 6.2 Niðurstöður líkanreikninga

Við útreikninga var notast við forritið Litdrift sem þróað er af DHI, dönsku straumfræðistofnuninni. Forritið les inn öldu og kornastærð ásamt fleiri þáttum og áætlað þannig hámarksgetu sandflutnings við ströndina miðað við að alda komi annað hvort beint á

strönd eða undir horni. Forritið var keyrt fyrir sömu snið og notuð voru við útreikninga öldurósa og voru eftirfarandi upplýsingar lesnar inn í forritið:

Grófleiki = 0,01 m  
 Meðal kornastærð = 0,25 mm  
 Fallhraði = 0,027 m/s  
 Rúmfræðileg útbreiðsla = 1,4

Töluverðar upplýsingar eru til um kornastærð á Grynslunum og næst Ósnum, samanber skýrslu um Hornafjarðarós frá árinu 2000, en hún er breytileg. Litlar upplýsingar eru til um kornastærð lengra frá Ósnum. Því var ákveðið að gera næmnigreiningu á breytilegri kornastærð á Grynslunum. Næmnigreiningin var framkvæmd með þeim hætti að forritið var keyrt með nokkrar mismunandi kornastærðir, 0,20 mm, 0,22 mm og 0,25 mm, fyrir mismunandi snið og niðurstöður bornar saman. Niðurstöðurnar voru allar mjög svipaðar og vegna óvissu í nákvæmni var ákveðið að notast við stærstu kornastærðina þ.e. 0,25 mm í útreikningum.

Eftir að útreikningar höfðu verið framkvæmdir með 0,25 mm kornastærð kom í ljós að tekin hefðu verið botnsýni í kringum Jökulsárlón á árunum 2002 og 2007. Botnsýnin voru tekin fyrir Helga Jóhannesson og unnin fyrir Vegagerðina. Þessi botnsýni leiddu í ljós að kornastærð á svæðinu er nær 0,35 mm.

Þar sem ekki eru til nákvæmar dýptarmælingar nema fyrir ákveðið svæði næst Ósnum er notast við ágiskuð dýptarsnið byggð á kortum frá Sjósmælingum Íslands. Til að hægt sé að framkvæma sem nákvæmasta sandflutningsreikninga þarf að taka dýptarsnið og botnsýni eftir allri strandlengjunni frá Ingólfshöfða austur að Stokksnesi með hæfilegri fjarlægð milli sniða.

Tafla 10 sýnir nettó getu til sandflutnings í hverju sniði fyrir sig miðað við ákveðna legu strandarinnar og útreiknaða meðalöldustefnu og meðalölduorku. Nettó getan er fundin sem mismunur milli sandflutnings til vesturs og austurs. Ef niðurstöður töflunnar um nettó sandflutning eru skoðaðar má sjá að austan við Þinganesker, snið 0 til 6000A, eru um 100 til 300 þúsund m<sup>3</sup> á hreyfingu til austurs og svipað magn vestan við Hvanney að Skinneyjarhöfða sem er í sniði 15000V. Vestan við Skinneyjarhöfða er flutningsgetan mun meiri og eykst vestur að Ingólfshöfða.

Tafla 10. Nettó sandflutningsgeta reiknaðra sniða austan og vestan við Hornafjarðarós. Neikvæður nettó sandflutningur svarar til nettó flutnings til austurs en jákvæður til vesturs.

Snið	meðal öldustefna [°]	meðal ölduorka [kJ/m <sup>2</sup> ]	lega strandar [°]	nettó sandflutningur [þús.m <sup>3</sup> ]
85000V	179	3,9	123	-1.726
75000V	182	3,3	124	-1.205
65000V	182	3,0	128	-1.202

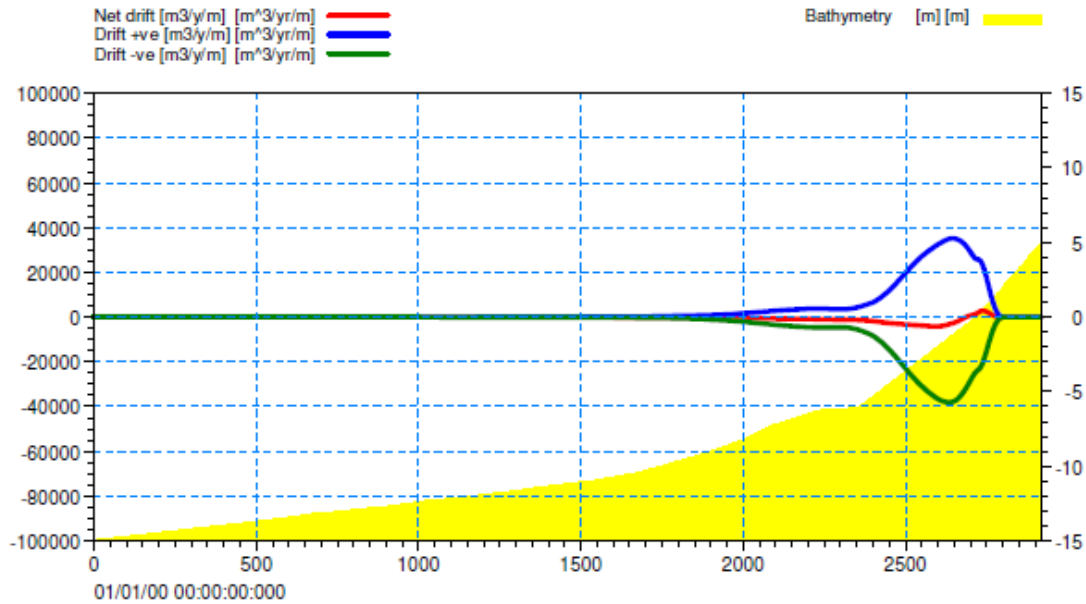
55000V	184	3,3	129	-1.381
45000V	181	3,1	135	-1.716
35000V	174	3,4	157	-1.102
25000V	168	3,0	146	-1.417
15000V	177	3,4	171	-446
14000V	178	3,3	170	-732
13000V	182	3,4	173	-443
12000V	183	3,4	176	-401
11000V	184	3,5	179	-128
10000V	185	3,5	179	-287
9000V	183	3,6	182	-80
8000V	182	3,6	182	-65
7000V	182	3,8	182	-218
6000V	182	4,0	184	-206
5000V	180	4,1	184	-299
4000V	180	4,2	183	-92
3000V	178	1,9	181	-141
2000V	175	4,5	180	244
1000V	175	3,0	179	59
0	164	2,8	162	-332
1000A	167	3,9	174	-93
2000A	153	4,0	178	-532
3000A	147	4,1	184	-224
4000A	142	4,4	183	-94
5000A	138	4,6	182	-204
6000A	144	4,5	182	134

Í viðauka III er hægt að sjá tölur yfir brúttó sandflutning í hvora átt í hverju sniði fyrir sig. Brúttó sandflutningur er samanlagður sandflutningur til austurs og vesturs í hverju sniði fyrir sig. Í upplýsingum í viðauka sést að í sniðunum næst Ósnum, vestan við Hvanney og austan við Þinganesker, er brúttó flutningurinn á bilinu 600 til 700 þúsund m<sup>3</sup> til vesturs en 700 til 800 þúsund m<sup>3</sup> til austurs.

### 6.2.1 Þversniðsdreifing sandflutnings

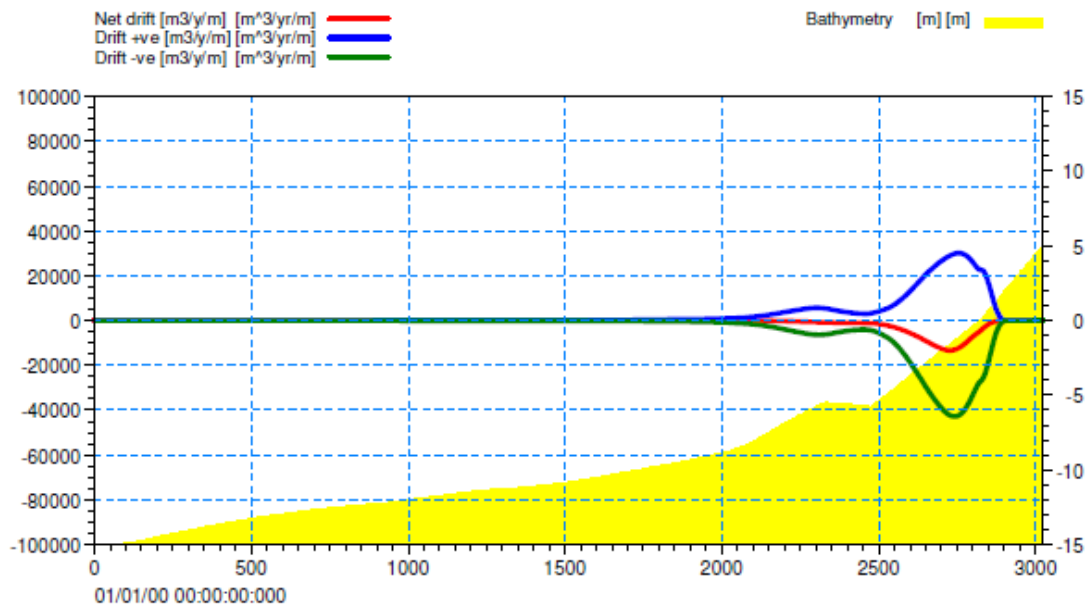
Út frá öldusveigju reikningum í kafla 5.1 var meðal þversniðsdreifing sandflutnings í hverju sniði fyrir sig fundin með forritinu Litdrift sem er þróað af dönsku straumfræðistofnuninni (DHI). Á meðfylgjandi myndum má sjá dæmi um þessa dreifingu í nokkrum sniðum en í viðauka IV eru myndir fyrir öll sniðin.





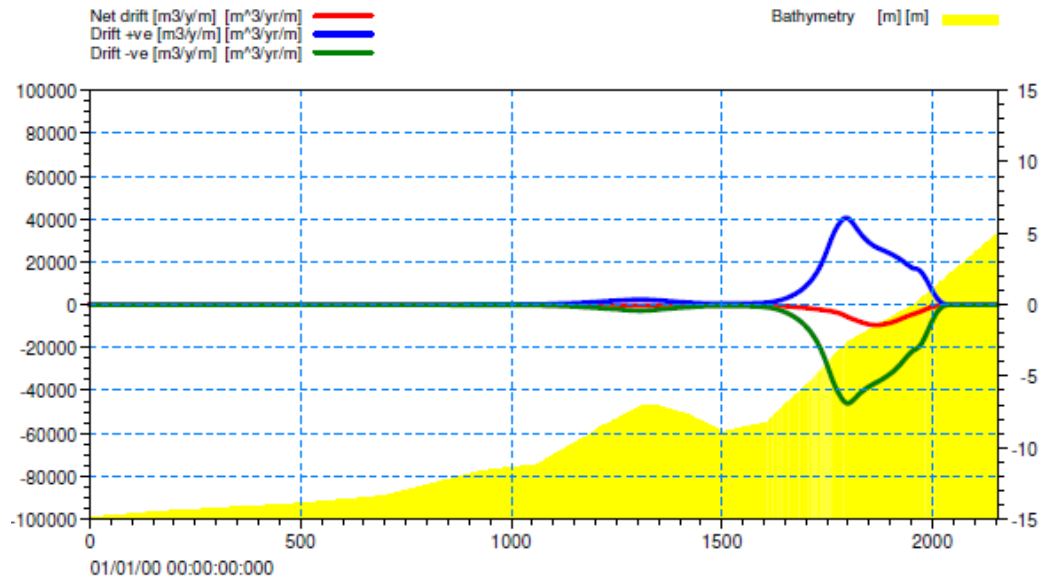
Mynd 43. Snið 4000A. Sniðið er staðsett 5 km austan við Hornafjarðarós. Dýptarsniðið, guli flöturinn, sýnir jafnan halla út á um 6 m dýpi, þá er um 200 m langur flatur kafli áður en það dýpkar aftur. Rauða línan merkir nettó sandflutning, bláa línan sandflutning til vesturs en sú græna sandflutning til austurs.

Mynd 43 sýnir snið 4000A sem er staðsett 5 km austan við Hornafjarðarós. Myndin sýnir hvernig mesti sandflutningurinn er upp við ströndina en nær þó út yfir flata kafann. Af myndinni má lesa að nettó sandflutningur er til austurs.



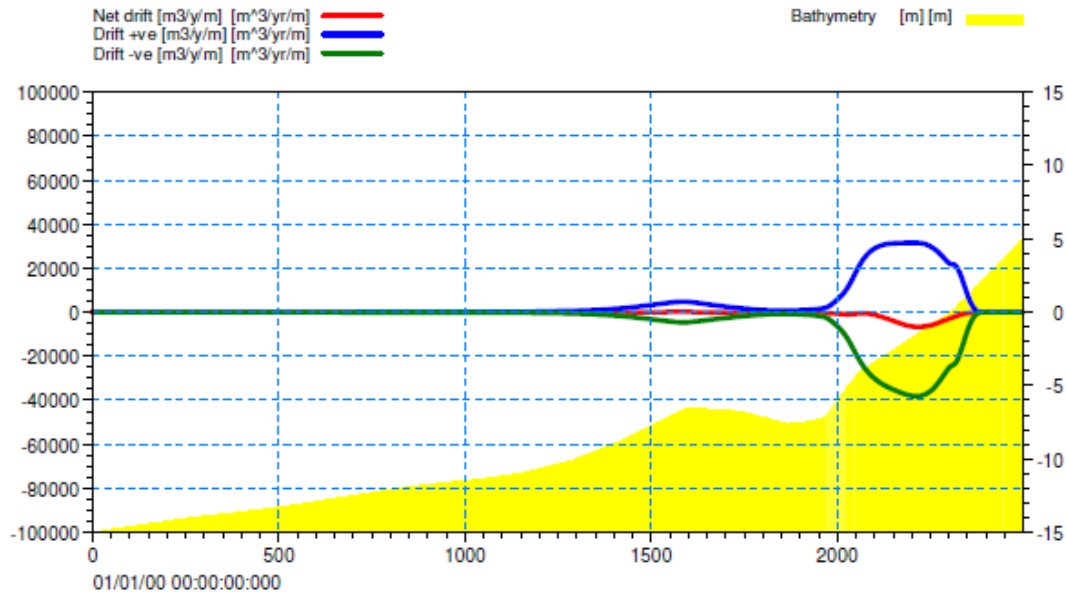
Mynd 44. Snið 3000A. Sniðið er staðsett 4 km austan við Hornafjarðarós. Dýptarsniðið, guli flöturinn, sýnir jafnan halla út á um 6m dýpi, þá er um 300 m langur flatur kafli áður en það dýpkar aftur. Rauða línan merkir nettó sandflutning, bláa línan sandflutning til vesturs en sú græna sandflutning til austurs.

Mynd 44 sýnir snið 3000A sem er staðsett 4 km austan við Hornafjarðarós. Líkt og á fyrri myndinni er mesti flutningurinn upp við ströndina en nær einnig út yfir flata kaflann á 5 m dýpi. Á myndinni er rauða línan til austurs sem gefur til kynna að nettó sandflutningur er til austurs.



Mynd 45. Snið 3000V. Sniðið er staðsett 2 km austan við Hornafjarðarós. Dýptarsniðið, guli flöturinn, sýnir jafnan halla út á um 3 m dýpi þar sem hallinn verður brattari niður á 9 m dýpi. Á 9 m dýpi myndast lítið rif þar sem botninn fer upp í 7 m dýpi á um 200 m kafla áður en dýpkar áfram. Rauða línan merkir nettó sandflutning, bláa línan sandflutning til vesturs en sú græna sandflutning til austurs. Nettó sandflutningur er til austurs.

Mynd 45 sýnir snið 3000V sem er staðsett 2 km austan við Hornafjarðarós. Líkt og áður er mesti sandflutningurinn upp við ströndina, minnkar síðan niður í nánast engan en eykst aftur lítillega yfir rifinu á u.þ.b. 7 m dýpi. Rauða línan sveigir til austurs sem gefur til kynna að nettó sandflutningur er til austurs.



Mynd 46. Snið 4000V. Sniðið er staðsett 3 km vestan við Hornafjarðarós. Dýptarsniðið, guli flöturinn, sýnir jafnan halla út á um 3 m dýpi þar sem hallinn verður brattari niður á 8 m dýpi. Á 8 m dýpi myndast lítið rif þar sem botninn fer upp í 6 m dýpi á um 300 m kafla áður en dýpkar áfram. Rauða línan merkir nettó sandflutning, bláa línan sandflutning til vesturs en sú græna sandflutning til austurs.

Mynd 46 sýnir snið 4000V sem er staðsett 3 km vestan við Hornafjarðarós. Líkt og áður er mesti sandflutningurinn upp við ströndina, minnkar síðan niður í nánast engan en eykst aftur lítillga yfir rifinu á 6 m dýpi. Rauða línan gefur aftur til kynna að nettó sandflutningur sé til austurs.

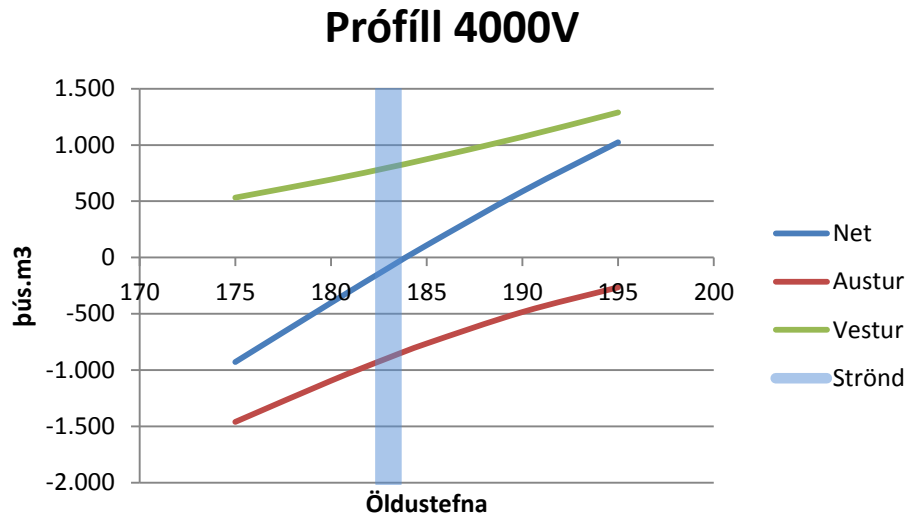
## 6.2.2 Sandflutningur sem fall af stefnu strandar

Hornið milli öldu og strandar skiptir miklu máli hvað varðar sandflutninga. Þegar alda kemur beint á strönd verður ekki til neinn straumur meðfram ströndinni og því eiga sér stað litlir flutningar. Þegar stefna öldu á hafi er samsíða ströndinni minnkar kraftur öldunnar vegna öldusveigju þegar alda sveigir upp að ströndinni með þeim afleiðingum að flutningar verða litlir. Þegar alda kemur skáhalt að strönd myndast mikill straumur meðfram strönd með þeim afleiðingum að sandur þyrlast upp og flutningur verður mikill.

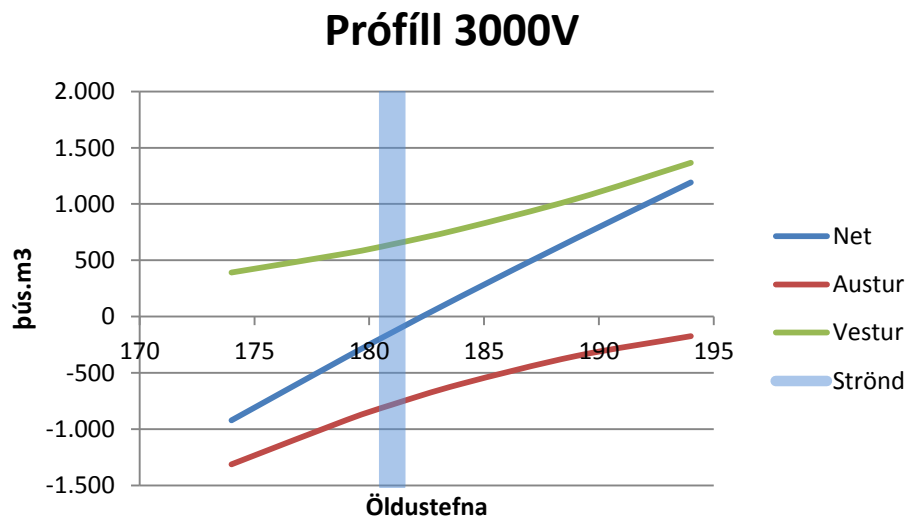
Þar sem sandflutningar eru breytilegir eftir því hvert hornið milli öldu og strandar er, eru teiknuð svokölluð  $Q\alpha$  gröf þar sem  $Q$  stendur fyrir sandflutninga og  $\alpha$  hornið milli öldu og strandar. Þessi gröf sýna hvernig sandflutningar breytast með breyttu horni og hvað hornið þarf að vera til að strönd geti talist í jafnvægi. Þannig sýna gröfin hve viðkvæmur sandflutningurinn er fyrir breytingum á horninu milli strandar og öldu eða ónákvæmni við ákvörðun þessa horns.

Meðfylgjandi eru  $Q\alpha$  gröf fyrir sömu snið og sýnd voru í kafla 6.2.1., myndir 47 – 50. Á gröfunum sýnir græn lína sandflutning til vesturs, rauð lína sandflutning til austurs og blá lína nettó sandflutning. Bláa línan gefur einnig til kynna hversu viðkvæm ströndin er fyrir

stefnubreytingum öldunnar. Ljósblá þverlína sýnir áætlaða stefnu strandarinnar. Qα gröf fyrir önnur snið er að sjá í viðauka III.

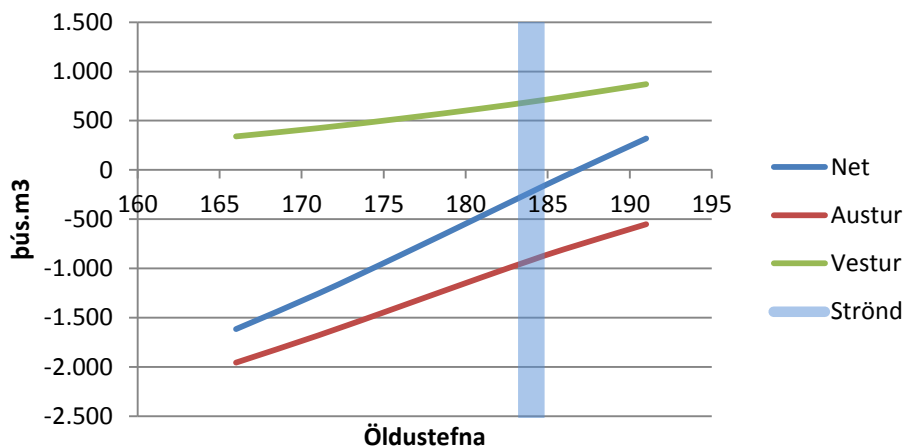


Mynd 47. Qα graf fyrir snið 4000V, 3 km vestan við Hornafjarðarós. Ljósbláa þverlínán sýnir áætlaða stefnu strandarinnar. Þar sem að bláa línan, nettó flutningur, sker x-ásinn má áætla að ströndin sé í jafnvægi.



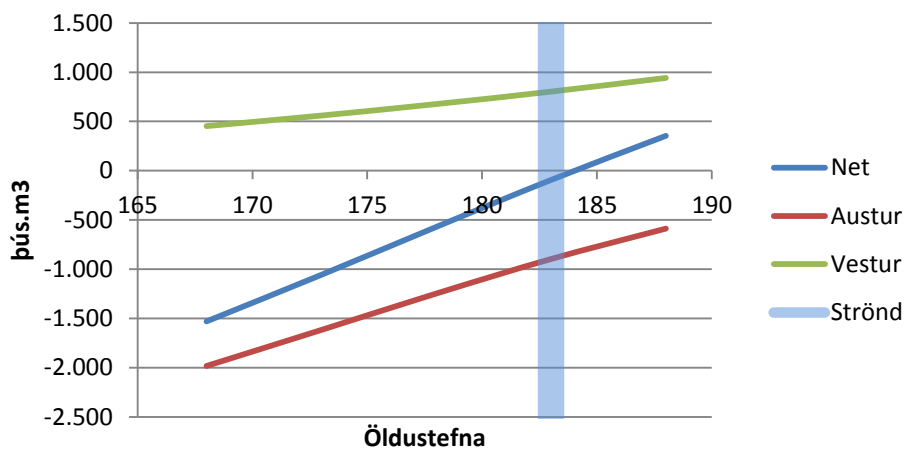
Mynd 48. Qα graf fyrir snið 3000V, 2 km vestan við Hornafjarðarós. Ljósbláa þverlínán sýnir áætlaða stefnu strandarinnar. Þar sem að bláa línan, nettó flutningur, sker x-ásinn má áætla að ströndin sé í jafnvægi.

## Prófíll 3000A



Mynd 49. Qα graf fyrir snið 3000A, 4 km austan við Hornafjarðarós. Ljósbláa þverlínan sýnir áætlaða stefnu strandarinnar. Þar sem að bláa línan, nettó flutningur, sker x-ásinn má áætla að ströndin sé í jafnvægi.

## Prófíll 4000A



Mynd 50. Qα graf fyrir snið 4000A, 5 km austan við Hornafjarðarós. Ljósbláa þverlínan sýnir áætlaða stefnu strandarinnar. Þar sem að bláa línan, nettó flutningur, sker x-ásinn má áætla að ströndin sé í jafnvægi.

Á myndum 47 – 50 er þverlínan alls staðar nokkuð nálægt nettó sandflutningi. Ef tekið er tillit til mögulegrar skekkju í mati á stefnu strandar er líklegt að ströndin sé í jafnvægi í öllum sniðum.

### 6.2.3 Sandflutningur út frá ölduhæð í 3. veldi

Til að sannreyna aðra útreikninga var sandflutningur einnig reiknaður á einfaldari máta og borin saman við fyrri reikninga til að sjá hvort einhver samsvörun væri þar á milli.

Fyrst var ölduhæð sett í 3. veldi og lögð saman eftir því úr hvaða stefnu aldan kom. Úr þeirri stefnu sem samanlögð ölduhæð var sem mest, fer fram mesti sandburðurinn. Til að umreikna yfir í rúmmetra var ölduhæðin margfölduð saman með sínus af þveril landsins af frádraginni öldustefnunni.

$$\text{Net sandlfutningur} = \sin(\text{þverill lands} - \text{öldustefna}) \cdot H^3$$

Þverill lands er lína með stefnu hornrétt á strönd. Niðurstöður sjást í meðfylgjandi Tafla 11 og Tafla 12:

Tafla 11. Samanlögð ölduhæð eftir öldustefnum við Hornafjörð (1.9.2009 - 12.12.2012).

*Samanlögð ölduhæð eftir öldustefnum við Hornafjörð. (1.9.2009 - 12.12.2012)*

	4000V	3000V	2000V	1000V	0	1000A	2000A
5°-15	0,10	0,01	0,00	0,19	0,09	0,05	0,02
15°-25°	0,04	0,06	0,01	0,06	0,19	0,03	0,00
25°-35°	0,27	0,13	0,02	0,10	0,09	0,02	0,06
35°-45°	0,15	0,03	0,08	0,39	0,32	0,31	0,15
45°-55°	0,57	0,08	0,10	0,18	0,22	0,33	0,14
55°-65°	0,69	0,22	0,06	0,17	0,41	0,12	0,14
65°-75°	0,62	0,35	0,07	1,29	1,08	0,66	0,16
75°-85°	0,80	0,85	0,42	1,78	3,64	1,34	0,63
85°-95°	1,87	0,92	1,24	5,02	12,48	9,36	2,68
95°-105°	5,14	3,20	6,17	21,02	2,52	62,0	19,2
105°-115°	39,5	29,3	77,0	118,42	417,45	414,72	194,31
115°-125°	172	147	332	285	680	1.171	621
125°-135°	457	432	1.393	541	989	2.116	1.050
135°-145°	2.618	1.311	1.591	1.513	3.233	3.374	3.975
145°-155°	5.960	2.913	4.608	5.369	8.681	3.663	5.572
155°-165°	11.096	9.079	9.146	6.593	<b>13.566</b>	8.809	8.749
165°-175°	10.187	13.389	17.097	5.271	7.590	13.257	6.529
175°-185°	11.878	14.848	31.319	7.127	5.554	<b>32.263</b>	7.484
185°-195°	18.510	21.702	<b>41.772</b>	<b>19.182</b>	7.079	24.728	17.366
195°-205°	<b>34.786</b>	<b>22.288</b>	7.462	9.684	3.562	1.715	<b>39.472</b>
205°-215°	7.522	2.315	1.366	1.386	732	203	778
215°-225°	355	92,5	71,5	72,6	37,1	12,9	17,0
225°-235°	13,7	9,70	9,72	11,9	6,14	2,17	0,37
235°-245°	8,20	3,94	0,52	2,09	1,40	0,38	0,00
245°-255°	0,16	0,40	0,29	0,60	0,04	0,00	0,00
255°-265°	0,33	0,27	0,23	0,12	0,04	0,02	0,01
265°-275°	0,34	0,06	0,12	0,19	0,01	0,04	0,01
275°-285°	0,16	0,22	0,13	0,12	0,12	0,04	0,07

285°-295°	0,13	0,13	0,05	0,11	0,04	0,00	0,02
295°-305°	0,10	0,05	0,05	0,10	0,03	0,02	0,01
305°-315°	0,15	0,05	0,07	0,04	0,13	0,01	0,02
315°-325°	0,09	0,09	0,06	0,10	0,04	0,01	0,04
325°-335°	0,10	0,03	0,02	0,04	0,12	0,10	0,02
335°-345°	0,15	0,07	0,05	0,13	0,04	0,07	0,02
345°-355°	0,06	0,03	0,05	0,03	0,13	0,03	0,03
355°-5°	0,08	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01
<b>Σ</b>	<b>103.613</b>	<b>88.565</b>	<b>116.255</b>	<b>57.189</b>	<b>52.150</b>	<b>91.804</b>	<b>91.829</b>

Tafla 12. Útreiknuð orka við strönd reiknuð út frá ölduhæð í 3. veldi

	4000V	3000V	2000V	1000V	0	1000A	2000A
	<b><i>Þverill á Land [°], útkoma orka [kJ/m<sup>2</sup>]</i></b>						
<b>Öldustefna</b>	<b>180</b>	<b>182</b>	<b>177</b>	<b>179</b>	<b>168</b>	<b>175</b>	<b>183</b>
10	0,02	0,00	0,00	0,04	0,25	0,01	0,00
20	0,01	0,02	0,00	0,02	0,48	0,01	0,00
30	0,13	0,06	0,01	0,05	0,20	0,01	0,03
40	0,10	0,02	0,05	0,26	0,66	0,22	0,09
50	0,44	0,06	0,08	0,14	0,44	0,27	0,10
60	0,60	0,19	0,05	0,15	0,70	0,11	0,12
70	0,58	0,33	0,07	1,22	0,96	0,64	0,15
80	0,79	0,83	0,41	1,75	-0,63	1,33	0,61
90	1,87	0,92	1,24	5,02	-0,96	9,32	2,68
100	5,06	3,17	6,01	20,6	0,15	59,8	19,0
110	37,1	27,9	70,9	111	1,00	376	186
120	149	129	279	244	-0,87	959	553
130	350	340	1019	408	0,63	1496	838
140	1683	877	958	952	0,22	1935	2711
150	2980	1544	2092	2603	0,33	1548	3034
160	3795	3401	2674	2146	0,23	2280	3418
170	1769	2784	2084	825	-0,87	1155	1469
180	0,00	518	-1639	-124	-0,71	-2812	392
190	-3214	-3020	-9397	-3660	0,69	-6400	-2116
200	-11897	-6887	-2916	-3471	0,81	-725	-11541
210	-3761	-1087	-744	-714	-0,72	-117	-353
220	-228	-57,0	-48,8	-47,6	-0,78	-9,13	-10,2
230	-10,5	-7,21	-7,76	-9,25	-0,36	-1,78	-0,27
240	-7,10	-3,34	-0,46	-1,83	-0,98	-0,34	0,00
250	-0,15	-0,37	-0,28	-0,57	-0,05	0,00	0,00

260	-0,32	-0,27	-0,23	-0,12	-0,06	-0,02	-0,01
270	-0,34	-0,06	-0,12	-0,19	-0,02	-0,04	-0,01
280	-0,15	-0,22	-0,13	-0,12	-0,23	-0,04	-0,07
290	-0,12	-0,12	-0,05	-0,10	-0,09	0,00	-0,02
300	-0,09	-0,04	-0,05	-0,08	-0,06	-0,02	-0,01
310	-0,12	-0,04	-0,05	-0,03	-0,32	-0,01	-0,02
320	-0,06	-0,06	-0,04	-0,06	-0,10	0,00	-0,03
330	-0,05	-0,02	-0,01	-0,02	-0,34	-0,04	-0,01
340	-0,05	-0,03	-0,01	-0,04	-0,12	-0,02	-0,01
350	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,40	0,00	-0,01
360	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Net sandb.</b>	<b>-8347</b>	<b>-1437</b>	<b>-5569</b>	<b>-711</b>	<b>-1</b>	<b>-243</b>	<b>-1397</b>

Samkvæmt töflu 12 er nettó sandburður til austurs og er hann hvað minnstur í sniði 0, staðsett 1 km austan við Hornafjarðarós, eða nánast enginn sem gefur til kynna að sandur geti safnast þar saman eða fari þar framhjá.

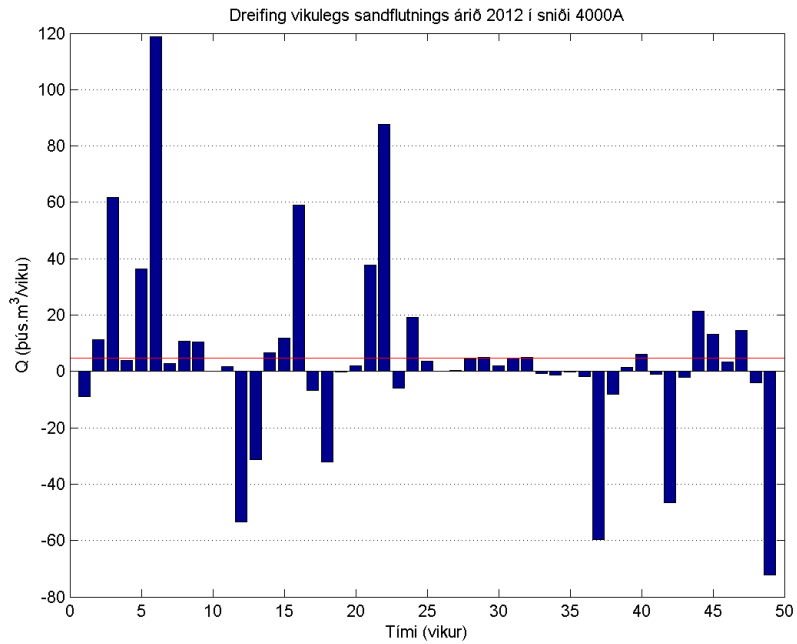
#### 6.2.4 Sandflutningur miðað við vikur árið 2012

Í köflum 6.2.1 og 6.2.2 var meðal sandflutningur fundinn fyrir tímabilið 2000 – 2013 í sömu punktum og öldurósir voru gerðar. Það er í 29 sniðum utan við Hornafjörð allt frá Ingólfshöfða austur að Stokksnesi. Í þeim köflum er sandflutningur gefinn upp sem árlegt meðaltal. Til að sjá betur dreifingu sandflutnings yfir árið var tímabilinu skipt niður í vikur og var svo sandflutningur fundinn fyrir hverja viku. Til að byrja með var aðeins keyrt fyrir árið 2012. Tímabil sem samanstóð af alls 49 vikum þar sem sú fyrsta hófst 1.1.2012 en síðustu lauk 12.12.2012. Í framhaldinu var svo einnig keyrt fyrir fleiri ár og snið.

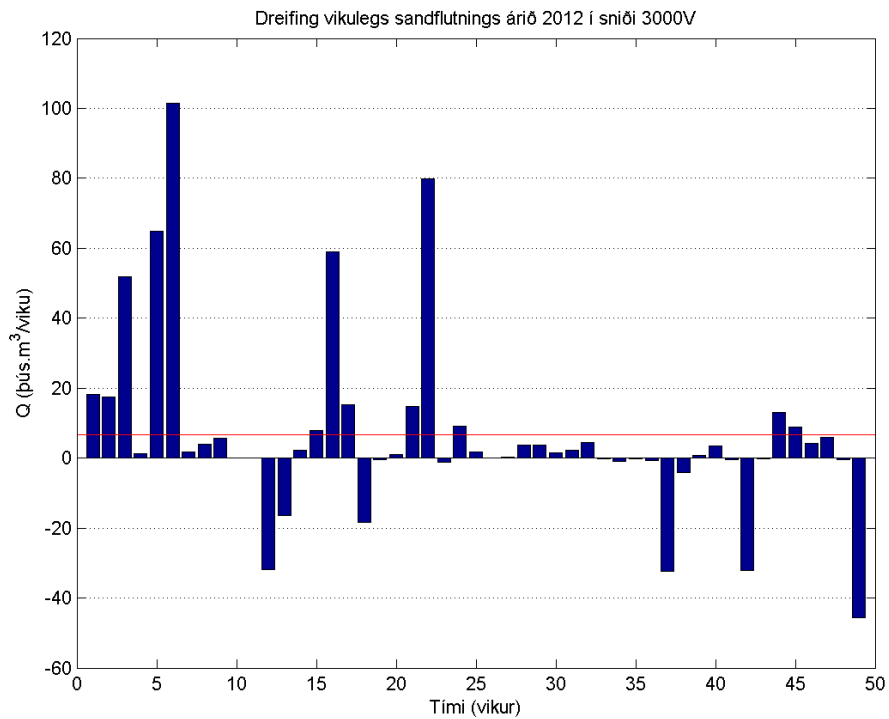
Búið var til forrit í reikniforritinu Matlab þar sem sandflutningur í völdum sniðum var tekinn saman fyrir hverja viku og settur upp myndrænt í graf. Forritið var keyrt fyrir valin snið en hér eru sýndar niðurstöður fyrir snið 3000V og 4000A. Forritið var hannað þannig að auðvelt er að breyta því og reikna fyrir önnur ár og/eða önnur snið.

Myndir 51 - 52 sýna sandflutninga fyrir árið 2012. Sandflutningar voru mestir í upphafi og lok árs í öllum sniðum þó að þeir séu mis miklir. Í öllum sniðum er lítið um sandflutninga yfir hásumarið, í vikum 25 - 35. Líklega má tengja mestu sandflutningana við einstök veður þar sem verstu veðrin eru venjulega yfir vetrartímann. Mestu sandflutningar í öllum sniðum eru í viku 6 sem er um miðjan febrúar. Myndir 53 og 54 sýna svipaðar niðurstöður fyrir árið 2011.

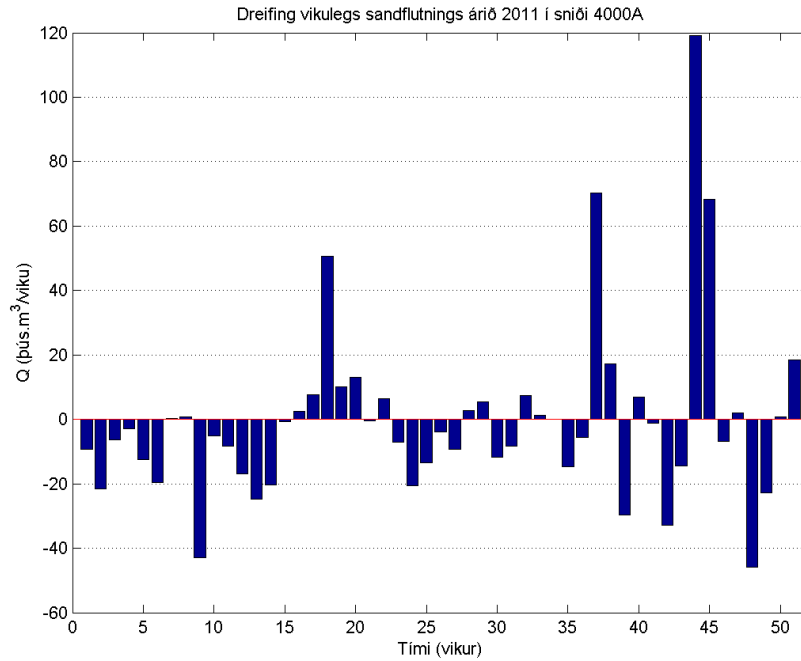




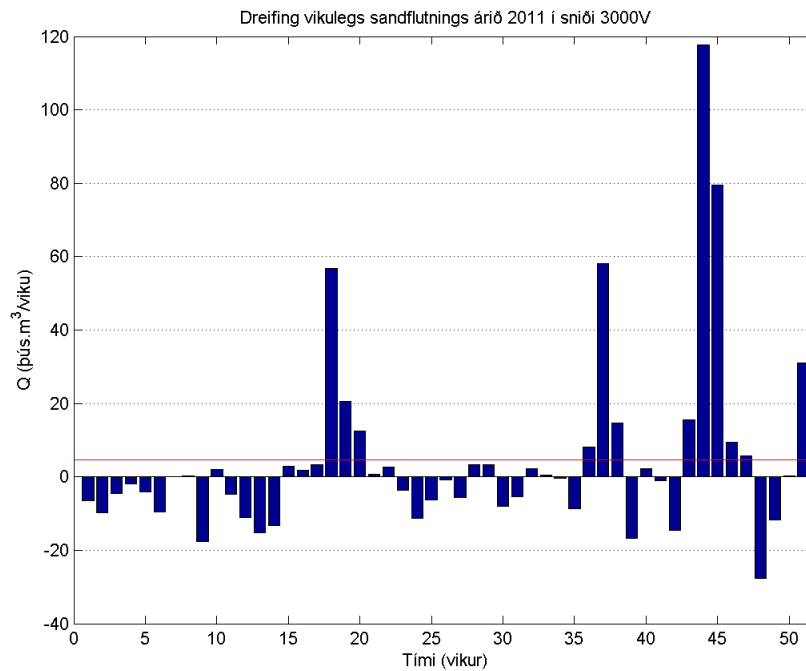
Mynd 51. Dreifing vikulegs sandflutnings í sniði 4000A, 5 km austan við Hornafjarðarós, árið 2012.



Mynd 52. Dreifing vikulegs sandflutnings í sniði 3000V, 2 km vestan við Hornafjarðarós, árið 2012.



Mynd 53. Dreifing vikulegs sandflutnings í sniði 4000A, 5 km austan við Hornafjarðarós, árið 2011.



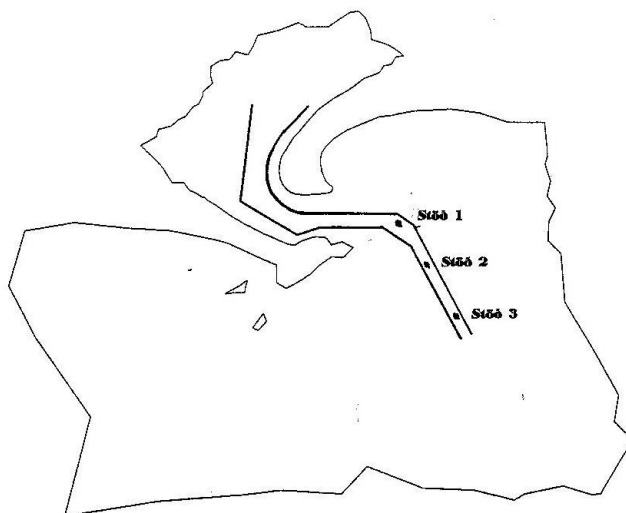
Mynd 54. Dreifing vikulegs sandflutnings í sniði 3000V, 2 km vestan við Hornafjarðarós, árið 2011.

## 6.3 Grynnslin

### 6.3.1 Siglingarennna

Líkt og komið var inn á í kafla 4.1 var grafin siglingarennna yfir Grynnslin haustið 2005. Til stóð að grafa niður á -9 m dýpi. Rennan átti að vera 70 m breið og 850 m löng og talið að dýpkunin yrði um 1,5-2,0 m þar sem grynnt var. Erfitt reyndist að dýpka á svæðinu og þegar upp var staðið varð dýpið aldrei meira en 8 – 8,5 m. Grafnir voru burt um 55 til 65 þús. m<sup>3</sup> af efni en rennan fylltist þó fljótt aftur og var mikið komið í hana í mars 2006.

Í skýrslu Siglingastofnunar um Hornafjarðarós frá apríl 2000 (kafla 4.10.4) var gerð tilraun til að reikna sandflutning ofan í rennuna en þá var aðeins tekið tillit til sandflutnings vegna strauma í Ósnum. Gert var ráð fyrir að siglingarennan myndi hefjast í miðjustraumbandinu og yrði svo grafin út yfir Grynnslin. Þá voru reikningar framkvæmdir fyrir þrjár gryfjur af stærðinni 60 x 60 m<sup>2</sup>. Gryfjurnar eru merktar inn og sjást á meðfylgjandi Mynd 55.



Mynd 55. Áætluð siglingarennna út yfir Grynnslin. Merktar eru inn stöðvar þar sem sandflutningur var reiknaður.

Tafla 13. Niðurstöður útreikninga á sandflutningi af völdum strauma í ósi.

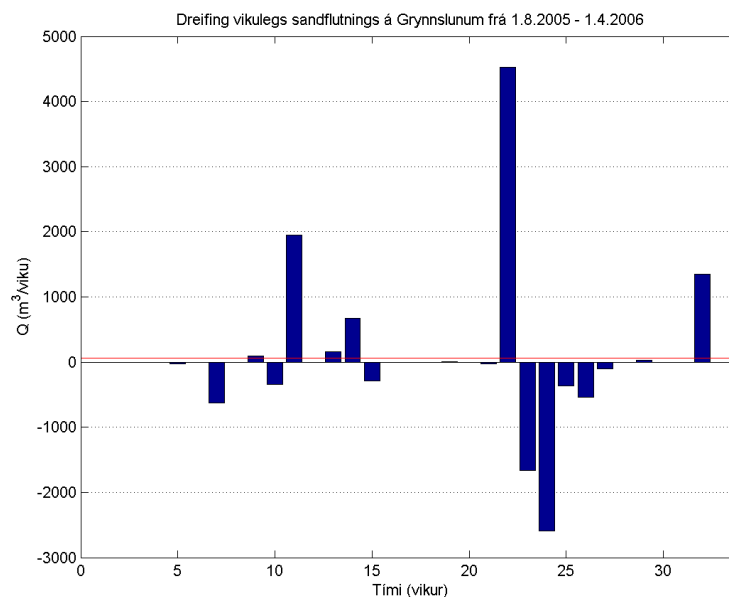
Stöð	Efnisburður í gryfju á ári
1	110.000 m <sup>3</sup>
2	17.000 m <sup>3</sup>
3	4.000 m <sup>3</sup>

Tafla 13 sýnir niðurstöður sandreikninga úr skýrslu um Hornafjarðarós frá 2000. Miðað við dýptarmælingu frá árinu 2000 má gera ráð fyrir að reiknað hefði verið með að dýpi á stöðvunum hafi verið um -8 m í stöð 1., -7 m í stöð 2. og -8 m í stöð 3. Einnig má gera ráð fyrir að ofmat sé á efnisburði í stöð 1 þar sem sú stöð er í straumbandinu. Ef litið er framhjá öllum efnisburði í stöð 1 er hægt að áætla að efnisburður yfir Grynnslin af völdum strauma í Ósi sé um 21.000 m<sup>3</sup> á ári.

Í útreikningum á sandflutningi sem gerðir voru nýlega með aðstoð Litdrift forritsins, eins og lýst er í kafla 8.2.1, var sandflutningur á Grynnslnum, á þeim stað þar sem siglingarennan var grafin, sérstaklega skoðaður fyrir tímabilið ágúst 2005 til apríl 2006. Brúttó sandflutningar á svæðinu reiknuðust sem 20.500 m<sup>3</sup> á tímabilinu.

Ef tekin er saman sandflutningur vegna strauma og öldu í Ósi reynist heildar sandflutningur á Grynnslnum þar sem siglingarennan var grafin vera u.þ.b. 42 þús. m<sup>3</sup> á tímabilinu ágúst 2005 til apríl 2006. Gera má ráð fyrir nokkurri skekkju en niðurstöður eru af sömu stærðargráðu og magnið sem talið er að hafi farið í rennuna á tímabilinu þ.e. 50 þús. m<sup>3</sup>. Út frá þessum niðurstöðum er hægt að álykta að þeir útreikningar sem framkvæmdir hafa verið fyrir í kaflanum séu ekki fjarri lagi og geti gefið ágæta mynd af stöðu mála.

