

Sæunn Halldórsdóttir

Brúun sjávarmælinga frá föstum sniðum við Ísland

Upphafsorð

Í þessari greinargerð birtist lokritgerð mín í námskeiði til M.S. prófs í jarðeðlisfræði við Háskóla Íslands. Leiðbeinendur mínir voru Jón Ólafsson og Héðinn Valdimarsson og skilaði ég ritgerðinni til þeirra í maí 2006. Hluti námskeiðsins var fólgin í því að kynnast reglulegum sjávarmælingum sem eru gerðar á miðunum við Ísland. Liður í því var þátttaka mín í haustleiðangri Hafrannsóknastofnunarinnar dagana 9.-22. nóvember 2005. Leiðangurinn var farinn á rannsóknaskipinu Bjarna Sæmundssyni. Skipsstjóri í leiðangrinum var Guðbjartur Gunnarsson og leiðangursstjóri var Héðinn Valdimarsson. Ég vil þakka áhöfn og rannsóknafólki fyrir gott samstarf.

Reykjavík, 22. desember 2006
Sæunn Halldórsdóttir

Ágrip

Eitt af verkefnum Hafrannsóknastofnunarinnar nefnist *Ástand sjávar*. Markmið þess er að fylgjast með breytingum á hita og seltu á miðunum við Ísland. Til að fylgjast með árstíðasveiflum á ástandi sjávar er mælt á föstum mælistöðvum á landgrunninu fjórum sinnum á ári. Fjórði ársleiðangur Hafrannsóknastofnunarinnar árið 2005 var farinn á rannsóknaskipinu Bjarna Sæmundssyni og stóð yfir dagana 9.-22. nóvember. Mælingar frá föstum stöðvum voru brúaðar með aðferðum sem byggja á viðfangsgreiningu (*e. optimal analysis*) með forritum sem lýst er í *Netsetning mæligagna* (Sæunn o.fl. í [1]). Brúuð stöðvagögn voru borin saman við gögn um yfirborðssjó frá hita- og seltumæli sem mælir samfelt á siglingu skipsins. Samanburðurinn leiddi í ljós að staðsetning hita- og seltuskila kom betur fram í brúunargildum þar sem brúunarstuðlum hafði verið breytt lítið eitt miðað við það sem höfundar [1] leggja til. Skekkjan í brúuninni er mest fjærst landi þar sem lengst er á milli stöðva. Gögn um yfirborðssjó eru til á allri siglingu skipsins. Til að fá betri mynd af ástandi sjávar í yfirborði er lagt til að brúunaraðferðin verði aðlöguð að brúun með þessum gögnum.

1. Sæunn Halldórsdóttir, Halldór Björnsson og Haraldur Ólafsson: *Netsetning mæligagna*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 05009, 2005.

Abstract

The Marine Research Institute (MRI) monitors changes in the environment and climate with regular observations of the Icelandic waters. In order to monitor annual and seasonal changes in oceanic temperature and salinity, the fields are measured four times a year at a number of fixed stations on the Icelandic shelf. The fourth seasonal MRI cruise of the year 2005 was conducted on the research vessel Bjarni Sæmunsson during the days 9.-22. of November. Measurements from fixed stations were interpolated with methods based on optimal analysis with methods described by Sæunn et al. in [1]. Interpolated data is compared with continuous data from the sea surface that is measured during the ships sailing. The comparison reveals that positions of temperature and salinity fronts are more precise in data interpolated with constants that are varied from those the authors of [1] recommend. The error in the interpolation is greatest furthest away from the shore where there are long distances between stations. The data from the sea surface is available for the complete track of the ship and a way to interpolate this data is proposed.

1. Halldórsdóttir, Sæunn, Halldór Björnsson and Haraldur Ólafsson: Netsetning mæligagna (in Icelandic). The Icelandic Meteorological Office, Technical Report 05009, 2005.