Mynd 56 sýnir vikulegan sandflutning á Grynnslnum af völdum öldu á tímabilinu. Myndin sýnir að það er í einstaka veðrum á tímabilinu sem rennan fyllist, þ.e. í viku 11 sem er fyrsta vika október og vikum 23, 24 og 25 sem eru í lok desember og byrjun janúar. Útreikningarnir eru sambærilegir þeim sem voru gerðir í kafla 6.2.4.



Mynd 56. Dreifing sandflutnings á Grynnslnum eftir vikum frá 1.8.2005 - 1.4.2006.

### 6.3.2 Sandflutningur á Grynnslnum

Árlegur sandflutningur á grynnslnum, á -7,5 m dýpi, af völdum öldu er breytilegur. Allt frá 5 þúsund m<sup>3</sup>/ári upp í 55 þúsund m<sup>3</sup>/ári í brúttó, þ.e. samanlagt í báðar áttir. Þetta magn tekur þó aðeins tillit til sandflutnings vegna öldu á grynnslnum en ekki efnisflutnings sem kann að koma að með öðrum hætti eins og t.d. straumum sem liggja meðfram ströndinni. Dreyfingin yfir árin 2000 – 2013 sést á meðfylgjandi töflu Tafla 14.

Tafla 14. Brúttó árlegur sandflutningur á Grynnslnum vegna öldu.

Ár	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Brúttó [m<sup>3</sup>]</b>	24.089	30.255	56.413	30.929	22.756	24.006	36.168

Ár	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Brúttó [m<sup>3</sup>]</b>	54.874	47.409	43.720	55.976	4.654	19.713

Meðal sandflutningurinn á Grynnslnum vegna öldu út frá niðurstöðum í Tafla 14 er um 35 þúsund m<sup>3</sup>/ári. Ef sandflutningar vegna strauma í Ósi eru teknir með, u.þ.b. 20 þús m<sup>3</sup>/ári og breytist lítið milli ára (sjá töflu 9.), eru flutningar á Grynnslnum frá 25 þúsund m<sup>3</sup>/ári upp í 75 þúsund m<sup>3</sup>/ári en að meðaltali um 55 þúsund m<sup>3</sup>/ári. Taka verður tillit til þess að efnisflutningur af öðrum toga gæti verið töluverður en hann reiknast ekki með í þessum útreikningum.

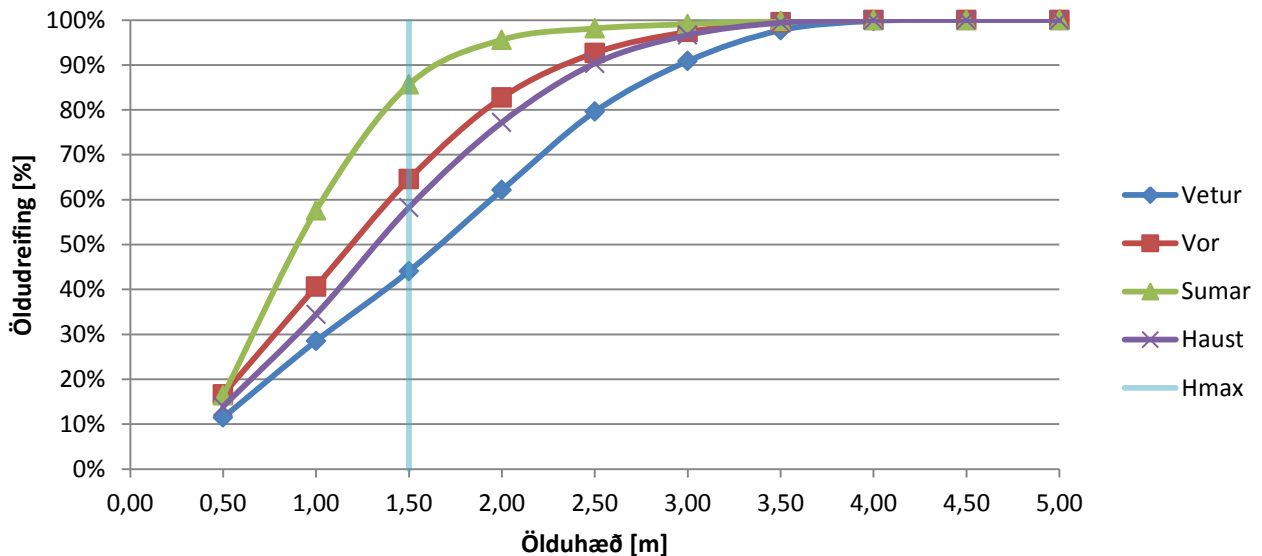
Til þess að fá betri nálgun á því hver sandflutningurinn á Grynnslnum er í raun, þarf að kafa mun dýpra. Mikil vinna er framundan ef ráðist verður í að halda áfram á þessari braut en næstu skref væru að kortleggja betur Grynnslin og það sem þar fer fram með nákvæmari mælingum, líkönum og útreikningum.

#### 6.3.2.1 Dýpkanir

Ef skoðaður er sá möguleiki að grafa -8,5 m djúpa rennu á Grynnslnum og viðhalda henni opinni þyrfti að dýpka frá um 25 þúsund m<sup>3</sup> upp í 75 þúsund m<sup>3</sup> á ári. Ef magnið er borið saman við efnismagn í töflu 1 þá er magnið í minna lagi, en á þeim stöðum sem þar eru nefndir er dælt frá 50 þús. m<sup>3</sup> upp í 800 þús. m<sup>3</sup> á ári. Þó svo að efnismagnið á Grynnslnum sé minna en víða erlendis myndi alltaf einhver viðbótarkostnaður fylgja dýpkunarframkvæmdum þar sem framkvæmdirnar eru mikið háðar veðri og vindum.

Dýpkunarskip líkt og notuð yrðu á Grynnslnum eru til á Íslandi. Skipið Scandia dýpkaði fyrir utan Grynnslin árið 2005. Það skip getur bara unnið í ölduhæð undir 2 m og dýpkar þá um 5.000 m<sup>3</sup> á sólarhring háð öldu og vindi. Ölduhæð fyrir tímabilið 2000 – 2013 var skoðuð eftir árstíðum. Árinu var skipt niður í vetur, vor, sumar og haust til að sjá skýrari mynd af öldudreifingu, þ.e. desember, janúar og febrúar falla undir vetur. Mars, apríl og maí teljast til

vors. Júní, júlí og ágúst eru sumarmánuðirnir og september, október og nóvember haust. Mynd 57 sýnir öldudreifinguna eftir árstíðum á Grynnslunum.



Mynd 57. Öldudreifing eftir árstíðum á miðjum Grynnslunum á tímabilinu 2000 - 2013 (P2).

Samkvæmt niðurstöðum öldureikninga á Grynnslunum er ölduhæð 45% af vetrinum undir 1,5 m og 85% af sumrinu. Það þýðir að 45% tímans frá desember og fram í lok febrúar er hægt að dýpka á Grynnslunum. Hins vegar þarf glugginn sem ölduhæð fer niður fyrir 1,5 m að vera af ákveðnum varanleika og því er þetta hlutfall í raun lægra.

Það er þó ekki aðeins ölduhæðin sem huga þarf að við dýpkanir því kostnaðurinn er líka nokkur. Gróft áætlað má gera ráð fyrir að á Grynnslunum gæti dýpkun kostað um 1.000 kr/m<sup>3</sup>. Það þýðir að árlegur kostnaður við dýpkun og viðhald á siglingarennu á Grynnslunum gæti kostað allt frá 25 milljónum upp í 75 milljónir.

## 6.4 Greining sandflutnings

Í ágúst 2012 var fyrst dýptarmælt með fjölgeisladyptarmæli í Hornafjarðarósi og á Grynnslunum. Samanborið við fyrri mælingar sem gerðar voru með eingeislamæli, gefa fjölgeislamælingarnar mun meiri upplýsingar. Fjölgeislamælingin ásamt þeim upplýsingum sem fengust úr útreikningum á sandflutningi í Litdrift gefur betri skilning á því sem er í gangi á Grynnslunum. Fjölgeislamælinguna má sjá á mynd 58..

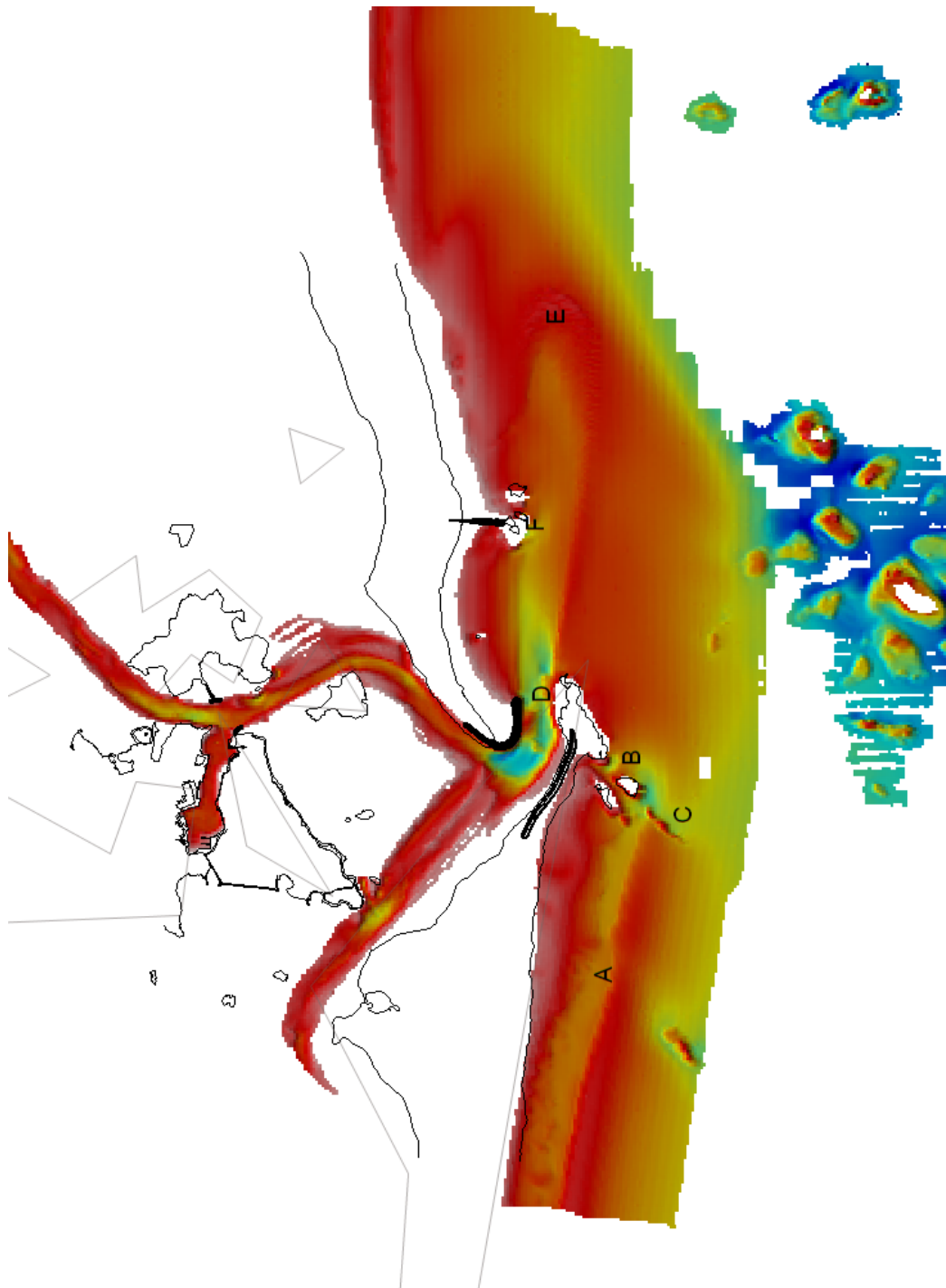
Vestan við Hvanney einkennist ströndin af um 9 m djúpri rennu (A) sem liggur meðfram ströndinni og rífi þar fyrir utan á 7 m dýpi. Á myndum 37 og 38 sést að sandflutningur á sér stað bæði eftir rifinu og ströndinni þó hann sé mun meiri eftir ströndinni. Í suðvestanáttum brotna hæstu öldurnar á rifinu. Sjávarstaða innan rífsins hækkar og myndar straum langs eftir rennunni

Þar sem sjórinn leitast við að komast aftur út. Þar sem það gerist kallast hlið (e. rip current) og geta þau verið einhvers staðar á sandrifinu, t.d. þar sem ölduorka er lægri eins og við Bakkafjöru, eða við sker og boða eins og virðist vera raunin hér. Við Hvanney er líklegt að Einholtsklettur (B) og Sandboði (C) myndi þetta svokallaða hlið fyrir strauminn í rennuni. Sjórinn sleppur út um hliðið þar sem straumurinn er sterkur til austurs en lítið efni fer yfir hliðið og því er dýpra austan við skerin en vestan við þau. Þar sem stærsti hluti sandflutninganna fer fram eftir ströndinni má gera ráð fyrir að mesti sandflutningurinn fyrir Ósinn sé efni sem fer austur með ströndinni innan við Einholtskletta á milli Hvanneyjar og klettanna.

Austan við Þinganesker eru Grynnslin breytileg milli ára. Tilgáta er að sandur ferðist þar um en setjist á lygn svæði. Þar sem að ekkert rof hefur verið á Austurfjörutanga undanfarin ár má gera ráð fyrir að einhver sandflutningur eigi sér stað yfir Grynnslin.

Hornafjarðarós (D) er um 15 m - 20 m djúpur þar sem dýpst er. Straumurinn út um Ósinn er sterkur og utan við Þinganesker (F) þar sem straumbandsins gætir enn er dýpið u.þ.b. 10 m. Rúmum kílómetra austan við skerin er dýpið þó aðeins um 5 m (E). Þar sem straumurinn úr Ósnum dettur niður myndast grynningar (e. shoal) líkt og lögmál sjávarfallaósa segir til um, þ.e. Grynnslin. Líkt og kom fram í kafla 8.3.2 eru á hreyfingu um Grynnslin um 25 - 75 þúsund m<sup>3</sup> af efni samanlagt í hvora átt fyrir sig. Líklegt er að meiri hluti þess efnis sem er á ferðinni á Grynnslunum af völdum öldu berist milli Hvanneyjar og Einholtskletta í sterkum suðvestanáttum.

Sitt hvoru megin við Grynnslin eru á ferðinni um 100 - 300 þúsund m<sup>3</sup> af efni nettó, þ.e. mismunur á flutningi til austurs og vesturs, líkt og nefnt var í kafla 6.2. Á Grynnslunum sjálfum er efnisburðurinn minni og því eru getgátur um að í suðaustanáttum safnist efnið saman rétt austan við Þinganeskerin en í suðvestanáttum safnist efnið saman upp við Hvanney í skjóli af skerjunum. Eitthvað magn sleppur þó alltaf út á Grynnslin og er það að hluta til efnið sem er á hreyfingu þar.



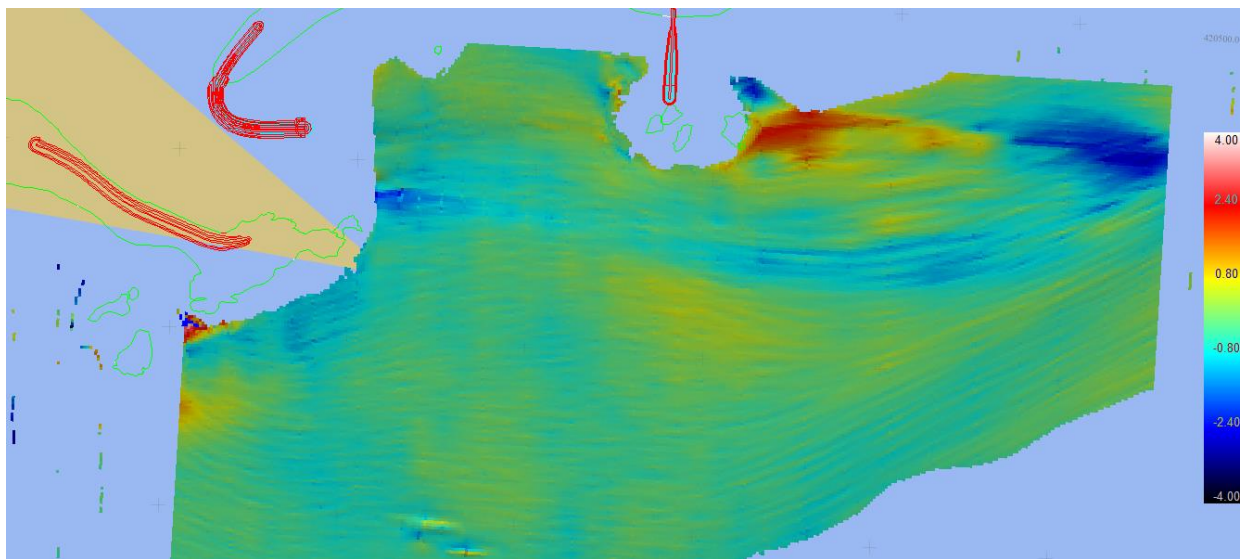
Mynd 58. Fjölgeislamæling frá ágúst 2012.



### 6.4.1 Sandflutningur milli dýptarmælinga

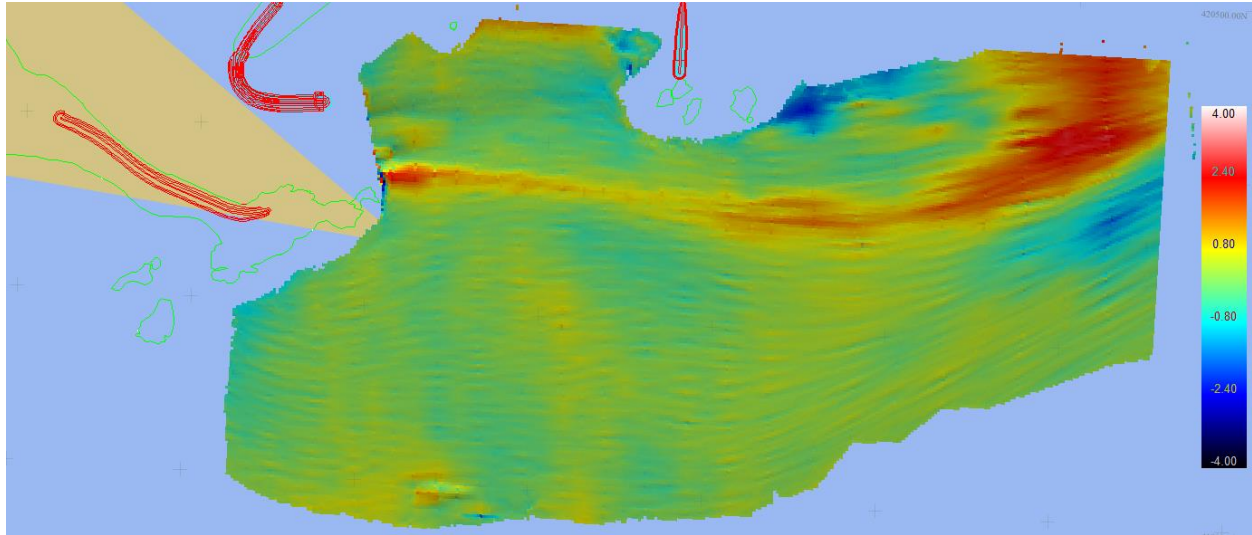
Líkt og sýnt var fram á í kafla 4.2 er oft töluverður munur á dýpi á Grynslunum milli dýptarmælinga. Til að sjá betur hvernig sandur færist til milli þess sem mælingar eru framkvæmdar voru gerð mismunaplön. Mismunaplönin sína myndrænt hvernig efni færist til og dýpi á Grynslunum breytist milli dýptarmælinga.

Á meðfylgjandi myndum er sýndur munur milli ára, þ.e. munur á mælingu árið 2009 og 2010, 2010 og 2011 o.s.frv. Að lokum sést svo munurinn á öllu tímabilinu, þ.e. 2009 og 2014. Í viðauka V má sjá í lit allar dýptarmælingarnar sem notaðar voru.



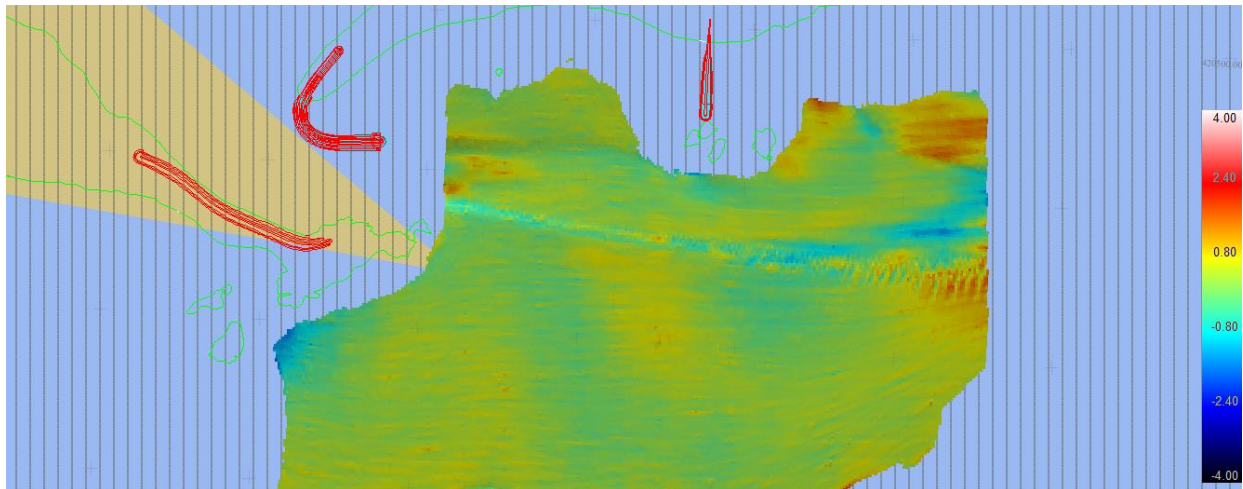
Mynd 59. Mismunaplön dýptarmælinga frá 29.9.2009 og 22.10.2010.

Helsta breytingin sem hefur verið á Grynslunum milli dýptarmælinga er sú að það dýpkar á innanverðum grynslunum næst straumbandinu, sjá bláa litinn, og einnig austan við Þinganeskerin á utanverðum Grynslunum en hleðst upp austan í Þinganeskerjunum samanber rauða litinn.



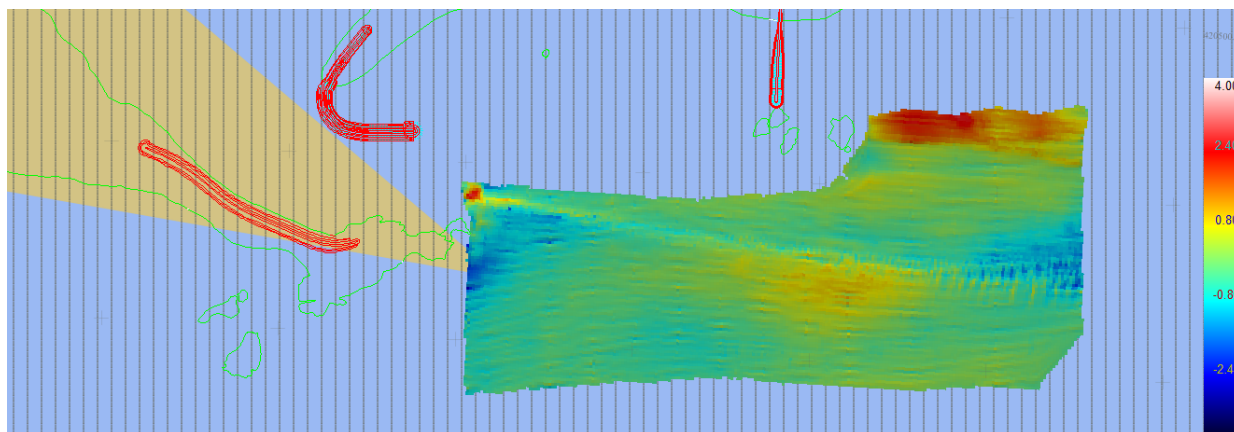
Mynd 60. Mismunaplön dýptarmælinga frá 22.10.2010 og 1.12.2011.

Frá mælingu í október 2010 þangað til í byrjun desember 2011 hafa breytingar frá síðasta mismunaplani snúist við. Það hefur grynnað á því svæði sem hafði áður dýpkað á mynd 20, þ.e. á innanverðum Grynnslunum við straumbandið, og dýpkað austan í Þingnesskerjum.



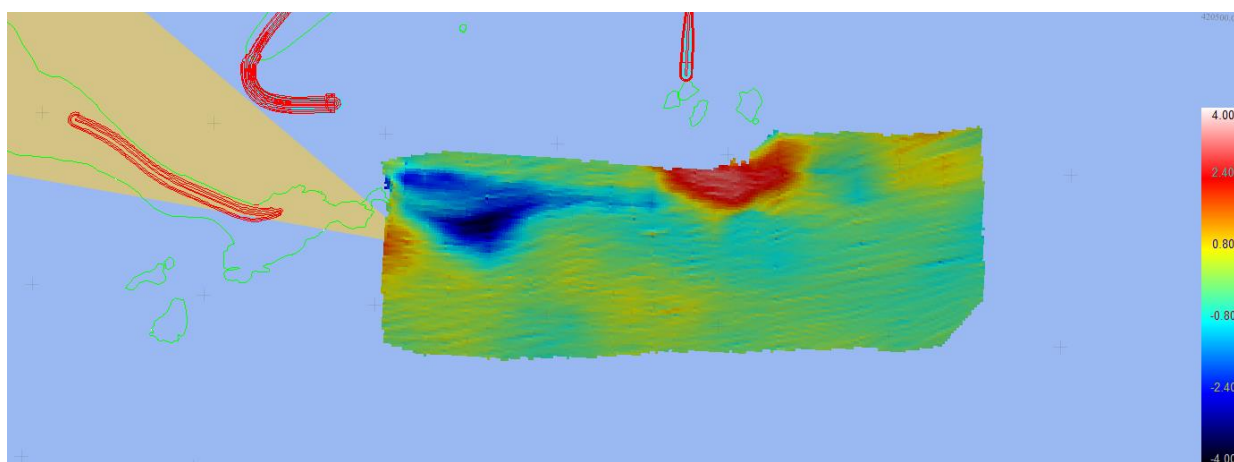
Mynd 61. Mismunaplön dýptarmælinga frá 30.7.2011 og 24.8.2012.

Frá júlí 2011 fram í lok ágúst 2012 hafa breytingar aftur snúist við frá því áður, þ.e. dýpkað á innanverðum grynnslunum við straumbandið og hlaðist upp austan í Þingnesskerjum.



Mynd 62. Mismunaplön dýptarmælinga frá 24.8.2012 og 18.10.2013.

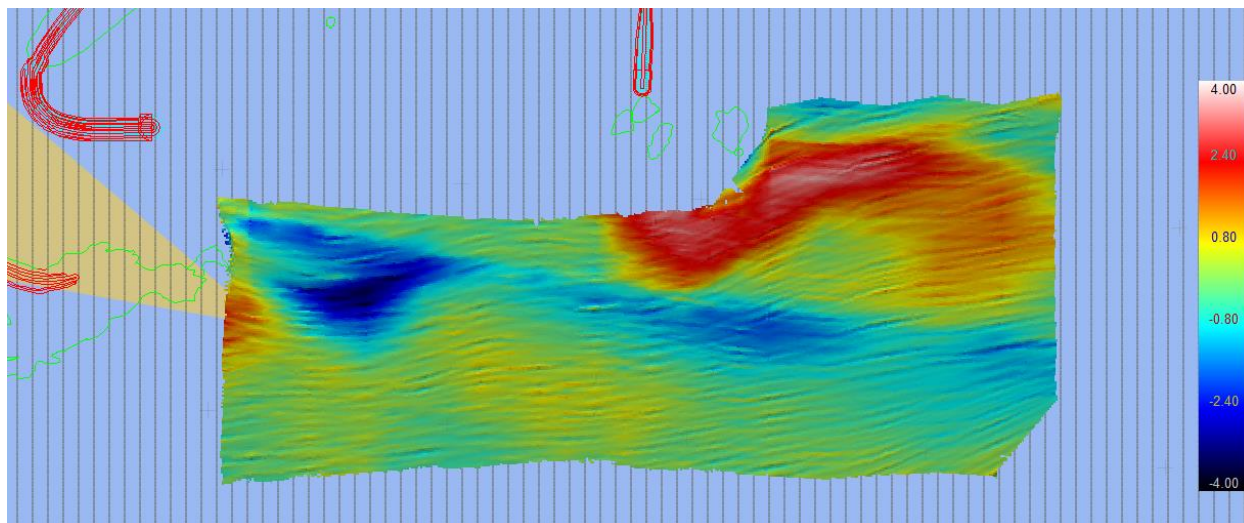
Frá ágúst 2012 fram í október 2013 hafa litlar breytingar átt sér stað. Dýpkað hefur heldur á utanverðum Grynnslnum suðaustan við Þínganessker og upp við Hvanney en grynnað næst Þínganesskerjum.



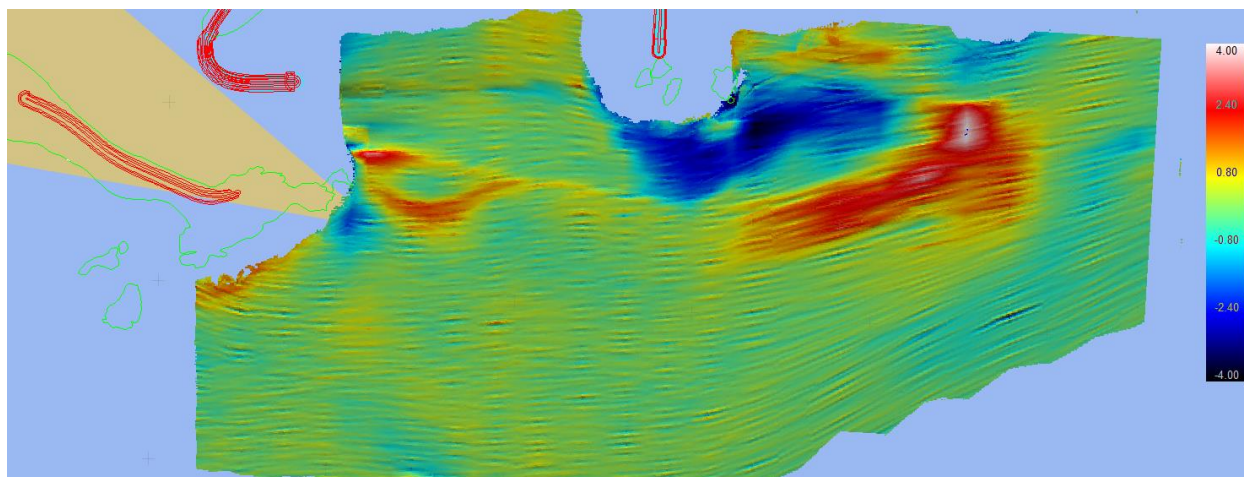
Mynd 63. Mismunaplön dýptarmælinga frá 15.2.2013 og 8.2.2014.

Frá febrúar 2013 fram í febrúar 2014 eiga miklar breytingar sér stað. Yfir veturinn voru miklar austanáttir. Sterkar austanáttir hafa þau áhrif að straumbandið kemst ekki beint út framan við Þínganessker líkt og venjan er og því hleðst þar upp. Straumurinn brýtur sér því leið út meðfram Hvanney og skilur eftir sig rás í Grynnslnum.

Til að sjá hversu svakalegar sviptingarnar voru á stuttum tíma eru mismunaplön milli dýptarmælinga frá október 2013 fram í byrjun febrúar 2014 sýnd á mynd 64. Þar sést hversu svakalegar breytingarnar eru á aðeins 4 mánuðum. Það grynnað um rúma 4 m á stóru svæði utan og austan við Þínganessker á meðan það dýpkað á stóru svæði austur í Hvanney og út með Grynnslnum.

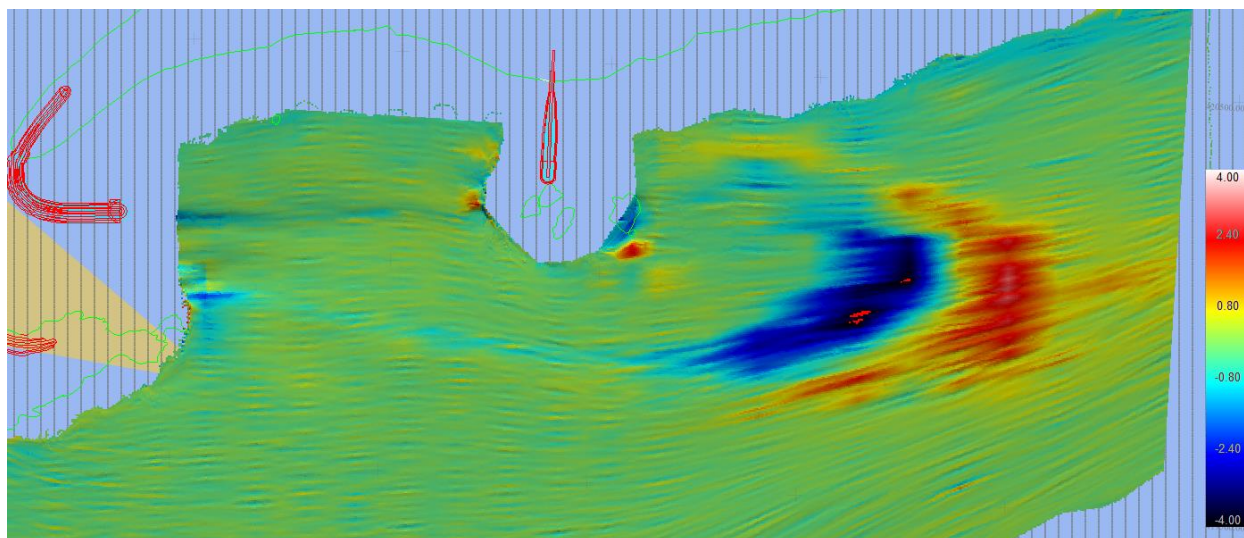


Mynd 64. Mismunaplön dýptarmælinga frá 18.10.2013 og 8.2.2014.



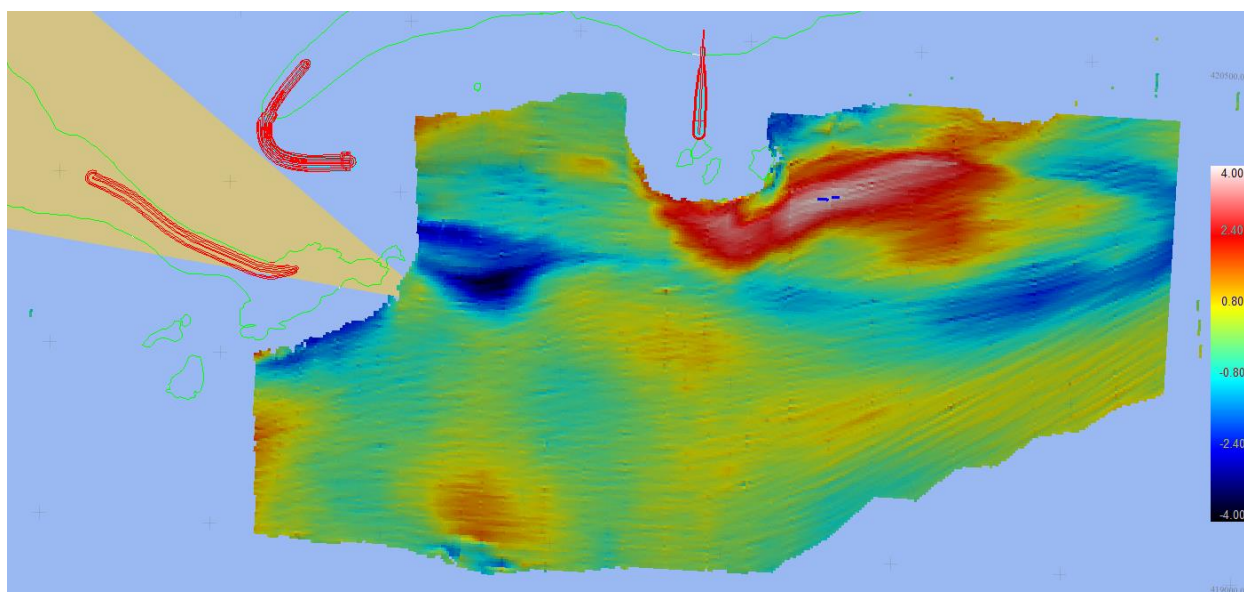
Mynd 65. Mismunaplön dýptarmælinga frá 8.2.2014 og 3.5.2014.

Frá febrúar 2014 fram í maí sama ár hafa breytingar sem áttu sér stað yfir veturinn gengið til baka. Eftir sterkar austanáttir hefur snúist aftur í suðvestan og á aðeins 3 mánuðum flytjast um 300 þús. m<sup>3</sup> af efni til á litlu svæði. Straumurinn kemst aftur framan við Þinganeskerin þegar áttirnar hafa snúist og því dýpkar þar um 4 m. Utan við það svæði sem dýpkar grynkar um svipað magn eða 4 m og eins upp við Hvanney þar sem straumbandið liggur ekki lengur þar um.



Mynd 66. Mismunaplön dýptarmælinga frá 3.5.2014 og 30.7.2014.

Frá maí 2014 fram í júlí heldur straumbandið áfram að grafa sig til austurs með samsvarandi dýpkun á því svæði. Þar sem straumurinn dreifir úr sér grynningar. Að öðru leyti haldast Grynnslin óbreytt frá því í maí.

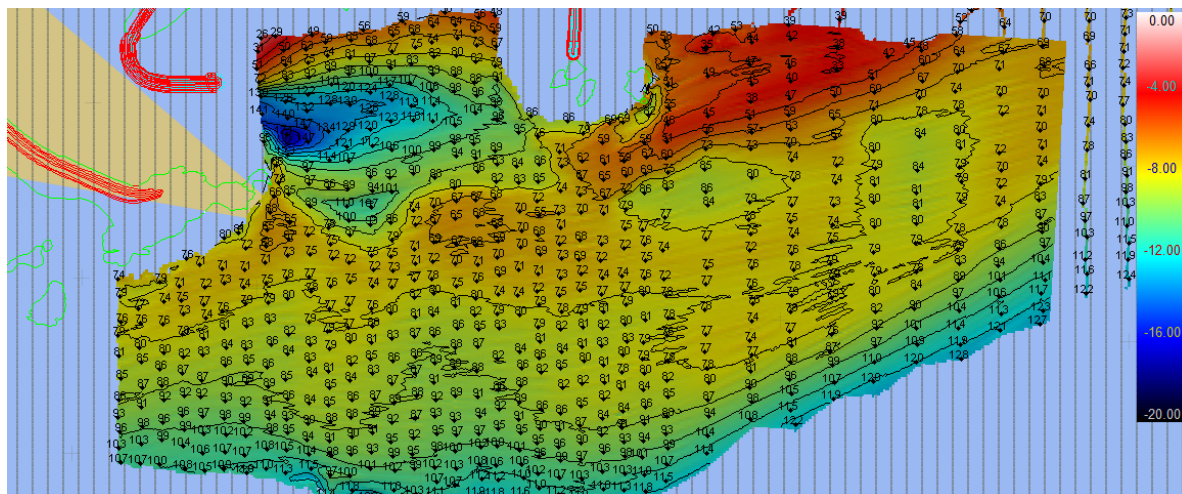


Mynd 67. Mismunaplön frá fyrstu mælingu í lok september 2009 og mælingarinnar frá því í febrúar 2014. Á tímabilið hefur dýpkað verulega austan við Hvanney á meðan það hefur grynkað um allt að 4 metra utan og austan við Þinganesker.

Þegar litið er yfir tímabilið í heild sinni virðist vera lítil breyting á dýpi á Grynnslunum sjálfum. Helstu breytingarnar eru á skilum straumbandsins og Grynnslanna sem og við Þinganeskerin þar sem virðist dýpka og grynka til skiptis. Á dýptarmælingunni frá því í febrúar 2014 virðist vera að grafast rás í Grynnslin austan í Hvanneynni auk þess sem stór skafll hefur hlaðist upp austan við Þinganeskerin sem hefur ekki sést áður. Á dýptarmælingu sem framkvæmd var í maí

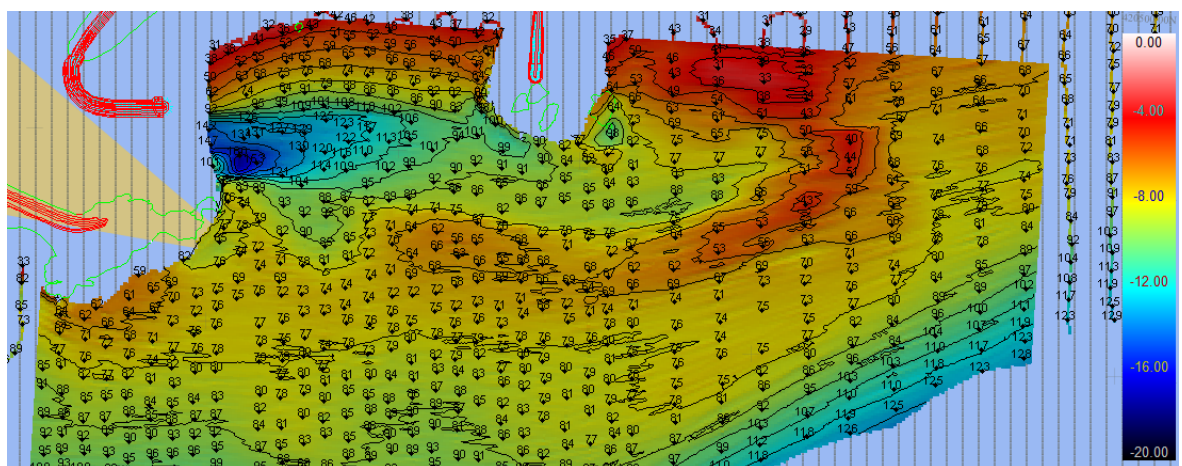
2014 hafa þessar breytingar gengið til baka. Magntaka á rofi og upphleðslu leiddi í ljós að um 300 þús. m<sup>3</sup> af efni væru á ferðinni og er það til marks um þær miklu tilfærslur á efni sem eiga sér stað á Grynslunum.

Meðfylgjandi myndir sýna dýptarmælingar frá því í febrúar og maí 2014 og þær miklu breytingar sem áttu sér stað á þeim stutta tíma. Mynd 68 er dýptarmælingin frá því í febrúar 2014. Þar er grunnur bakki austan í Þingnesskerjunum þar sem dýpið er rétt um 4 m. Austan í Hvanney er djúp rás þar sem straumbandið brýtur sér leið í gegn og er dýpið allt að 12 m.



Mynd 68. Dýptarmæling frá 8.2.2014.

Mynd 69 sýnir dýptarmælinguna frá maí 2014. Þá hefur bakkin austan í Þingnesskerjunum grynkað mikið og straumbandið er aftur byrjað að brjóta sér leið austur eftir. Við þessar breytingar hleðst aftur í rásina sem hafði myndast og dýpið á þeim stað er í kringum 8 m í maí þar sem áður voru 12 m. Líkt og nefnt var áður eru það allt að 300 þús. m<sup>3</sup> af efni brúttó sem eru á ferðinni á þessu stutta tímabili.



Mynd 69. Dýptarmæling frá 3.5.2014.

## 7 Nauðsynlegt lágmarksdýpi á Grynslunum, utan við Hornafjarðarós

### 7.1.1 Kröfur um lágmarksdýpi

Samkvæmt tækniröfum Siglingastofnunar þarf dýpi við bestu skilyrði og á smástreymi að vera það mikið að það sé að lágmarki 1,0 m undir kjöl skipsins í innsiglingu og 0,6 m undir kjöl innan hafnar. Þegar ölduhæð er innan við  $H_s = 3,5$  m þarf dýpi að vera sem svarar til djúpristu skips að viðbættu  $2/3$  af ölduhæð ( $0,7 \times$  ölduhæð) á staðnum miðað við hefðbundin fiskiskip. Áhrifa ölduhæðar á lóðréttar hreyfingar skipa gætir uns dýpið er orðið 50% meira en djúprista skipsins. Unnið hefur verið eftir þessum kröfum og hefur dýpi í innsiglingum og í höfnum verið miðað við þessar forsendur. Þegar þessum forsendum er fylgt hafa ekki komið upp vandamál varðandi djúpristu fiskiskipa í innsiglingum og í höfnum.

Reynsla Hornfirðinga af innsiglingu yfir Grynslin og inn í straumbandið og Hornafjarðarós og þaðan inn í höfnina, hvað varðar skipastærð og hæð kenniöldu, er samkvæmt upplýsingum frá leiðsögumönnum Hornafjarðarhafnar:

*Botninn á innsiglingaleiðinni er sandbotn inn til hafnar nema í sjálfum Ósnum en þar er einnig möl. Grynslin um 800 m löng og dýpið á Grynslunum er um 7 m á stórstraumsfjöru.*

*Uppsjávarskipið Ásgrímur Halldórsson SF-250 er 61,2 m langt og 13,1 m breitt. Djúpristan er 7,0 m að framan og 7,4 m að aftan fulllestaður. Fyrir siglingar er miðað við að kennialda á dufli fari ekki yfir 3,5 m. Siglingar um Grynslin hafa gengið þolanlega.*

*Flutningaskip 90 m löng (3000 DWT) með djúpristu 5,7 m geta siglt til Hafnar, en við slæmar aðstæður á Grynslunum (3,5 m kennialda) getur þurft að minnka djúpristu lítilla.*

*Hvað varðar siglingahraða yfir Grynslin þá er best að nota lítinn hraða (stýrishraða 4-5 sjómílur) enda auðveldara að bregðast við þverstraumum eða öldu undir skipið við litla ferð.*

Ölduhæð er mæld hæð hvekkar stakrar öldu en kennialda er meðalhæð þriðjungs hæstu mældrar öldu á ákveðnu tímabili. Samkvæmt kenningunni um stakar öldur/bylgjur þá brotna öldur þar sem botn er láréttur þegar hlutfallið milli hæstu brotnandi ölduhæðar og dýpis er 0,78. Þegar tekið er tillit til botnhalla þá fæst hlutfallið milli hæstu brotnandi kenniöldu, dýpis og botnhalla. Kamphuis (1991) setti fram viðmið fyrir öldubrot fyrir óreglulegar öldur, hæð kenniöldu deilt með dýpi sem fall af botnhalla þar sem  $m$  er botnhalli.

$$\frac{H_b}{h} = 0,56e^{3,5m} \quad (1)$$

Fyrir botnhalla 1:200 gefur jafnan að hlutfall brjótandi öldu og dýpis sé 0,57 en fyrir botnhalla 1:100 fæst hlutfallið 0,58.

Líkindin,  $Q$ , á jafnri eða hærri öldu í öldugerð er hægt að lýsa með Rayleigh dreifingu.

$$H_Q = 2 \sigma \sqrt{\left(2 \ln \left(\frac{1}{Q}\right)\right)} \quad (2)$$

Þar sem  $\sigma$  er eitt staðalfrávik samfelldra öldumælinga.

Þar með fæst sambandið milli fjölda brotnandi aldna í prósentum og dýpis þegar miðað er við botnhallann frammi á Grynnslnum 1/200.

Tafla 15. Brotölduhæð sem hlutfall af dýpi fyrir mismunandi hlutfall brotnandi aldna fyrir botnhalla 1/200

Ölduhæð, H	Lýsing	$H_b / h$
$H_{.01}$	Jafnt og 1% af öldunum brotna	0,37
$H_{.02}$	Jafnt og 2% af öldunum brotna	0,40
$H_{.05}$	Jafnt og 5% af öldunum brotna	0,46
$H_{.06}$	Jafnt og 6% af öldunum brotna	0,47
$H_{.08}$	Jafnt og 8% af öldunum brotna	0,50
$H_{.10}$	Jafnt og 10% af öldunum brotna	0,52
$H_{.136}$	Jafnt og 13,6% af öldunum brotna, $H_{sb}$	0,56

Grunnbrot nærri innsiglingarennu og hafnarmynni geta verið hættuleg minni skipum. Það er erfitt að setja almenn viðurkennd viðmiðunarmörk fyrir grunnbrot utan hafna en grunnbrotin verða vissulega að vera innan ákveðinna marka og er þá oft miðað við að sá tími sem siglingar teppast vegna grunnbrota sé samanlagt skemmri en ein vika á ári eða sem svarar til innan við 2% af árinu.

Hæstu 2% af öldum byrja að brotna þegar kennialdan í sjólaginu er um það bil 0,4 sinnum dýpið. 6% af hæstu öldum brotna þegar kennialdan í sjólaginu er um 0,47 sinnum dýpið og 10% þegar kennialdan er um 0,52 sinnum dýpið. Eftir því sem ofar er farið við 2% grunnbrotin í sjólagi því erfiðara er að sigla um Grynnslin. Við 6% grunnbrot er innsigling nánast lokuð og við 10% grunnbrot er innsiglingin lokuð.

Kennialdan á Hornafjarðardufli er um 5,0 m um 2% af árinu samkvæmt töflu 8. Hún er um 4,1 m um 5,0% af tímanum og um 3,4 m um 10% af tímanum. Mynd 33 sýnir að aldan lækkar um 20% frá dufli að Grynnslnum, meira og minna óháð ölduáttum af hafi og sjávarstöðu. Kennialdan á Grynnslnum er því um 4,0 m um 2% af árinu, um 3,3 m um 5% af árinu og um 2,7 m um 10% af árinu.



Ef miðað er við að sigling sé möguleg þegar allt að 6% af öldunum brotna í sjólagi þá er hægt að setja viðmiðunarmörk bæði hvað varðar öldufar og dýpi utan hafnar á hverjum stað sem tekur mið af kenniöldu, dýpi og botnhalla á staðnum.

$$H_{s,2\%} = 0,47 h_{\min}$$

$$h_{\min} = 2,1H_{s,2\%} = 2,1 * 4,0 = 8,4 \text{ m} \quad (3)$$

Þar sem  $H_{s,2\%}$  er kennialdan miðað við að aðeins 2% af árinu sé aldan hærri, í þessu tilfalli er  $H_{s,2\%} = 4,0$  m, og  $h_{\min}$  er minnsta dýpið í innsiglingunni. Miðað við þessar forsendur fæst að dýpið á siglingaleiðinni þyrfti að vera minnst 8,4 m, þ.e.  $h_{\min} = 8,4$  m.

Ef miðað væri við að 95% af tímanum væri ölduhæðin minni eða jafnt og 3,3 m á Grynnslnum, og innsiglingin opin miðað við allt að 2% grunnbrot þyrfti dýpi að vera minnst 8,25 m.

Þessi viðmiðunarmörk eru mikilvæg fyrir skip sem eru af svipaðri lengd eða lengri en öldulengdin á grunnu vatni,  $L = (gh)^{1/2} T_s$ , þar sem  $L$  er öldulengdin og  $g$  er þyngdarhröðun, 9,81 m/s<sup>2</sup> og  $T_s$  sveiflutími kenniöldunnar. Öldulengdin miðað við 6 m dýpi og 8 sekúndna öldu er 61 m og 66 m fyrir 7 m dýpi. Þannig er öldulengd 8 sekúndna öldu svipuð og lengd skipanna Ásgríms og Jónu.

### 7.1.2 Samanburður á siglingu yfir Grynnslin til Hornafjarðar, við innsiglingu til Landeyjahafnar og Þorlákshafnar

Hér verður gerður grófur samanburður á yfirliti smástraumsfjöru og kenniöldu við Hornafjarðarhöfn, Þorlákshöfn og Bakkafjöru sem leiðir eftirfarandi í ljós. (Miðað er við kenniöldu minni eða jafnt og 95% af tímanum á Hornafjarðardufli, Bakkafjörudufli og á 30 m dýpi utan Þorlákshafnar):

Grynnslin á Hornafirði	smástraumsfjara 0,71 m og $H_{s95\%} \sim 3,3$ m.
Landeyjahöfn	smástraumsfjara 0,80 m og $H_{s95\%} \sim 3,6$ m.
Þorlákshöfn	smástraumsfjara 1,06 m og $H_{s95\%} \sim 5,0$ m.

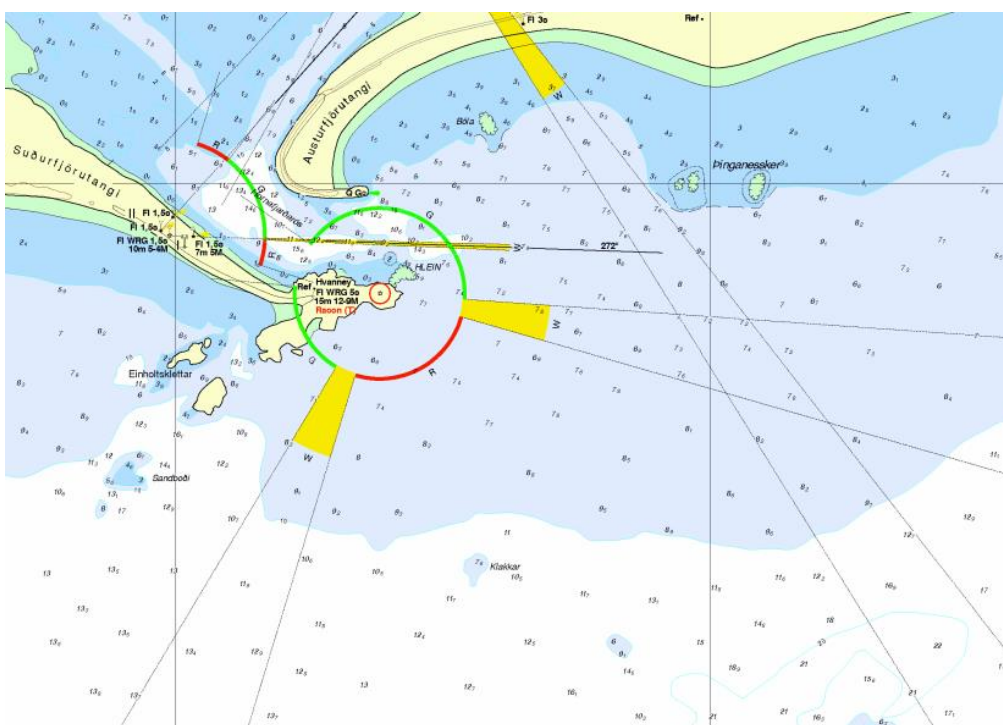
Dýpið á smástraumsfjöru á Grynnslnum til Hornafjarðar er um 7,7 m með botnhalla um 1/200, í innsiglingunni til Þorlákshafnar er dýpið breytilegt frá 6,5 til 9 m með botnhalla 1/120 og til Landeyjahafnar tæpir 6,8 m á sandrifinu með botnhalla 1/50. Ef skoðað er hlutfallið milli kenniöldu  $H_{sb95\%}$  og dýpis á smástraumsfjöru fæst fyrir Grynnslin 0,43, fyrir Þorlákshöfn 0,56 – 0,77 og fyrir Bakkafjöru 0,53.

Miðað við framangreind öldu- og dýpisskilyrði brotna um 3% af öldunum á 800 m svæði á Grynnslnum inn að snúningi í straumbandið. Síðan tekur við allt að um 500 m sigling þvert á suðvestan öldu. Í innsiglingunni til Þorlákshafnar brotna um 13,6% af öldunum á um 350 m siglingu inn að snúningi og þaðan um 130 m inn að hafnarmynni. Síðasti hluti siglingarinnar er þvert á suðvestan öldu. Í aðsiglingunni að Landeyjahöfn brotna um 8% af öldunum á sandrifinu

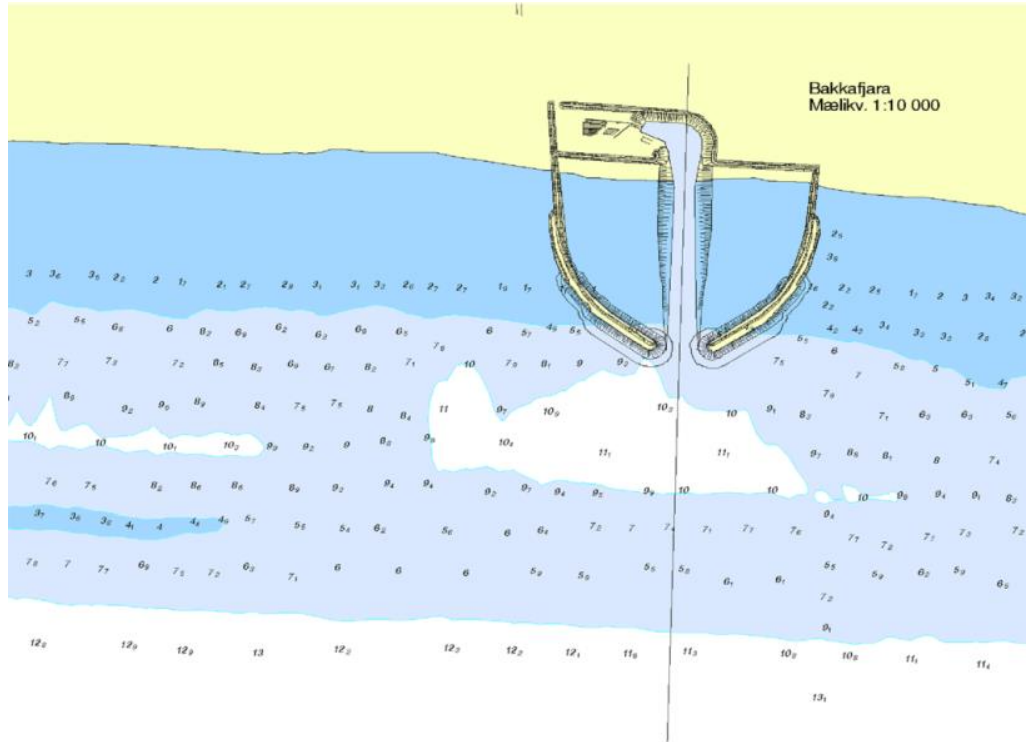
utan Bakkafjöru. Sú sigling er um 250 m svæði og brotnar aldan þar nærri þvert á rífið. Innan rífsins tekur við 300 m breiður áll með meira en 9-10 m dýpi þar sem aldan er innan marka. Alltaf mun verða siglt hornrétt á ríkjandi ölduátt.

Samkvæmt þessu leiðir samanburður á þeirri vegalengd sem siglt er í brotöldum í innsiglingu að þessum þremur höfnum eftirfarandi í ljós:

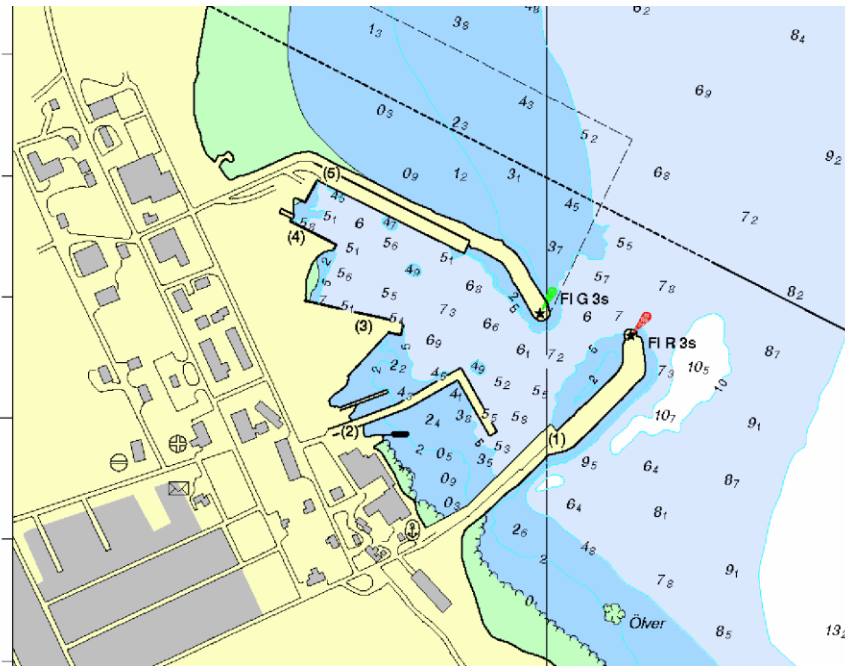
- Hornafjörður: 800 m
- Þorlákshöfn: 480 m
- Landeyjahöfn: 250 m



Mynd 70. Innsigling að Hornafirði. Hér er sú vegalengd sem siglt er í brotöldum allt að 800 m.



Mynd 71. Ferjuhöfnin á Bakkafjöru.



Mynd 72. Afstöðumynd af innsiglingunni til þorlákshafnar.



## 8 Landris í Hornafirði

Vegna stöðugar hlýnunar jarðar og bráðnunar jökla hefur land í Hornafirði risið undanfarin ár. Með bráðnun jökulsins léttist það farg sem liggur á landinu og landið lyftist upp, mest landris er alveg við jaðar jökulsins en þó er töluvert landris á Höfn. Frá 1997 hefur landið risið um 13 mm/ári að meðaltali yfir 17 ára tímabil sem mælingar hafa staðið, um 22 cm í heildina. Nærri 10 mm/ári fyrri helming tímabilsins og um 15 mm/ári seinni hluta þess, þar af um 17 mm/ári síðasta fjórðunginn. Landris hefur því frekar aukist undanfarin ár.

Áhrif landriss á innsiglinguna um Hornafjarðarós liggja ekki beint fyrir en þó má telja að þau geti verið nokkur. Hornafjörður og Skarðsfjörður eru báðir frekar grunnir firðir og því getur landris haft mikil áhrif á það vatnsmagn sem kemst inn í firðina á flóði. Með minnkandi vatnsmagni í fjörðunum má gera ráð fyrir að sjávarfallaprismað, þ.e. það magn vatns sem fer inn og út um Ósinn á flóði og fjöru, muni minnka til muna þar sem það mun ekki komast jafn mikið vatn inn í firðina. Með minnkandi sjávarfallaprismu mun straumur í Ósi væntanlega minnka til muna og getur það haft miklar afleiðingar fyrir siglingar um Ósinn.

### 8.1 Hornafjörður árið 2050

Veðurstofan hefur undir höndum gögn sem sýna landris í Hornafirði. Út frá þeim má gróflega áætla að árið 2050 verði landris orðið um 2 cm/ári. Ef kúrfa Veðurstofunnar fyrir árin 1997 – 2007 er framlengd miðað við grundvöll fyrirliggjandi gagna og mælinga mun land hafa risið um 0,7 m – 1,0 m árið 2050 frá því sem var árið 1997. Þetta mat er þó lagt fram með fyrirvara um ótrygg efri mörk og að það er ekki byggt á formlegum líkindareikningum eða eiginlegu tölfræðilegu mati.<sup>8</sup>

Vatnaskil fundu út með gögnum sem þar eru til að ef land myndi rísa um 0,5 m myndi sjávarfallaprisma Óssins minnka um 35% og ef risið yrði 1,0 m myndi sjávarfallaprismað minnka um 66%<sup>9</sup>. Straumlíkanið sem notað var við þessa útreikninga er af Hornafirði og Skarðsfirði og var upphaflega notað til að leggja mat á dreifingu mengunar í firðinum. Mesta óvissan í útreikningum liggur í svæðum með dýpi milli 1-2 m og eru utan við dýptarmælingar, það eru þau svæði sem rísa upp fyrir stórstreymisfjörumörk við 1 m landris.

Líkanið reiknar að miðað við núverandi hæðargrunn sé sjávarfallaprisma um  $14,6 \times 10^7 \text{ m}^3$  og þar af sé um  $0,2 \times 10^7 \text{ m}^3$  ferskvatn. Miðað við spá um að land verði búið að rísa um 1 m eftir 50 ár þá verður sjávarfallaprismað komið niður í  $5,0 \times 10^7 \text{ m}^3$  sem er veruleg minnkun frá því sem nú er eða 66%. Þessum niðurstöðum ber saman við fyrri athuganir með reiknilíkani Vatnaskila

<sup>8</sup> Veðurstofa – minnisblað frá 27/6/2014

<sup>9</sup> Vatnaskil – minnisblað frá 10/6/2014



en þar minnkaði heildarrennsli um Ósinn um 33% á stórstreymi og 35% á smástreymi við 0,5 m landris<sup>10</sup>

Það er því vert að skoða nánar hve mikið landris mun verða á næstu árum og áhrif þess á vatnsmagn í firðinum og strauma um Ósinn. Mesta hættan er sú að sjávarfallaprisma minnki það mikið að Ósinn muni taka breytingum en óvíst er hverjar þær breytingar munu verða. Þeir útreikningar sem hér er vitnað í eru ekki nægilega ítarlegir til þess að segja til um hverjar breytingarnar verða. Eins þarf að skoða nánar hvernig fjörðurinn mun bregðast við og hvort ferskvatn í firðinum sé að aukast.

Minnisblað Vatnaskila og Veðurstofunnar er hægt að sjá í viðaukum VII og VIII.

Í kafla 3.2 Rennslis- og straumamælingar í Hornafjarðarósi, er talin þörf á að endurtaka strauma- og rennslismælingar í Hornafirði.

---

<sup>10</sup> Vatnaskil (1995). bls 25

## 9 Siglingar yfir Grynnslin

Undanfarið hefur verið í gangi samvinnuverkefni milli Skinney Þinganes, siglingasviðs Vegagerðarinnar og Sveitarfélagsins Hornafjarðar þar sem skráðar eru niður upplýsingar um siglingar yfir Grynnslin með það fyrir augum að kryfja gögnin nánar. Skráðar hafa verið niður upplýsingar um hvenær og þá hvar fiskiskipin Skinney SF20, Þórir SF77, Ásgrímur Halldórsson SF250 og Jóna Eðvalds SF200 hafa tekið niðri. Í þeirri úrvinnslu á gögnum sem hér er kynnt var einkum skoðað dýpi á þeim stað sem tók niður, sjávarhæð og ölduhæð.

Meðalhraði skipa á siglingu yfir Grynnslin er talinn vera á bilinu 3-4 sjm hjá Ásgrími og Jónu en 4-5 sjm hjá Skinney og Þóri. Miðað við þennan hraða þá grafa skipin sig ekki niður á siglingunni yfir Grynnslin (ship squat).

Teiknuð voru upp gröf sem sýna bil milli kjalar skipsins og hafsbotnsins á móti ölduhæð á dufli og einnig gröf sem sýna sjávarhæð skv. flóðmæli í Hvanney á móti ölduhæð á dufli. Punktarnir voru settir inn og merkt hversu oft var tekið niður á hverjum punkti fyrir sig.

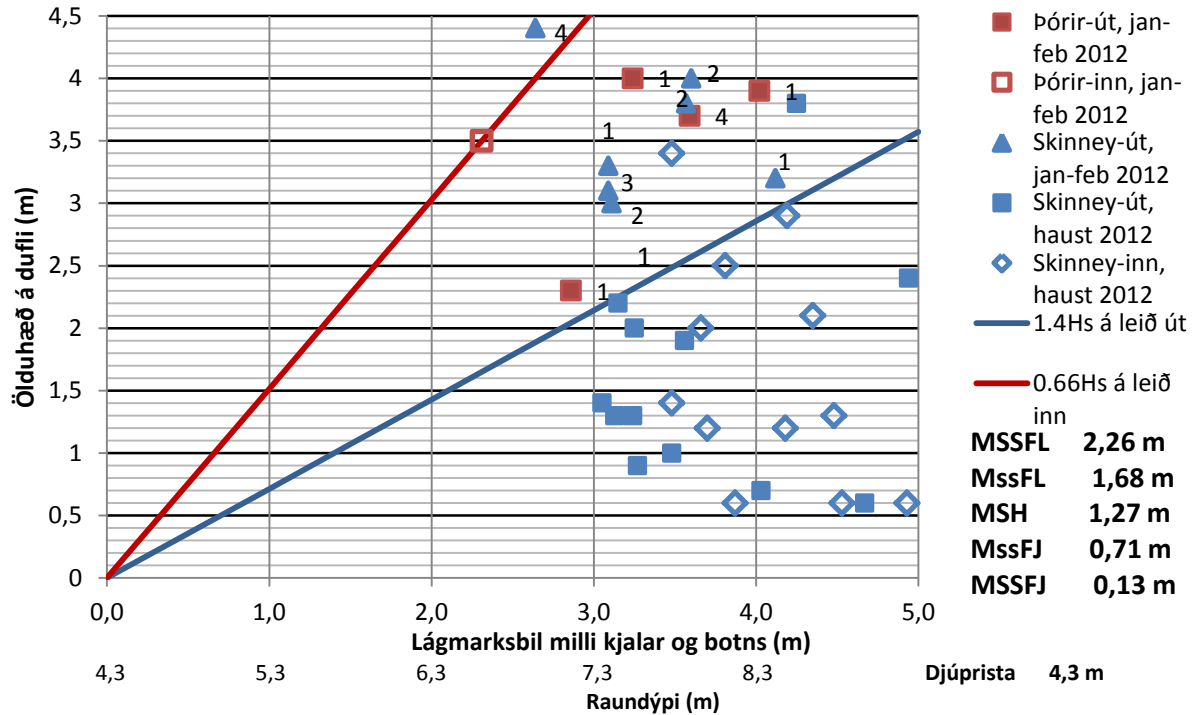
Þegar bilið milli kjalar og botns er minna eða jafnt og 1,4 sinnum ölduhæðin á dufli geta Skinney og Þórir tekið allt að einu sinni niður á leið sinni út yfir Grynnslin. Á leið inn eru viðmiðunarmörkin hinsvegar 0,7 og þar eiga sömu viðmiðunarmörk við um Ásgrím og Jónu hvort sem er á leið inn eða út.

**Skinney SF 20 og Þórir SF 77**

[L = 26,3 m B = 9,2 m Djúprista = 4,3 m]

Tölurnar sína hve oft skipið tók niðri á siglingu yfir Grynnslin

Rauð lína táknar bil minna eða jafnt 0,7 Hs sem getur þýtt að skip taki einu sinni niðri



Mynd 73. Siglingar hjá Skinney og Þóri yfir grynnslin veturinn 2012 og 2013. Best er að sigla út við aðstæður undir bláu línunni en inn við aðstæður neðan við rauðu línuna. Á siglingu við aðstæður ofan við bláu línuna er líklegt að skip taki niðri allt að einu sinni. Dýpi miðast við hæðarkerfi hafnarinnar.

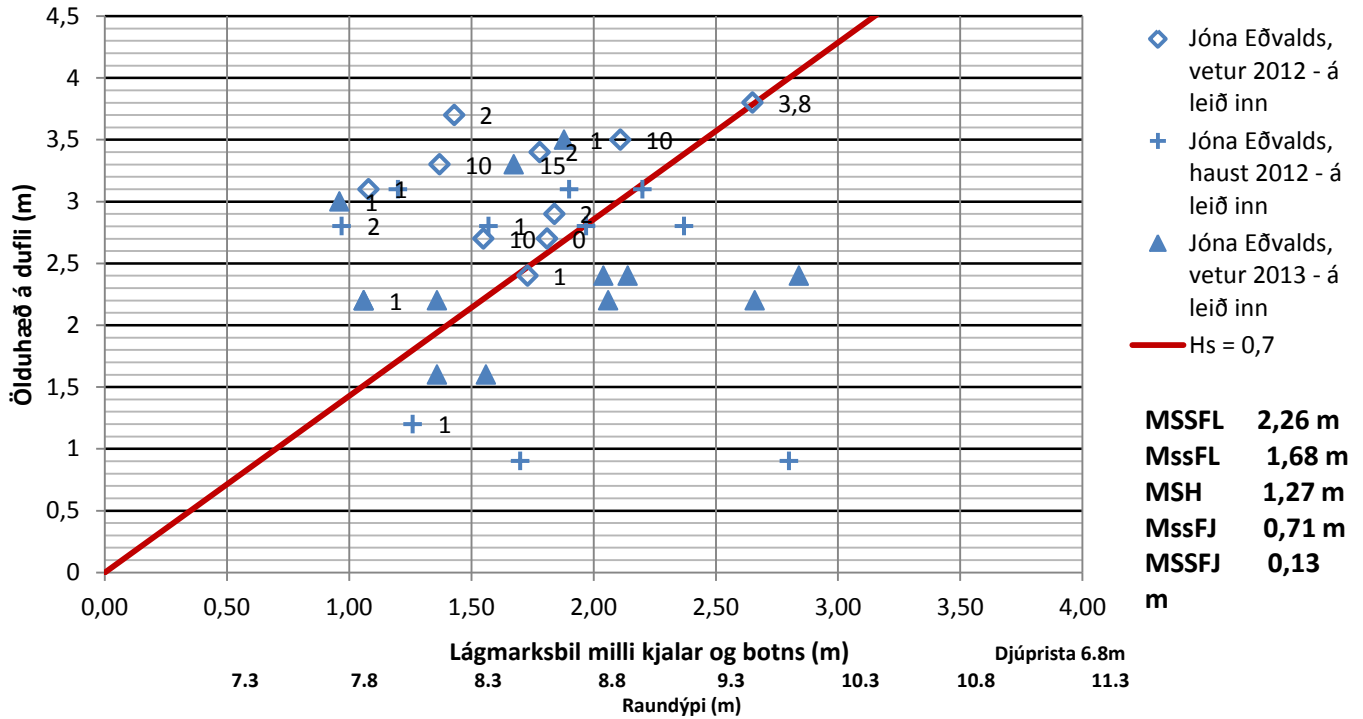


**Jóna Eðvalds SF 200**

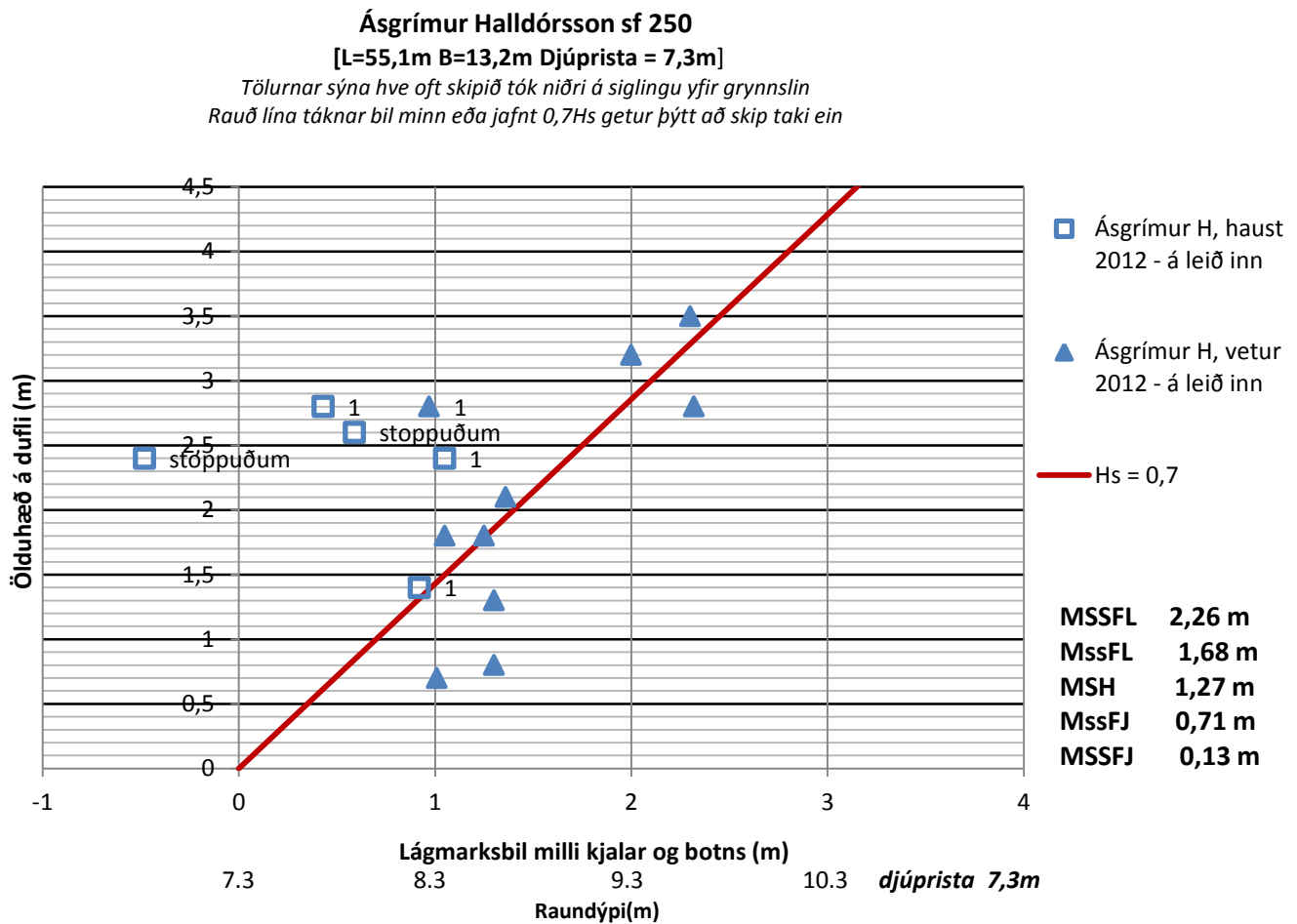
[ L = 66m B = 12,1m Djúprista = 6,8m]

Tölurnar sína hve oft skipið tók niðri á siglingu yfir Grynnslin

Rauð lína táknar bil minn eða jafnt 0,7Hs getur þýtt að skip taki einu sinni niðri



Mynd 74. Siglingar hjá Jónu Eðvalds yfir grynnslin veturinn 2012 og 2013. Ef siglt er við aðstæður ofan við rauðu línuna er líklegt að skip taki niðri allt að einu sinni. Dýpi miðast við hæðarkerfi hafnarinnar.



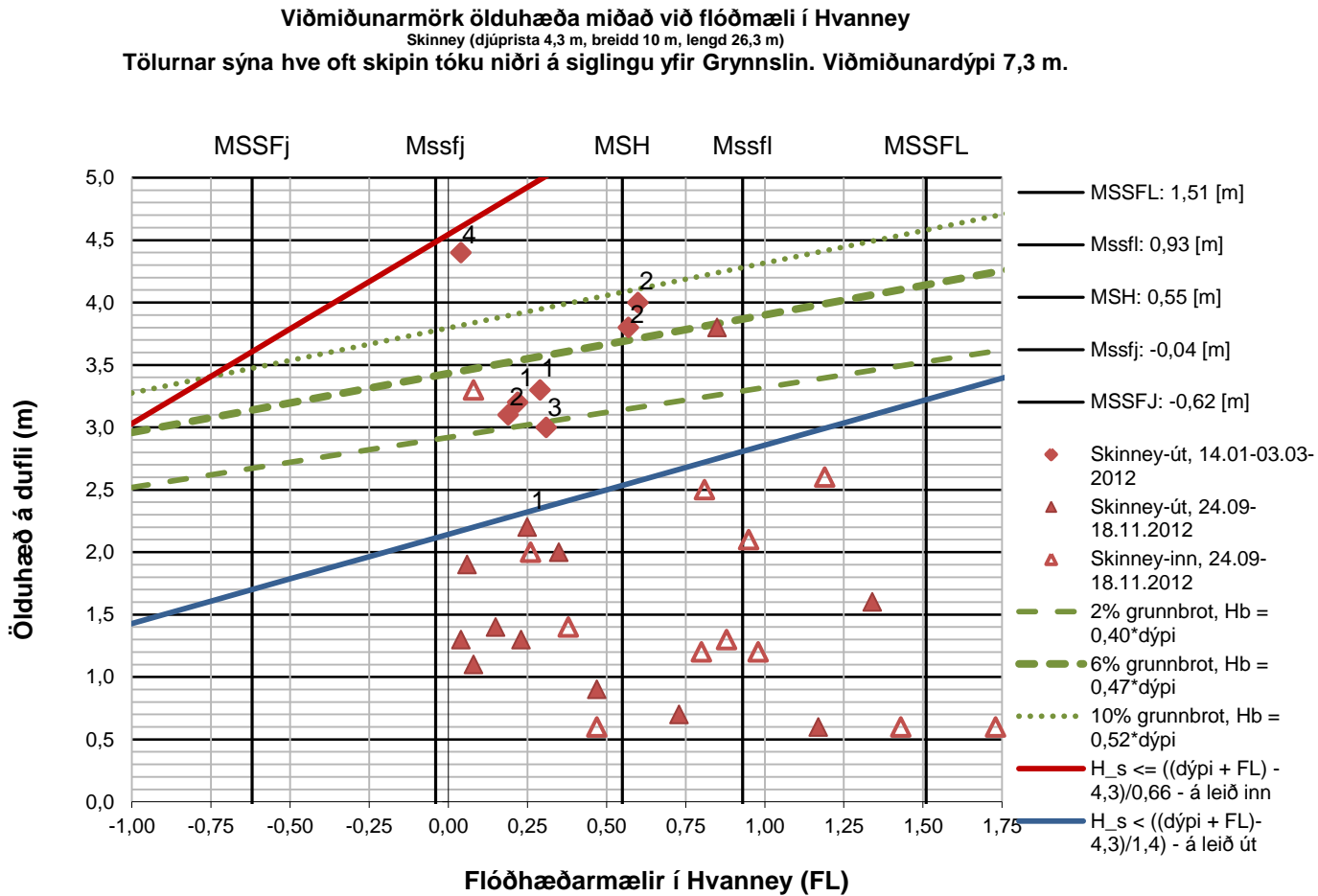
Mynd 75. Siglingar Ásgríms Halldórssonar yfir Grynslin veturinn 2012 og 2013. Ef siglt er við aðstæður ofan við rauðu línuna er líklegt að skip taki niðri allt að einu sinni. Dýpi miðast við hæðarkerfi hafnarinnar.

Nauðsynlegt bil milli kjalar og botns fyrir Jónu og Ásgrím er í samræmi við staðalkröfur Siglingastofnunar. Þar má gera ráð fyrir að skipin taki allt að einu sinni niðri á leið sinni yfir Grynslin ef ölduhæð á öldudufli er hærri en sem nemur ferlinum á línuritinu.

Skinney og Þórir þurfa helmingi meira bil milli kjalar og botns á leið sinni út yfir Grynslin en ekki á leiðinni inn. Skýringin á því er m.a. að skipin eru aðeins 26 m löng og fara því alveg niður í öldudali á meðalöldu á leiðinni út á móti öldunni. Vegna lögunar stefnis þessara skipa eykst viðtaka stefnis nær ekkert þegar skipin taka dýfur í öldu á siglingu á móti öldunni. Jóna og Ásgrímur eru tvöfalt lengri og ná því nærri tveimur öldutoppum.

## 9.1 Áhrif grunnbrota á siglingu um Grynnslin

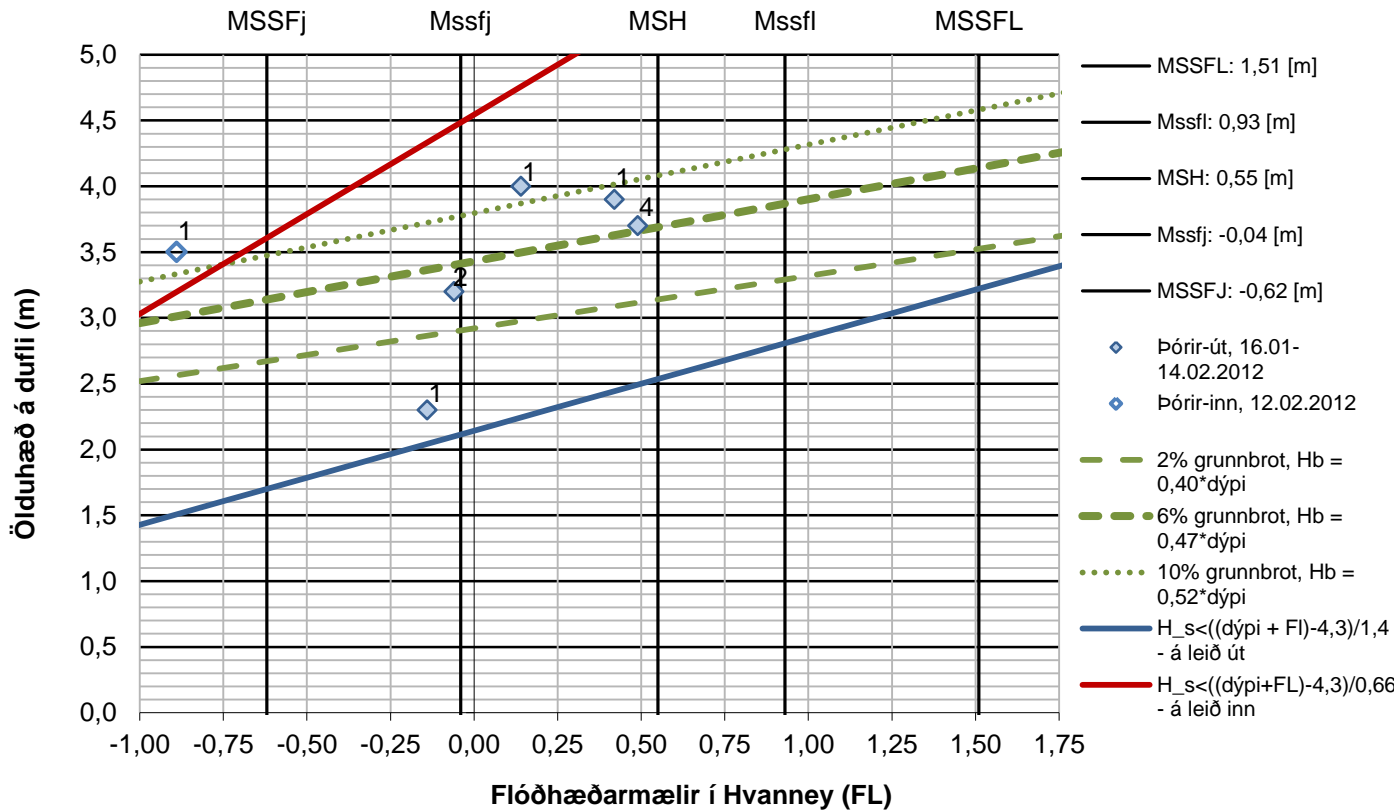
Það er ekki aðeins dýpið sem hefur áhrif á getu til siglingar yfir Grynnslin heldur einnig grunnbrot á svæðinu. Á meðfylgjandi gröfum hafa verið teiknuð inn 2%, 6% og 10% grunnbrot með grænum línum samanber hér að framan. Eftir því sem ofar er farið við 2% grunnbrotslínurnar, því erfiðara er að sigla um Grynnslin. Við 6% grunnbrot er innsigling nánast lokuð og við 10% grunnbrot er hún lokuð.



Mynd 76. Siglingar Skinneyjar um Grynnslin. Aðstæður neðan við bláu línuna eru hentugastar til útsiglinga en neðan við rauðu línuna þegar siglt er inn. Grænu línurnar tákna mismunandi grunnbrot og ekki er æskilegt að fara upp fyrir 6% línuna.



**Viðmiðunarmörk ölduhæða miðað við flóðmælir í Hvanney**  
 Þórir (djúprista4,3m, breidd10m, lengd26,3m)  
 Tölurnar sýna hve oft skipin tóku niðri á siglingu yfir Grynnslin. Viðmiðunardýpi 7,3 m.

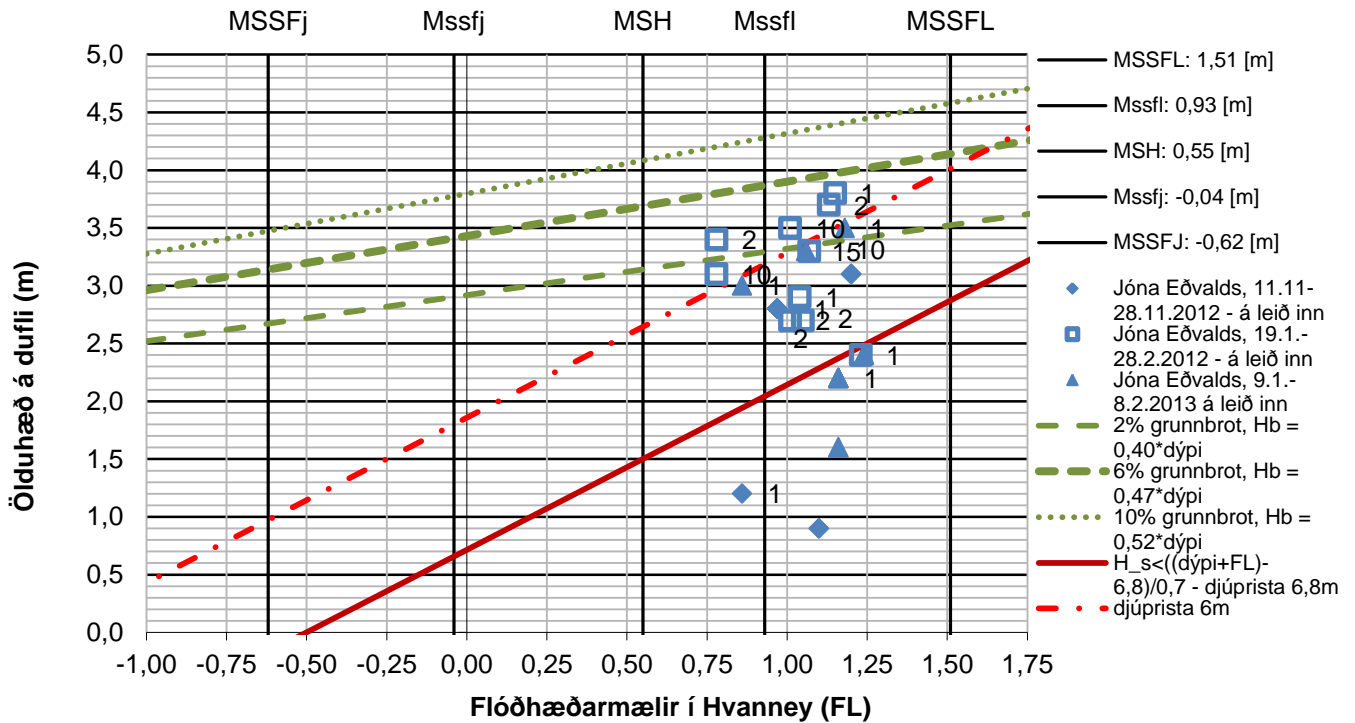


Mynd 77. Siglingar Þóris um Grynnslin. Aðstæður neðan við bláu línuna eru hentugastar til útsiglinga en neðan við rauðu línuna þegar siglt er inn. Grænu línurnar tákna mismunandi grunnbrot og ekki er æskilegt að fara upp fyrir 6% línuna.

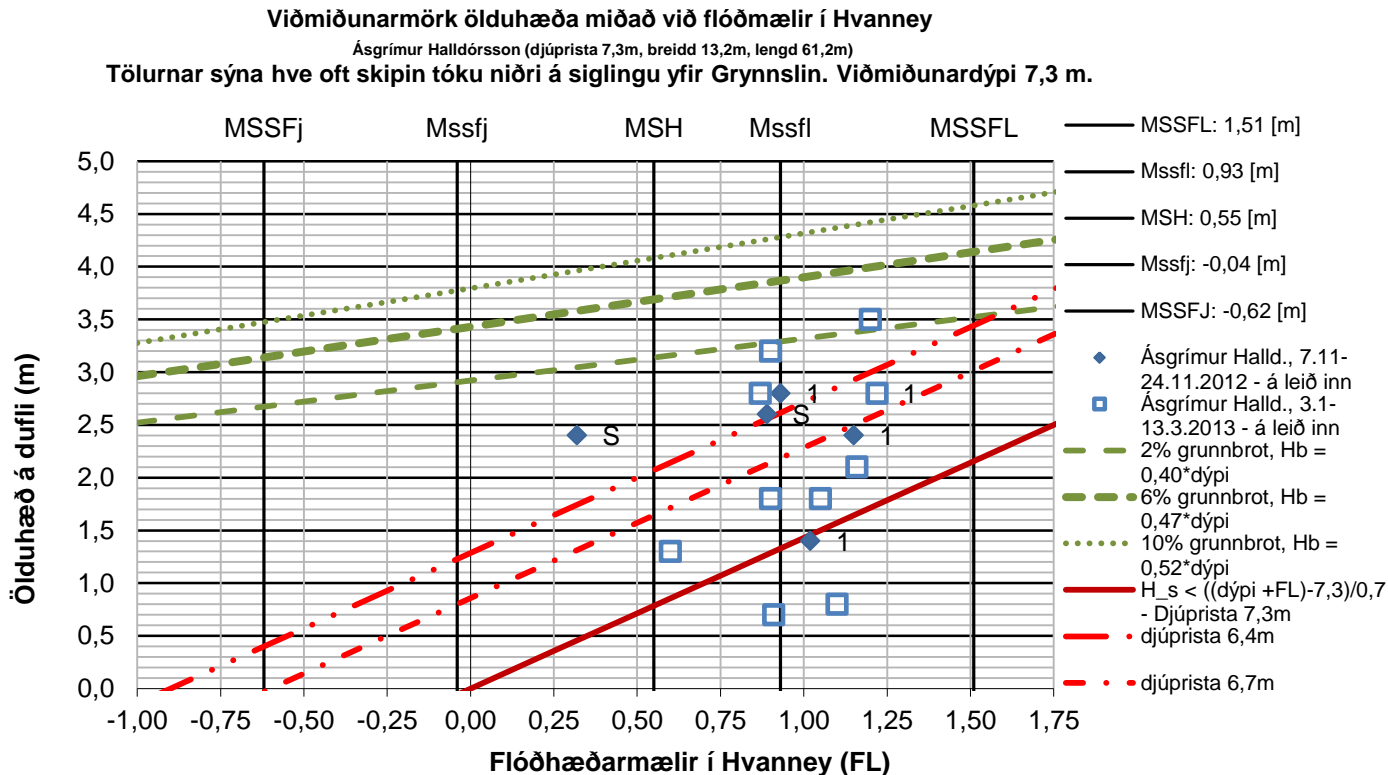
Viðmiðunarmörk ölduhæða miðað við flóðmælir í Hvanney

Jóna Edvalds(djúprista 6,8m, breidd 12m, lengd 66m)

Tölurnar sýna hve oft skipin tóku niðri á siglingu yfir Grynnslin. Viðmiðunardýpi 7,3 m.



Mynd 78. Siglingar Jónu um Grynnslin. Aðstæður neðan við rauðu línuna henta best til siglinga um Grynnslin. Grænu línurnar tákna mismunandi grunnbrot og ekki er æskilegt að fara upp fyrir 6% línuna. Rauða punktalínan sýnir hversu mikið breyting á djúpristu auðveldar siglingar um Grynnslin.



Mynd 79. Siglingar Ásgríms um Grynnslin. Aðstæður neðan við rauðu línuna henta best til siglinga um Grynnslin. Grænu línurnar tákna mismunandi grunnbrot og ekki er æskilegt að fara upp fyrir 6% línuna. Rauðu punktalínurnar sína hvernig aðstæður væru til siglinga ef skipið yrði lengt um annars vegar 6 m (djúprista = 6,7 m) og hins vegar 10 m (djúprista 6,4 m).

### 9.1.1 Mismunandi djúprista Jónu og Ásgríms

Líkt og sést á gröfum í kafla 9.1. gætu lengingar á Jónu og Ásgrími, þ.e. breytingar á djúpristu, breytt nokkru fyrir siglingar um Grynnslin. Mynd 79 sýnir að ef Jóna myndi rista 6 m í staðin fyrir 6,8 m myndi hún eiga í mun minni vandræðum á siglingum sínum yfir Grynnslin við sama dýpi. Þessar breytingar á skipinu eru hinsvegar erfiðar í framkvæmd og myndu í raun þýða nýtt skip. Breytingar á Ásgrími eru hins vegar framkvæmanlegri og hægt væri að lengja skipið um annað hvort 6 m (djúprista = 6,7 m) eða 10 m (djúprista = 6,4 m). Þessar lengingar myndu hafa áhrif til hins betra en leysa þó ekki allan vandann.

### 9.1.2 Samanburður á siglingarleiðum, grunnbrotum og skipum

Líkt og nefnt var í kafla 4 um dýptarmælingar við Hornafjörð er mest dýpi á siglingaleið yfir Grynnslin 100 faðma frá Hvanney 7,4 m að meðaltali á meðan dýpið er aðeins 6,9 m á hinum tveimur siglingaleiðunum að meðaltali.

Á meðfylgjandi töflum sjást þau áhrif sem breyting á djúpristu myndi hafa fyrir Jónu Eðvalds og Ásgrím ásamt því hvað það myndi gera fyrir Þóri og Skinney á siglingu um Grynnslin ef pera yrði sett framan á skipin. Ekki þýðir einungis að skoða ölduhæð heldur þarf einnig að taka tillit til grunnbrota en innsigling er nánast lokuð við 6% grunnbrot.

Tafla 16. Siglingaleið um 100 faðma frá Hvanney þar sem að meðaldýpi er 7,4 m. Sýnir ölduhæð við mismunandi sjávarstöðu og hver munurinn er fyrir skipin fyrir og eftir breytingar.