Efnisyfirlit

Myndaskrá	xvi
1 Inngangur	1
2 Hafð umhverfis Ísland	1
2.1 Vöktun sjávar	3
3 Sjávarmælingar	5
3.1 Hiti, selta og dýpi (stöðvagögn)	5
3.2 Hiti og selta við yfirborð (síritagögn)	5
4 Brúun sjávarmælinga	7
4.1 Viðfangsgreining (<i>Objective analysis</i>)	7
4.2 Brúunarforrit	8
5 Niðurstöður	9
5.1 Brúun stöðvagagna	11
5.2 Síritagögn	11
6 Umræður	11
6.1 Brúunargildi borin saman við síritagögn	14
7 Lokaorð	15
Heimildir	16
Myndir	17
A Brúun síritagagna	20

Myndaskrá

1	Föst snið Hafrannsóknastofnunarinnar.	2
2	Leiðangur Hafrannsóknastofnunarinnar í nóvember 2005.	2
3	Yfirborðsstraumar umhverfis Ísland.	3
4	Myndir úr ársfjórðungsleiðöngrum Hafrannsóknastofnunarinnar árið 2003.	4
5	Mælitæki sem mælir hita, seltu og þrýsting.	6
6	Mælikerfi fyrir yfirborðssjó.	6
7	Punktur á reglulegu neti ásamt rúmskalanum (S_x, S_y, S_z)	7
8	Reiknuð skekkja fyrir tvær mismunandi brúanir.	10
9	Brúunargildi fyrir hita ásamt síritagögnum.	12
10	Brúunargildi fyrir seltu ásamt síritagögnum.	13
11	Síritagögn: Hiti og selta í yfirborði.	17
12	Brúunargildi reiknuð með skalanum 250 km og stöðvagögn á 5 m dýpi.	18
13	Brúunargildi reiknuð með skalanum 50 km og stöðvagögn á 5 m dýpi.	19
14	Brúuð síritagögn og reiknuð skekkja.	21

1 Inngangur

Hafrannsóknastofnunin mælir ársfjórðungslega hita og seltu á föstum stöðum umhverfis Ísland. Haustleiðangur Hafrannsóknastofnunnar árið 2005 var farinn á rannsóknaskipinu Bjarna Sæmundssyni og stóð yfir dagana 9. til 22. nóvember. Í leiðangrinum var mælt á um 90 stöðum þar sem hiti og selta voru mæld frá yfirborði niður á botn, sjá mynd 2 á blaðsíðu 2. Síritandi hita- og seltumælir í skipinu mældi hita og seltu í yfirborðsjó á siglingu skipsins. Ferilinn á mynd 2 er fenginn með því að teikna staðsetningar mælinganna en þær voru skráðar með einnar mínútu millibili .

Sumarið 2004 vann höfundur þessarar ritgerðar að verkefni sem nefndist, Netsetning mæligagna. Markmið verkefnisins var að þróa aðferð til að brúa (*e. interpolate*) mælingar úr ársfjórðungsleiðöngrum Hafrannsóknastofnunarinnar yfir á reglulegt net (*e. regular grid*). Brúunarpunkta á reglulegu neti er hægt að nota til að teikna útbreiðslumyndir sem sýna ástand hafsins á mismunandi árstímum og til að bera saman við reikninga í haflíkönnum. Fjallað er um þetta verkefni í *Netsetning mæligagna* [7].

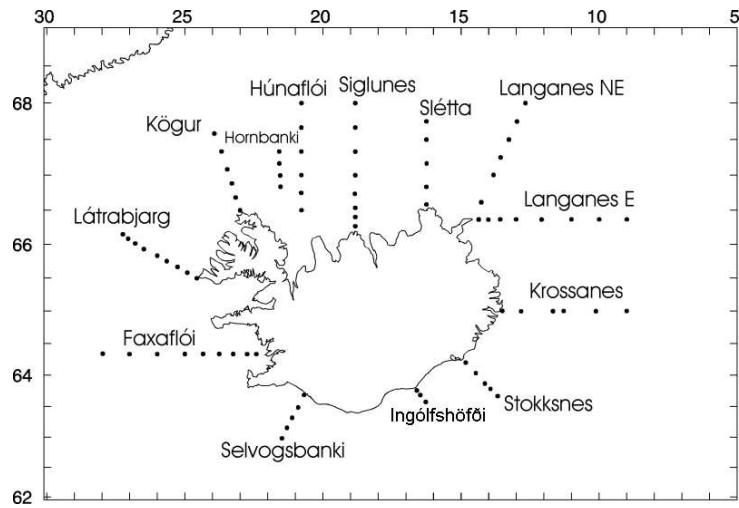
Markmið þess verkefnis sem hér er fjallað um er að prófa þær aðferðir sem fjallað er um í [7]. Gögn af 0-10 m dýpi frá þeim stöðvum sem sjást á mynd 2 voru notuð til að finna brúunargildi á 5m dýpi. Brúunargildin voru síðan borin saman við síritagögn úr sama leiðangri. Staðsetning hita- og seltuskila í brúuðu stöðvagögnunum og síritagögnunum var borin saman til að meta áreiðanleika brúunarinnar.