Siglingaleið við Hvanney. Meðaldýpi 7,4 m					
	MSSFJ	Mssfj	MSH	Mssfl	MSSFL
<b>Sjávarhæð á flóðmæli við Hvanney [m]</b>	-0,62	-0,04	0,55	0,93	1,51
<b>Ölduhæð [m]</b>					
<b>2 % grunnbrot á Grynnslnum, 0,40*d</b>	2,71	2,94	3,18	3,33	3,56
<b>6% grunnbrot á Grynnslnum, 0,47*d</b>	3,19	3,46	3,74	3,92	4,19
<b>10% grunnbrot á Grynnslnum, 0,52*d</b>	3,53	3,83	4,13	4,33	4,63
<b>Jóna (djúpr. 6,8 m)</b>		0,80	1,64	2,19	3,01
<b>Jóna (djúpr. 6,0 m)</b>	1,11	1,94	2,79	3,33	4,16
<b>Ásgrímur (djúpr. 7,3 m)</b>		0,09	0,93	1,47	2,30
<b>Ásgrímur (djúpr. 6,7 m)</b>	0,11	0,94	1,79	2,33	3,16
<b>Ásgrímur (djúpr. 6,4 m)</b>	0,54	1,37	2,21	2,76	3,59
<b>Skinney/Þórir (djúpr. 4,3 m) - inn</b>	3,54	4,37	5,21	5,76	6,59
<b>Skinney/Þórir (djúpr. 4,3 m) - út</b>	1,77	2,19	2,61	2,88	3,29
<b>Skinney/Þórir (djúpr. 4,3 m) – m. peru</b>	3,54	4,37	5,21	5,76	6,59

Taka verður tillit til grunnbrota því skipin sigla ekki um Grynnslin ef grunnbrot er meira en 6%. Ef ölduhæð sem skipin komast inn á er hærri en 6% grunnbrota ölduhæð er miðað við grunnbrotaölduhæðina. Viðmiðunarmörk ölduhæða fyrir Skinney og Þóri á leiðinni inn eru of há og þar skal því miða við 6% grunnbrot.

Tafla 16 sýnir að miðað við meðaldýpi 7,4 m og að Jóna risti 6,8 m kemst hún ekki inn á smástraumsfjöru ef ölduhæðin er hærri en 0,80 m,  $H_s > 0,80$  m. Ef skipið myndi hins vegar rista 6 m gæti ölduhæðin verið allt að 1,90 m,  $H_s \leq 1,90$  m. Svipuð dæmi eiga við um Ásgrím. Taka skal fram að miðað er við ölduhæð á Grynnslnum sjálfum en hún getur verið um 20% lægri en ölduhæð á dufli líkt og kom fram í kafla 5.6.

Þegar kemur að Skinney og Þórir myndi þau hugsanlega hafa þau áhrif að siglingar inn og út yfir Grynnslin gætu miðast við staðla Siglingastofnunar (0,7Hs). Það minnkar líkur á að skipin taki niður á leið út, en þetta þarf þó að kanna betur. Peran dregur úr ölduviðnámi skipsins þ.e. straumfrákast perunnar ýtir öldunum, sem verða til við ferð skipsins, frá sér þannig að einungis hluti öldunnar nær að hafa áhrif á skipið auk þess sem peran eykur viðtak stefnisins svo að dýfa skipsins verður minni. Peran dregur einnig úr dragviðnámi að aftan svo skip geta verið stutt miðað við breidd líkt og Skinney og Þórir.

Tafla 17. Siglingaleið utan við Þinganesker þar sem meðaldýpið er 6,8 m. Sýnir ölduhæð við mismunandi sjávarstöðu og hver munurinn er fyrir skipin fyrir og eftir breytingar.

Siglingaleið við Þinganesker. Meðaldýpi 6,8 m					
	MSSFJ	Mssfj	MSH	MssfI	MSSFL
<b>Sjávarhæð á flóðmæli við Hvanney [m]</b>	-0,62	-0,04	0,55	0,93	1,51
<b>Ölduhæð [m]</b>					
<b>2% grunnbrot á Grynnslnum, 0,40*d</b>	2,47	2,70	2,94	3,09	3,32
<b>6% grunnbrot á Grynnslnum, 0,47*d</b>	2,90	3,18	3,45	3,63	3,91
<b>10% grunnbrot á Grynnslnum, 0,52*d</b>	3,21	3,52	3,82	4,02	4,32
<b>Jóna (djúpr. 6,8 m)</b>			0,79	1,33	2,16
<b>Jóna (djúpr. 6,0 m)</b>	0,26	1,09	1,93	2,47	3,30
<b>Ásgrímur (djúpr. 7,3 m)</b>			0,07	0,61	1,44
<b>Ásgrímur (djúpr. 6,7 m)</b>		0,09	0,93	1,47	2,30
<b>Ásgrímur (djúpr. 6,4 m)</b>		0,51	1,36	1,90	2,73
<b>Skinney/Þórir (djúpr. 4,3 m) - inn</b>	2,69	3,51	4,36	4,90	5,73
<b>Skinney/Þórir (djúpr. 4,3 m) - út</b>	1,34	1,76	2,18	2,45	2,86
<b>Skinney/Þórir (djúpr. 4,3 m) – m. peru</b>	2,69	3,51	4,36	4,90	5,73

Þegar meðaldýpið er 6,8 m, eins og Tafla 17 sýnir, er mun erfiðara fyrir Jónu og Ásgrím að sigla um Grynnslin þar sem þau rista meira eða jafnt dýpinu. Jóna kæmist inn á meðalsjávarhæð við ölduhæð  $H_s \leq 0,80$  m en ef djúpristan væri aðeins 6 m gæti aldan verið allt að  $H_s \leq 1,90$  m.



## 10 Hugmyndir að lausnum

### 10.1 Aðgerðir til að skapa stöðugleika við Hornafjarðarós

Á árunum 1978 til 1979 og 1989 til 1990 voru mikil umbrot í Hornafjarðarósi sem höfðu það í för með sér að siglingarennan um Ósinn hálf fylltist af mól og sandi með þeim afleiðingum að siglingar um Ósinn tepptust. Í framhaldinu var byrjað á rannsókn á innsiglingunni um Hornafjarðarós með það að markmiði að tryggja að Ósinn héldist stöðugur og sigling um hann yrði greiðfær.

Árið 1991 var ráðist í fyrsta áfangann við að koma stöðugleika á Ósinn. Sjóvarnargarður, 660 m langur, var byggður á Suðurfjörutanga með það að markmiði að styrkja tangann. Árið 1995 var byggður leiðigarður út frá enda Austurfjörutanga. Efst var byggður 200 m langur sjóvarnargarður á enda tangans en framur tekur við í boga 330 m langur leiðigarður sem liggur út á Óseyrina. Í framhaldi af þessum framkvæmdum var byggður leiðigarður út í Þingnessker árið 2001 sem átti að hindra að efnisburður úr austri bærisk að Ósnum. Einnig var vonast eftir að garðurinn myndi beina straumbandinu út yfir Grynslin.

Undanfarin ár hafa rannsóknir á Grynslunum og innsiglingunni um Hornafjarðarós haldið áfram. Við þessa vinnu hafa komið fram margar hugmyndir að því hvernig mætti auka dýpi á grynslunum og stuðla að óhindruðum siglingum um Ósinn.



Mynd 80. Sjóvarnargarðar á Suðurfjörutanga og Austurfjörutanga sjást. Garðurinn á Suðurfjörutanga er 600 m langur. Garðurinn á Austurfjörutanga skiptist í 200 m langan sjóvarnargarð og 300 m langan leiðigarð.

## 10.2 Leiðigarður út í Einholtskletta

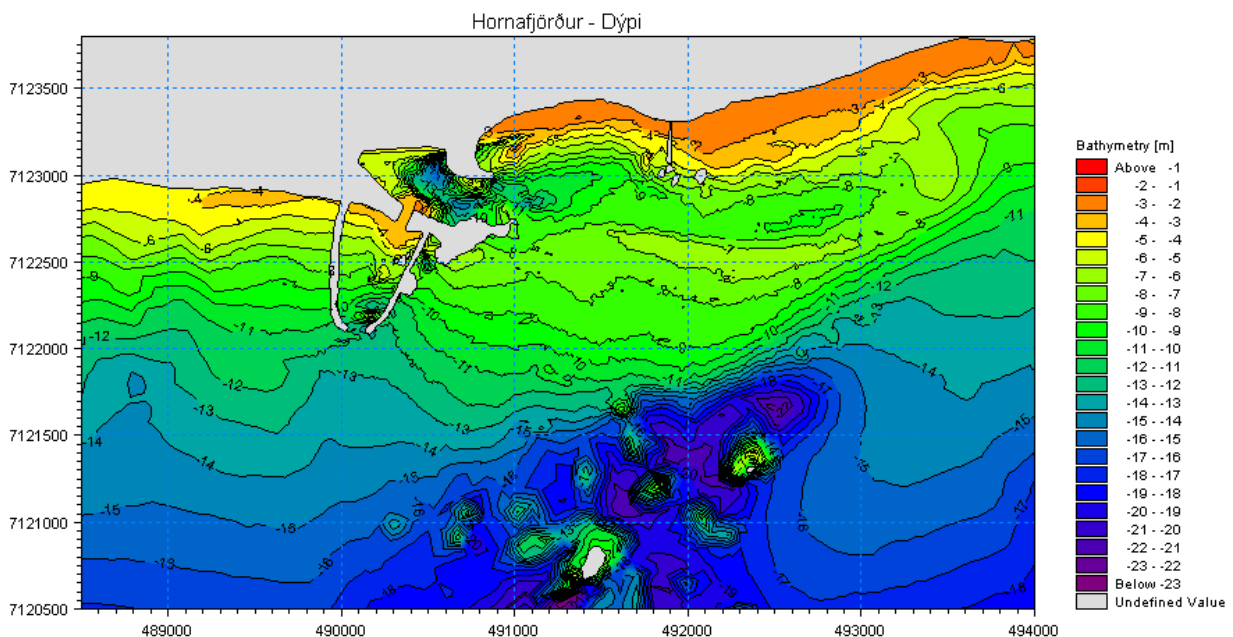
Árið 2004 voru uppi hugmyndir um að byggja varnargarð frá Hvanney og út í Einholtsklettana með það að markmiði að stöðva sandflutning úr vestri og út yfir Grynnslin. Á Mynd 80 sjást Einholtsklettarnir rétt utan við Hvanney.

Snið af garðinum voru teiknuð og garðurinn magntekinn. Áætlað var að kostnaðurinn við byggingu garðsins yrði um 130 milljónir króna á verðlagi ársins 2004. Óvíst var hvort garðurinn myndi skila því sem búist var við af honum, þ.e. hindra efnisburð frá vestri til austurs.

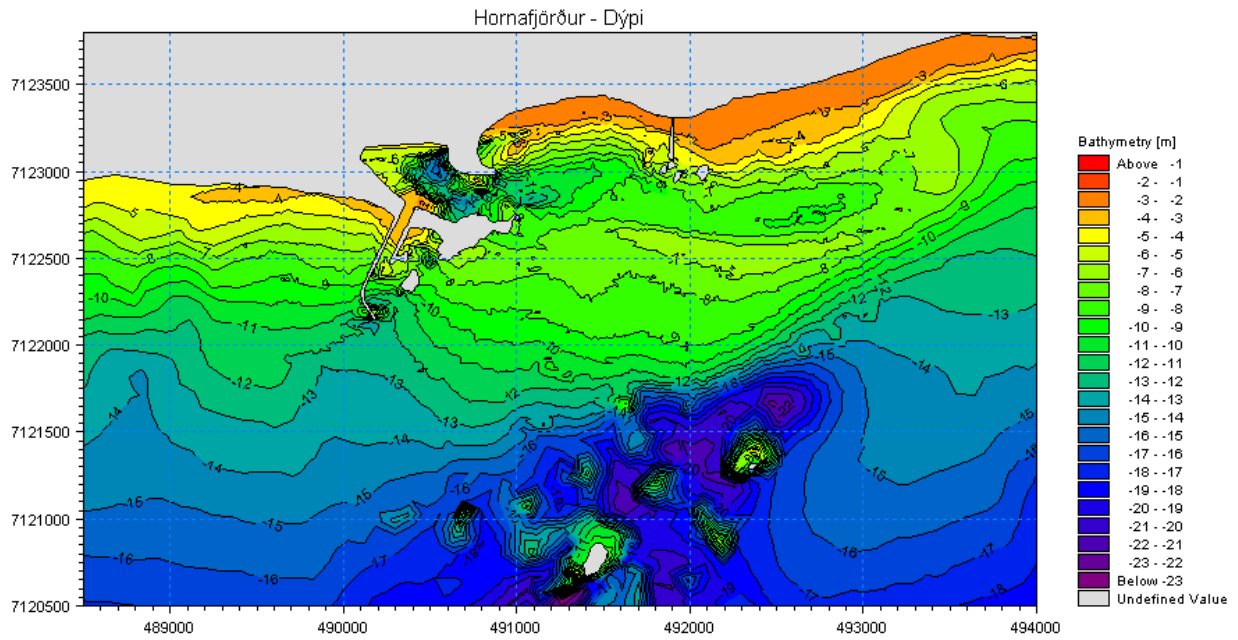
## 10.3 Innsigling á Suðurfjörutanga

Meðal þeirra hugmynda sem hafa komið fram við lausn á vandanum við siglingu yfir Grynnslin og um Hornafjarðarós var að opna nýja innsiglingu vestan við Hvanney á Suðurfjörutanga líkt og sést á meðfylgjandi myndum. Þessi hugmynd kom upp árið 2009 en var fljótlega felld.

Vestan við Hvanney eru Grynnslin ekki jafn stór og styttra út á meira dýpi sem myndi auðvelda siglingar til og frá Hornafirði og vonast var til að það kæmi einnig í veg fyrir að skip tækju niður líkt og þau eiga til með að gera. Fjölgeislamæling frá ágúst 2012 sýnir sker og aðstæður sem valda því að þessar framkvæmdir eru hvorki taldar framkvæmanlegar né hagstæðar.



Mynd 81. Tillaga að nýrri innsiglingu inn á Hornafjörðinn frá 2009.



Mynd 82. Tillaga að nýrri innsiglingu inn á Hornafjörðinn frá 2009.

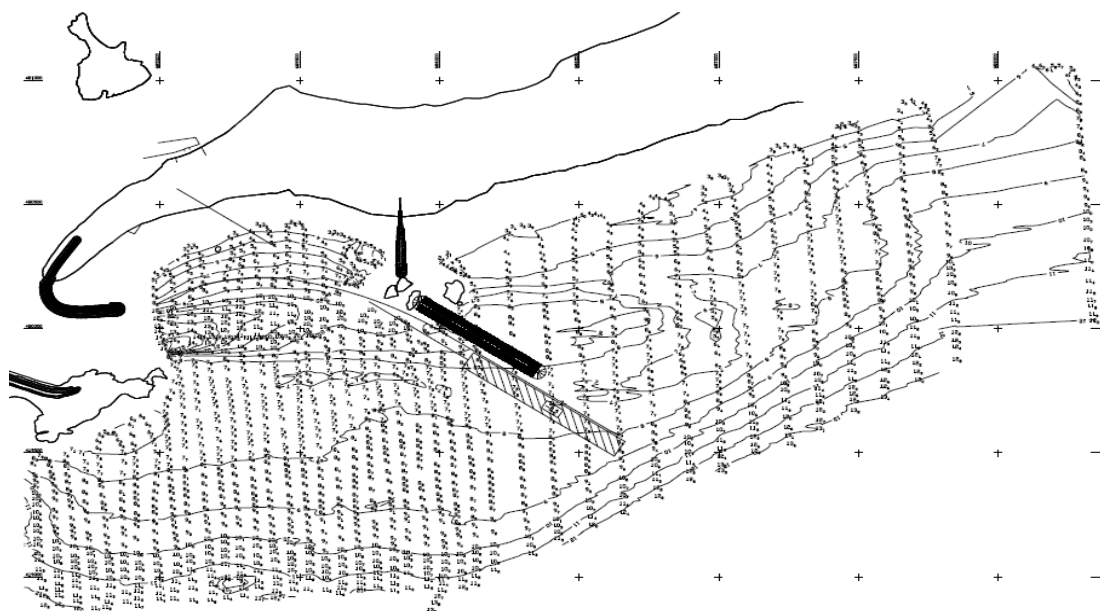


Mynd 83. Tillaga að nýrri innsiglingu inn á Hornafjörðinn frá 2009.

## 10.4 Fyrirstöðugarður út af Þinganeskerjum

Viðbót við núverandi fyrirstöðugarð við Þinganesker var til skoðunar í kringum árið 2009. Þá var hugmynd að byggja annan garð framan við Þinganeskerin líkt og sjá má á Mynd 84. Garðinum var ætlað að leiða þannig straumbandið út yfir Grynslin auk þess að hindra sandflutning úr austri inn í rennuna. Straumurinn í straumbandinu átti að viðhalda ásættanlegri dýpt yfir Grynslin og auðvelda þannig siglingar skipa inn og út um Ósinn. Til að vera viss um að ásættanleg dýpt yrði á siglingaleið var einnig gert ráð fyrir siglingarennu með -8,5 m dýpi.

Þessa hugmynd þarf að athuga mun nánar áður en hægt er að kalla hana tillögu til úrbóta, gæti ef til vill verið áfangi.

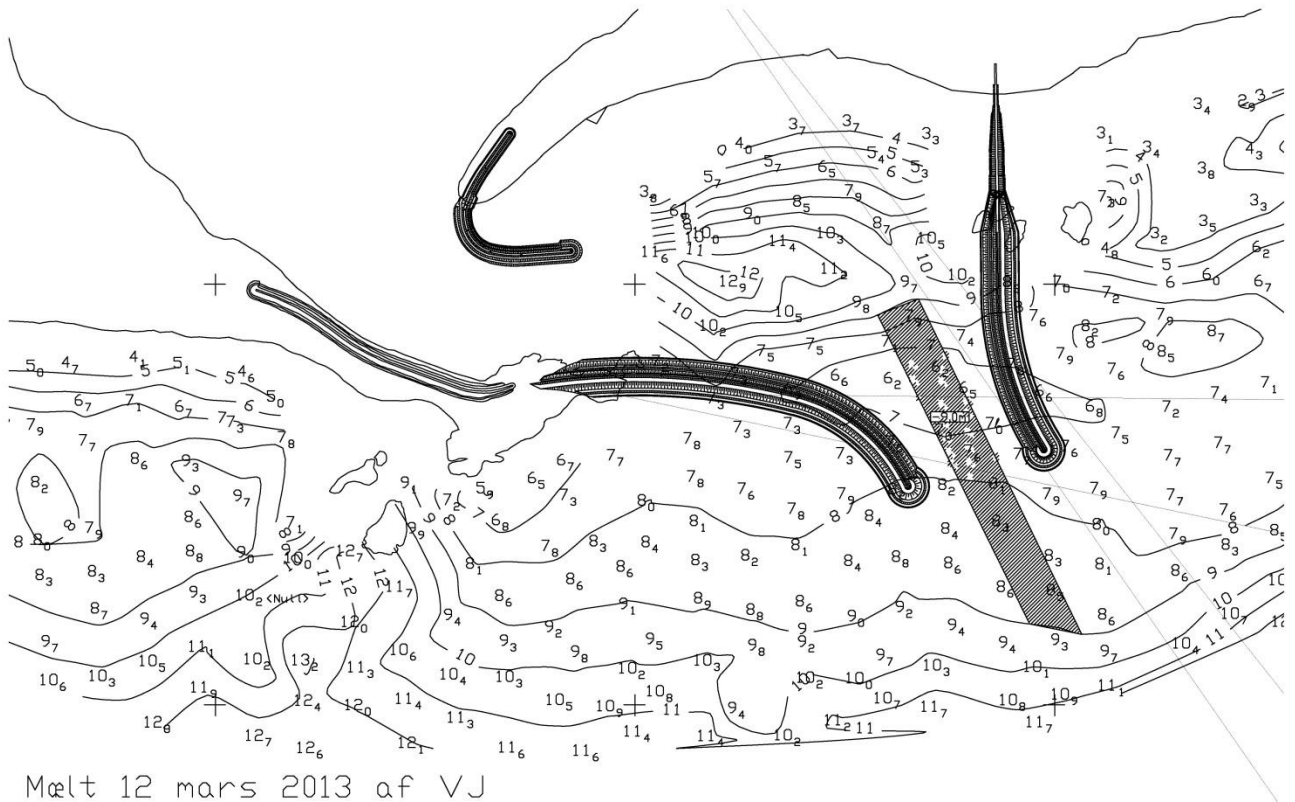


Mynd 84. Fyrirstöðugarður framan við Þinganesker, tillaga frá 2009 og innsiglingarennu með -8,5 m dýpi.

## 10.5 Siglingareнна yfir Grynnslin

Talið er að til að viðhalda dýpi í innsiglingarennu þurfi að verjast sandburði frá báðum áttum. Þó að yfirleitt sé sandburður frá vestri til austurs þá sýndi dýptarmæling veturinn 2013 – 2014 hvernig sandurinn hlóðst upp að austanverðu eftir sterkar austanáttir. Því er lögð fram sú hugmynd að byggja tvo fyrirstöðugarða. Annar garðurinn yrði byggður í framhaldi af garðinum út í Þinganesker út á um 8 m dýpi en hinn út frá Hvanneyrni, með sveig til suðausturs og endar einnig á um 8 m dýpi. Garðarnir myndu þannig mynda einskonar innsiglingarennu yfir Grynnslin líkt og sést á Mynd 85 þar sem gert er ráð fyrir að renna verði dýpkuð niður á 9,0 m. Dýpkað er niður á 9,0 m til þess að flest skip geti siglt um Grynnslin, varin öldu, á því sem nemur hvaða sjávarstöðu sem er.

Straumurinn út um Ósinn myndi beinast út á milli garðanna og þannig koma í veg fyrir að sandur setjist í minni þeirra. Skoða þyrfti nánar hver sé heppileg breidd milli garðanna þannig að straumhraði og dýpi verði hæfilegt. Með tímanum myndi náttúran aðlaga sig og grynnsli myndast þar sem straumhraðinn minnkar líkt og gerist í öðrum sjávarfallaósum. Hugsanlegt er að þau verði þá á það miklu dýpi og straumur það sterkur að skip muni áfram geta siglt vandræðalaust um.



Mynd 85. Skjól- og leiðigarðar beggja vegna út á um -9 m dýpi og innsiglingareнна með -9 m dýpi.

Þar sem þessi kostur er talinn koma til álita var farið í að skoða hann nánar. Garðarnir voru magnteknir miðað við 7,5 m dýpi á öllum görðunum. Í garðana þyrfti rúmlega 1.340 þús. m<sup>3</sup> af efni. Þar af þyrfti 560 þús. m<sup>3</sup> af kjarna efni, þ.e. sprengdur kjarni 0 – 1 tonn, og 780 þús. m<sup>3</sup> af grjóti, þ.e. flokkaðir grjótflokkar frá 0,5 upp í 30 tonn. Magntöku má sjá nánar á meðfylgjandi töflu 19.

Tafla 18. Magntaka á görðum fyrir utan við Hornafjarðarós líkt og þeim á Mynd 86. (Tillaga 1)

<b>Eystri garður</b>			
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	<b>L [m]</b>	<b>V [m<sup>3</sup>]</b>
<b>Kjarni [0t-1t]</b>	348	638	222.024
<b>Grjót [0,5t-30t]</b>	484	638	308.792
	<b>Samtals</b>		<b>530.816</b>

<b>Vestari garður</b>			
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	<b>L [m]</b>	<b>V [m<sup>3</sup>]</b>
<b>Kjarni [0t-1t]</b>	348	969	337.212
<b>Grjót [0,5t-30t]</b>	484	969	468.996
	<b>Samtals</b>		<b>806.208</b>

Grjótnáma fyrir eystri garðinn gæti verið í Hálsenda í 10 km fjarlægð frá Austurfjörutanga en náma fyrir vestari garðinn gæti verið í Hjallanesi í 25 km fjarlægð frá Suðurfjörutanga.

Miðað við magn efnis sem þarf í garðana og fjarlægð frá námum má gróflega áætla að kostnaður við byggingu þeirra gæti verið um 2.000 milljónir kr. fyrir austurgarðinn og 3.600 milljónir fyrir vesturgarðinn.

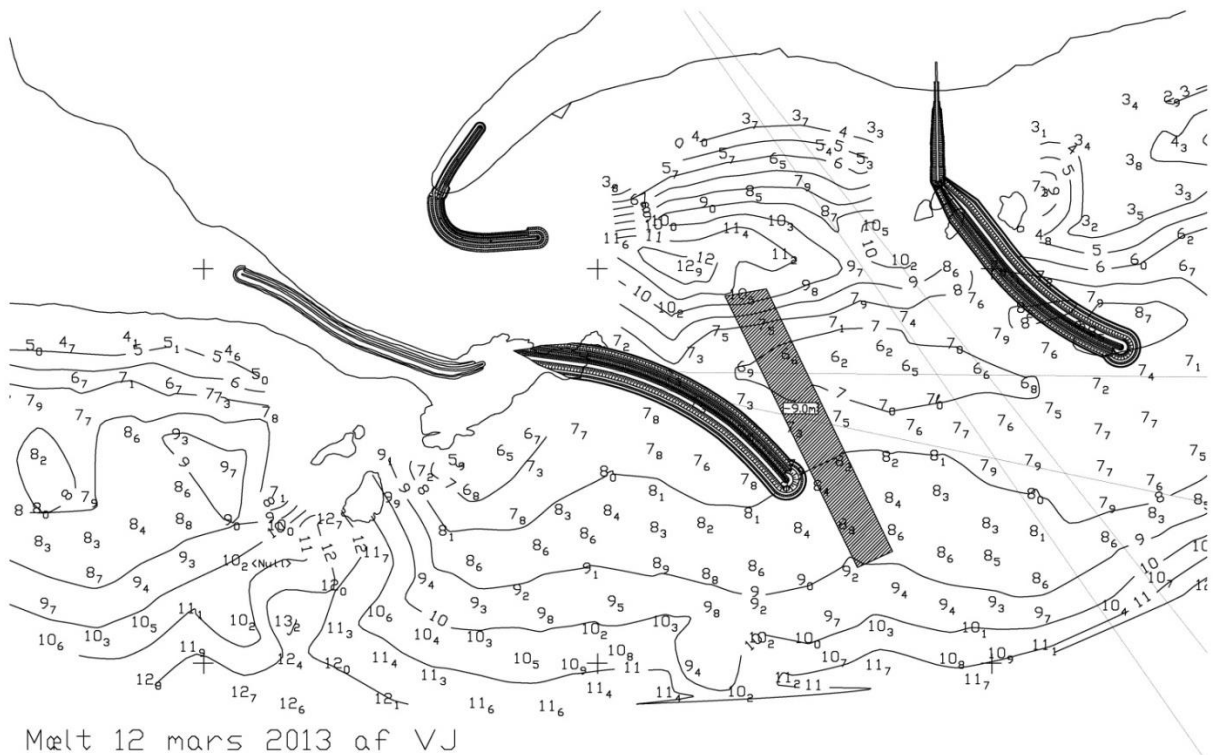
Fyrir utan kostnað við byggingu garðanna má gera ráð fyrir einhverjum kostnaði við dýpkun á innsiglingarennu. Til að ná -9 m dýpi á svæðinu þarf að dýpka um 1,5 m og fjarlægga um 135.000 m<sup>3</sup> af efni sem gæti svarað til um 150 milljónum króna. Búast má við að viðhaldsdýpkanir verði nauðsynlegar eins og í öðrum sjávarfallaósum.

Við vinnu að þessari hugmynd komu upp fleiri útfærslur. Ein þeirra var að hafa garðinn út úr Hvanney styttri með meiri sveig í suður. Hugsunin með þessari útfærslu er sá að garðarnir hindri ekki sjávarfallaprismað og sjór eigi auðveldara með að komast að Ósnum á sjávarföllunum. Mynd 86 sýnir þessa útfærslu.

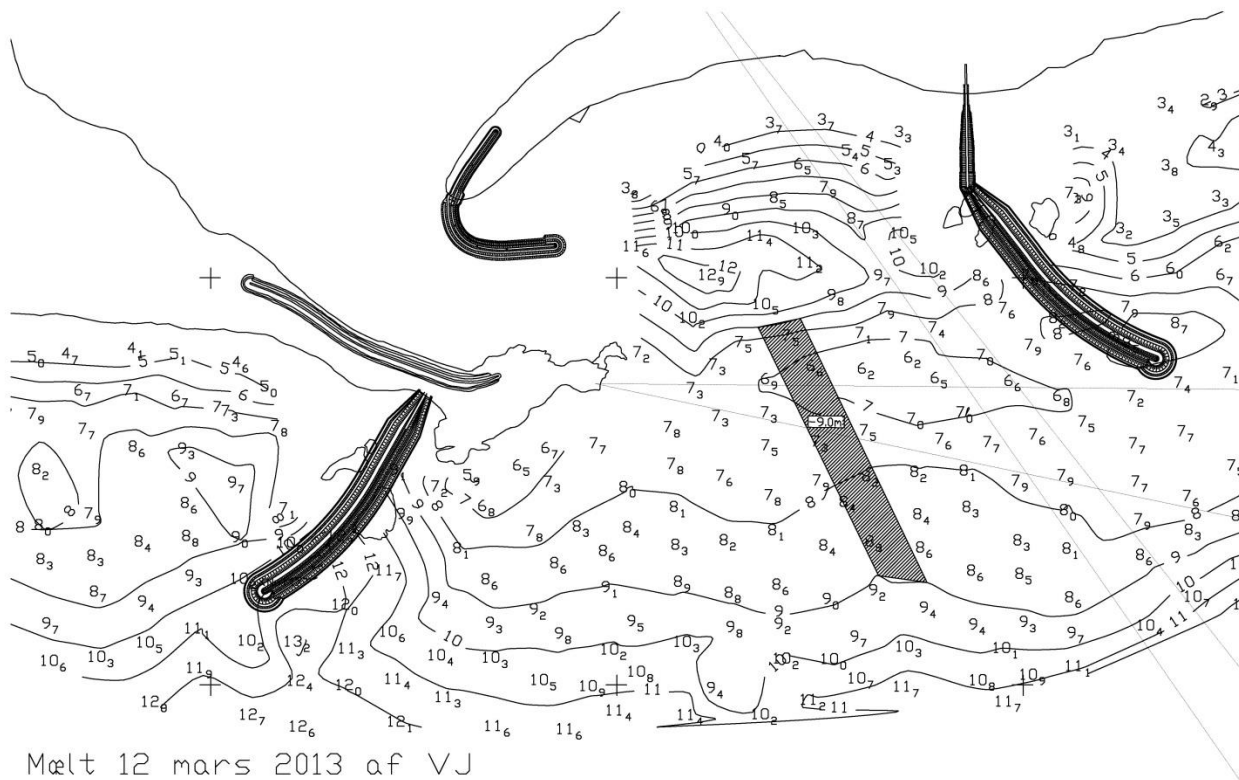
Önnur útfærsla var að hafa vestari garðinn vestur úr Hvanney svo að hann teygði sig yfir Sandboða, sker sem liggur þar fyrir utan. Líklegt er að efni sem kemur eftir Suðurfjörutanga fari þar á milli og fyrir Grynnslin og möguleiki að garður út í Sandboða loki á þennan flutning. Grynnslin eru mjög opin við þessa hugmynd og ennþá mikið um ölduhreyfingar á svæðinu. Mynd 87 sýnir þessa útfærslu. Kostnaðurinn við allar 3 hugmyndirnar eru svipaður.

Umhugsunarefni er hversu varanleg þessi lausn mun vera ef horft er til landriss annars vegar og aðlögunar náttúrunnar hins vegar. Þetta er meðal fleiri þátta sem skoða þarf betur áður en farið er í framkvæmdir.

**Það skal tekið fram að hugmyndir þær sem hér eru settar fram þarf að athuga mun nánar áður en hægt er að kalla þær tillögur að lausnum.**



Mynd 86. Skjól- og leiðigarðar yfir Grynnslin. Leiðigarður út frá Þingnesskerjum út á -9 m dýpi og skjólgarður vestan úr Hvanney út yfir sker og boða. Innsiglingarennna með -9 m. dýpi. Garðarnir eiga að hindra sandflutning út yfir Grynnslin en samtímis ekki að hindra sjávarfallastrauma.



Mynd 87. Skjól- og leiðigarðar yfir Grynslin út á -9 m dýpi ásamt -9 m djúpri innsiglingarennu . Garðarnir eru hugsaðir til að stoppa sandflutning meðfram strönd úr austri og vestri.



## 11 Áframhaldandi rannsóknir

Hornafjarðarós hefur lengi verið erfiður til siglinga. Í framhaldi af umhleyppingum undir lok síðustu aldar var farið í miklar rannsóknir og síðan framkvæmdir til að koma á stöðugleika í Ósnum. Byggðir voru sjóvarnar- og leiðigarðar beggja vegna Óssins og hafa þær framkvæmdir skilað góðum árangri. Í dag þegar Ósinn sjálfur er orðinn stöðugur eru það Grynnslin framan við Ósinn sem valda hvað mestum erfiðleikum í siglingum. Líkt og nefnt hefur verið áður eru Grynnslin sandrif utan við Ósinn þar sem meðaldýpi reynist vera rétt í kringum 7 m.

Niðurstaða útreikninga í kafla 7 er að lágmarksdýpi á svæðinu þarf að vera um -8,5 m til þess að hægt væri að sigla um Ósinn um 98% af árinu á þeim skipum sem nú gera út frá Hornafirði.

Í kafla 6 kemur fram að efnisflutningar fyrir Ósinn eru miklir og náttúran leitar að jafnvægi milli öldu, strauma, efnisgerðar og efnisflutninga. Haustið 2005 var grafin siglingarena yfir Grynnslin með um 8 til 8,5 m dýpi. Rennan fylltist fljótt vegna efnisburðar í haust og vetrar veðrum. Reynslan frá Landeyjahöfn sýnir að viðhaldsdýpkun slíkrar rennu yfir vetrartímamann er mjög erfið. Það er því nokkuð ljóst að til þess að viðhalda dýpi í rennu yfir Grynnslin, sem væri um 1,0 til 1,5 m dýpri en núverandi dýpi, þarf að fara í einhverjar framkvæmdir sem hindra sandburð.

Í kafla 10 eru nefndar hugmyndir að nokkrum framkvæmdum sem hefðu það að markmiði að auka dýpi yfir Grynnslin. Allar hugmyndirnar hafa sína kosti og galla. Nú þegar er búið að útiloka nokkrar hugmyndir meðan aðrar eru taldar vænlegri. Hugsanlegt er að hægt væri að fara í framkvæmdir í skrefum til að jafna kostnað og fylgjast með viðbrögðum náttúrunnar en þetta þarf þó að kanna betur. Ef halda á áfram á þessari braut er mikil vinna fyrir höndum og ýmislegt sem þarf að skoða nánar.

Dýptarmæla þarf reglulega á Grynnslnum til að hægt sé að fylgjast með breytingum sem verða á svæðinu og nema hvort árstíðabundnar sveiflur séu til staðar. Taka þarfi nákvæmari dýptarsnið og botnsýni frá Ingólfshöfða austur að Stokksnesi, líkt og nefnt var í kafla 6.2, til að hægt sé að gera nákvæma sandflutningsreikninga á Grynnslnum og svæðinu þar í kring. Skynsamlegt væri að mæla hæðarkerfin upp á nýtt og stilla þau saman ásamt því að skoða vel hvort flóðmælir í Hvanney sé réttur.

Hér að neðan eru sett fram drög að rannsóknáætlun en til að hægt sé að hrinda henni í framkvæmd er nauðsynlegt að tryggja fjármagn til rannsóknanna.

### 11.1 Drög að rannsóknáætlun

Hér eru sett fram tillaga að rannsóknáætlun sem hefur það að markmiði að leita leiða til að auka dýpi á Grynnslnum. Rannsóknáætlunin byggir annars vegar á ýmiss konar náttúrumælingum og hins vegar á ýmsum reiknilíkönum bæði fyrir öldur, strauma og setflutninga.

Reglulegar dýptarmælingar er nauðsynlegar, bæði framan við Ósinn og sniðmælingar austan og vestan við Ósinn. Slíkar mælingar eru nauðsynlegar til að fylgjast breytingum á Ósnum og ströndinni, auk þess sem sniðmælingar eru nauðsynlegar fyrir efnisburðareikninga. Gert ráð fyrir straummælingum í og innan við Ósinn til kvörðunar á straumlíkani. Greining á botnsýnum á Grynslum og í sniðum beggja vegna við Ósinn eru nauðsynleg fyrir efnisburðareikninga. Þá er gert ráð fyrir kvörðun og úrvinnslu sjávarhæðamælinga og landhæðamælingu milli sjávarhæðamælis í Hvanney og landstöðvar.

Með straumlíkani er ætlunin að skoða strauma í Ósnum og yfir Grynslin fyrir mismunandi aðstæður, auk þess sem gert ráð fyrir að kanna áhrif landriss á strauma í Ósnum. Með öldufarsreikningum verður könnuð hlévirgni frá Hvanneyjarskerjum og hvernig hún hefur áhrif á efnisflutninga um Ósinn.

Tafla 19. Hornafjarðarós – Grynslin. - Tillaga að rannsóknáætlun til þriggja ára

		Kostn. á ári (þús.kr)	Kostnaður (þús.kr)
<b>Dýptarmælingar</b>			
	Fjölgeisla mæling, Ós frá Einholtsklettum 1,5 km austur fyrir Þinganesker, 1 dagur, 12 tímar, 1 á ári	900	2.700
	Stór eingeislamæling, Skinneyjarhöfði – Stokksnes, 2 dagar 20 tímar, 1 á ári	1.100	3.300
	Eingeislamæling, Ós frá Einholtsklettum 1,5 km austur fyrir Þinganesker, eftir veður, eftir breytingar á Ós, 6 tímar, 4 á ári	2.000	6.000
	Eingeislamæling, strandsnið frá Ingólfshöfða að Skinneyjarhöfða,		1.000
	Kaup á búnaði til að bæta dýptarmælingar með Birni lóðs, "motion sensor"		2.500
<b>Botnsýni</b>			
	Botnsýni í sniðum frá Ingólfshöfða um Ósinn að Stokksnesi, 100 sýni, 1 sýnatökudagur og úrvinnsla		3.000
<b>Straummæling</b>			
	Straummæling í Ósnum og 4 sniðum		2.700
<b>Sjávarhæða- og landmæling</b>			
	Uppsetning, kvörðun sjávarhæðamælis og landmæling		2.000
<b>Straumlíkan</b>			
	Áhrif landriss á strauma um Ósinn		2.000
<b>Öldufarsreikningar</b>			
	Öldufarsreikningar fyrir svæðið frá Ingólfshöfða að Skinneyjar- höfða, kortlagning á hlévirgni Hvanneyjarskerja		3.000
<b>Efnisburðarreikningar að Ós</b>			
	Efnisburðarreikningar með Litpack fyrir svæðið frá Ingólfshöfða að Skinneyjarhöfða		6.000
<b>Efnisburðarreikningar um Ósinn</b>			
	Efnisburðarreikningar í Ósnum		20.000
<b>Niðurstöður</b>			
	Úrvinnsla, rýni og framsetning á niðurstöðum og tillögugerð		10.000
	<b>Heildar kostnaður</b>		<b>64.200</b>

## 12 Niðurstöður

Hornafjarðarós er í eðli sínu eins og aðrir sjávarfallaósar. Þar takast á öfl með gagnstæð hlutverk, annars vegar er það aldan sem flytur sand að og fyrir ósinn og leitast við að loka honum, og hins vegar sjávarfallastraumar háðir sjávarföllum og stærð lóna innan við ósinn, sem leitast við að halda honum opnum. Ósinn sker á sandflutning meðfram ströndinni með þeim afleiðingum að sandur leitar út á grynningar rétt fyrir framan ósinn til þess að komast framhjá ósnum. Þessar grynningar valda erfiðleikum í siglingum um sjávarfallaósa og framan við Hornafjörð eru þessar grynningar kallaðar Grynnslin.

Umhleyplingar á síðustu öld, annars vegar í lok áttunda áratugarins og hins vegar í lok þess níunda, urðu uppspretta að rannsóknum á svæðinu og í framhaldinu tókst að koma stöðugleika á ósinn. Það var gert í þremur áföngum á árunum 1991 til 2002. Fyrsti áfanginn var bygging sjóvarnargarðs á Suðurfjörutanga með það að markmiði að styrkja tangann en hann hafði rofnað í umhleyplingunum. Annar áfanginn var bygging leiðigarðs út frá enda Austurfjörutanga, í boga út á Óseyrina, til að hindra aðflutning efnis inn í ósinn úr austri. Þriðji og síðasti áfanginn var síðan bygging leiðigarðs út í Þingnessker sem hindrar enn frekar efnisburð úr austri.

Markmið þeirra rannsókna sem hér er gerð grein fyrir er að leita skilnings á samspili öldu, strauma, efnisgerðar og efnisflutninga, sem ákvarða jafnvægisdýpi á Grynnslunum. Sjávarstöðumælingar í Hornafjarðarhöfn og við Hvanney hafa sýnt hvernig sjávarföllin innan hafnarinnar hafa aukist um tæpan metra frá því áður en komið var á stöðugleika í ósnum. Vegna þessara breytinga sem hafa orðið á svæðinu er mikilvægt að hæðarkerfi verði mæld uppá nýtt og tengd saman. Ný hæðarkerfi munu einnig gefa betri skilning á raunverulegu dýpi á Grynnslunum út frá dýptarmælingum.

Samantekt dýptarmælinga leiddi í ljós að tiltölulega litlar breytingar voru í þeim þremur punktum sem skoðaðir voru á Grynnslunum. Reglulegar dýptarmælingar eru grundvöllur að áframhaldandi rannsóknum á svæðinu. Þær eru einnig liður í að veita sjómönnum upplýsingar um staðhætti á Grynnslunum. Öldufarsreikningum var beitt til að reyna að skilja öldufar á Grynnslunum. Öldurósir sýna að suðvestanáttin er ríkjandi og þar af leiðandi einnig sandflutningar með ströndinni. Sandflutningsreikningar skiluðu nettó sandflutningi til austurs upp á um 100 til 300 þús. m<sup>3</sup> á svæðinu milli Skinneyjarhöfða og Stokksness. Sú mikla vinna sem unnin hefur verið á síðustu árum hefur gefið góðan grunnskilning á eðli Grynsslanna. Enn er þó mikil vinna eftir og áframhaldandi rannsóknir grundvöllur fyrir því að hægt verði að koma fram með tillögur af lausnum.

Rannsóknir og bættar aðstæður á Grynnslunum er grundvallarþáttur í að útgerð geti haldið áfram að þróast á Hornafirði. Til þess að útgerðin geti haldið áfram að vera samkeppnishæf þarf hún að geta endurnýjað flota sinn í takt við þær nýjungar sem eiga sér stað hvað varðar meðhöndlun afla og rekstrarhagkvæmni skipa. Djúprista þessara nýju skipa er hins vegar of

mikil fyrir Grynslin. Útgerðin þyrfti að fara í sérsmíði á nýjum skipum til þess að þau geti siglt við núverandi aðstæður á Grynslunum en það er kostnaðarsamt.

Í byrjun september 2014 var haldið málþing á Hornafirði þar sem útgerðarmenn, sjómenn, bæjarstjórn og aðrir heimamenn komu saman ásamt sérfræðingum siglingasviðs Vegagerðarinnar. Þar var kynnt sú vinna sem unnin hefur verið undanfarið og settar fram hugmyndir að framhaldinu. Niðurstaða málþingsins var sú að tryggja þyrfti fjármagn til áframhaldandi rannsókna og að gerð yrði rannsóknáætlun sem unnið yrði eftir.

Í lok þessarar skýrslu er sett fram tillaga að rannsóknáætlun til þriggja ára sem hefur það að markmiði að leita leiða til að auka dýpi á Grynslunum. Til þess að unnt sé að hrinda rannsóknáætluninni í framkvæmd er nauðsynlegt að tryggja henni fjármagn.

Á þessu stigi er ekki ljóst hverjar niðurstöður rannsóknaanna verða og hvort þær leiði til tilagna sem líklegar eru til að auka dýpi á Grynslunum til langframa.

Hornafjörður er á þeim stað á landinu þar sem landris hefur mælst einna mest. Fyrir liggja spár um aukið landris á næstu árum. Vegna þess hve lónin eða firðirnir inn af ósnum, Hornafjörður og Skarðsfjörður, eru grunn þá eru líkur á að rennslið um ósinn muni minnka verulega. Ekki er ljóst hvernig Hornafjarðarós muni bregðast við minnkandi streymi um Ósinn, en rannsóknáætlunin mun einni fjalla um þann þátt.

### 13 Heimildaskrá

Gísli Viggósson og Sigurður Sigurðarsson (ritstj.)(2000). *Hornafjarðarós, Rannsókn á siglingaleið um Hornafjörð, skýrsla um rannsóknir og tillögur um úrbætur*. Reykjavík . Siglingastofnun Íslands.

Helgi Gunnar Gunnarsson og Sveinn Óli Pálmarsson, Verkfræðistofunni Vatnaskil. Minnisblað. 10. júní 2014

Helgi Jóhannesson (2008). *Breiðamerkursandur, Summary og sedimentation studies*. Reykjavík. Vegagerðin

Ólöf Rós Káradóttir, Verkís. Minnisblað. 27. mars 2013.

Per Bruun (2005), *Port and Coastal Engineering, Developments in Science and Technology, Journal of Coastal Research Special Issue No. 46*. Hilton Head Island, South Carolina. Coastal Education and Research Foundation.

PIANC, CoCom WG123 (2014). *Countries in Transition (CiT) Coastal Erosion and Mitigation Guidelines*. Brussels. PIANC

Sverrir Óskar Elefsen (2007). *Hornafjarðarfljót, Sjávarfallamælingar*. Reykjavík. VGK Hönnun

Tómas Jóhannesson og Benedikt G. Ófeigsson, Veðurstofu Íslands. Minnisblað. 2. júlí 2014.

Vatnaskil (1995). *Straumar í Hornafjarðarósi, Unnið fyrir Hafnamálastofnun*. Reykjavík . Vatnaskil.





## 14 Viðaukar

Viðauki I ; Úrvinnsla öldumælinga við öldudufli

Viðauki II ; Úrvinnsla upplýsinga í ölduspápunktum

Viðauki III ;  $Q\alpha$  gröf ásamt nettó og brúttó sandflutningi í sniðum

Viðauki IV ; Sniðreikningar fyrir sandflutning

Viðauki V ; Dýptarmælingar í lit

Viðauki VI ; ; Sjávarfallaathuganir í Hornafjarðarhöfn og ós.