2 Hafið umhverfis Ísland

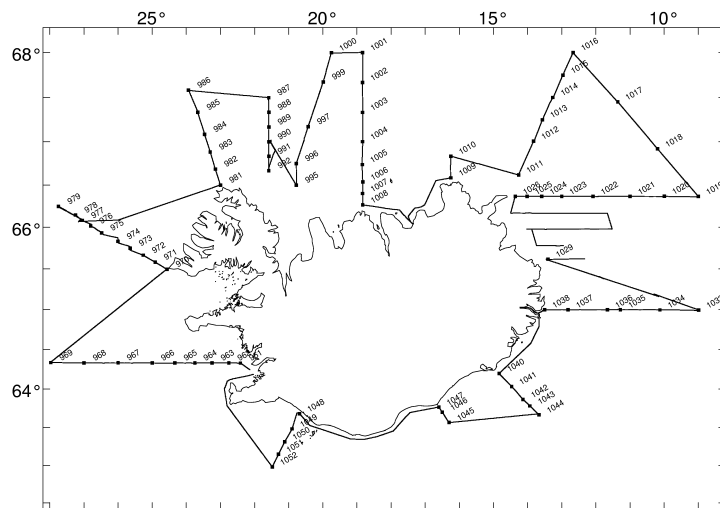
Hafsvæðið umhverfis Ísland einkennist af því að hér mætast hlýir straumar og kaldir. Sjá mynd 3 á blaðsíðu 3. Golfstraumurinn (Norður-Atlantshafsstraumurinn) ber hlýjan Atlantssjó upp að suðurströnd Íslands og liggur grein úr honum til norðurs úti fyrir Vesturlandi sem kallast Irmingerstraumur. Í Grænlandssundi streymir hluti hlýsjávarins norður fyrir Vestfirði inn á norðurmið en önnur grein liggur til vesturs og síðan suðvesturs utan með Austur-Grænlandsstraumi. Austur-Grænlandsstraumurinn flytur kaldan pólsjó suður með austurströnd Grænlands og í Grænlandssundi eru því skörp hitaskil milli hlýju og köldu sjógerðanna.

Austur-Íslandsstraumurinn greinist frá Austur-Grænlandsstraumi og flytur ýmist með sér pólsjó eða svalsjó ¹ norðan úr Íslandshafi. Austan við landið mætir hann þeim hluta Atlantssjávarins sem kemur upp að suðurströndinni

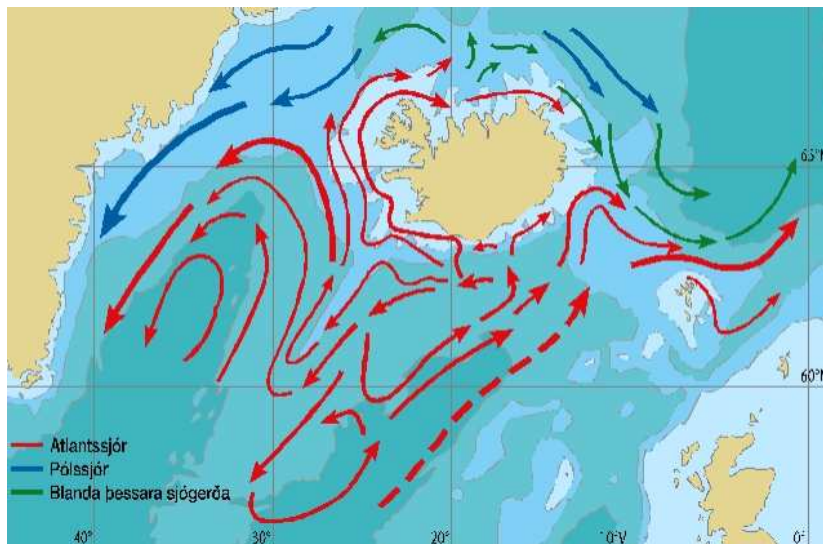
¹Svalsjór er blanda pólsjávar og Atlantssjávar.



Mynd 1: Föst snið Hafrannsóknastofnunarinnar.
 (<http://www.hafro.is/Sjora/> *Hydrography: CTD stations*)



Mynd 2: Leiðangur Hafrannsóknastofnunarinnar í nóvember 2005.
 (<http://www.hafro.is/Sjora/> *Cruise Reports: B13-2005*)



Mynd 3: Yfirborðsstraumar umhverfis Ísland og dreifing sjógerða. (Héðinn Valdimarsson og Svend-Aage Malmberg í [4]). Sjógerð ákvarðast af ákveðnu hita- og seltubili.

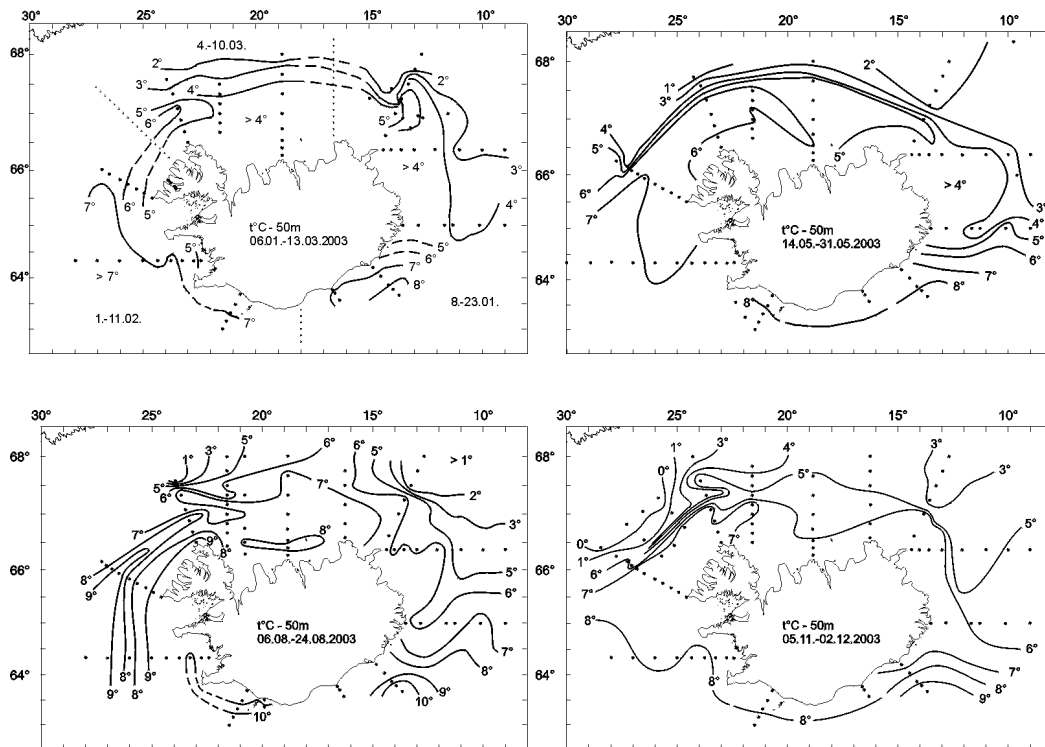
og streymir austur með henni. Þar eru því einnig skörp hitaskil milli hlýrra og kaldra sjógerða. [8] [4]

Mynd 3 sýnir meðalyfirborðsstrauma og útbreiðslu hlýrra og kaldra sjógerða umhverfis Ísland. Breytileiki getur verið milli ára og árstíða í staðsetningu skila milli sjógerða og innbyrðis breytileiki í dreifingu hita og seltu. Ástand sjávar og lífskilyrðin í hafinu ákvarðast að miklu leyti af straumaskilum og hita- og seltudreifingu. Svo dæmi sé tekið þá hefur innstreymi Atlantssjávar á norðurmið mjög mikil áhrif á afkomu fiskistofna á því svæði.