Viðauki VII ; Veðurstofan – minnisblað

Viðauki VIII ; Vatnaskil – minnisblað

Viðauki IX ; Verkís – minnisblað

## Úrvinnsla öldumælinga við öldudufi

### I. Hornafjarðardufl (64°11,81' N 15°11,31' V)

Hornafjörður 1993 -2009

Tíðru (% af tíma)	Endur- komutíra (ár)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des	Des-Feb	Mar-Mai	Jún-Ágú	Sep-Nóv	Jan-Des
Veibull 3 par																		
60%		2.7	2.8	2.4	1.8	1.4	1.3	1.2	1.3	1.7	1.9	2.2	2.6	2.7	1.8	1.2	1.9	1.9
70%		3.1	3.2	2.8	2.1	1.6	1.5	1.4	1.5	2.0	2.2	2.6	3.0	3.1	2.1	1.4	2.2	2.3
80%		3.6	3.7	3.3	2.4	1.9	1.7	1.6	1.7	2.3	2.6	3.1	3.5	3.6	2.5	1.7	2.7	2.7
90%		4.3	4.5	4.1	3.0	2.3	2.1	2.0	2.0	2.9	3.2	3.9	4.2	4.3	3.2	2.0	3.4	3.5
95%		5.0	5.2	4.8	3.4	2.7	2.5	2.3	2.4	3.5	3.9	4.6	4.9	5.0	3.9	2.4	4.1	4.2
98%		5.8	6.0	5.8	4.0	3.2	3.0	2.7	2.8	4.2	4.7	5.5	5.7	5.8	4.8	2.8	5.0	5.0
99%		6.3	6.5	6.5	4.4	3.5	3.3	3.0	3.0	4.7	5.2	6.2	6.2	6.4	5.4	3.1	5.6	5.7
99.9%	12t/ár	8.1	8.2	8.4	5.7					6.4	7.5	8.2	7.3	7.9	7.5		7.7	7.5
	1 ár	8.7	8.9	9.5	6.2	5.0	4.9	4.4	4.2	7.1	7.9	9.3	8.5	8.7	8.4	4.5	8.5	8.6
Veibull 5m próskuldsgildi																		
	1 ár	9.0	8.9	9.2	6.1					7.0	8.7	9.0	7.7	8.6	8.3		8.6	8.3
	5 ár	10.1	9.9	10.3	6.6		5.8			7.8	10.3	10.1	8.4	9.5	9.5	5.6	9.8	9.4
	10 ár	10.7	10.3	10.7	6.8		5.9			8.2	11.1	10.5	8.6	9.9	9.9	5.7	10.3	9.8
	25 ár	11.3	10.8	11.3	7.0		6.1			8.6	12.0	11.1	9.0	10.4	10.6	5.9	11.0	10.4
	50 ár	11.8	11.2	11.8	7.2		6.2			8.9	12.7	11.5	9.2	10.8	11.0	6.0	11.5	10.8
	100 ár	12.3	11.5	12.2	7.4		6.2			9.2	13.4	12.0	9.5	11.2	11.4	6.1	12.0	11.2



## Úrvinnsla upplýsinga í ölduspápunktum

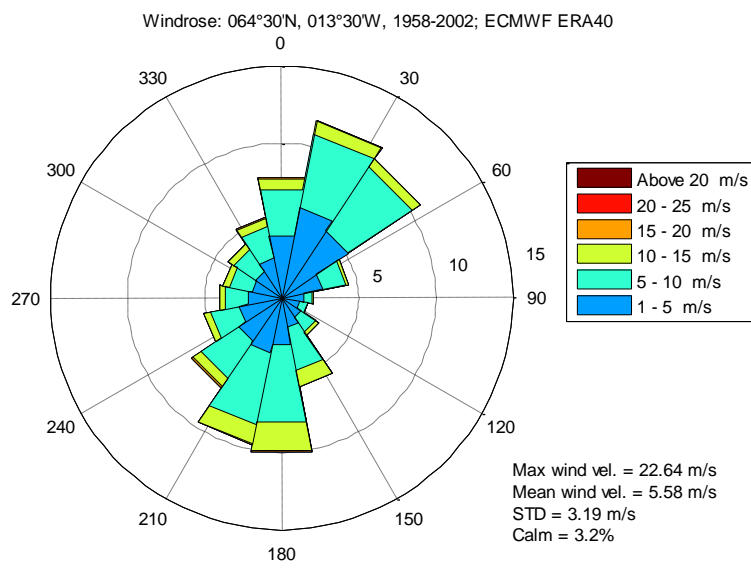
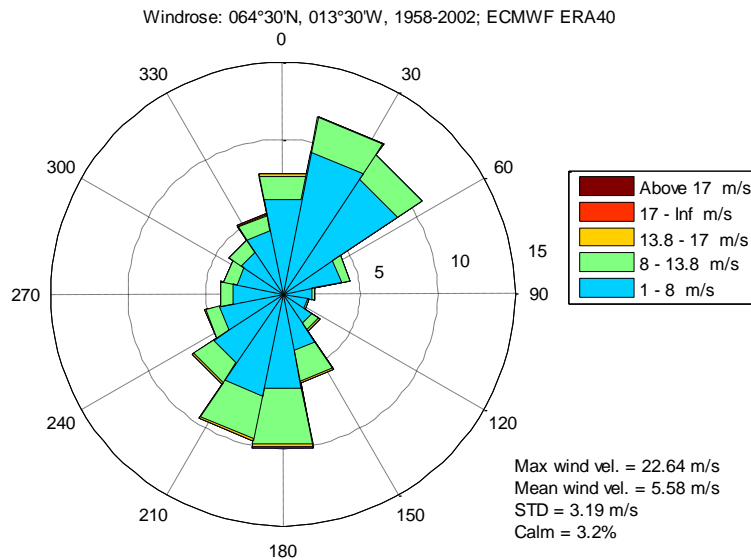
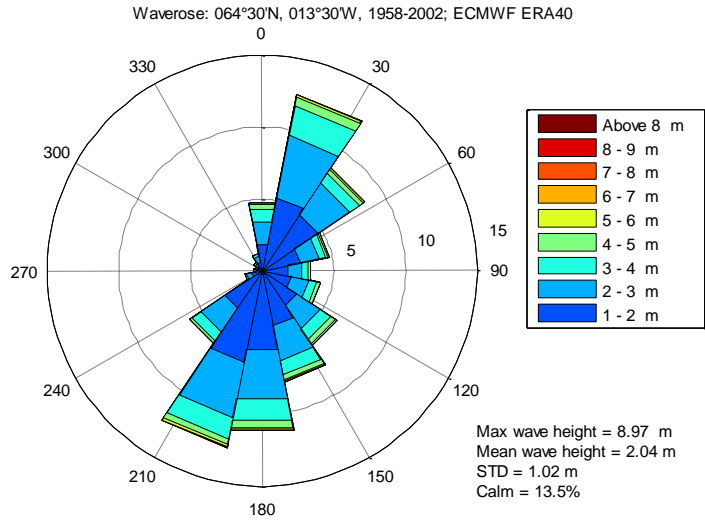
### II.a. Punktur 13

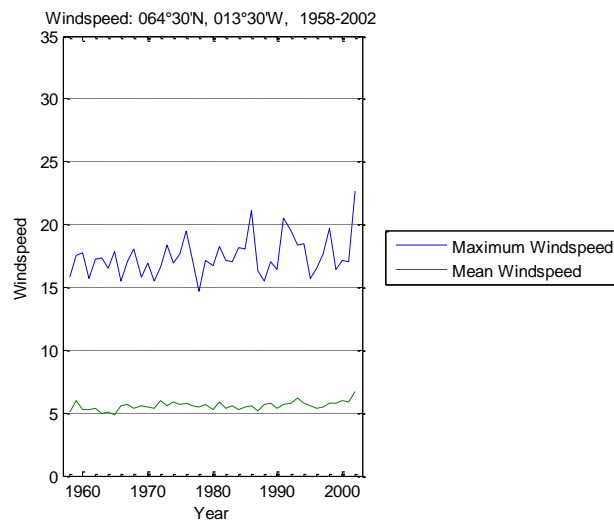
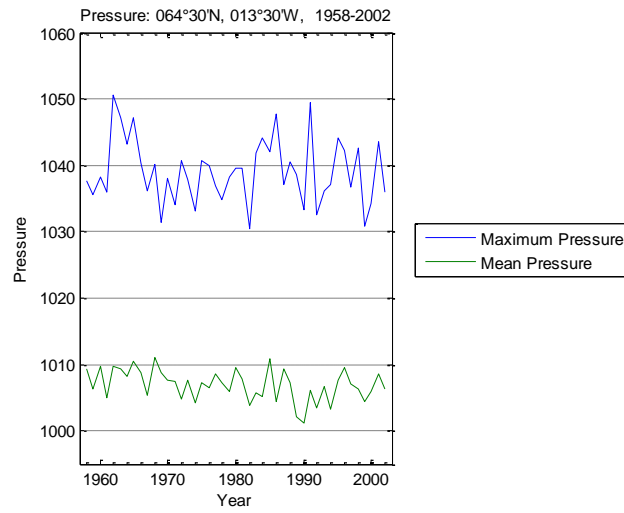
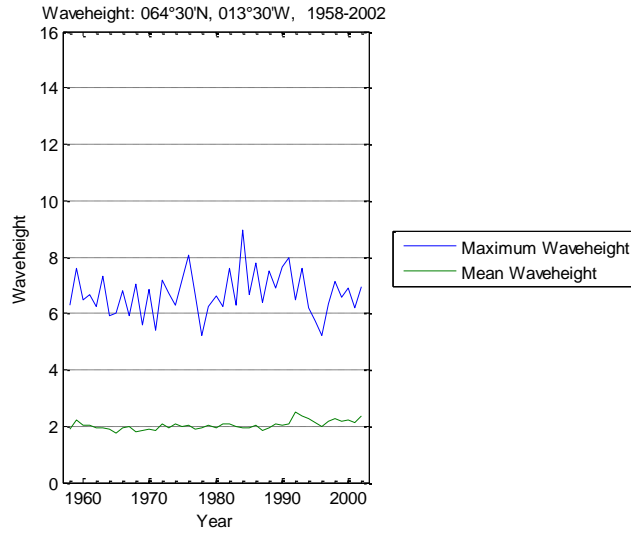
64,5°N 13,5°V

Tíðni (% af tíma)	Endurkomutími (ár)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mái	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des	Des-Feb	Mar-Mái	Jún-Ágú	Sep-Nóv	Jan-Des
Weibull 3 par																		
60%	1 ár	3.2	3.1	2.8	2.1	1.6	1.3	1.2	1.4	1.9	2.5	2.7	3.1	3.1	2.2	1.3	2.4	2.2
70%		3.6	3.5	3.2	2.4	1.8	1.5	1.3	1.5	2.1	2.8	3.0	3.4	3.5	2.5	1.5	2.7	2.6
80%		4.1	4.0	3.6	2.7	2.1	1.7	1.5	1.7	2.5	3.3	3.5	3.9	4.0	2.9	1.7	3.1	3.1
90%		4.9	4.7	4.4	3.3	2.6	2.1	1.8	2.1	3.0	3.9	4.2	4.6	4.7	3.6	2.0	3.8	3.8
95%		5.6	5.3	5.1	3.9	3.1	2.4	2.1	2.4	3.5	4.6	4.9	5.2	5.4	4.3	2.3	4.4	4.5
98%		6.4	6.1	5.9	4.6	3.8	2.8	2.5	2.8	4.2	5.3	5.7	5.9	6.1	5.1	2.7	5.2	5.4
99%		7.0	6.6	6.5	5.1	4.3	3.1	2.7	3.1	4.6	5.9	6.3	6.5	6.7	5.7	3.0	5.8	6.0
99%		9.5	8.9	9.3	7.4	6.7	4.4	3.9	4.3	6.8	8.3	8.9	8.7	9.1	8.4	4.2	8.4	8.7
Weibull 5m próskuldsgildi																		
	1 ár	9.8	8.9	9.1	7.4	6.7				7.4	8.2	8.4	8.4	9.1	8.3		8.2	8.5
	5 ár	11.1	9.8	10.2	8.2	7.4				8.3	9.1	9.4	9.2	10.1	9.3		9.1	9.5
	10 ár	11.6	10.2	10.6	8.5	7.6				8.7	9.5	9.8	9.6	10.5	9.7		9.5	9.9
	25 ár	12.3	10.7	11.2	8.9	7.9				9.1	10.0	10.3	10.0	11.1	10.3		10.0	10.4
	50 ár	12.8	11.1	11.7	9.2	8.1				9.4	10.3	10.7	10.3	11.5	10.7		10.4	10.9
	100 ár	13.3	11.4	12.1	9.6	8.3				9.7	10.7	11.1	10.6	11.9	11.1		10.8	11.3

64,5°N 13,5°V  
Jan - Des

Tíðni (% af tíma)	Endurkomutími (ár)	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Samtals
Weibull 3 par										
60%	1 ár	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2
70%		-	-	-	-	-	-	-	-	2.6
80%		-	-	-	-	-	-	-	-	3.1
90%		-	-	-	-	2.2	-	-	-	3.8
95%		2.5	2.6	-	2.2	3.2	2.7	-	-	4.5
98%		3.6	3.6	2.7	3.2	4.3	3.7	-	-	5.4
99%		4.3	4.3	3.4	3.9	5.1	4.3	1.9	1.8	6.0
99%		6.9	7.1	6.5	6.7	8.4	7.1	4.4	4.2	8.7
Weibull 5m próskuldsgildi										
	1 ár	6.7	7.1	6.5	6.7	8.3	7.0			8.5
	5 ár	7.5	8.0	7.6	7.9	9.5	8.0			9.5
	10 ár	7.7	8.4	8.0	8.4	10.1	8.4			9.9
	25 ár	8.1	8.8	8.6	9.0	10.8	8.9			10.4
	50 ár	8.4	9.2	9.0	9.4	11.3	9.3			10.9
	100 ár	8.7	9.5	9.4	9.9	11.8	9.7			11.3
		11.8%	18.8%	9.3%	12.2%	23.8%	20.0%	2.3%	2.0%	100.0%





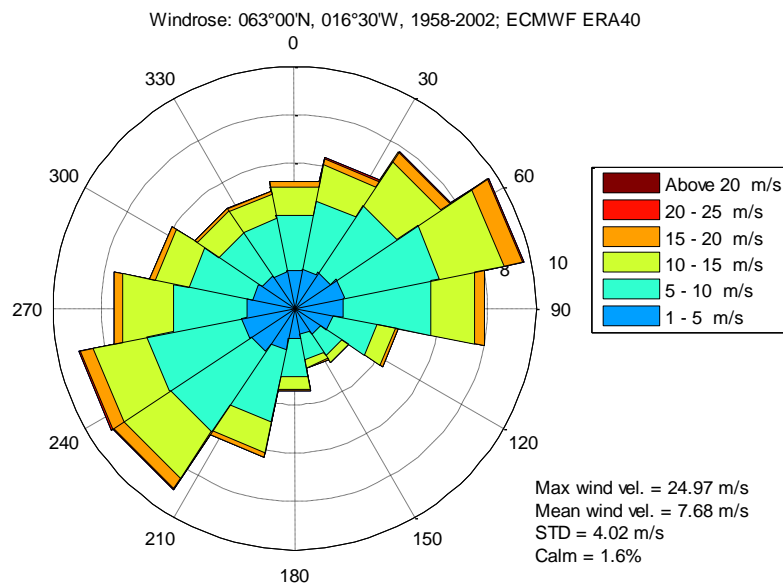
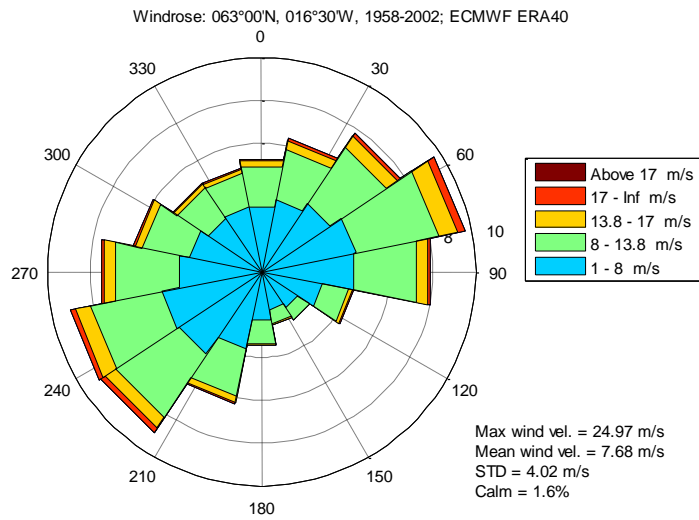
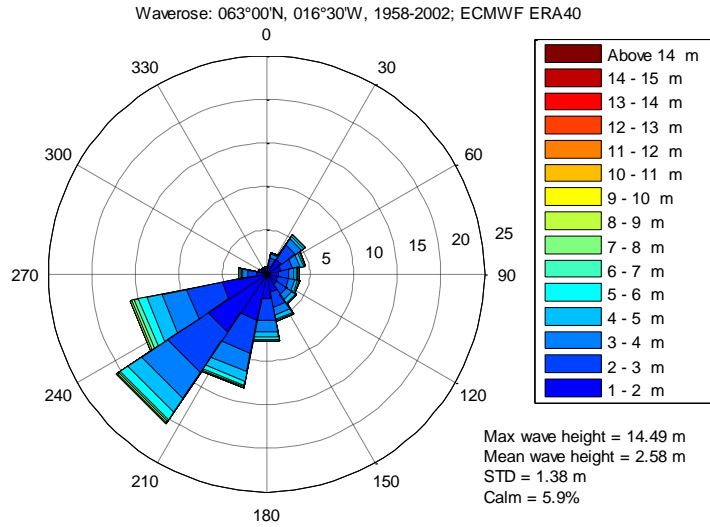
## II.b. Punktur 20

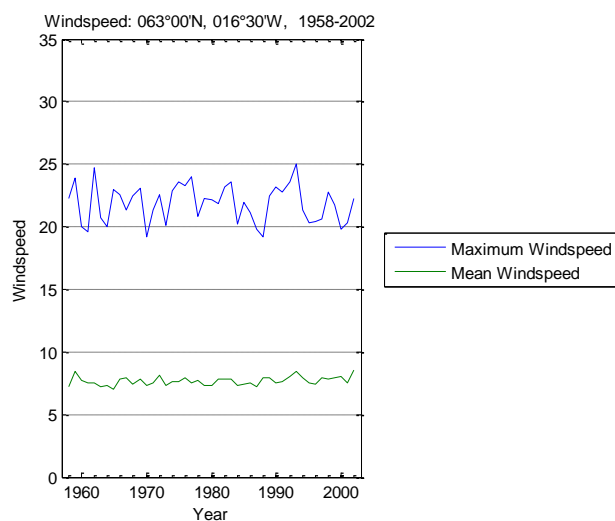
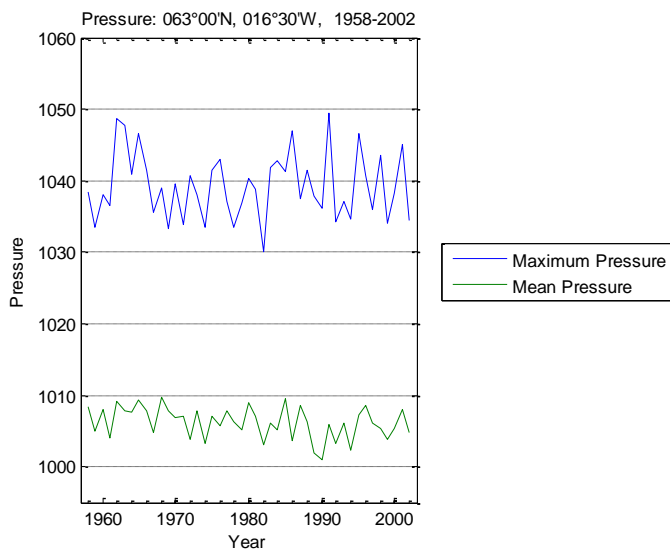
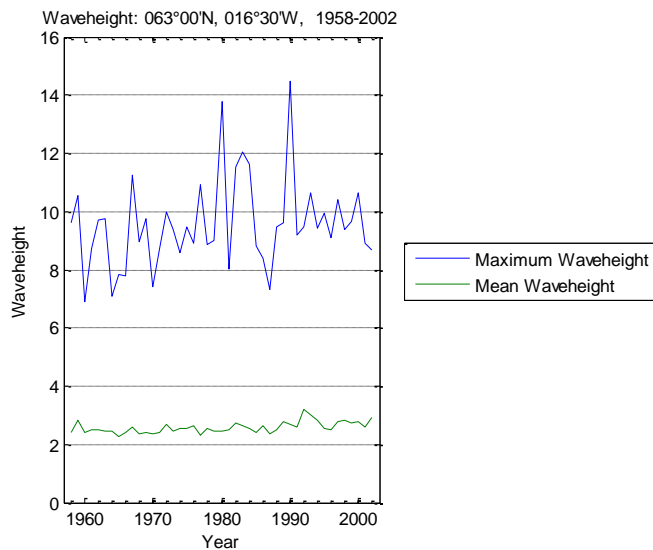
63,0°N 16,5°V

Tíðni (% af tíma)	Endurkomutími (ár)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mái	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des	Des-Feb	Mar-Mái	Jún-Ágú	Sep-Nóv	Jan-Des		
Weibull 3 þar																				
60%	1 ár	3.9	4.0	3.5	2.5	1.9	1.7	1.5	1.7	2.2	2.8	3.1	3.8	3.9	2.6	1.6	2.7	2.7		
70%		4.4	4.5	4.0	2.9	2.2	1.9	1.7	1.9	2.5	3.1	3.5	4.3	4.4	3.1	1.8	3.1	3.1		
80%		5.1	5.2	4.6	3.3	2.5	2.1	1.9	2.2	3.0	3.6	4.1	4.9	5.1	3.6	2.1	3.6	3.8		
90%		6.2	6.2	5.5	4.1	3.0	2.6	2.3	2.6	3.6	4.4	5.1	5.9	6.1	4.5	2.5	4.5	4.8		
95%		7.2	7.1	6.4	4.9	3.5	3.0	2.6	3.1	4.2	5.2	6.0	6.8	7.0	5.4	2.9	5.3	5.7		
98%		8.5	8.2	7.5	5.9	4.1	3.5	3.0	3.6	5.0	6.2	7.3	7.8	8.2	6.4	3.4	6.4	6.9		
99%		9.4	9.0	8.2	6.6	4.5	3.9	3.3	4.0	5.6	6.9	8.2	8.6	9.0	7.2	3.8	7.2	7.7		
Weibull 5m þröskuldsgildi																				
		1 ár	13.3	12.8	11.9	10.5	6.1	5.9		6.0	8.5	10.3	12.5	11.7	12.7	11.0	5.9	11.1	11.6	
	5 ár	15.3	14.4	13.5	12.3	6.6	6.4		6.4	9.7	11.9	14.4	13.3	14.5	12.7	6.3	12.9	13.3		
	10 ár	16.1	15.1	14.2	13.0	6.8	6.6		6.5	10.2	12.5	15.3	14.0	15.2	13.4	6.4	13.7	14.1		
	25 ár	17.1	16.1	15.1	14.0	7.0	6.8		6.7	10.9	13.4	16.4	14.9	16.2	14.3	6.6	14.7	15.0		
	50 ár	17.9	16.7	15.8	14.8	7.1	6.9		6.8	11.4	14.0	17.2	15.5	16.9	15.0	6.7	15.4	15.8		
	100 ár	18.7	17.4	16.4	15.5	7.3	7.1		6.9	11.8	14.6	18.0	16.2	17.6	15.7	6.8	16.2	16.5		

63,0°N 16,5°V  
Jan - Des

Tíðni (% af tíma)	Endurkomutími (ár)	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Samtals		
Weibull 3 þar												
60%	1 ár	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7		
70%		-	-	-	-	-	-	-	-	3.1		
80%		-	-	-	-	-	2.6	-	-	3.8		
90%		-	-	-	-	-	3.8	-	-	4.7		
95%		-	2.3	-	-	3.0	4.8	2.6	-	5.7		
98%		-	3.4	3.2	3.2	4.3	6.1	4.2	-	6.9		
99%		-	4.2	4.1	4.0	5.2	7.1	5.3	-	7.7		
Weibull 5m þröskuldsgildi												
		1 ár	-	7.3	7.2	7.4	9.2	11.1	10.2	-	11.6	
	5 ár	5.9	8.6	8.3	8.7	10.9	13.0	12.4	6.0	13.3		
	10 ár	6.0	9.2	8.8	9.2	11.6	13.7	13.3	6.2	14.1		
	25 ár	6.3	9.9	9.4	9.8	12.5	14.8	14.4	6.4	15.0		
	50 ár	6.4	10.4	9.8	10.3	13.2	15.5	15.3	6.6	15.8		
	100 ár	6.6	10.9	10.2	10.8	13.9	16.3	16.2	6.7	16.5		
		1.8%	10.0%	8.1%	8.1%	15.9%	44.1%	10.7%	1.4%	100.0%		







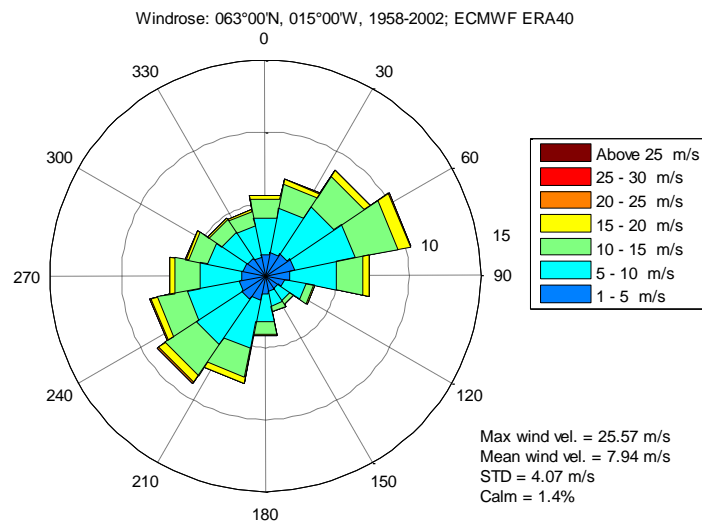
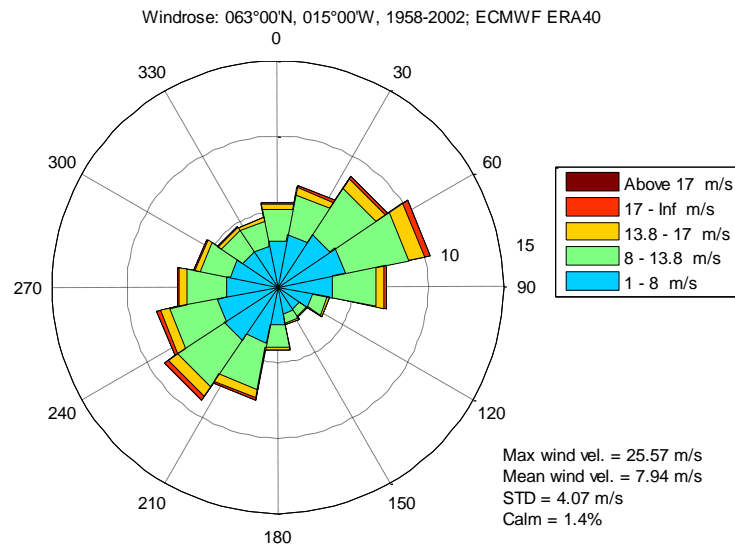
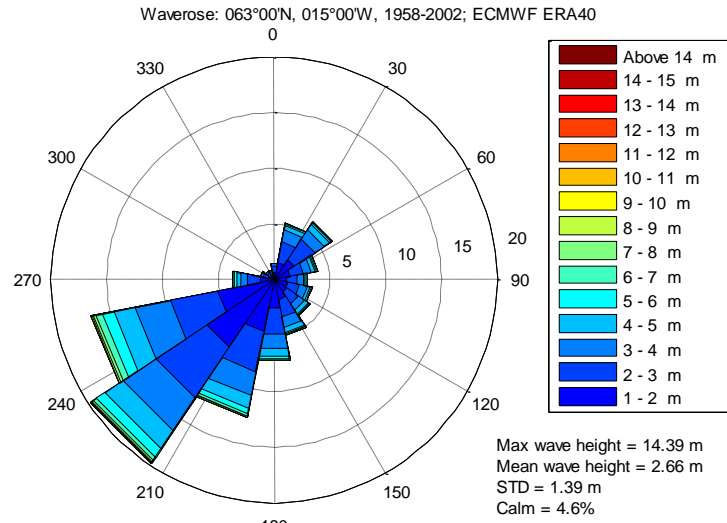
II.c. Punktur 21

63,0°N 15,0°V

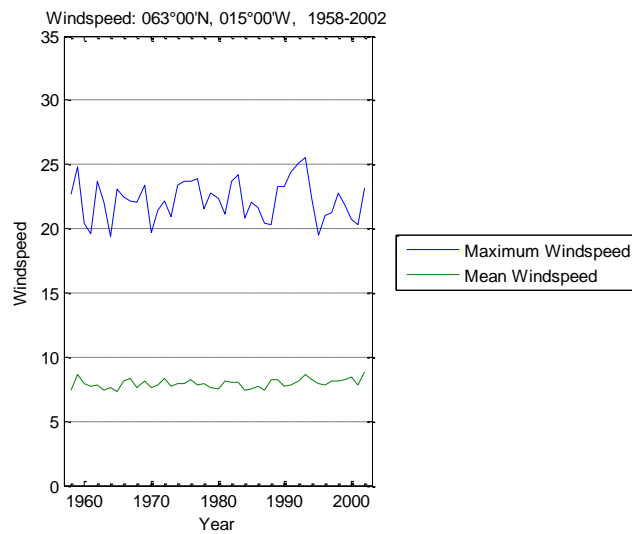
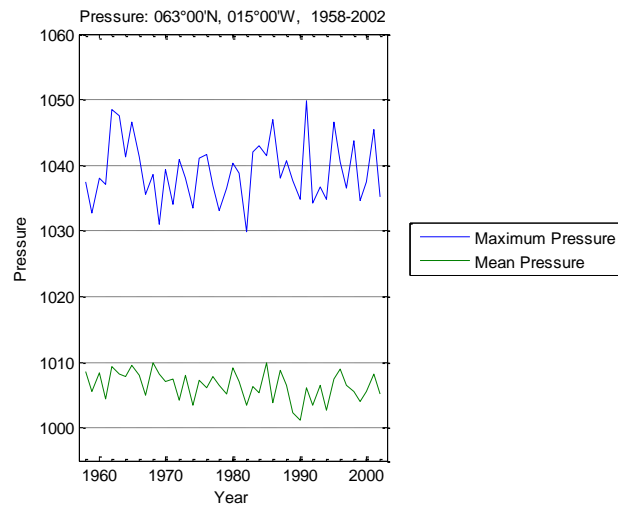
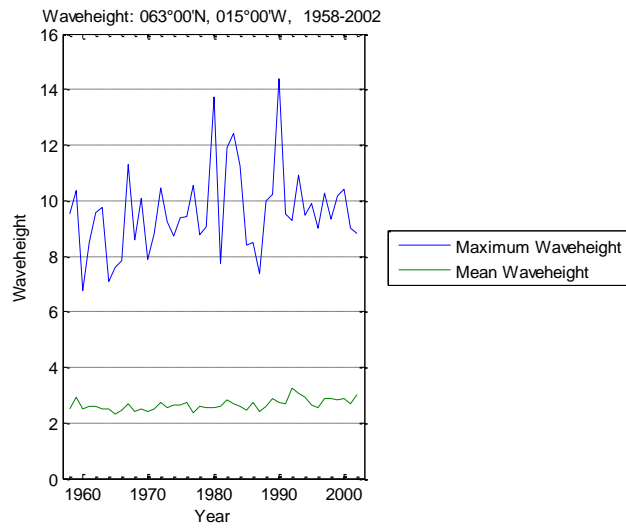
Tíðni (% af tíma)	Endur- komutími (ár)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des	Des-Feb	Mar-Mai	Jún-Ágú	Sep-Nóv	Jan-Des
		Weibull 3 par																
60%	1 ár	4.0	4.1	3.7	2.6	2.0	1.7	1.6	1.7	2.3	2.9	3.2	4.0	4.0	2.7	1.7	2.8	2.8
70%		4.6	4.6	4.1	3.0	2.3	1.9	1.8	1.9	2.6	3.3	3.6	4.4	4.5	3.2	1.9	3.2	3.3
80%		5.3	5.3	4.8	3.4	2.6	2.2	2.0	2.2	3.1	3.8	4.2	5.0	5.2	3.7	2.1	3.7	3.9
90%		6.4	6.3	5.7	4.3	3.1	2.7	2.4	2.7	3.7	4.6	5.2	6.0	6.2	4.6	2.6	4.6	4.9
95%		7.4	7.2	6.5	5.0	3.6	3.1	2.7	3.1	4.4	5.4	6.2	6.9	7.2	5.5	3.0	5.5	5.8
98%		8.7	8.4	7.6	6.0	4.2	3.8	3.1	3.7	5.2	6.3	7.4	7.9	8.3	6.6	3.6	6.5	7.0
99%		9.6	9.1	8.3	6.8	4.6	4.2	3.4	4.1	5.8	7.0	8.3	8.7	9.2	7.3	4.0	7.3	7.9
1 ár		13.7	12.5	11.6	10.3	6.4	6.5	4.7	5.9	8.4	10.3	12.5	11.9	12.8	10.9	5.8	11.0	11.9
Weibull 5m þröskuldsgildi																		
	1 ár	13.6	13.0	11.9	10.7	6.4	7.4		6.3	8.6	10.3	12.5	11.8	12.9	11.1	6.6	11.2	11.7
	5 ár	15.6	14.7	13.5	12.3	7.0	9.5		6.7	9.8	11.7	14.4	13.3	14.7	12.7	7.8	12.9	13.4
	10 ár	16.4	15.4	14.1	13.0	7.2	10.4		6.9	10.3	12.3	15.2	14.0	15.4	13.3	8.3	13.6	14.2
	25 ár	17.5	16.4	15.0	13.9	7.5	11.6		7.1	11.0	13.1	16.3	14.8	16.4	14.2	8.9	14.6	15.1
	50 ár	18.4	17.1	15.7	14.5	7.8	12.5		7.2	11.5	13.7	17.1	15.4	17.1	14.9	9.4	15.3	15.9
	100 ár	19.2	17.8	16.3	15.2	8.0	13.4		7.3	12.0	14.3	17.8	16.1	17.9	15.5	9.8	16.1	16.6

63,0°N 15,0°V  
Jan - Des

Tíðni (% af tíma)	Endur- komutími (ár)	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Samtals
		Weibull 3 par								
60%	1 ár	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8
70%		-	-	-	-	-	-	-	-	3.3
80%		-	-	-	-	-	2.6	-	-	3.9
90%		-	-	-	-	-	3.8	-	-	4.9
95%		-	2.7	-	-	3.1	4.9	2.8	-	5.8
98%		-	3.9	3.0	3.1	4.4	6.2	4.5	-	7.0
99%		2.8	4.6	3.9	4.0	5.4	7.2	5.6	-	7.9
1 ár		5.7	7.7	7.3	7.4	9.4	11.5	10.6	4.8	11.9
Weibull 5m þröskuldsgildi										
	1 ár	5.7	7.7	7.2	7.5	9.3	11.3	10.5	-	11.7
	5 ár	6.3	8.9	8.4	8.7	11.0	13.1	12.6	6.0	13.4
	10 ár	6.5	9.3	8.8	9.1	11.7	13.9	13.5	6.3	14.2
	25 ár	6.7	10.0	9.5	9.7	12.6	14.9	14.7	6.6	15.1
	50 ár	6.9	10.4	9.9	10.2	13.2	15.7	15.6	6.9	15.9
	100 ár	7.1	10.9	10.4	10.6	13.9	16.4	16.4	7.1	16.6
		2.7%	12.6%	6.9%	7.1%	14.7%	42.6%	11.7%	1.6%	100.0%







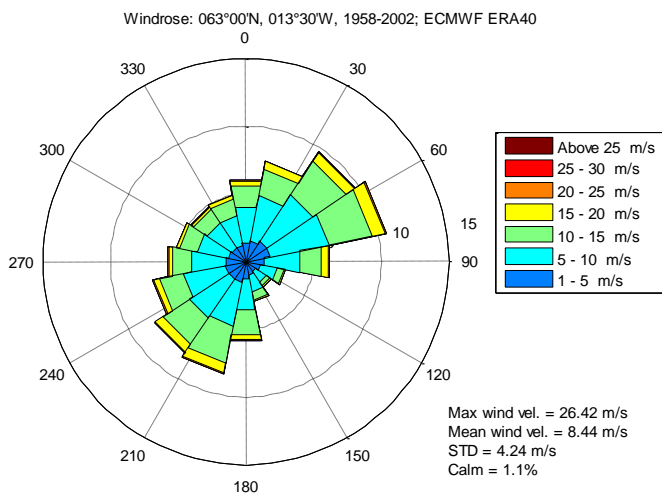
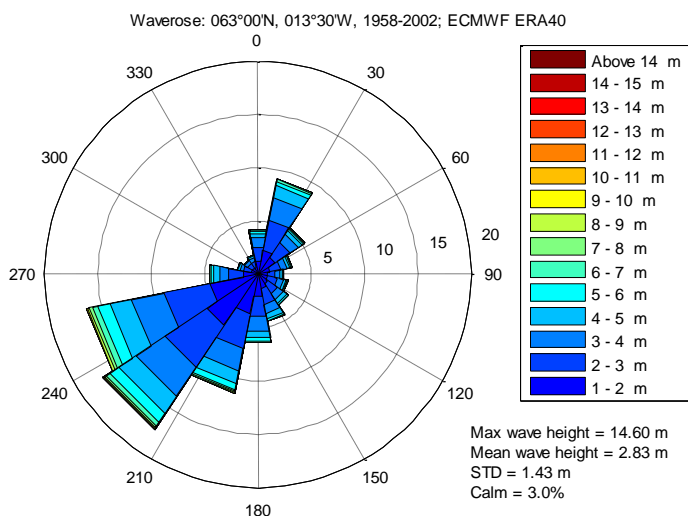
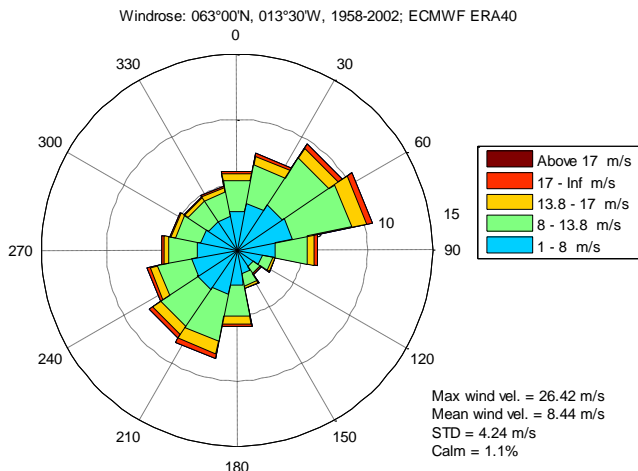
## II.d. Punktur 22

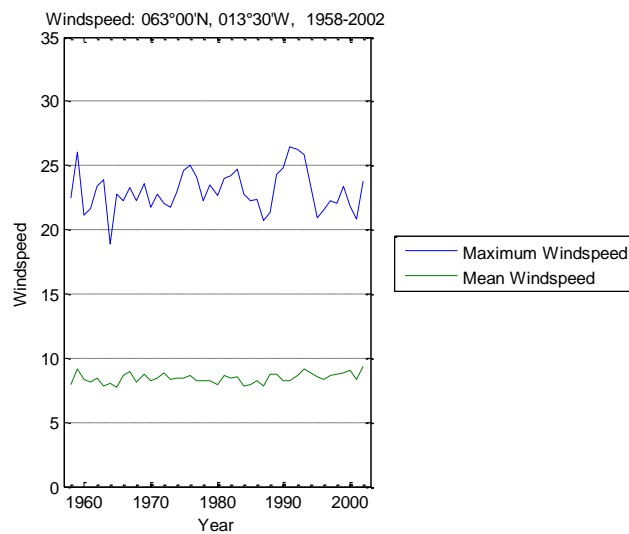
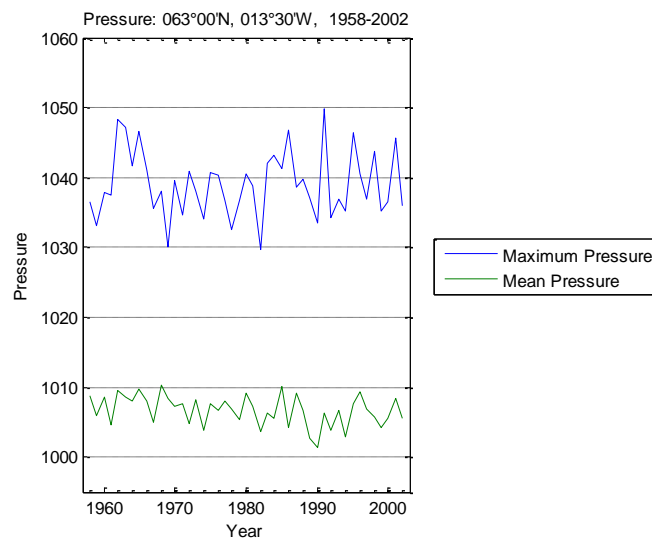
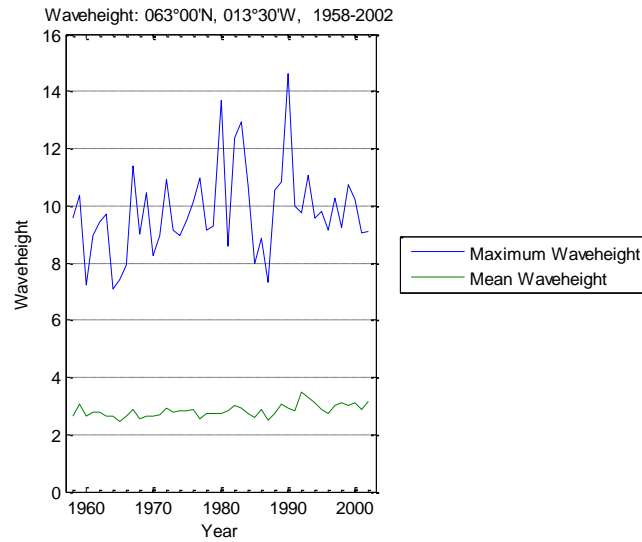
63,0°N 13,5°V

Tíðni (% af tíma)	Endurkomutími (ár)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mái	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des	Des-Feb	Mar-Mái	Jún-Ágú	Sep-Nóv	Jan-Des
Weibull 3 par																		
60%	1 ár	4.3	4.3	4.0	2.8	2.1	1.8	1.7	1.8	2.5	3.2	3.5	4.2	4.3	3.0	1.7	3.0	3.0
70%		4.8	4.8	4.4	3.2	2.4	2.0	1.9	2.0	2.8	3.6	3.9	4.6	4.8	3.4	1.9	3.4	3.5
80%		5.6	5.5	5.0	3.7	2.8	2.3	2.1	2.3	3.3	4.1	4.5	5.3	5.4	4.0	2.2	4.0	4.1
90%		6.7	6.5	5.9	4.5	3.4	2.7	2.5	2.8	3.9	4.9	5.5	6.2	6.5	4.9	2.7	4.9	5.1
95%		7.7	7.5	6.8	5.2	3.9	3.2	2.8	3.2	4.6	5.7	6.5	7.1	7.4	5.7	3.1	5.8	6.1
98%		9.0	8.6	7.8	6.2	4.6	3.9	3.2	3.8	5.4	6.7	7.7	8.2	8.6	6.8	3.7	6.8	7.3
99%		9.9	9.4	8.5	6.9	5.1	4.3	3.5	4.2	6.0	7.4	8.6	8.9	9.5	7.6	4.1	7.6	8.2
		1 ár	14.1	13.0	11.6	10.3	7.2	6.6	4.8	6.0	8.7	10.6	12.6	12.2	13.2	10.9	6.0	11.3
Weibull 5m þröskuldsgildi																		
	1 ár	13.8	13.5	11.9	10.7	6.7	7.4		6.5	8.6	10.5	12.7	12.0	13.2	11.0	6.7	11.3	11.9
	5 ár	15.7	15.3	13.4	12.2	7.3	8.8		7.1	9.7	11.9	14.5	13.6	15.0	12.6	7.9	13.0	13.6
	10 ár	16.5	16.1	14.1	12.9	7.5	9.5		7.4	10.2	12.4	15.3	14.2	15.8	13.2	8.4	13.7	14.4
	25 ár	17.6	17.1	14.9	13.7	7.8	10.3		7.6	10.9	13.2	16.3	15.1	16.7	14.1	9.0	14.7	15.3
	50 ár	18.4	17.9	15.5	14.3	8.0	10.9		7.8	11.3	13.8	17.1	15.7	17.5	14.7	9.5	15.4	16.1
	100 ár	19.2	18.6	16.1	15.0	8.2	11.6		8.0	11.8	14.3	17.9	16.3	18.2	15.3	10.0	16.1	16.8

63,0°N 13,5°V  
Jan - Des

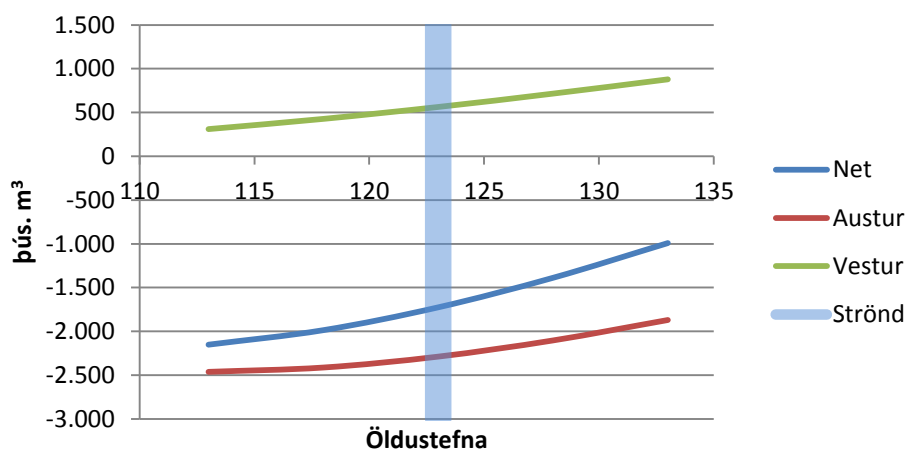
Tíðni (% af tíma)	Endurkomutími (ár)	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	Samtals
Weibull 3 par										
60%	1 ár	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0
70%		-	-	-	-	-	-	-	-	3.5
80%		-	-	-	-	-	-	-	-	4.1
90%		-	-	-	-	-	3.8	-	-	5.1
95%		-	2.8	-	-	3.1	5.0	3.3	-	6.1
98%		3.9	4.0	2.8	3.1	4.5	6.4	4.9	-	7.3
99%		4.7	4.8	3.7	4.0	5.5	7.4	6.0	3.2	8.2
		1 ár	7.8	8.2	7.3	7.5	9.6	11.7	11.0	6.4
Weibull 5m þröskuldsgildi										
	1 ár	7.7	8.0	7.1	7.6	9.5	11.5	10.8	6.4	11.9
	5 ár	8.8	9.2	8.3	8.9	11.2	13.4	13.0	7.5	13.6
	10 ár	9.2	9.6	8.7	9.4	12.0	14.2	13.9	7.9	14.4
	25 ár	9.8	10.2	9.3	10.1	12.9	15.3	15.1	8.5	15.3
	50 ár	10.2	10.7	9.8	10.6	13.6	16.1	15.9	8.9	16.1
	100 ár	10.6	11.1	10.2	11.1	14.3	16.8	16.8	9.3	16.8
		8.9%	12.6%	5.2%	6.0%	12.6%	36.4%	14.3%	4.0%	100.0%





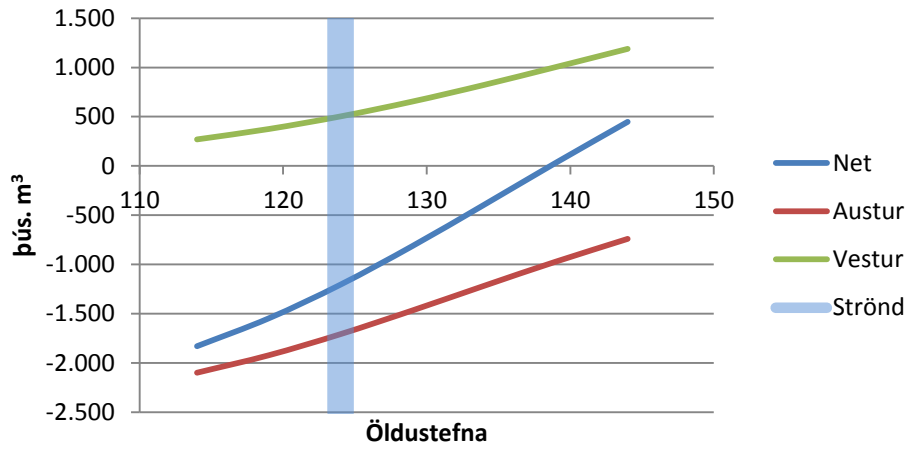
*Qα gröf ásamt nettó og brúttó sandflutningi í sniðum*

### Prófill 85000V



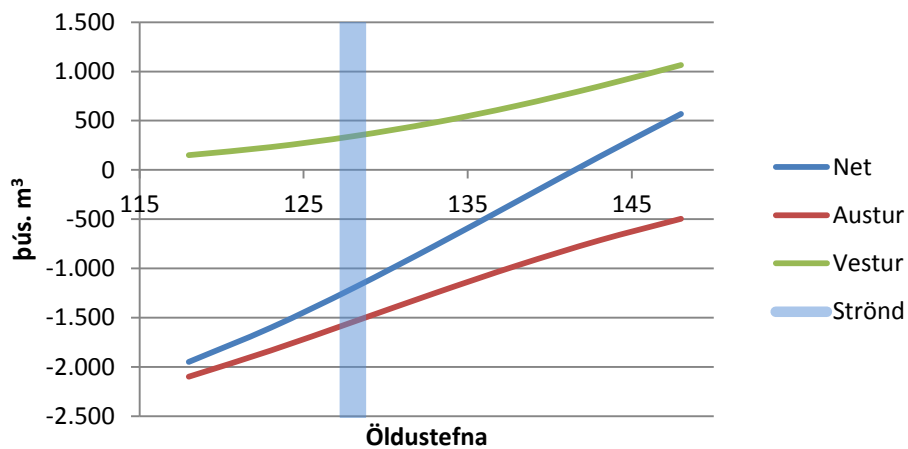
Prófill 85000V					
Öldustefna [°]					
	113	118	123	128	133
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]					
<b>Net</b>	-2.152	-1.986	-1.726	-1.388	-992
<b>Austur</b>	-2.463	-2.413	-2.289	-2.104	-1.870
<b>Vestur</b>	310	427	563	716	879

## Prófill 75000V



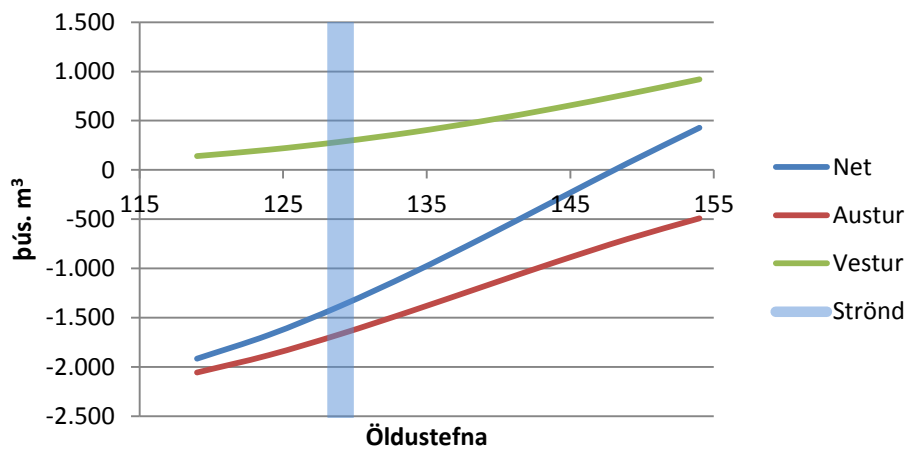
Prófill 75000V							
Öldustefna							
	114	119	124	129	134	139	144
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]							
<b>Net</b>	-1.831	-1.548	-1.205	-814	-395	32	448
<b>Austur</b>	-2.100	-1.922	-1.708	-1.468	-1.217	-972	-741
<b>Vestur</b>	269	375	503	654	823	1.004	1.189

## Prófill 65000V



Prófill 65000V							
Öldustefna							
	118	123	128	133	138	143	148
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]							
<b>Net</b>	-1.950	-1.602	-1.202	-770	-320	131	568
<b>Austur</b>	-2.100	-1.834	-1.544	-1.251	-972	-717	-496
<b>Vestur</b>	150	232	342	481	652	848	1.065

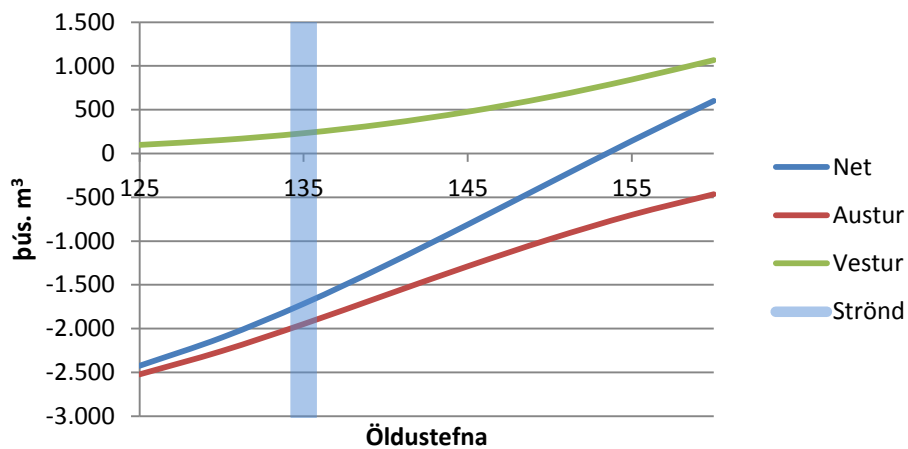
## Prófill 55000V



Prófill 55000V								
Öldustefna								
	119	124	129	134	139	144	149	154
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]								
<b>Net</b>	-1.917	-1.676	-1.381	-1.046	-684	-307	68	428
<b>Austur</b>	-2.057	-1.881	-1.667	-1.429	-1.182	-935	-701	-492
<b>Vestur</b>	141	205	286	383	498	628	770	920

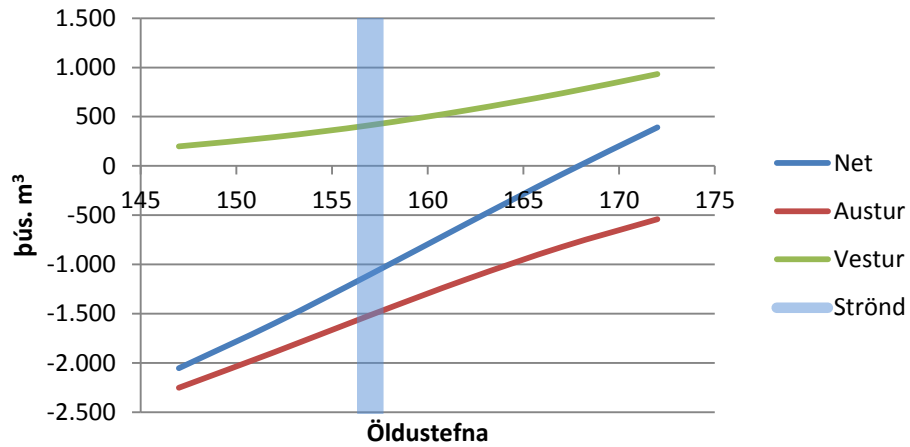


## Prófill 45000V



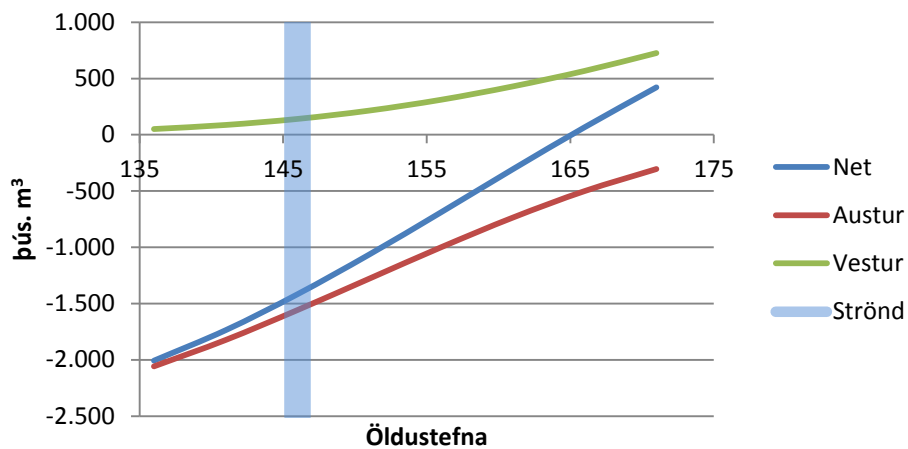
Prófill 45000V								
Öldustefna								
	125	130	135	140	145	150	155	160
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]								
Net	-2.425	-2.103	-1.716	-1.279	-812	-333	144	601
Austur	-2.523	-2.257	-1.948	-1.617	-1.289	-979	-701	-465
Vestur	98	154	232	339	477	646	845	1.067

## Prófill 35000V



Prófill 35000V						
Öldustefna						
	147	152	157	162	167	172
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-2.054	-1.598	-1.102	-590	-87	391
<b>Austur</b>	-2.253	-1.891	-1.516	-1.153	-823	-541
<b>Vestur</b>	198	293	414	564	737	933

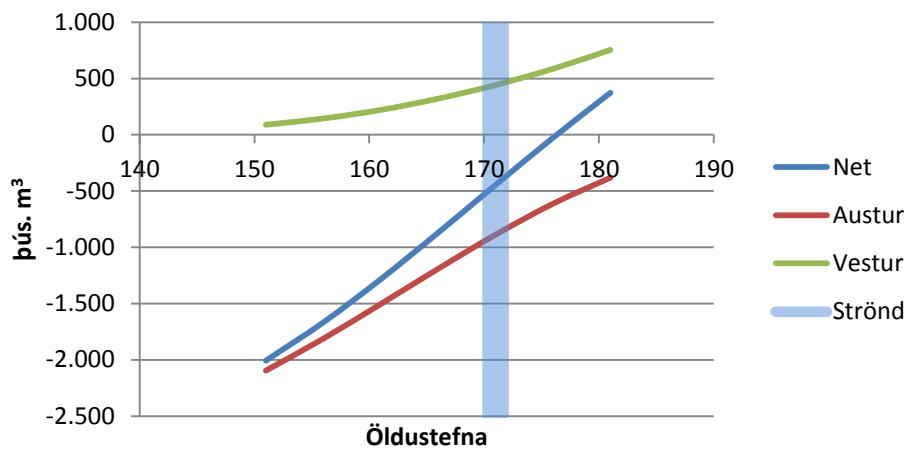
## Prófíll 25000V



Prófíll 25000V								
Öldustefna								
	136	141	146	151	156	161	166	171
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]								
<b>Net</b>	-2.007	-1.736	-1.417	-1.064	-689	-306	67	421
<b>Austur</b>	-2.058	-1.823	-1.558	-1.279	-1.000	-736	-501	-305
<b>Vestur</b>	51	87	141	215	311	430	567	726

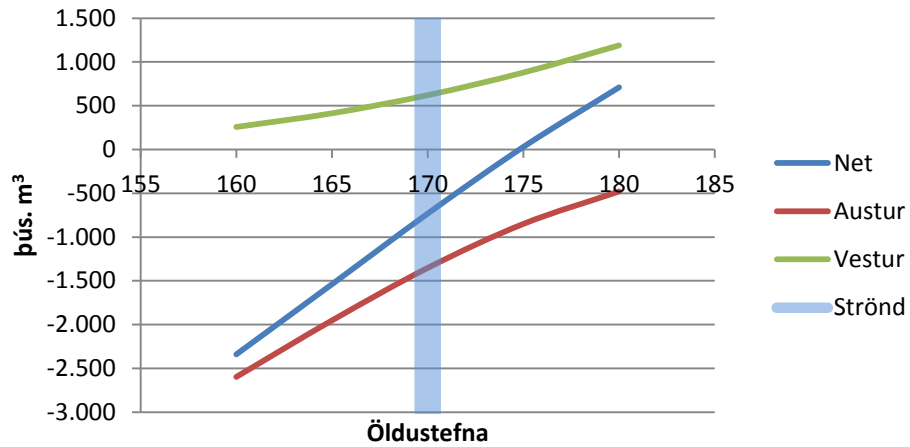


## Prófill 15000V



Prófill 15000V							
Öldustefna							
	151	156	161	166	171	176	181
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]							
<b>Net</b>	-2.007	-1.667	-1.284	-870	-446	-27	373
<b>Austur</b>	-2.096	-1.812	-1.504	-1.191	-888	-613	-381
<b>Vestur</b>	89	145	220	321	442	586	754

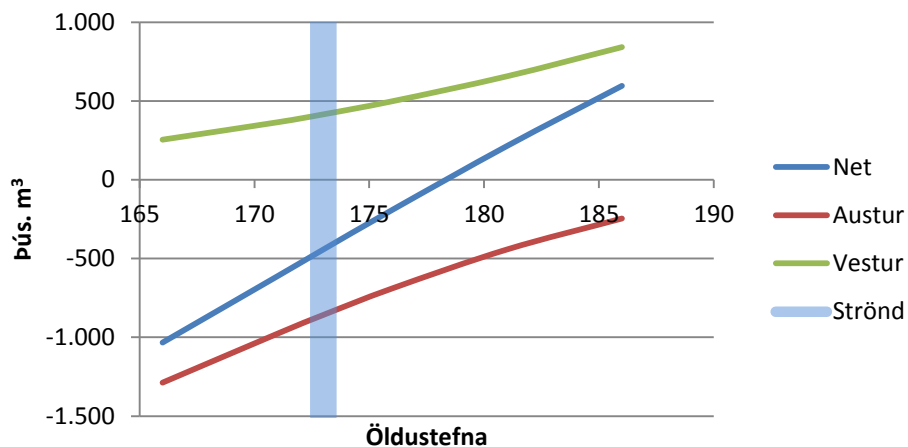
## Prófill 14000V



Prófill 14000V					
Öldustefna					
	160	165	170	175	180
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]					
Net	-2.341	-1.539	-732	29	710
Austur	-2.598	-1.953	-1.353	-850	-479
Vestur	257	414	621	879	1.190



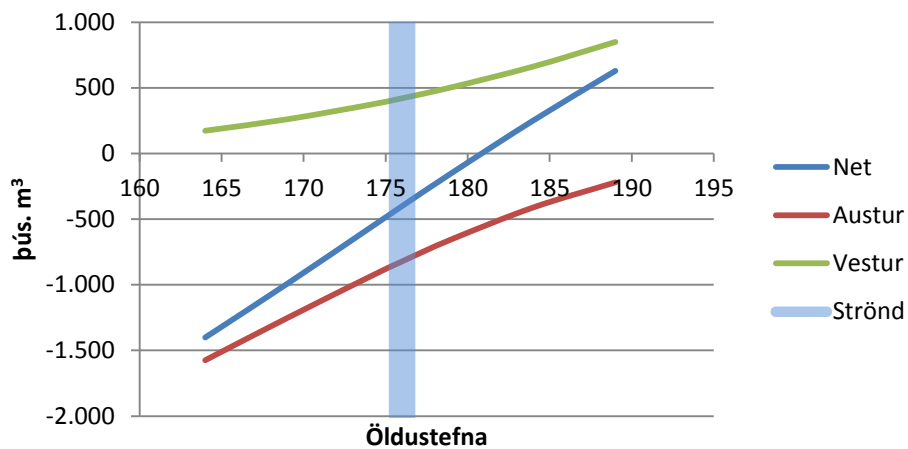
### Prófill 13000V



Prófill 13000V						
Öldustefna						
	166	171	173	176	181	186
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-1.033	-612	-443	-191	215	596
<b>Austur</b>	-1.288	-977	-858	-690	-442	-246
<b>Vestur</b>	254	365	415	498	657	842

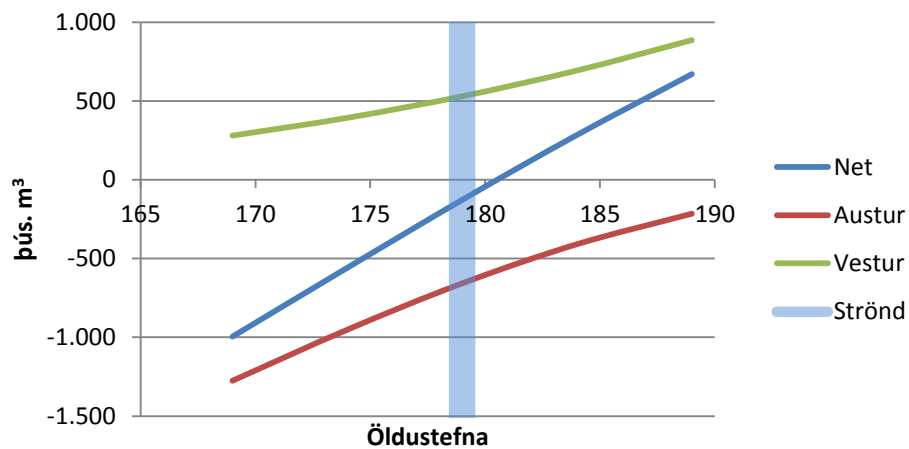


## Prófill 12000V



Prófill 12000V							
Öldustefna							
	164	169	174	176	179	184	189
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]							
Net	-1.401	-992	-570	-401	-150	252	629
Austur	-1.575	-1.253	-940	-822	-654	-411	-220
Vestur	173	261	370	421	504	662	849

## Prófill 11000V

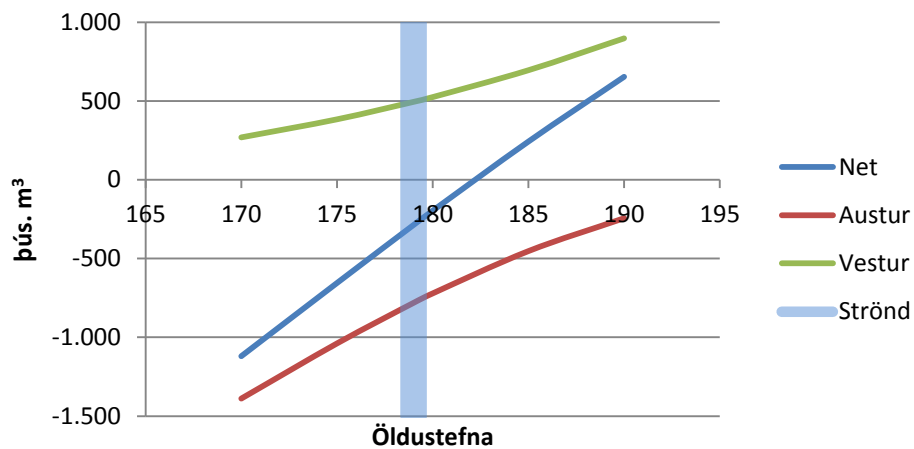


Prófill 11000V					
Öldustefna					
	169	174	179	184	189
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]					
<b>Net</b>	-995	-558	-128	284	670
<b>Austur</b>	-1.276	-952	-658	-409	-216
<b>Vestur</b>	280	393	530	693	886





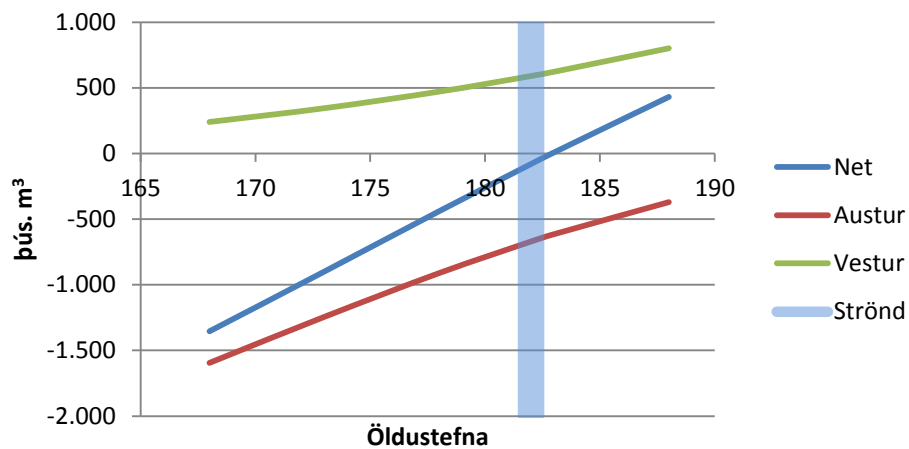
### Prófill 10000V



Prófill 10000V						
Öldustefna						
	170	175	179	180	185	190
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-1.120	-655	-287	-196	242	653
<b>Austur</b>	-1.389	-1.039	-781	-721	-453	-244
<b>Vestur</b>	269	384	494	525	695	897



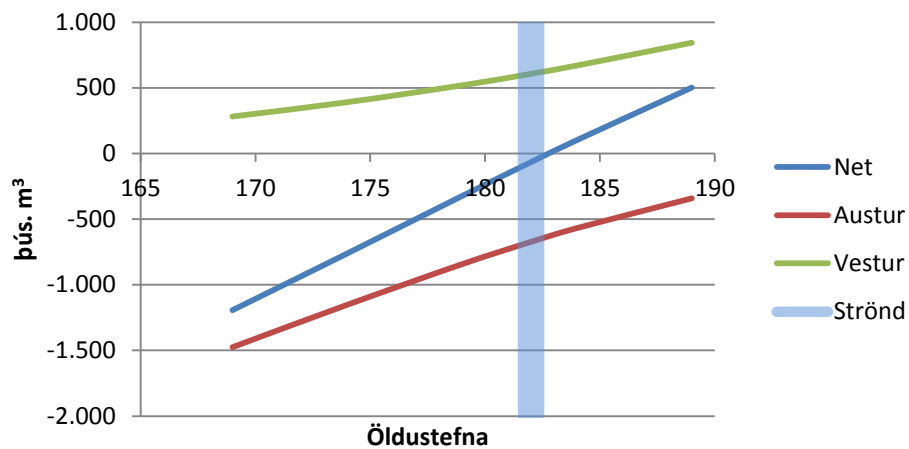
## Prófíll 9000V



Prófíll 9000V						
Öldustefna						
	168	173	178	182	183	188
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-1.354	-899	-439	-80	8	431
<b>Austur</b>	-1.594	-1.244	-911	-670	-614	-370
<b>Vestur</b>	240	345	471	590	623	801



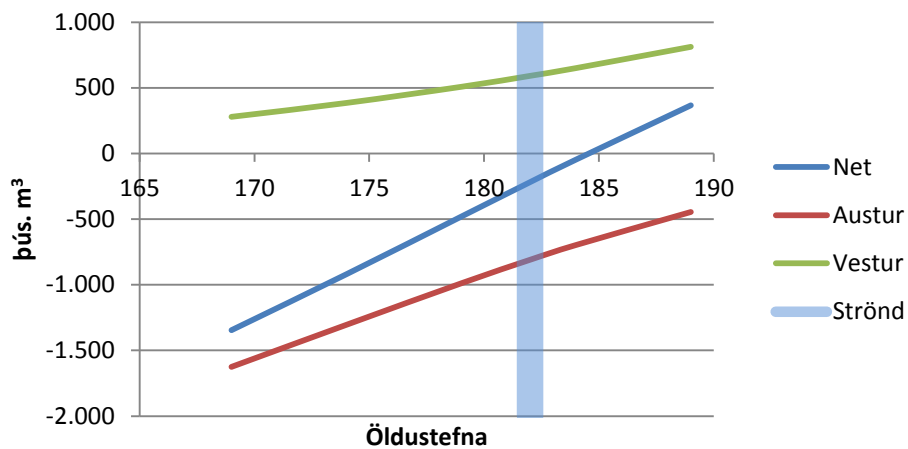
## Prófíll 8000V



Prófíll 8000V						
Öldustefna						
	169	174	179	182	184	189
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]						
Net	-1.193	-761	-323	-65	103	502
Austur	-1.475	-1.152	-843	-673	-568	-341
Vestur	282	391	519	607	670	844



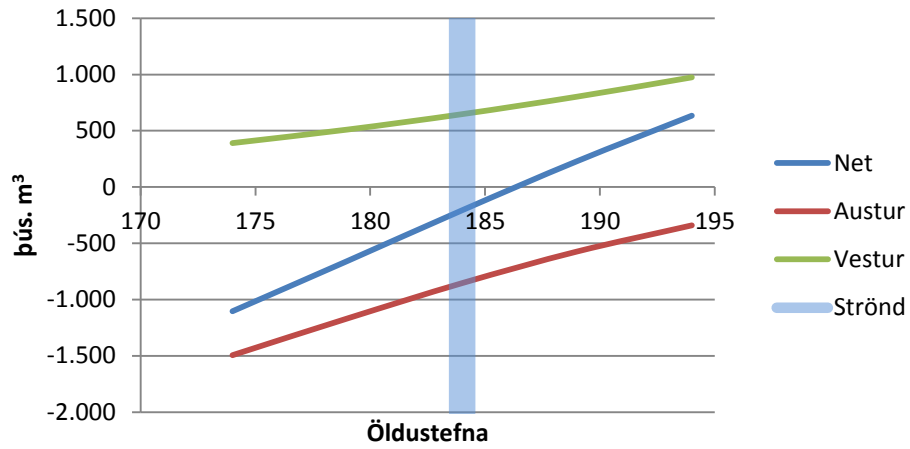
## Prófíll 7000V



Prófíll 7000V						
Öldustefna						
	169	174	179	182	184	189
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]						
Net	-1.346	-920	-481	-218	-46	367
Austur	-1.625	-1.305	-989	-809	-697	-446
Vestur	279	385	508	591	651	812

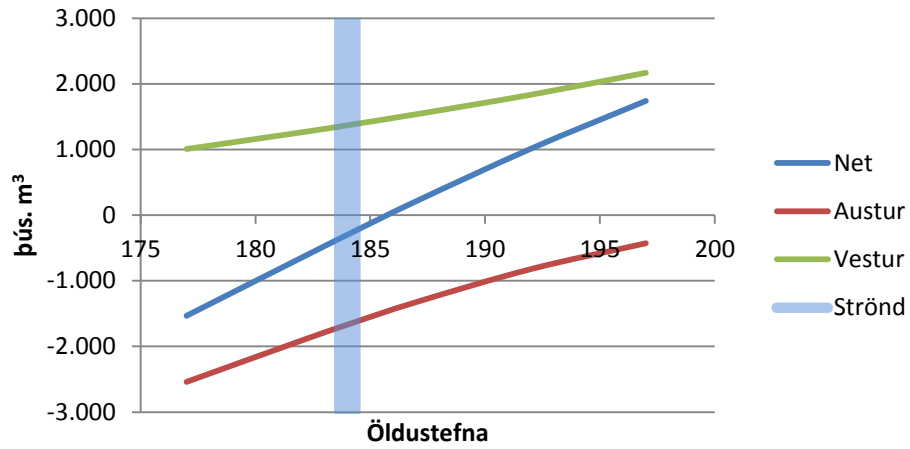


## Prófill 6000V



Prófill 6000V					
Öldustefna					
	174	179	184	189	194
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]					
Net	-1.104	-658	-206	229	634
Austur	-1.494	-1.168	-854	-573	-341
Vestur	390	510	647	803	974

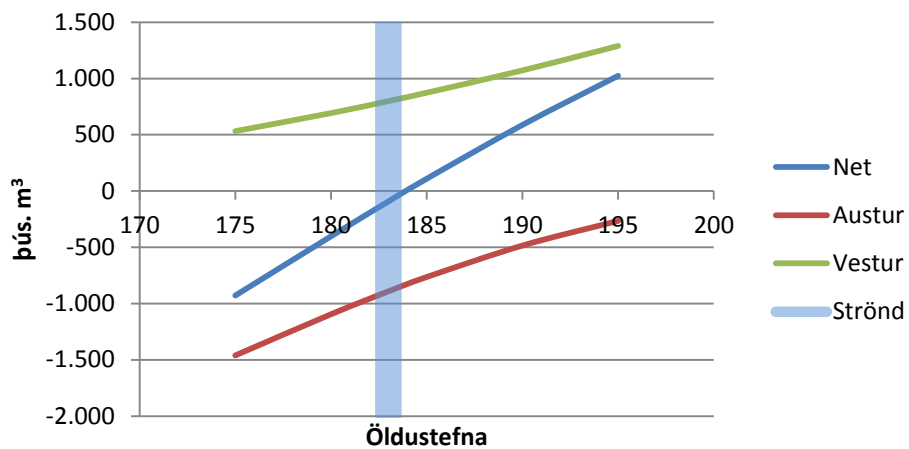
## Prófill 5000V



Prófill 5000V						
Öldustefna						
	177	182	184	187	192	197
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-1.533	-649	-299	213	1.013	1.740
<b>Austur</b>	-2.540	-1.911	-1.668	-1.324	-821	-428
<b>Vestur</b>	1.007	1.261	1.369	1.537	1.834	2.168



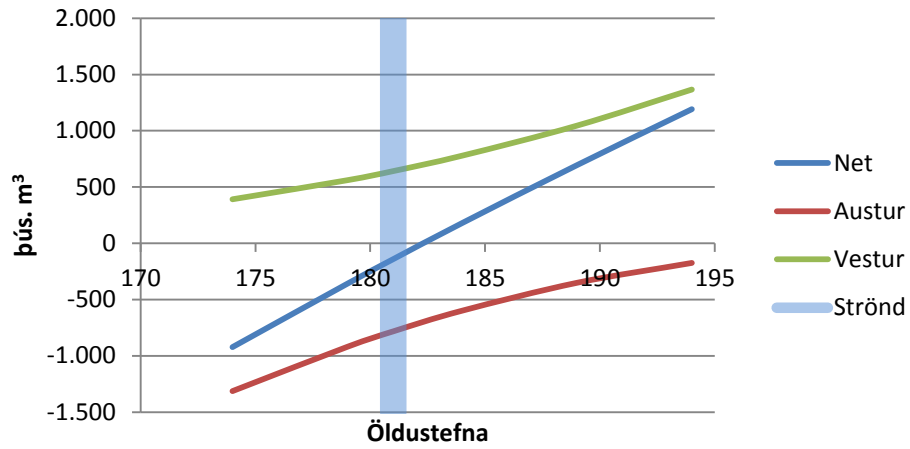
### Prófill 4000V



Prófill 4000V						
Öldustefna						
	175	180	183	185	190	195
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-929	-403	-92	109	587	1.024
<b>Austur</b>	-1.461	-1.095	-891	-764	-485	-265
<b>Vestur</b>	532	692	799	873	1.072	1.289



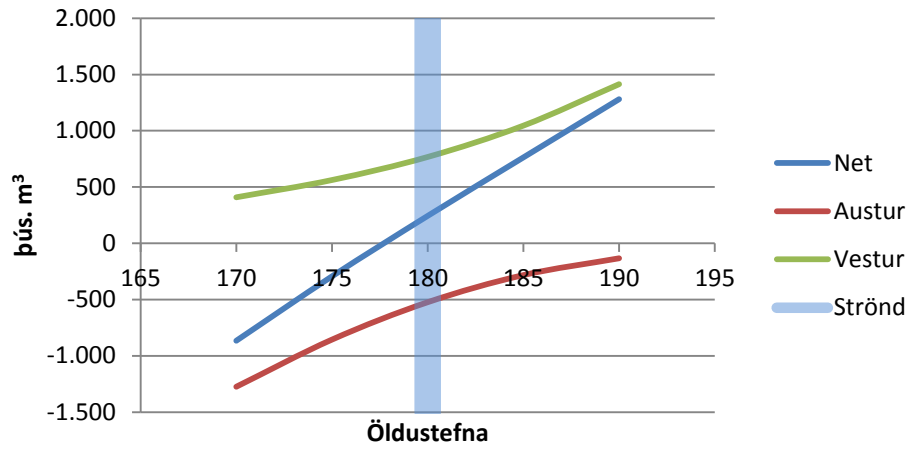
### Prófíll 3000V



Prófíll 3000V						
Öldustefna						
	174	179	181	184	189	194
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-922	-359	-141	180	694	1.192
<b>Austur</b>	-1.314	-920	-782	-599	-351	-175
<b>Vestur</b>	391	560	642	778	1.045	1.366



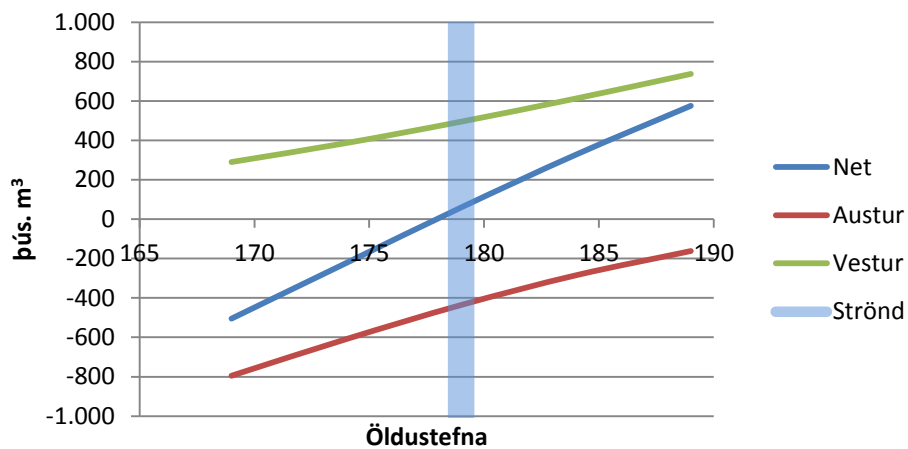
### Prófíll 2000V



Prófíll 2000V					
Öldustefna					
	170	175	180	185	190
Sandflutningur [pús. m³]					
<b>Net</b>	-866	-294	244	763	1.280
<b>Austur</b>	-1.275	-856	-524	-283	-133
<b>Vestur</b>	409	562	767	1.046	1.414

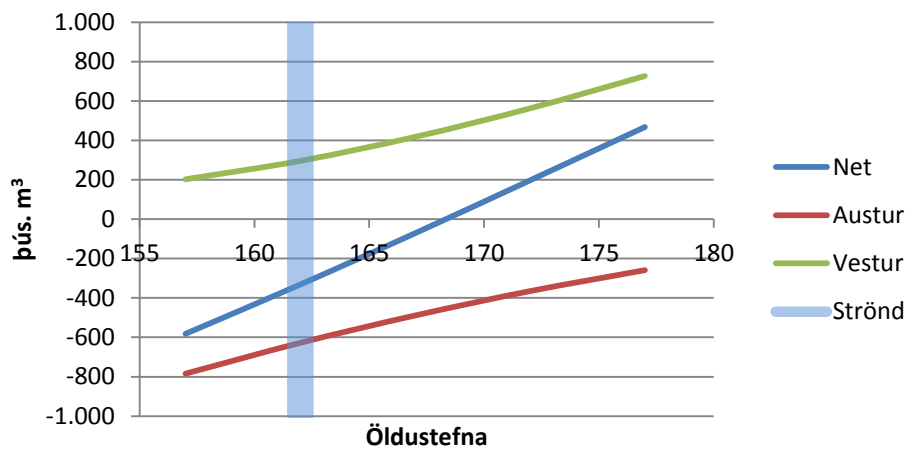


## Prófíll 1000V



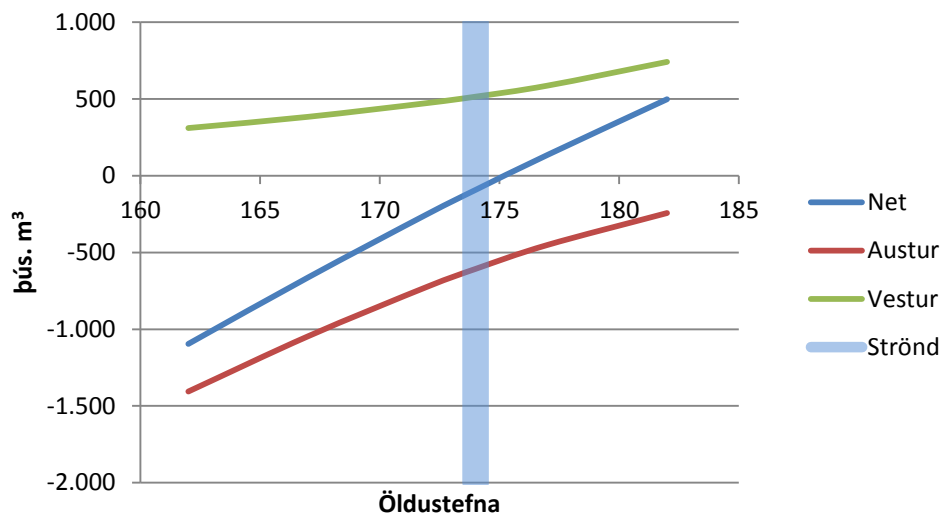
Prófíll 1000V					
Öldustefna					
	169	174	179	184	189
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]					
<b>Net</b>	-505	-222	59	328	576
<b>Austur</b>	-795	-609	-436	-285	-162
<b>Vestur</b>	290	386	495	613	737

## Prófill 0



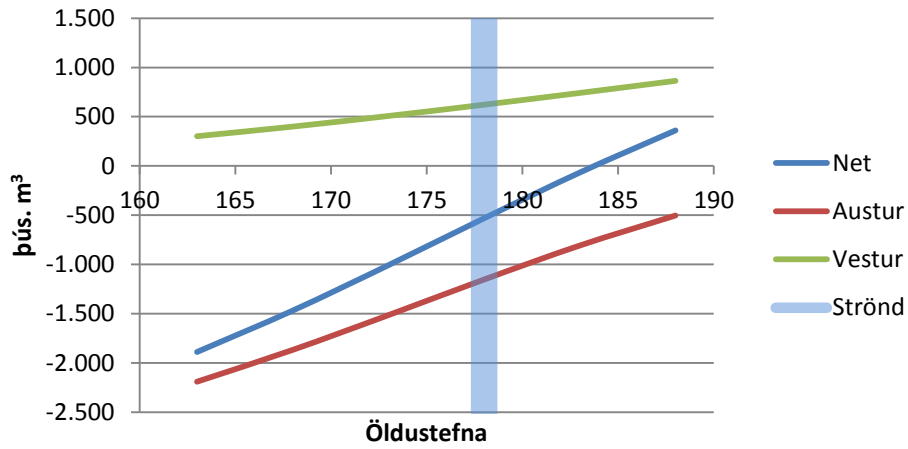
Prófill 0					
Öldustefna					
	157	162	167	172	177
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]					
Net	-582	-332	-71	197	468
Austur	-784	-628	-489	-365	-259
Vestur	202	296	418	562	727

## Prófill 1000A



Prófill 1000A						
Öldustefna						
	162	167	172	174	177	182
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-1.096	-663	-249	-93	135	498
<b>Austur</b>	-1.406	-1.046	-722	-607	-451	-243
<b>Vestur</b>	310	383	473	514	586	741

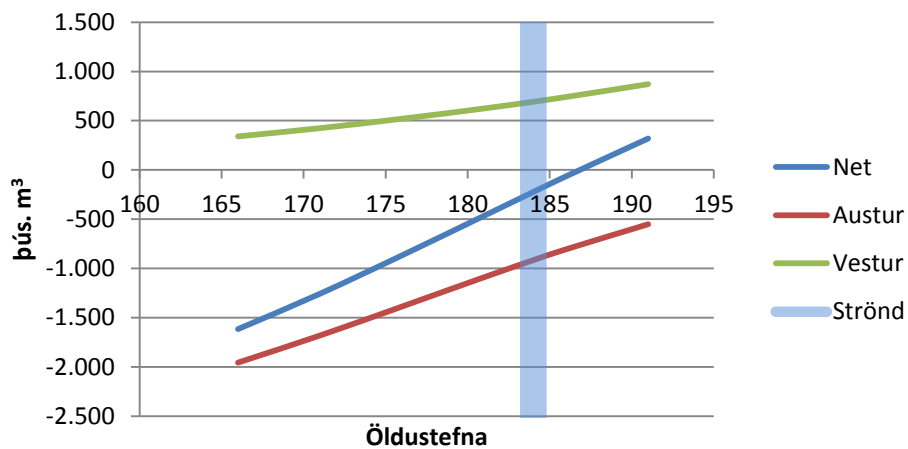
## Prófill 2000A



Prófill 2000A						
Öldustefna						
	163	168	173	178	183	188
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-1.889	-1.469	-1.008	-532	-67	360
<b>Austur</b>	-2.191	-1.868	-1.515	-1.154	-808	-504
<b>Vestur</b>	302	399	507	622	741	864



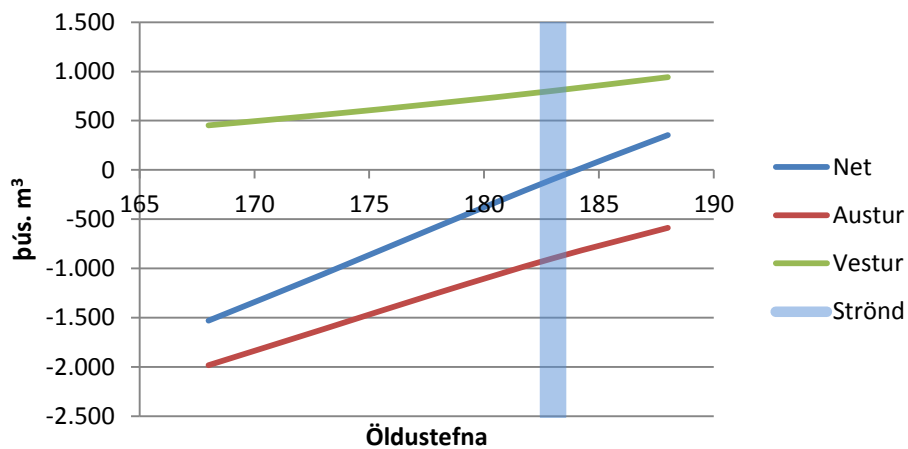
## Prófill 3000A



Prófill 3000A							
Öldustefna							
	166	171	176	181	184	186	191
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]							
<b>Net</b>	-1.616	-1.257	-867	-465	-224	-64	319
<b>Austur</b>	-1.957	-1.681	-1.387	-1.090	-916	-805	-551
<b>Vestur</b>	340	424	520	624	692	741	871

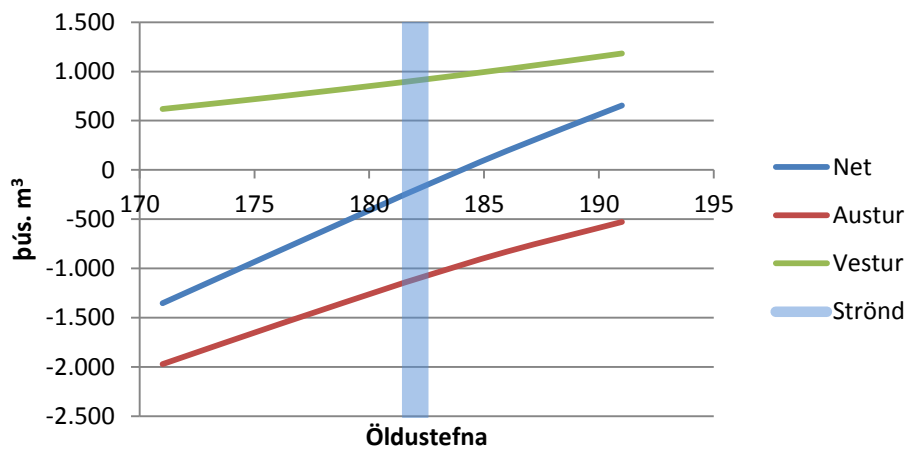


## Prófill 4000A



Prófill 4000A					
Öldustefna					
	168	173	178	183	188
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]					
<b>Net</b>	-1.530	-1.058	-571	-94	354
<b>Austur</b>	-1.983	-1.617	-1.248	-897	-588
<b>Vestur</b>	453	560	677	803	942

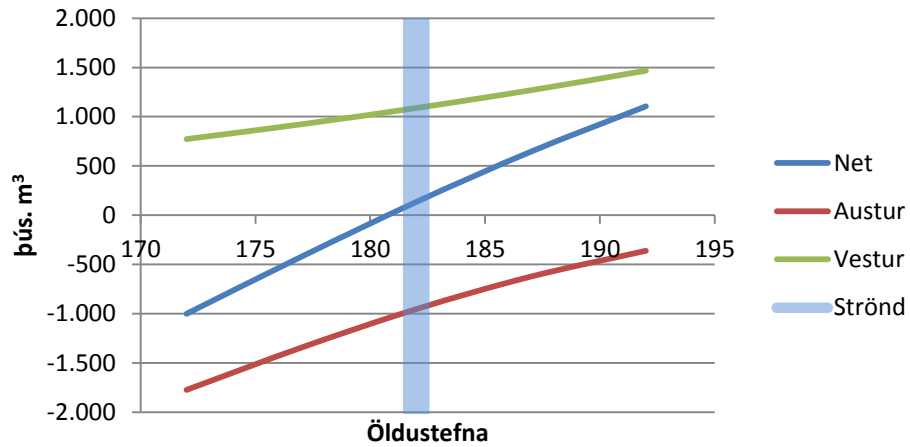
## Prófill 5000A



Prófill 5000A						
Öldustefna						
	171	176	181	182	186	191
Sandflutningur [pús. m <sup>3</sup> ]						
<b>Net</b>	-1.353	-829	-307	-204	194	654
<b>Austur</b>	-1.972	-1.573	-1.185	-1.111	-829	-528
<b>Vestur</b>	619	744	878	907	1.024	1.183

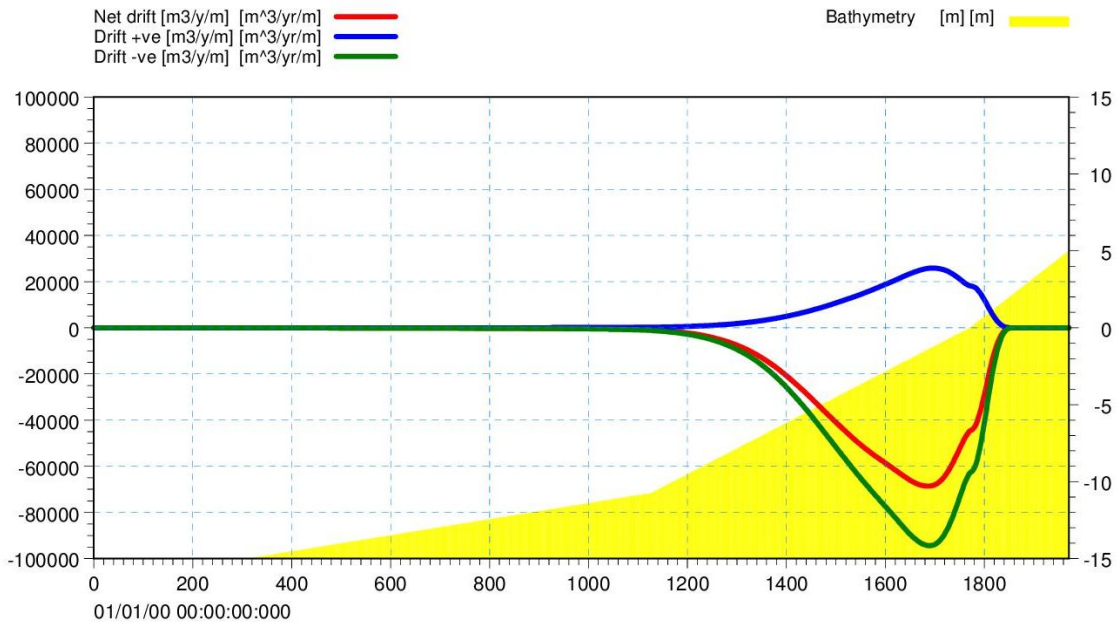


## Prófill 6000A

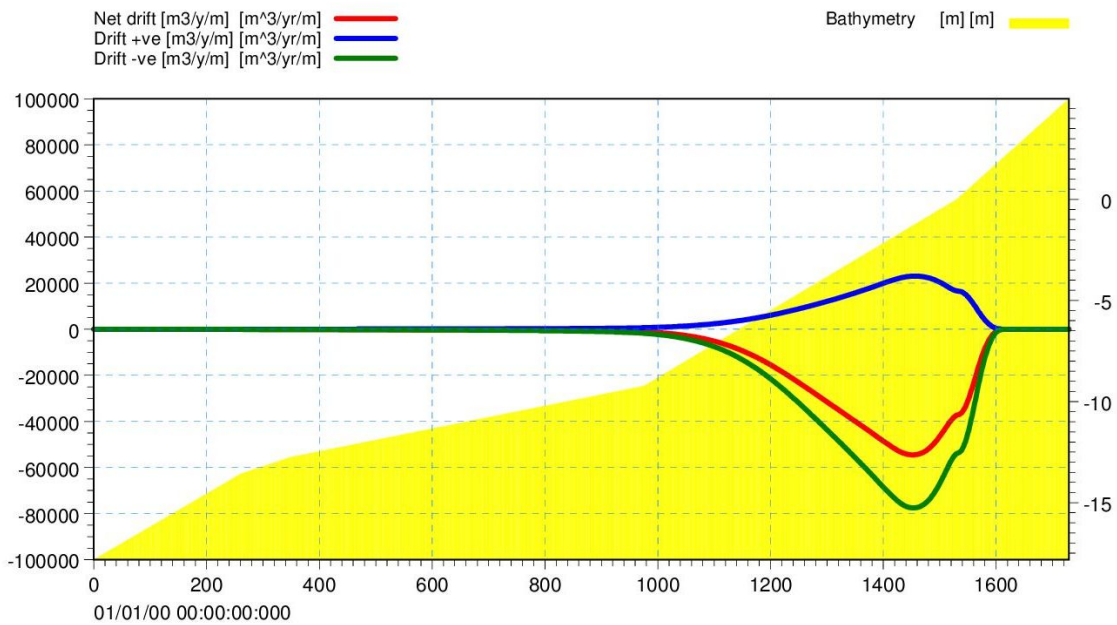


Prófill 6000A					
Öldustefna					
	172	177	182	187	192
Sandflutningur [þús. m <sup>3</sup> ]					
<b>Net</b>	-1.002	-422	134	645	1.105
<b>Austur</b>	-1.775	-1.345	-954	-623	-362
<b>Vestur</b>	772	923	1.088	1.269	1.467