2.1 Vöktun sjávar

Eitt af mikilvægustu verkefnum Hafrannsóknastofnunarinnar kallast *Ástand sjávar*, markmið þess er að fylgjast með breytingum á hita og seltu á miðunum umhverfis Ísland. Til að fylgjast með árstíðasveiflum í hafinu umhverfis Ísland er mælt á föstum mælistöðvum á landgrunninu fjórum sinnum á ári. Í febrúar-mars, maí-júní, ágúst-september og í október-nóvember. Stöðvarnar liggja í beinum línunum út frá landinu og mynda snið sem eru nefnd eftir kennileitum á landi, sjá mynd 1. Upp úr 1970 var farið að mæla ársfjórðungslega með þessum hætti og því hafa safnast saman gögn sem hægt er að nota til að fylgjast með langtímabreytingum í hafinu. [9] [6].

Til að glöggva sig á ástandi sjávar er hægt að teikna útbreiðslumyndir eins og þær sem sjást á mynd 4. Út frá gildum á Kögur-, Hornbanka- og Siglunessniðum er oft hægt að átta sig á hversu mikið innstreymi Atlantssjávar er á miðinn fyrir norðan land. Hlýr sjór í Irmingerstraumnum eru gefinn til kynna á útbreiðslumyndum með heitri tungu sem teygir sig milli sniðanna út af Vestfjörðum, sjá mynd 4 og mynd 1 (Látrabjargs-, Kögur- og Húnaflóa-snið). Merki um kaldan sjó sést oft á Langanessniðunum og útbreiðsla hans er gefin til kynna með kaldri tungu á útbreiðslumyndunum. Staðsetning skilanna austur af landinu kemur stundum fram á Krossanessniðinu, sérstaklega að sumarlagi, sjá mynd 4.



Mynd 4: Myndir úr ársfjórðungsleiðöngnum Hafrannsóknastofnunarinnar árið 2003. (<http://www.hafro.is/Sjora/> *Hydrography: Horizontal distribution of properties*)

3 Sjávarmælingar

3.1 Hiti, selta og dýpi (stöðvagögn)

Á föstum stöðvum fara fram mælingar á seltu (leiðni) og hita með dýpi (þrýstingi) sem eru kallaðar CTD-mælingar ² eftir skammstöfun á ensku, *conductivity, temperature, depth*. Þessar mælingar eru gerðar með tæki sem á skipum Hafrannsóknastofnunarinnar er kallað *sonda*. Sondunni er slakað frá yfirborði niður á botn og á meðan eru hiti, selta og þrýstingur skráð. Sondan sem var notuð í þessum leiðangri er frá Sea-Bird Electronics, Inc. og saman stendur af mælitæki og móttökutæki. Mælitækið er fest við grind, svokallaða *rósettu* sem á er hægt að festa 1-12 *sjótaka*. Venjulega er 1 sjótaki festur við og er hann notaður til að taka sýni til að kvarða seltumælinguna. Það er gert á mesta dýpi á hverri stöð því þar eru láréttar breytingar í seltu litlar.

Mælitæki það sem var notað er af gerðinni *SBE 9plus* og er svipað því sem sést á mynd 5(a) á blaðsíðu 6. Sívalningurinn í miðjunni ásamt utanálíggjandi hita- og seltunemum mynda kjarna tækisins. Í sívalningnum er innbyggður þrýstingsmælir, við hann ofanverðan er tengi fyrir kapal. Kapallinn sendir mælingarnar í móttökutækið í gegnum leiðandi taug sem rósettan er fest við, sjá mynd 5(b). Mælisvið hitanemans er -5 til 35 °C og óvissa er 0.001 °C. Mælisvið seltunemans er 0.0 til 0.7 S/m (Simens/meter) óvissa er 0.0003 S/m ³.

Móttökutæki það sem var notað er af gerðinni *SBE 11plus V2*. Það tekur við mælingum og er tengt við tölvu sem skráir þær.