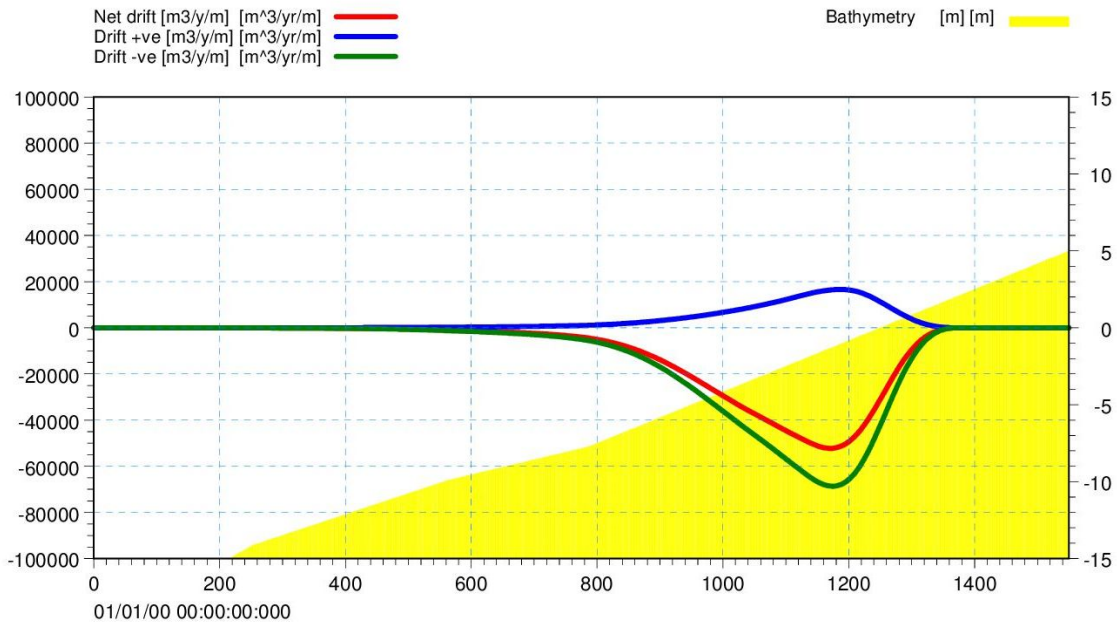
*Sniðreikningar fyrir sandflutning*



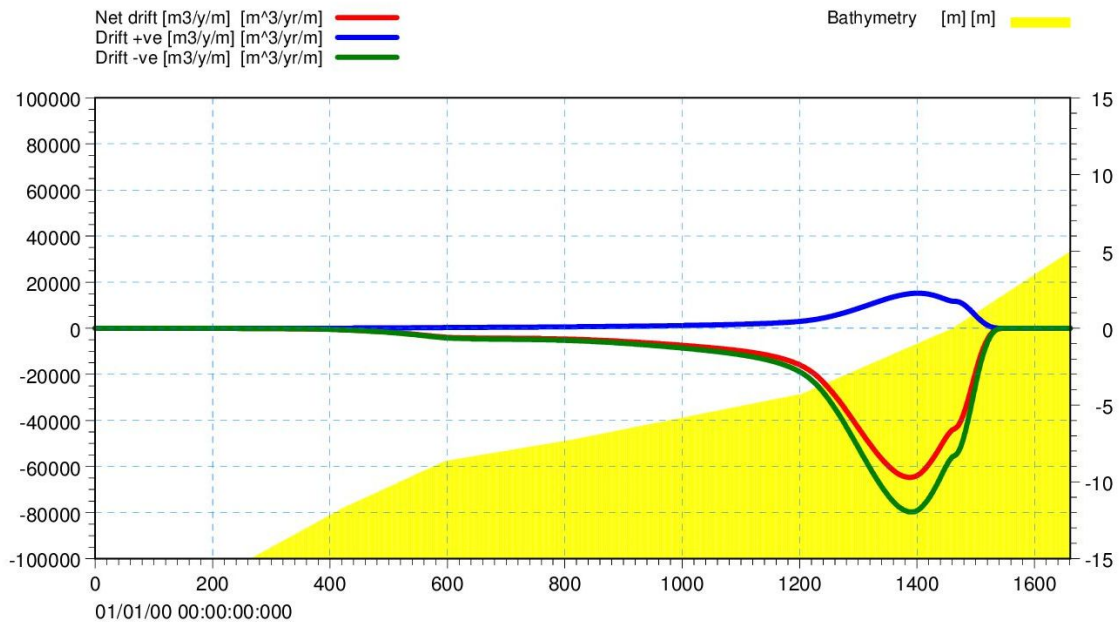
Mynd 88. Snið 85000V. Gulí flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



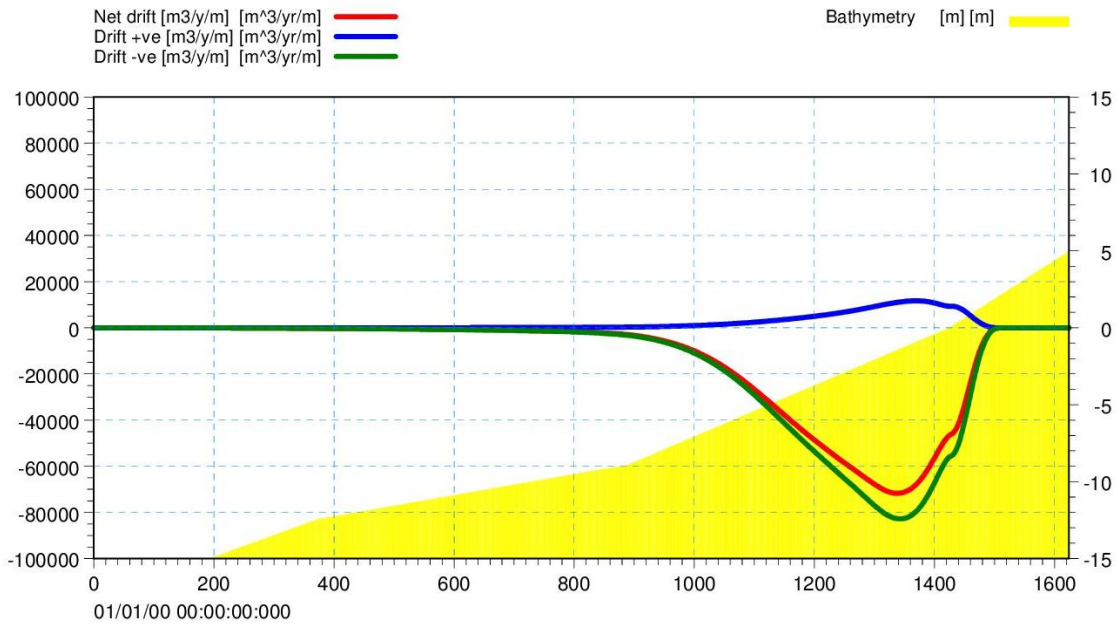
Mynd 89. Snið 75000V. Gulí flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



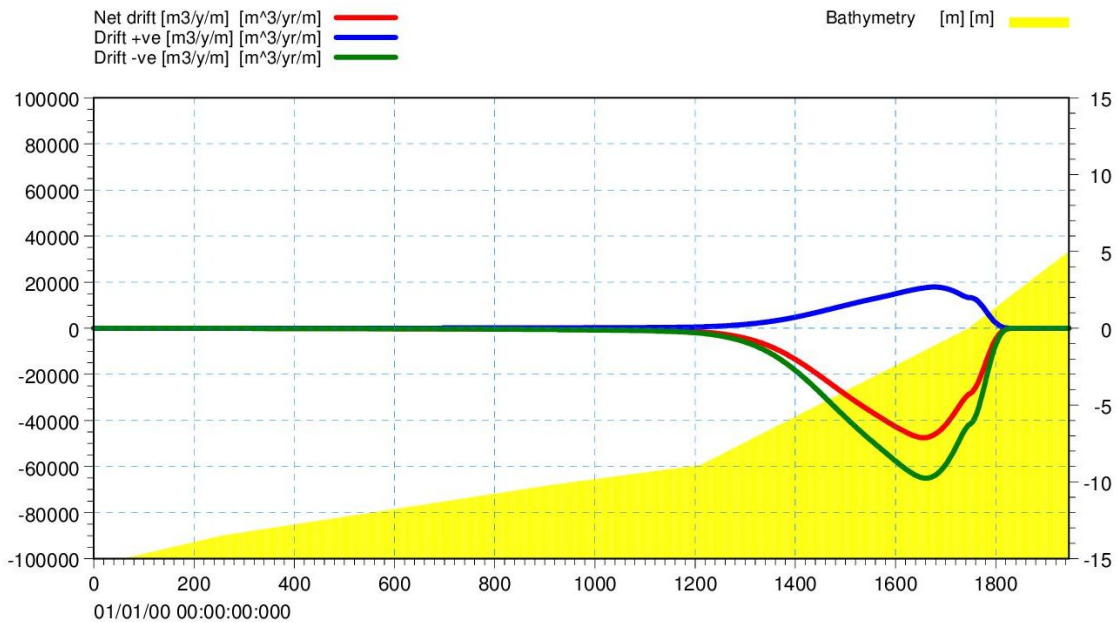
Mynd 90. Snið 65000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



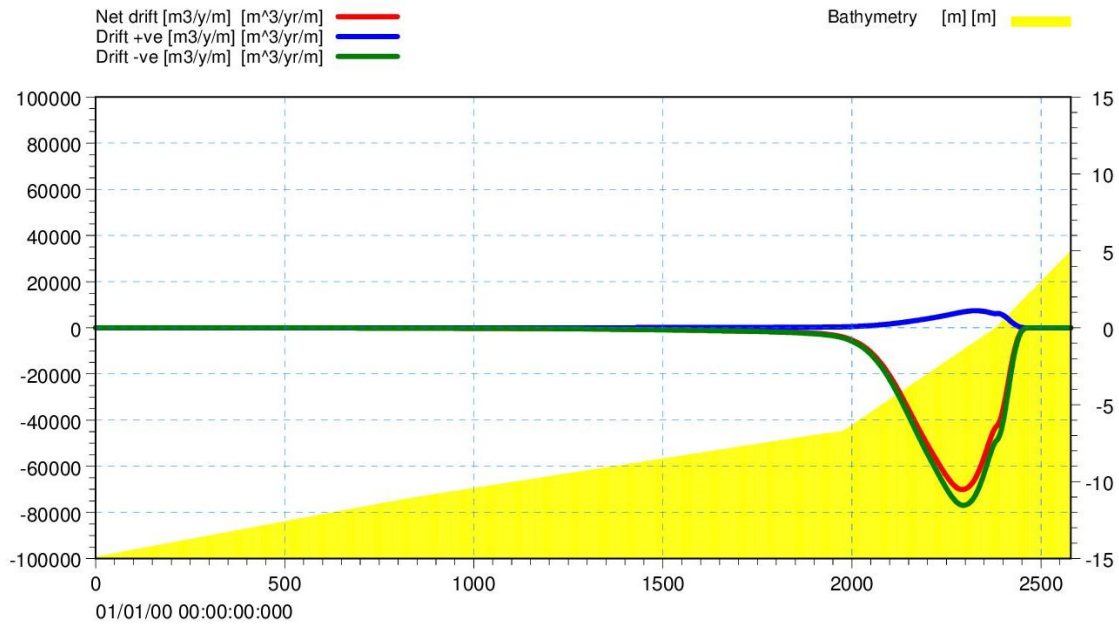
Mynd 91. Snið 55000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



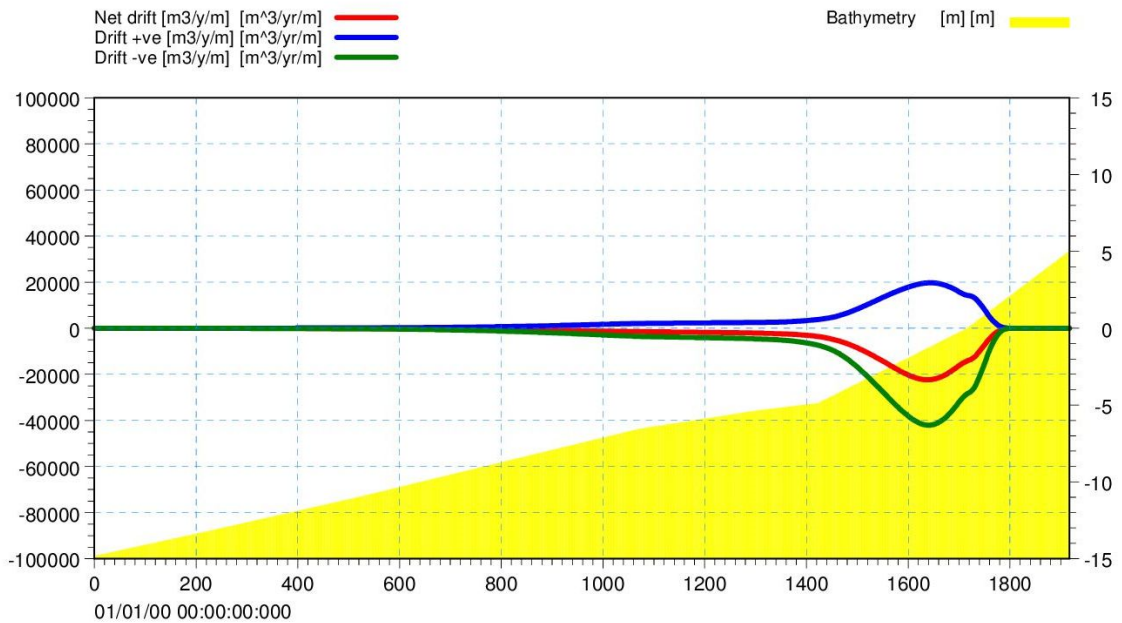
Mynd 92. Snið 45000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



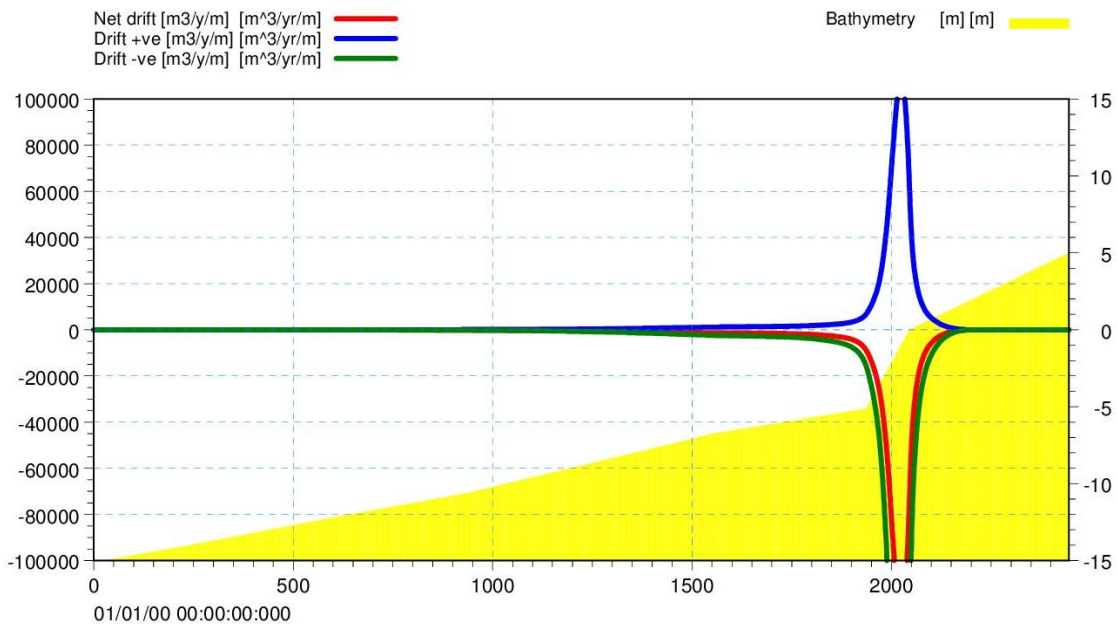
Mynd 93. Snið 35000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



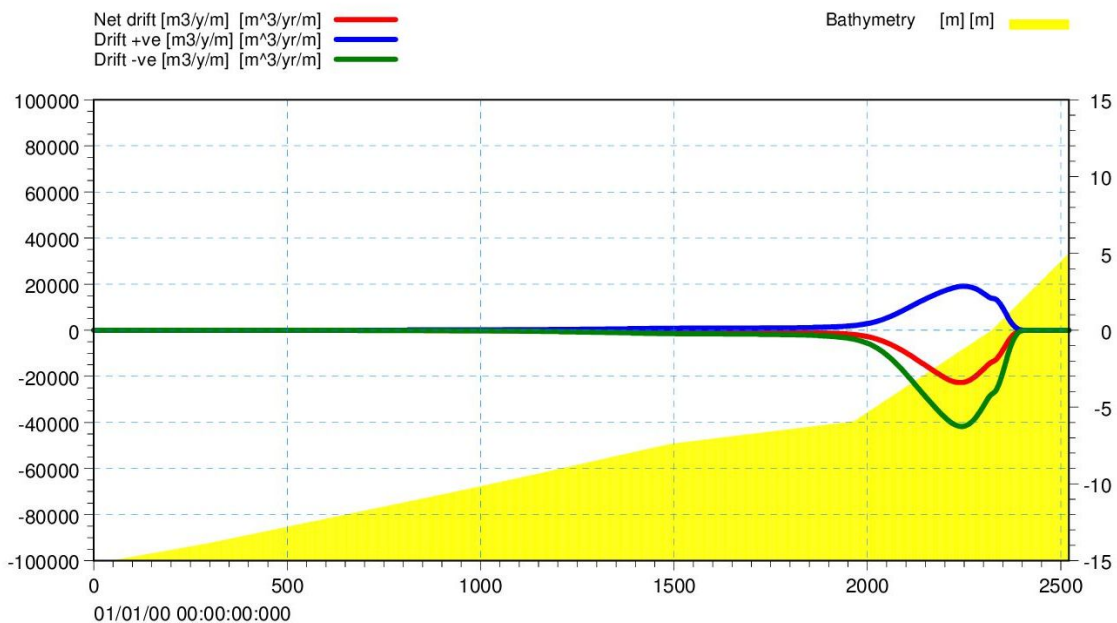
Mynd 94. Snið 25000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



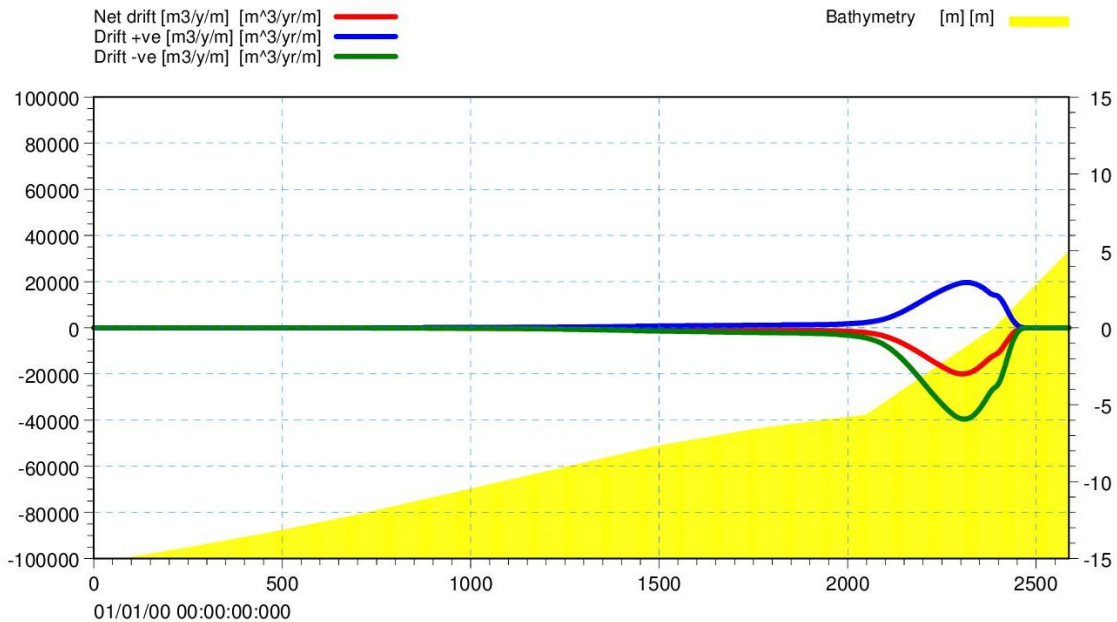
Mynd 95. Snið 15000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



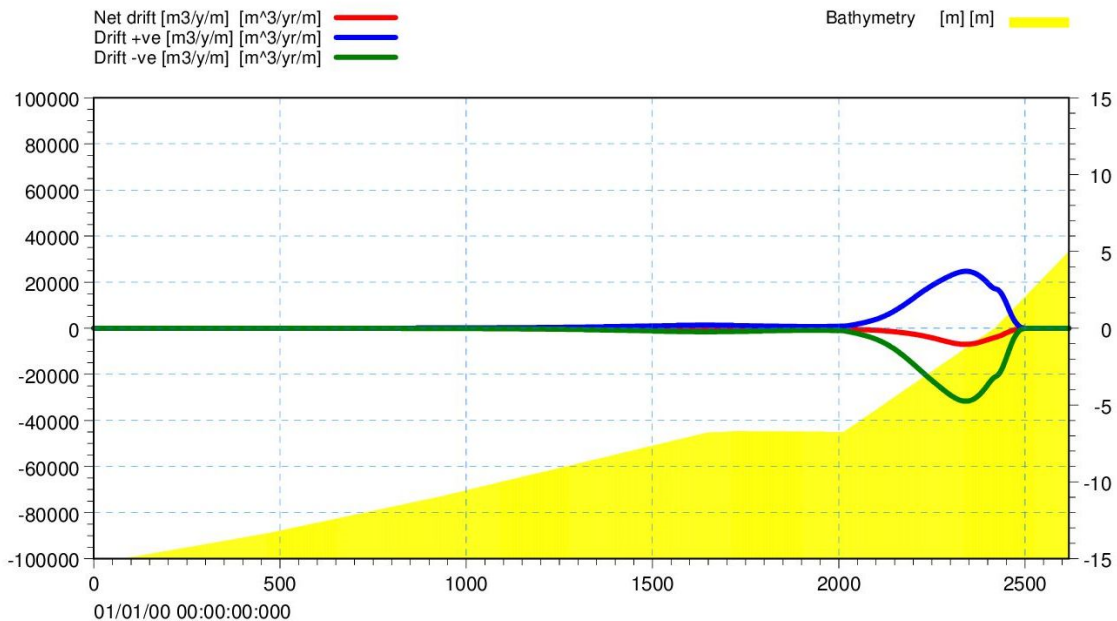
Mynd 96. Snið 14000V (við Skinneyjarhöfða, í ós). Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



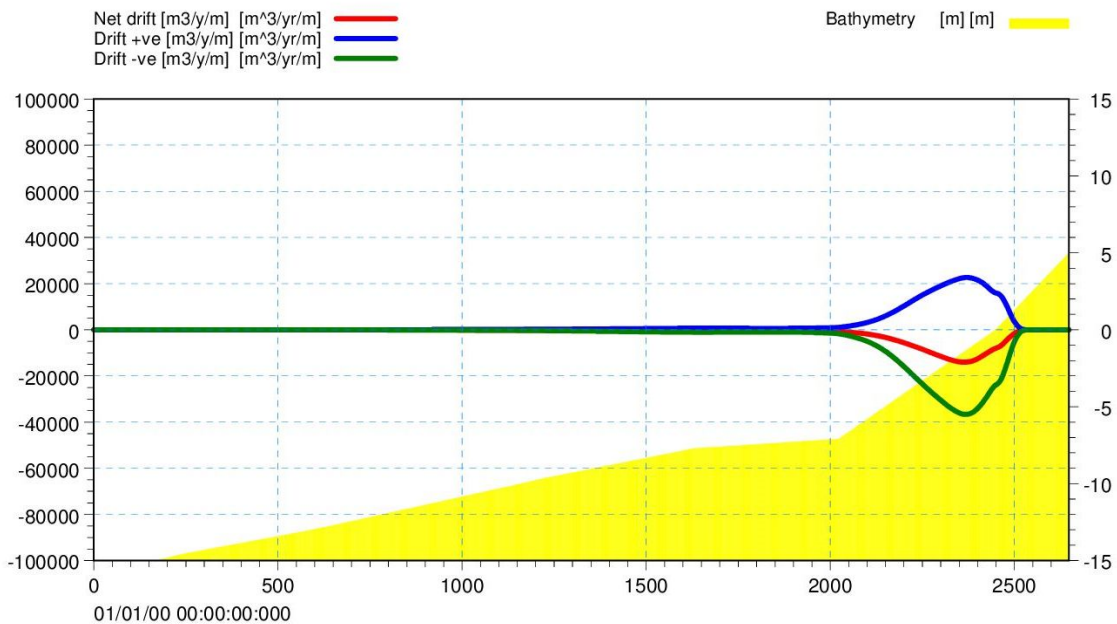
Mynd 97. Snið 13000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -6 m dýpi þar sem tekur við stuttur flatur kafli áður en að hallar aftur jafnt. Á flata kafilanum á sér stað nokkur sandflutningur. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



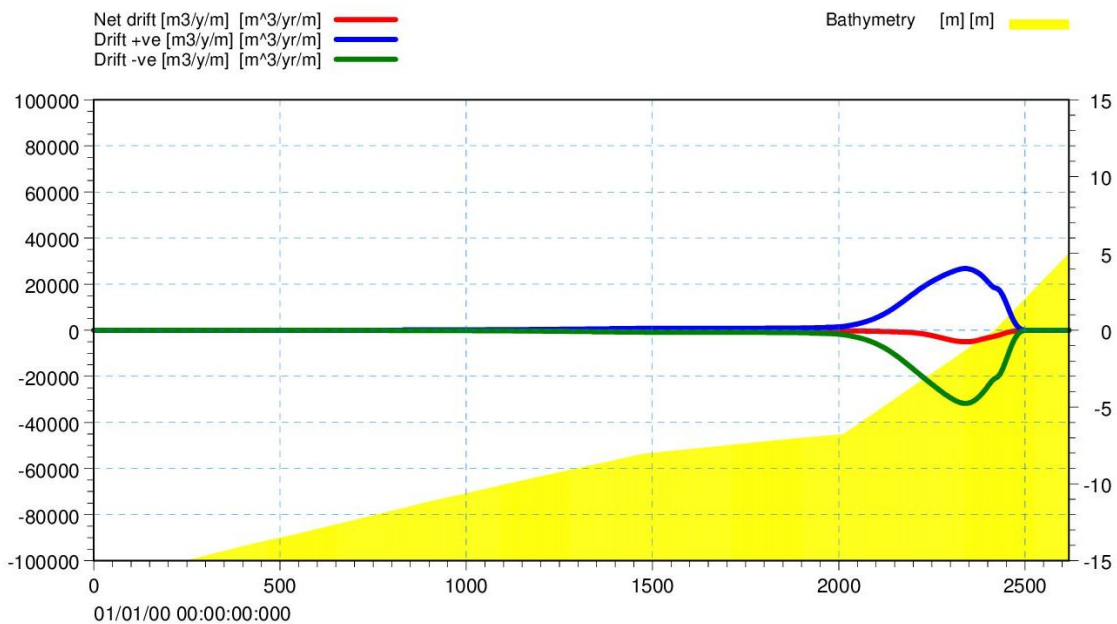
Mynd 98. Snið 12000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -6 m dýpi þar sem tekur við stuttur flatur kafli áður en að hallar aftur jafnt. Á flata kaflanum á sér stað nokkur sandflutningur. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



Mynd 99. Snið 11000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -6 m dýpi þar sem tekur við um 300 m langur flatur kafli áður en að hallar aftur jafnt. Á flata kaflanum á sér stað nokkur sandflutningur. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.

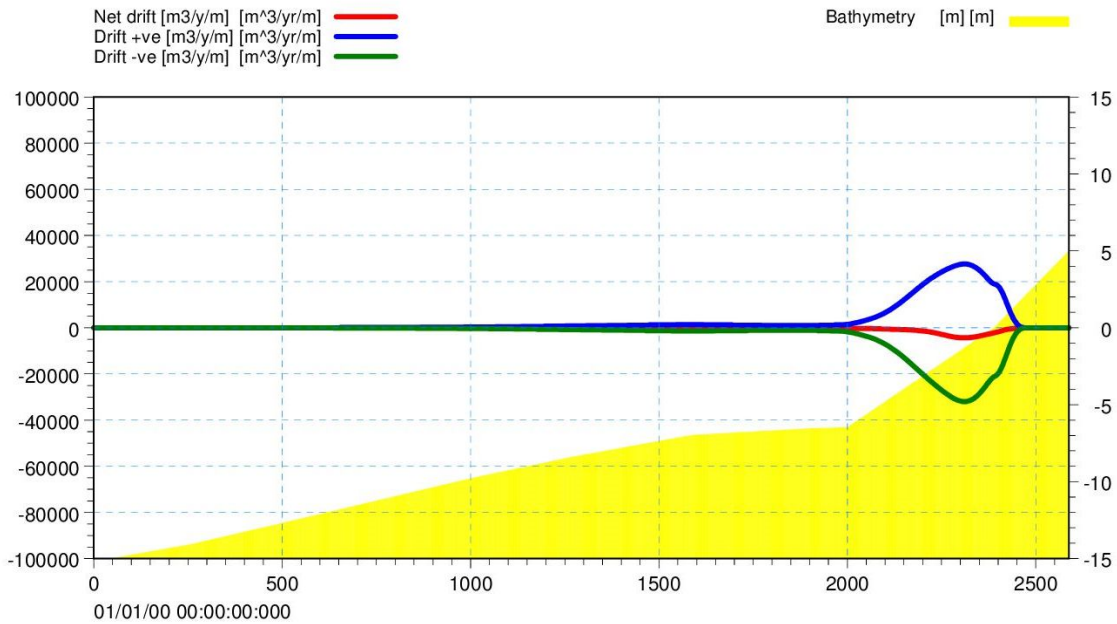


Mynd 100. Snið 10000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -6 m dýpi þar sem tekur við um 300 m langur flatur kafli áður en að hallar aftur jafnt. Á flata kaflanum á sér stað nokkur sandflutningur. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.

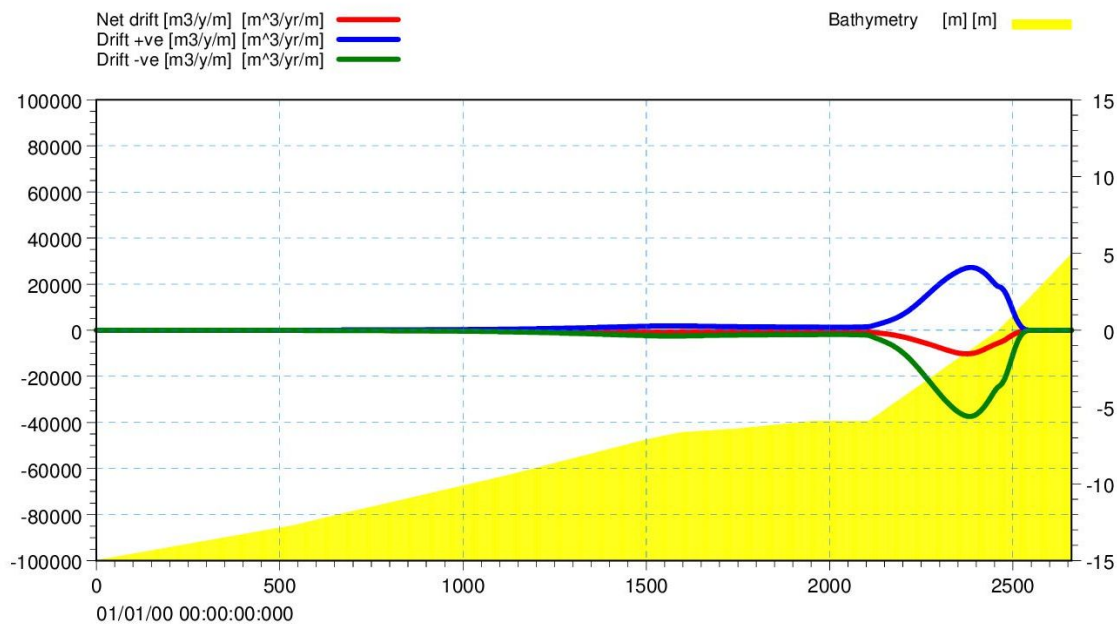


Mynd 101. Snið 9000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -6 m dýpi þar sem að tekur við minni halli á um 500 m kafli eða niður á -7 m áður en hallar aftur jafnt niður á við. Á flata kaflanum á sér stað nokkur sandflutningur. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.

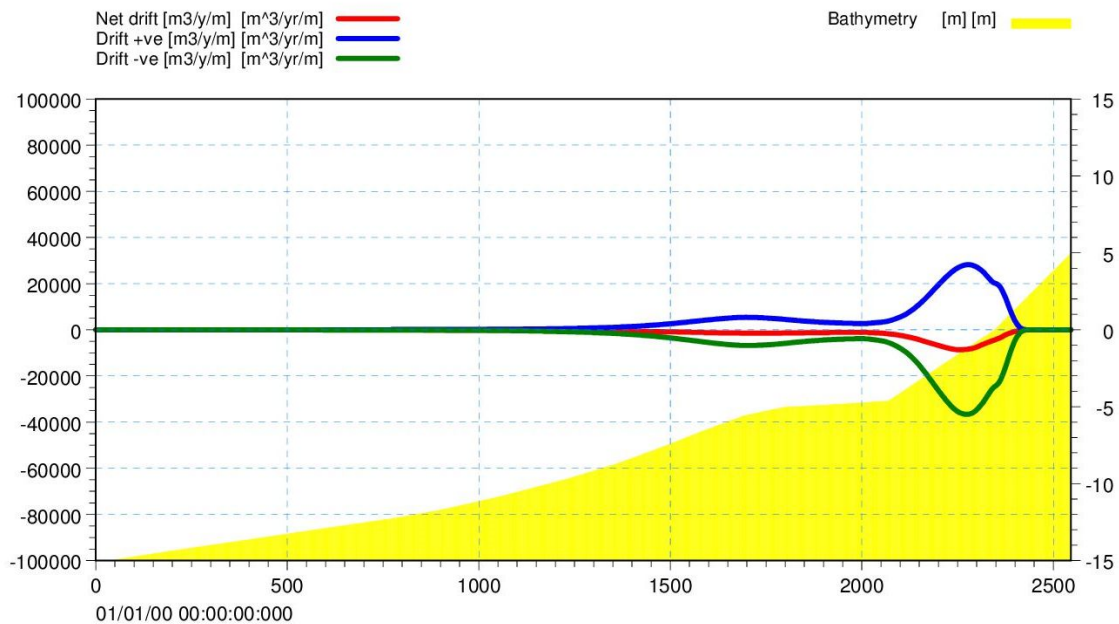




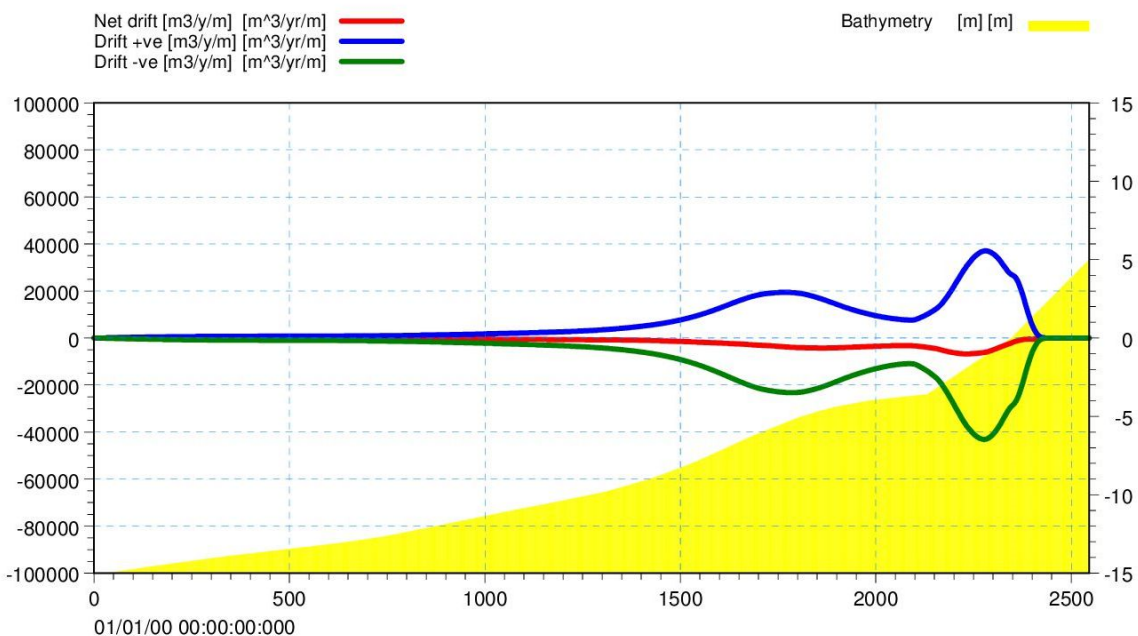
Mynd 102. Snið 8000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -6 m dýpi þar sem að tekur við um 400 m langur flatur kafli áður en hallar aftur jafnt. Á flata kaflanum á sér stað nokkur sandflutningur. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



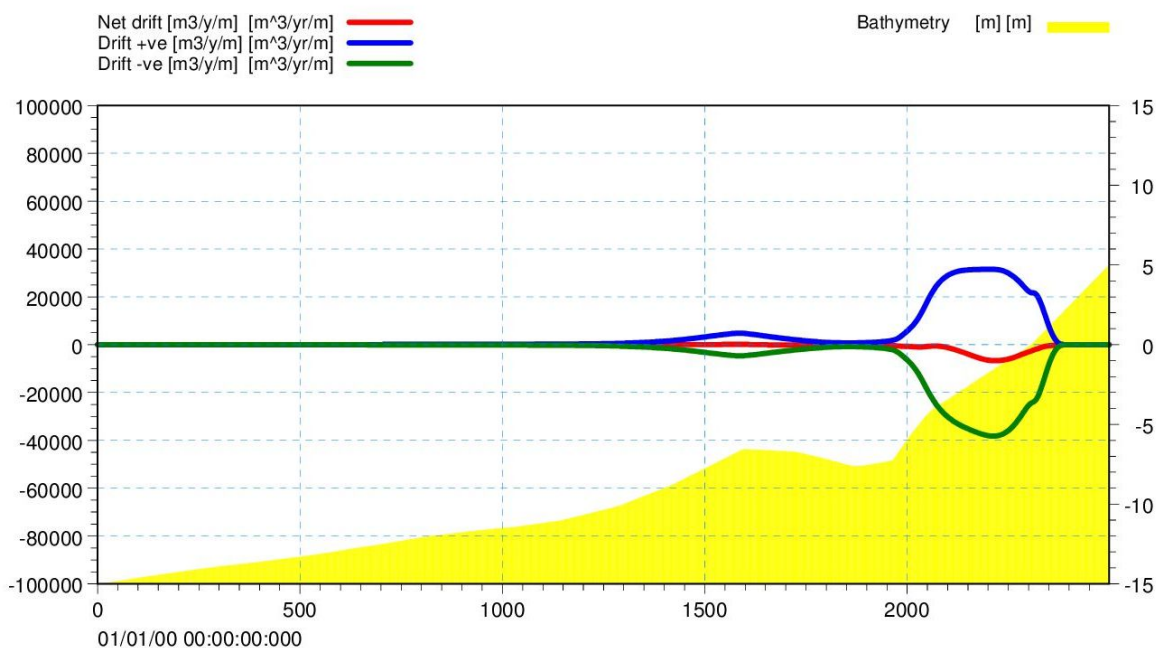
Mynd 103. Snið 7000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -6 m dýpi þar sem að tekur við um 500 m langur flatur kafli áður en hallar aftur jafnt. Á flata kaflanum á sér stað nokkur sandflutningur. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



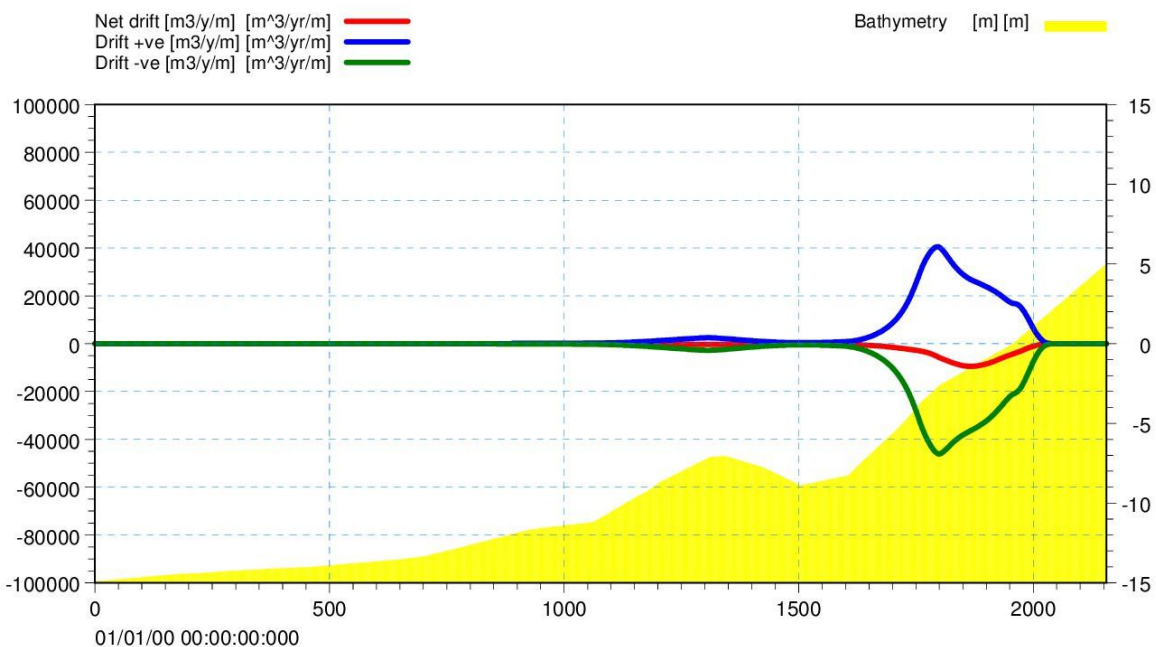
Mynd 104. Snið 6000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -5 m dýpi þar sem að tekur við um 400 m langur flatur kafli áður en hallar aftur jafnt. Á flata kaflanum á sér stað sandflutningur líkt og sést á grafinu. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



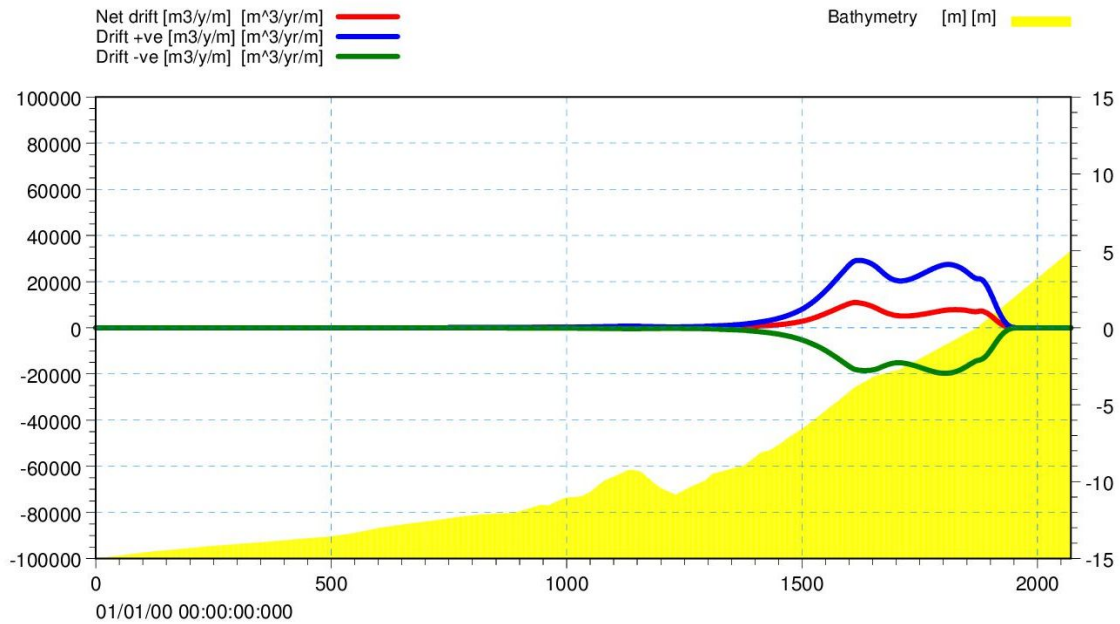
Mynd 105. Snið 5000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er niður á um -4 m dýpi þar sem að tekur við um 300 m langur flatur kafli áður en hallar aftur jafnt. Á flata kaflanum á sér stað þó nokkur sandflutningur líkt og sést á grafinu. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



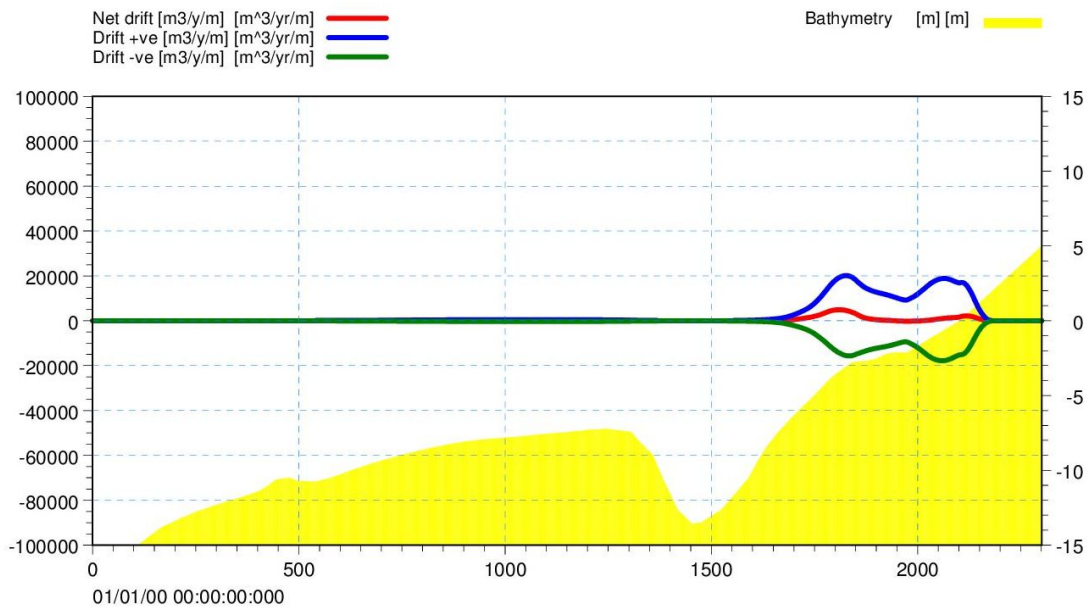
Mynd 106. Snið 4000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Jafn halli er út á um -3 m dýpi þar sem að hallinn verður brattari niður á -8 m dýpi. Á -8 m dýpi myndast lítið rif þar sem að botninn fer upp í 6 m dýpi á um 300 m kafla áður en dýpkar áfram. Mesti sandflutningurinn upp við ströndina, minnkar síðan niður í nánast engan en eykst aftur lítillega yfir rifinu. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



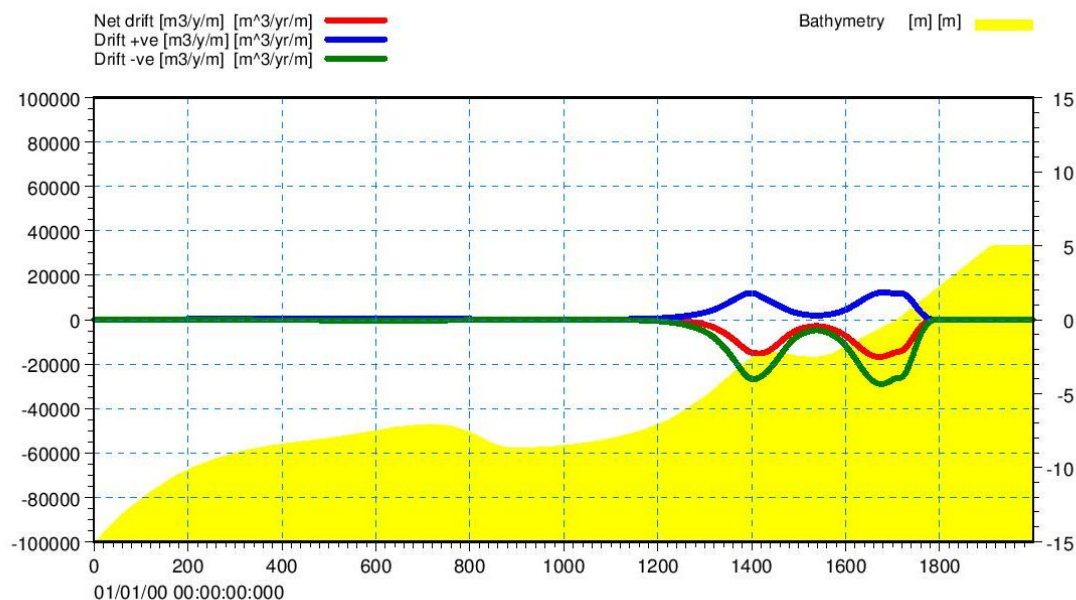
Mynd 107. Snið 3000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



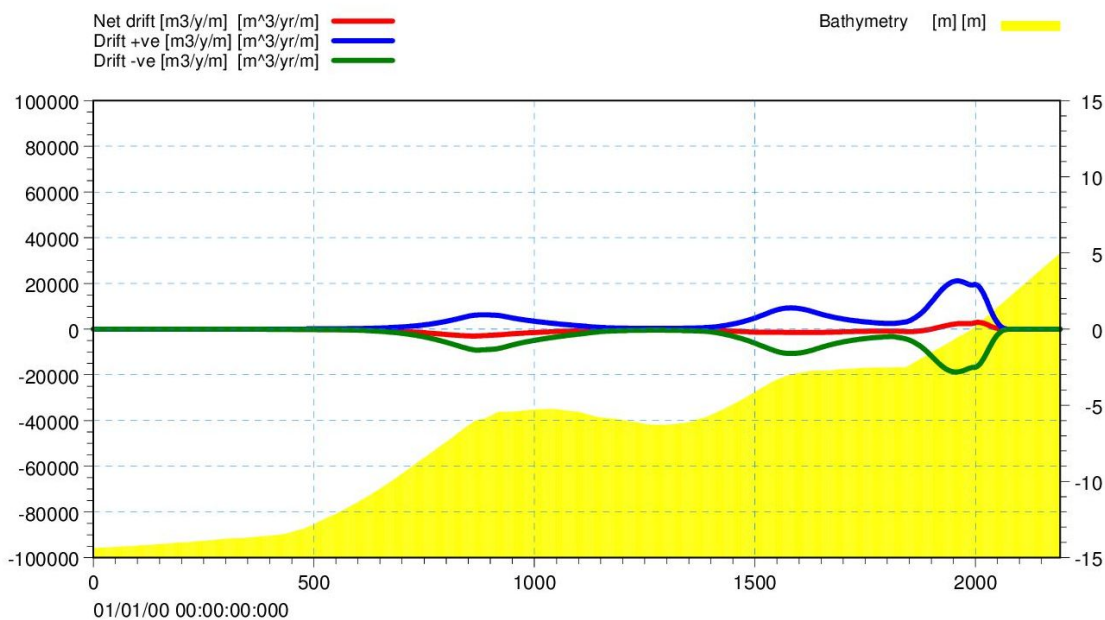
Mynd 108. Snið 2000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



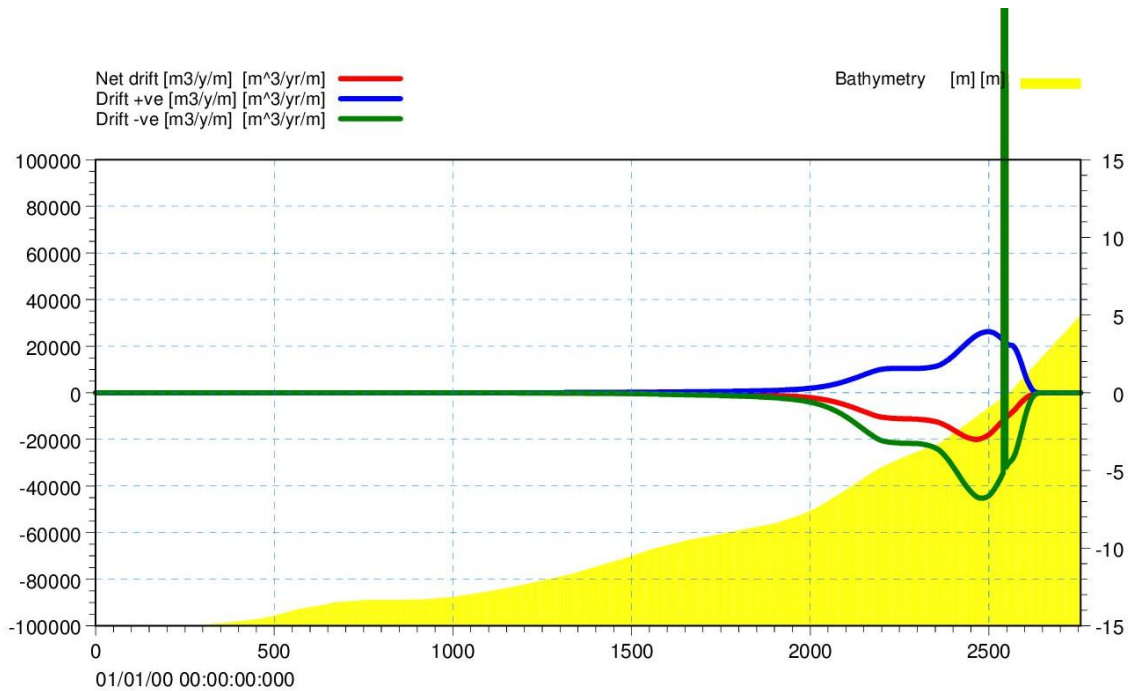
Mynd 109. Snið 1000V. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning.



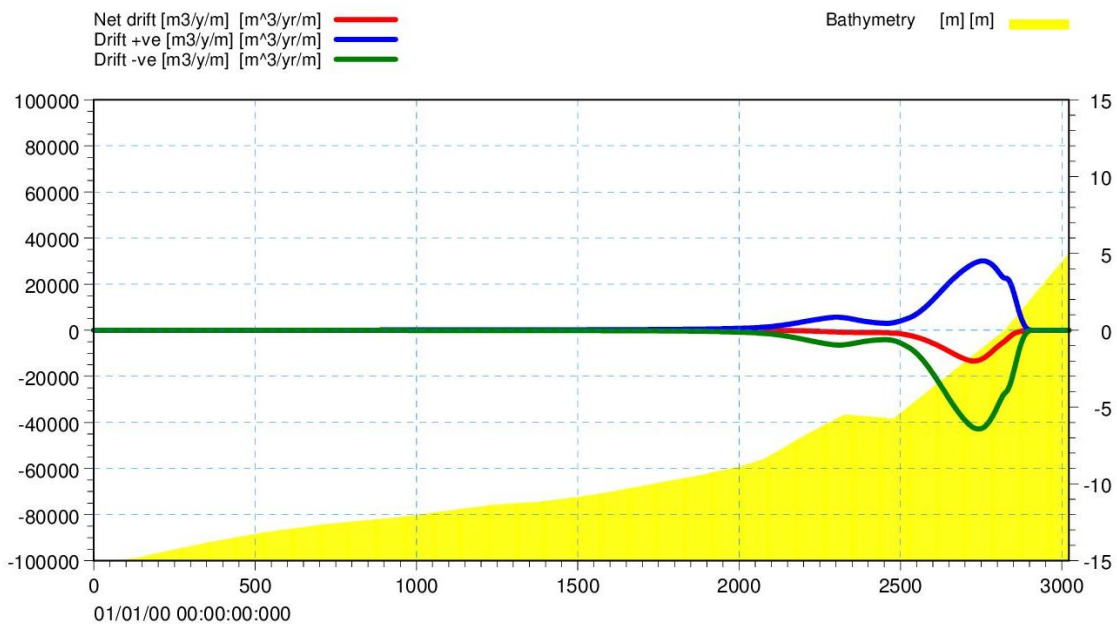
Mynd 110. Snið 0. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



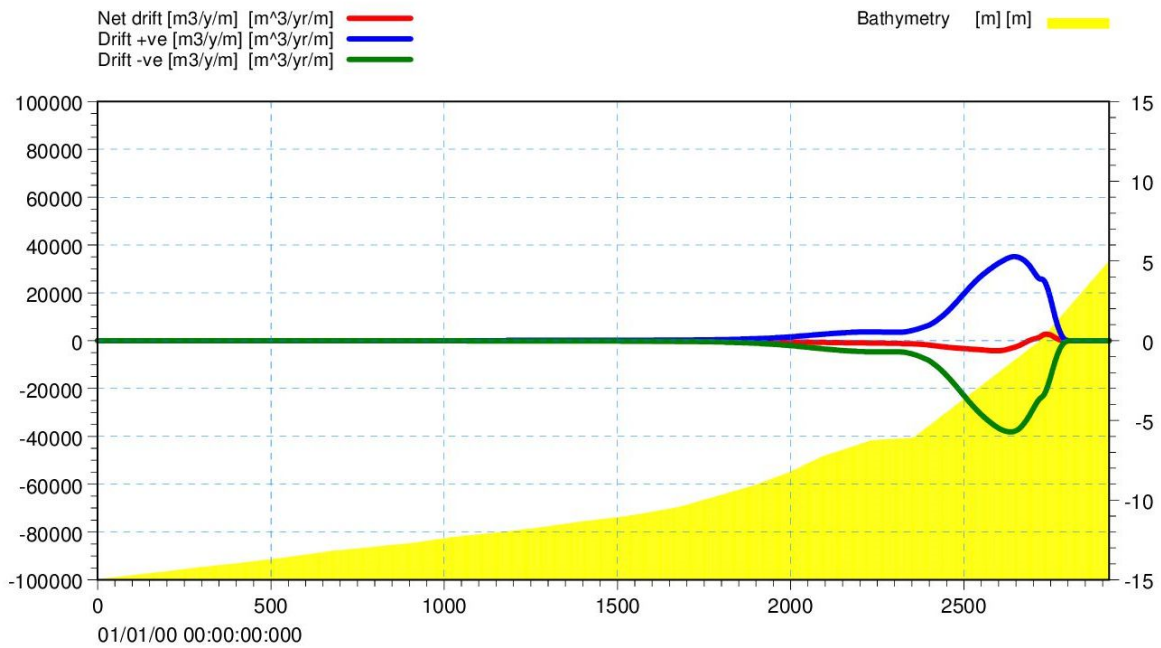
Mynd 111. Snið 1000A. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning.



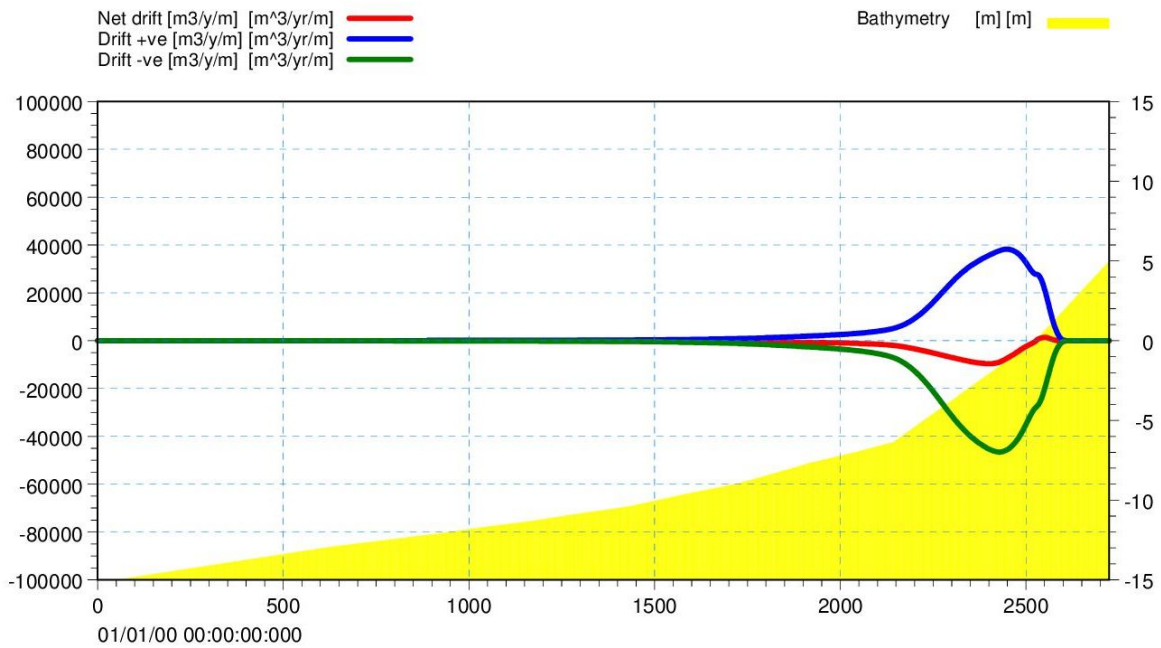
Mynd 112. Snið 2000A. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



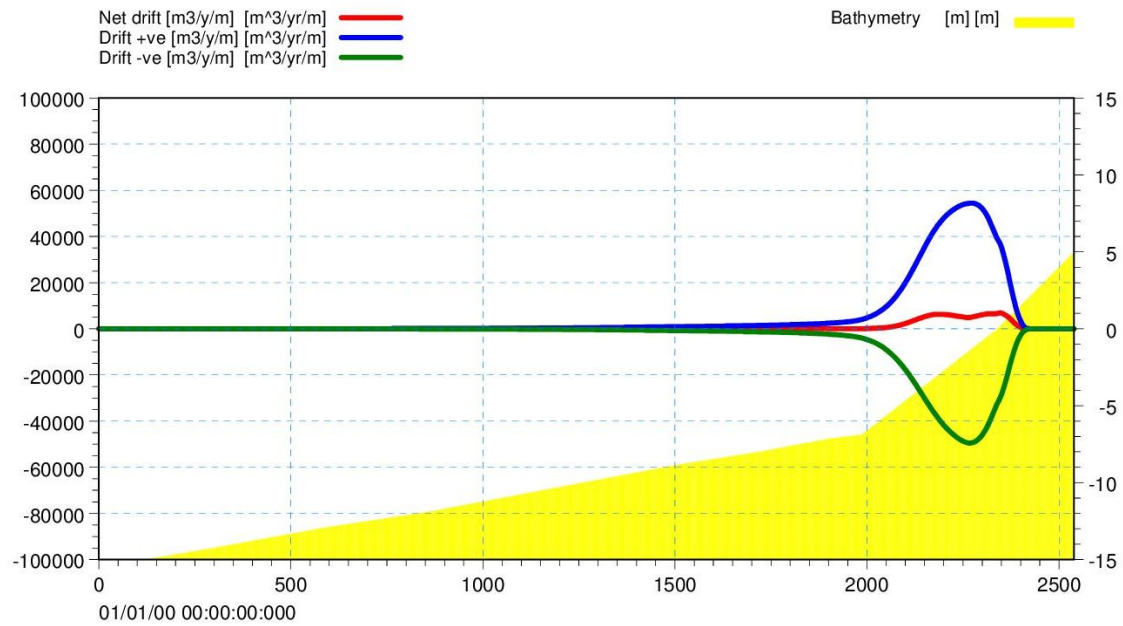
Mynd 113. Snið 3000A. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



Mynd 114. Snið 4000A. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



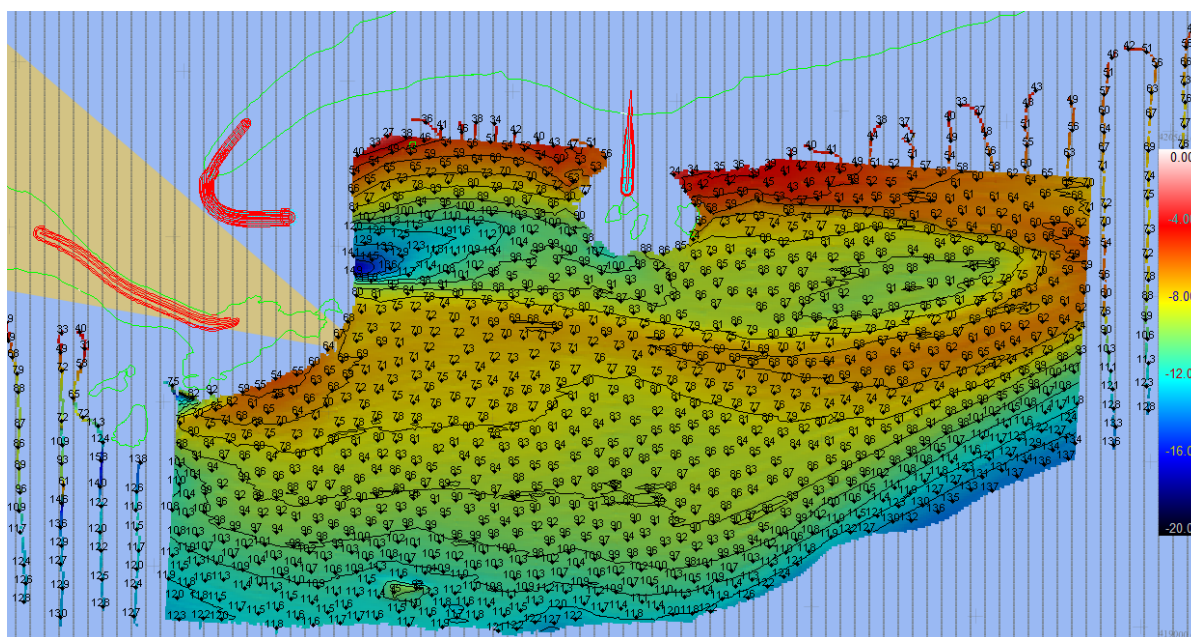
Mynd 115. Snið 5000A. Guli flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til austurs.



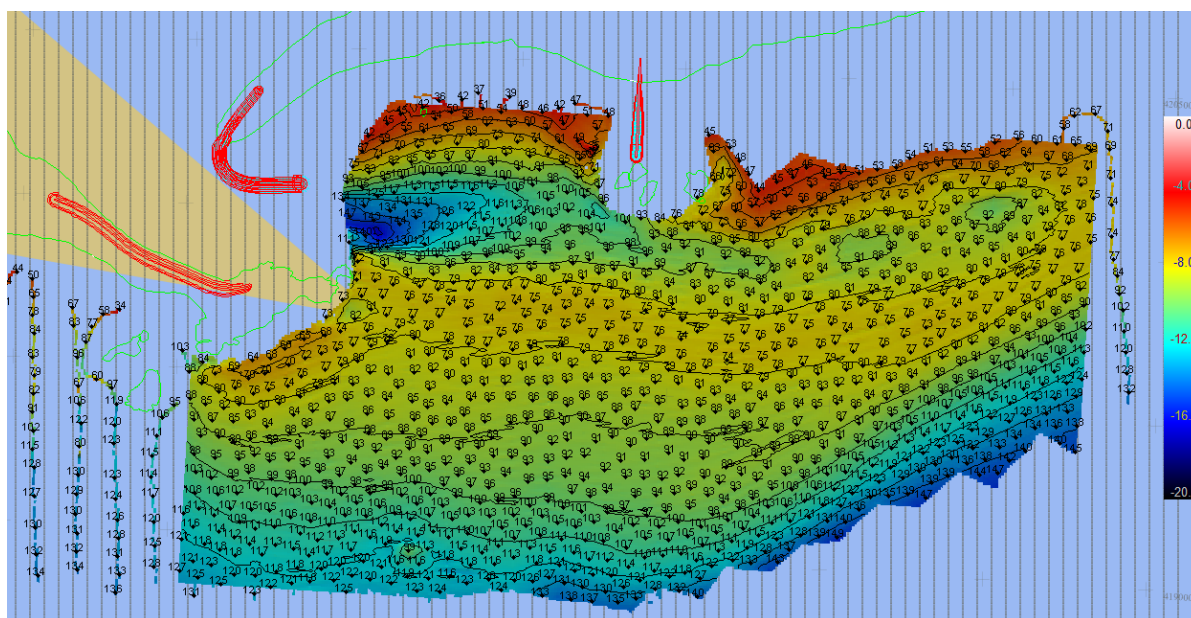
Mynd 116. Snið 6000A. Gulí flöturinn sýnir legu botnsins. Græn lína sýnir sandflutning til austurs. Blá lína sandflutning til vesturs og rauð lína nettó sandflutning. Nettó sandflutningur í ofangreindu sniði er til vesturs.



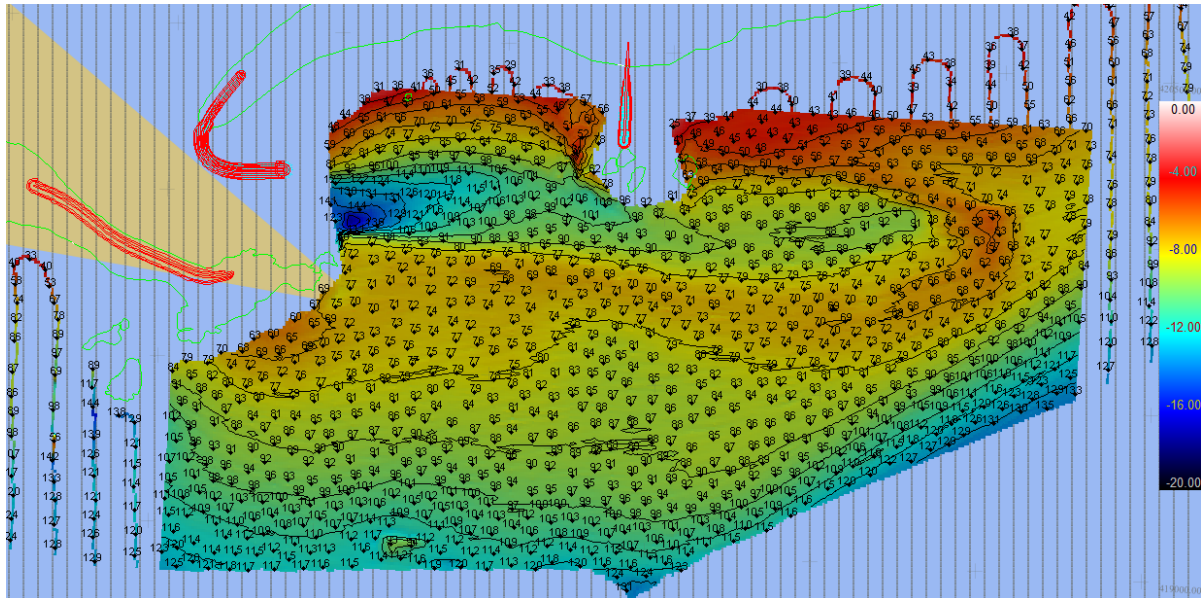
Dýptarmælingar í lit



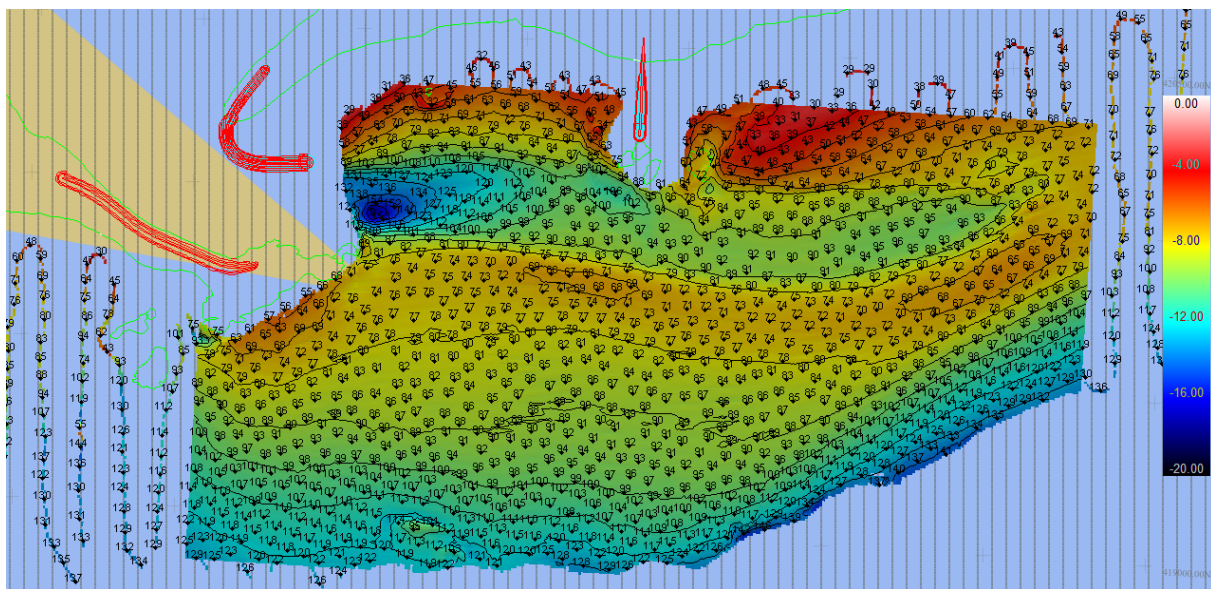
Mynd 117. Dýptarmæling 29.9.2009.



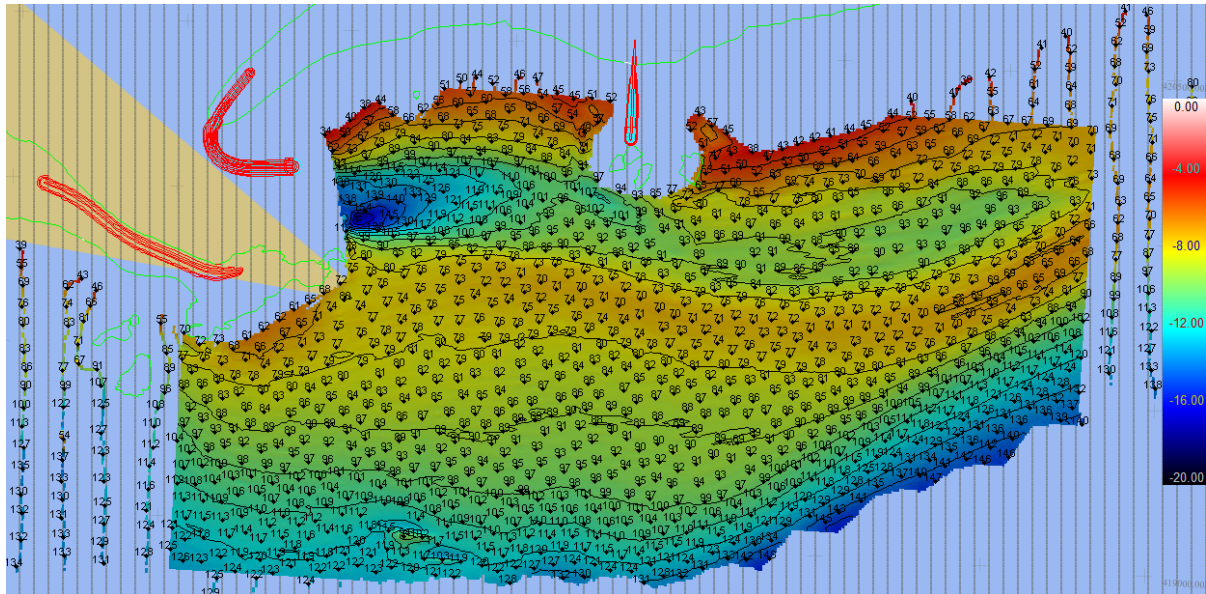
Mynd 118. Dýptarmæling 2.2.2010.



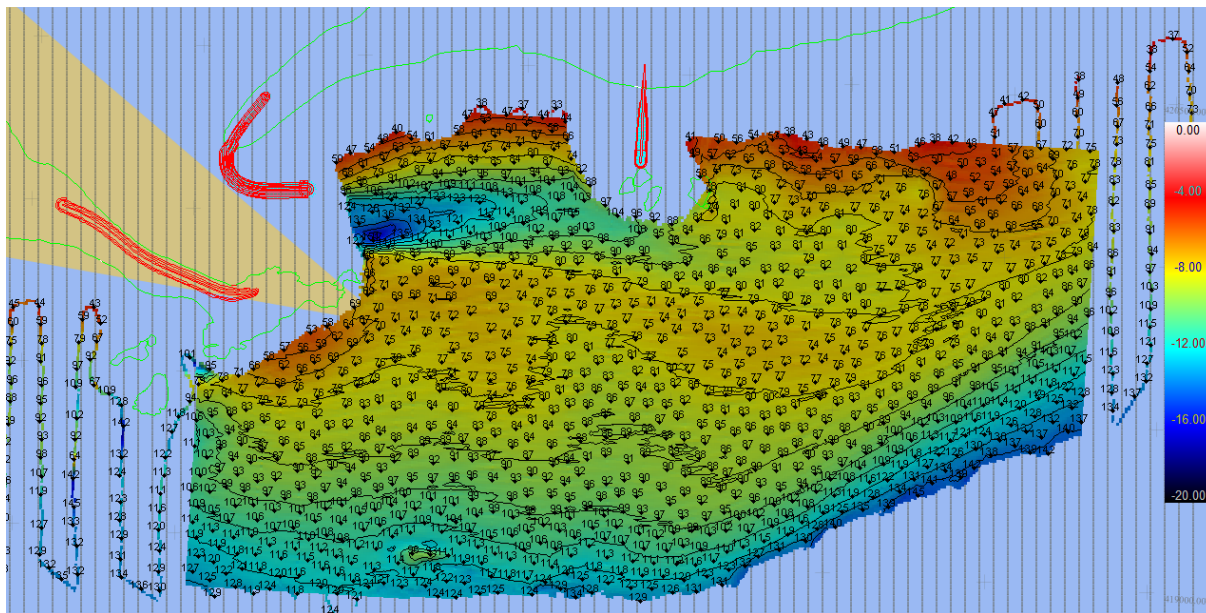
Mynd 119. Dýptarmæling 20.5.2010.



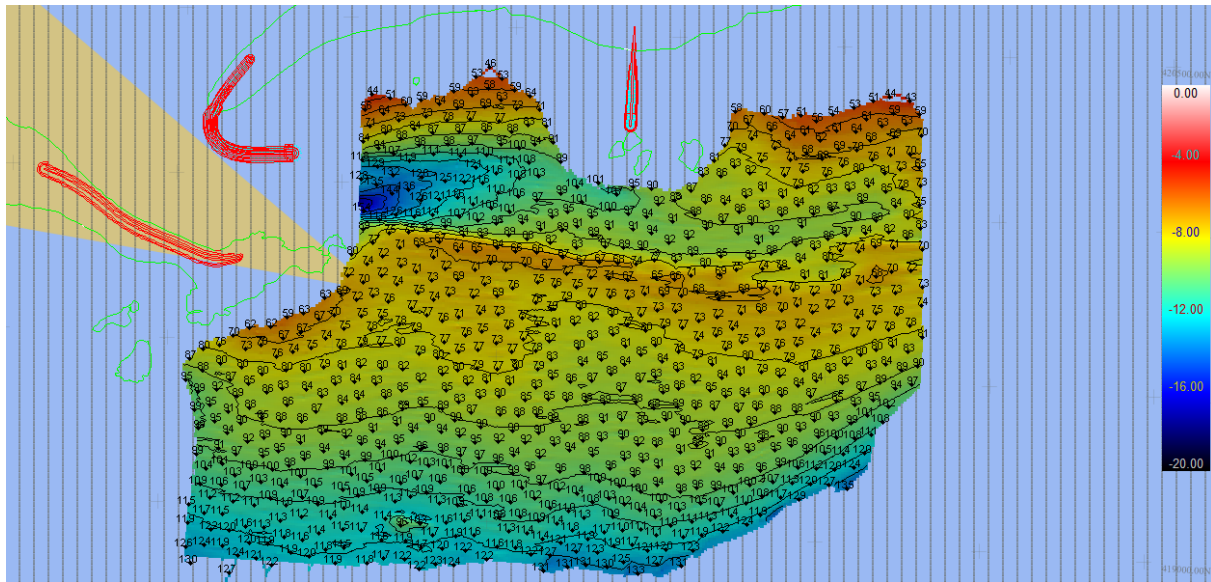
Mynd 120. Dýptarmæling 13.7.2010.



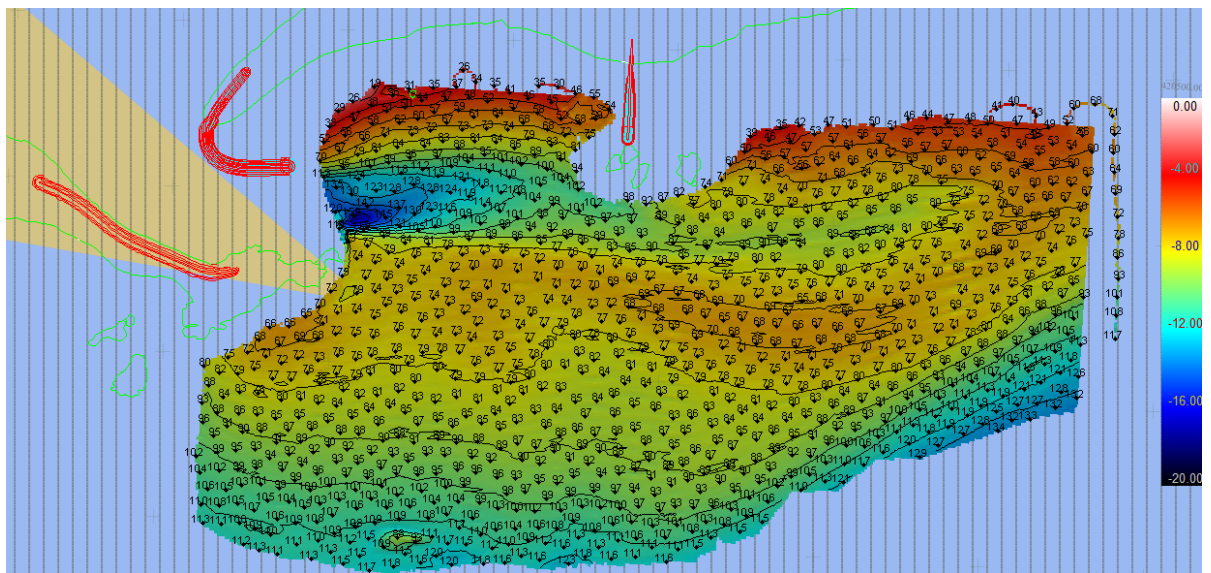
Mynd 121. Dýptarmæling 22.10.2010.



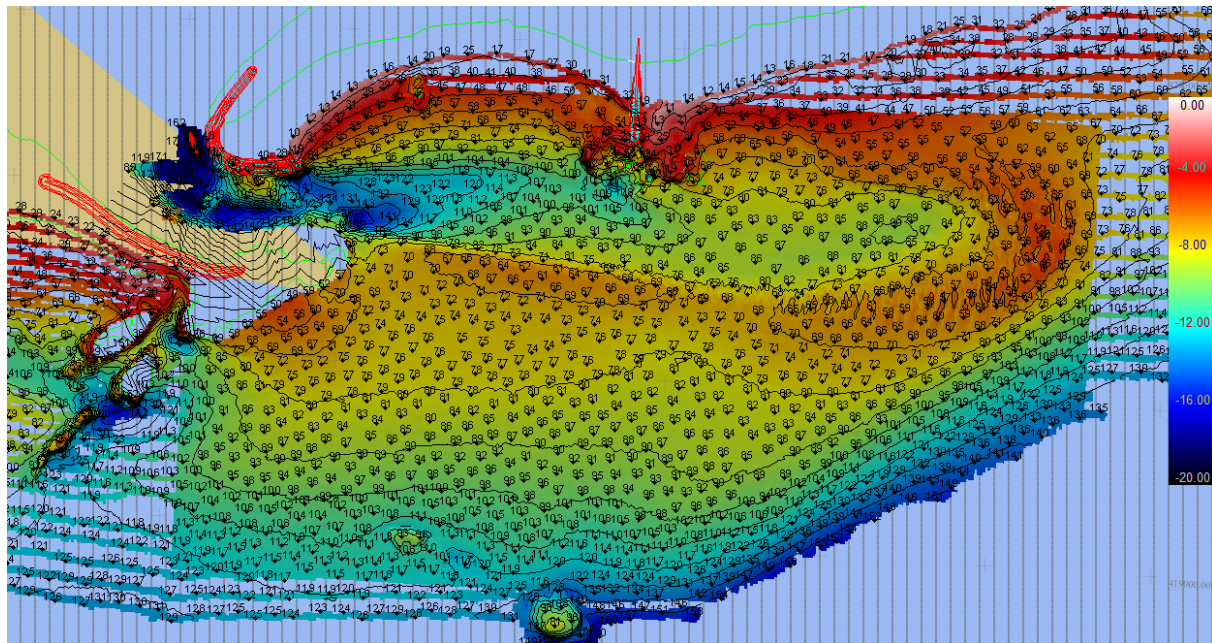
Mynd 122. Dýptarmæling 2.5.2011.



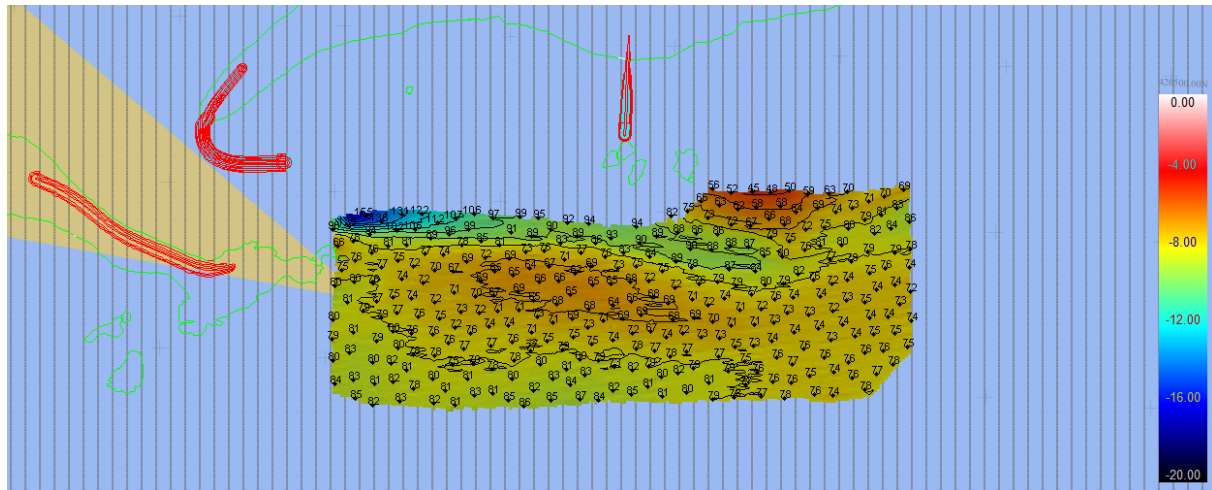
Mynd 123. Dýptarmæling 30.7.2011.



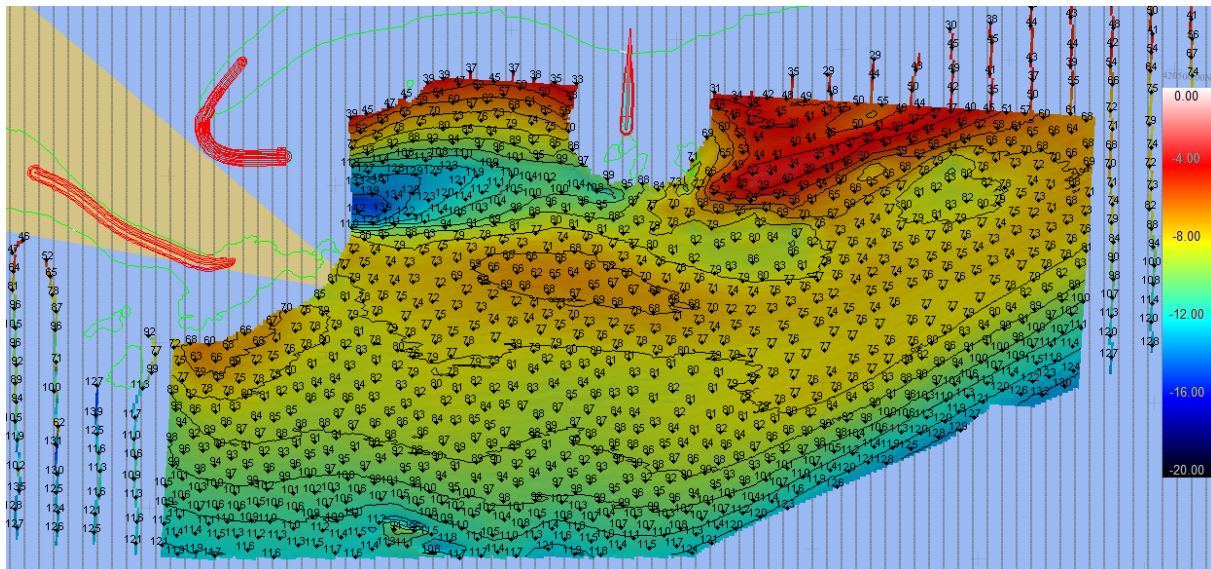
Mynd 124. Dýptarmæling 1.12.2011.



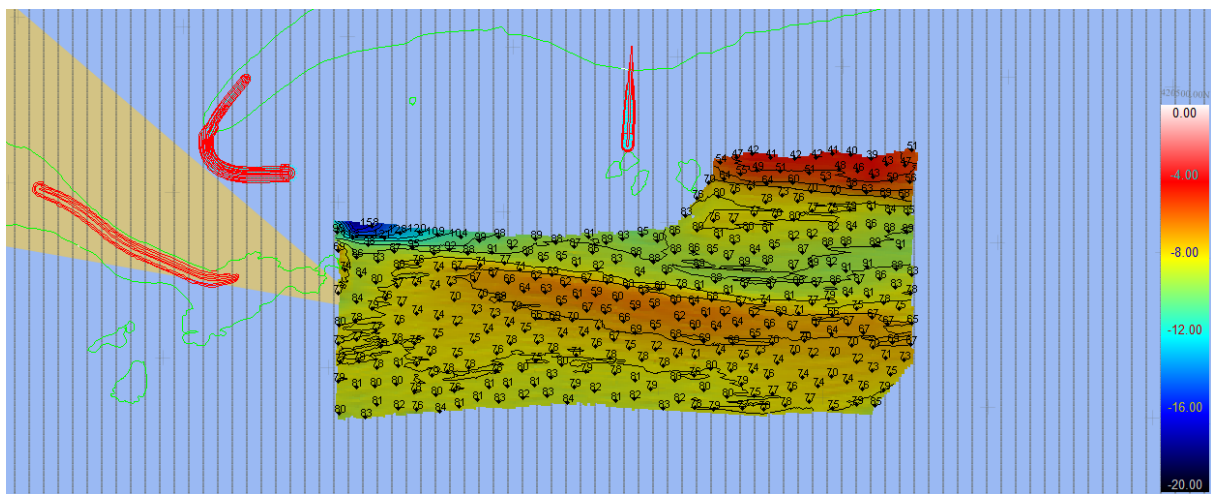
Mynd 125. Dýptarmæling 24.8.2012.



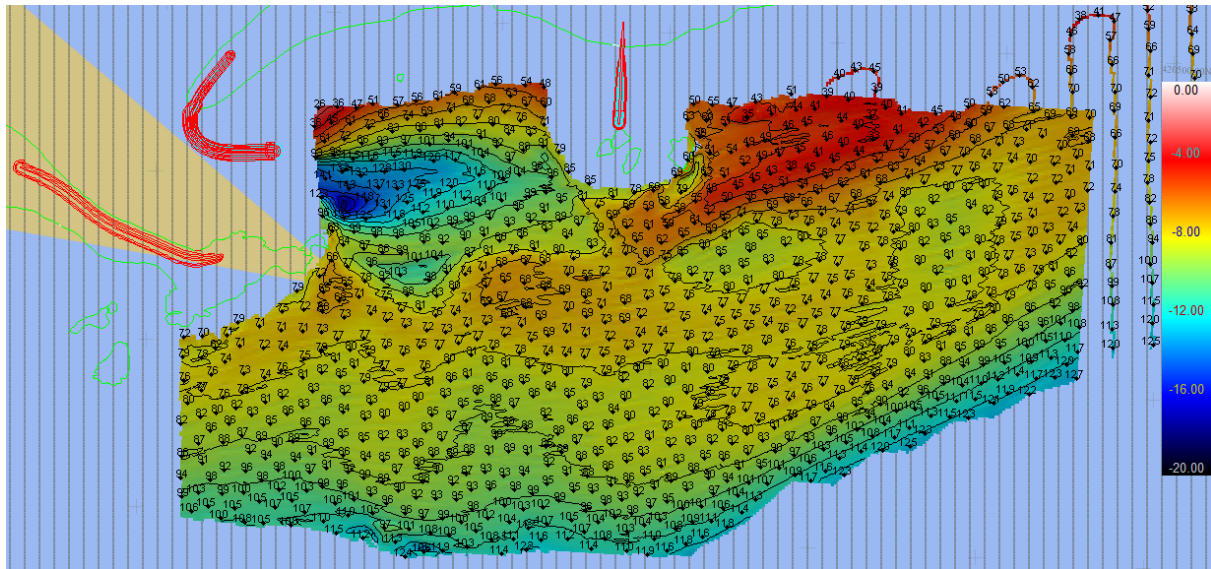
Mynd 126. Dýptarmæling 15.2.2013.



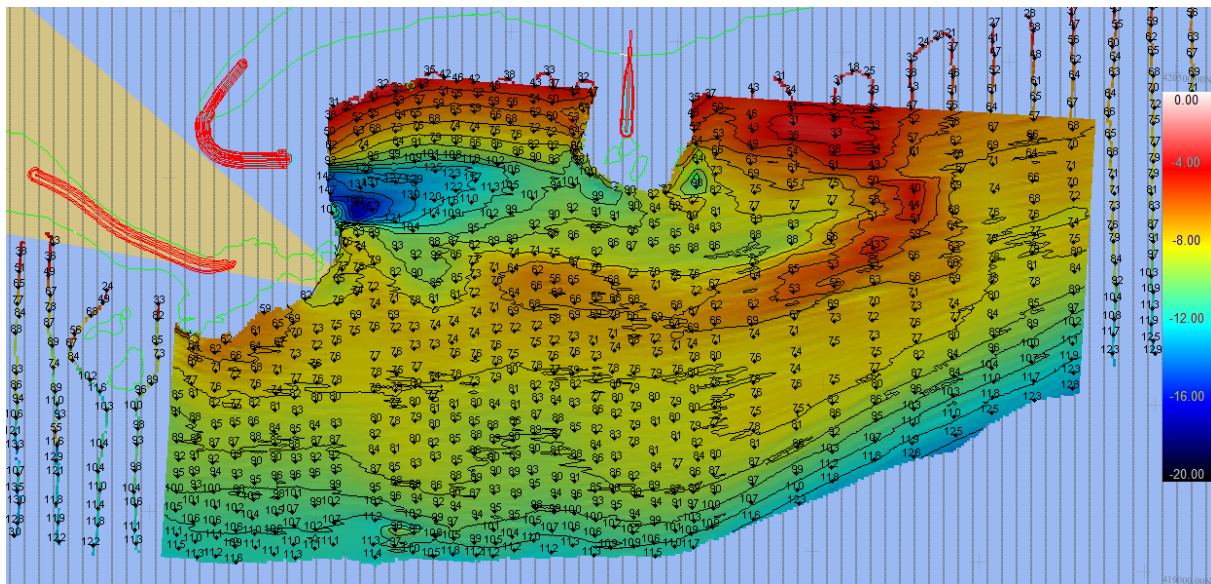
Mynd 127. Dýptarmæling 12.3.2013.



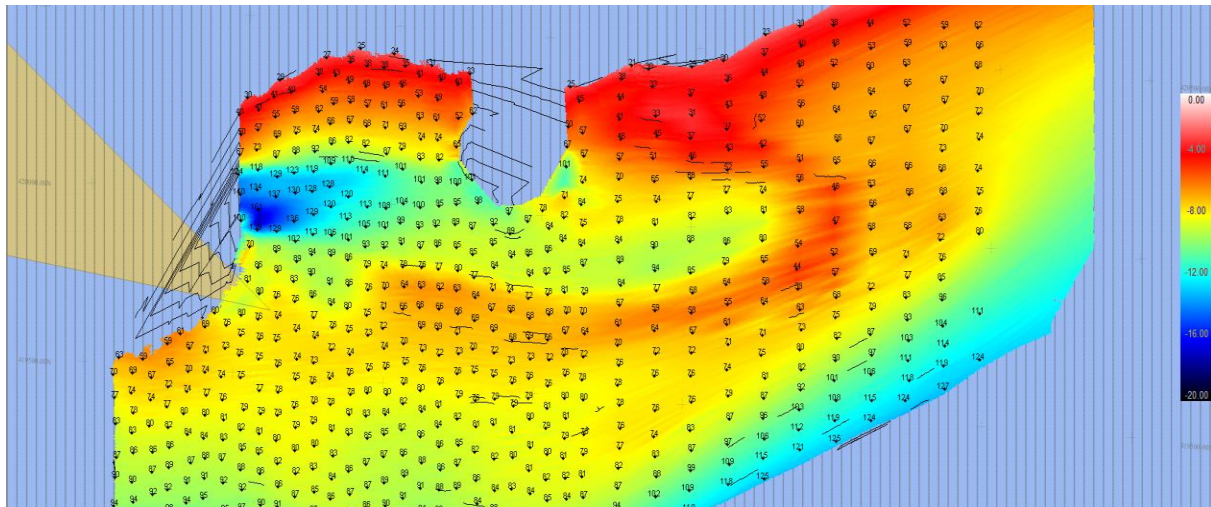
Mynd 128. Dýptarmæling 18.10.2013.



Mynd 129. Dýptarmæling 8.2.2014.



Mynd 130. Dýptarmæling 3.5.2014.



Mynd 131. Dýptarmæling 30.7.2014.