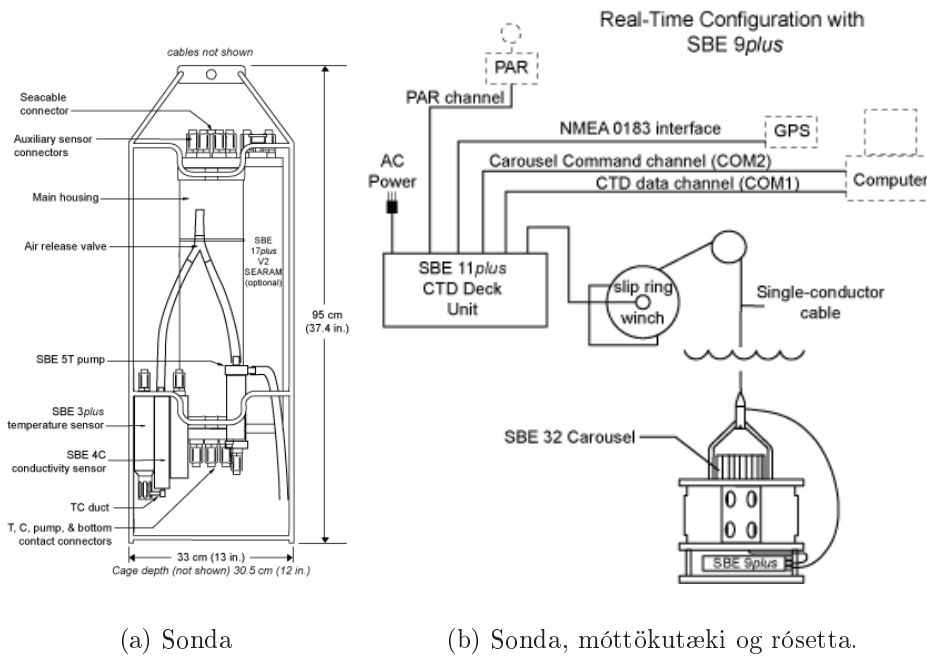
Sjá nánari lýsingar á heimasíðu framleiðanda www.seabird.com. Hugbúnaðurinn SESOFT kemur með tækjunum og er notaður við úrvinnslu á mælingunum. Þær eru geymdar í skrá þar sem hver lína er meðaltal yfir eins metra dýptarbil: Hiti, selta og þrýstingur ásamt staðsetningu.

3.2 Hiti og selta við yfirborð (síritagögn)

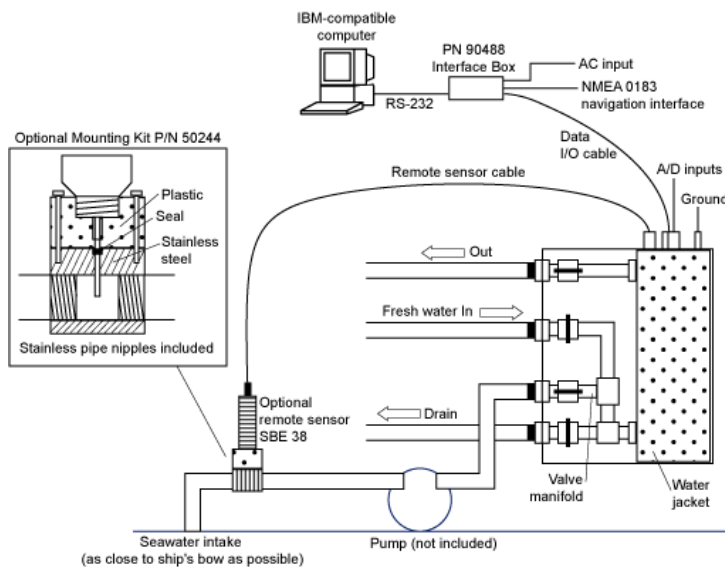
Hita- og seltumælir er tengdur við sjóinntak skipsins, sérstök dæla dælir sjó inn á mælikerfi svipuðu því sem sést á mynd 6 á blaðsíðu 6. Mælikerfið er frá Sea-Bird Electronics, Inc., sjá frekari upplýsingar á heimasíðu þess www.seabird.com. Sjórinn rennur í gegnum sívalning, sem er kallaður *tunna*,

²Eða CTP-mælingar, *conductivity, temperature, pressure*.

³Uppgefin óvissa fyrir nemana er *upphafleg óvissa*, hún getur breyst með aldri tækisins.



Mynd 5: Mælitæki sem mæla hita, seltu og þrýsting. (<http://www.seabird.com/CTDprofilers>)



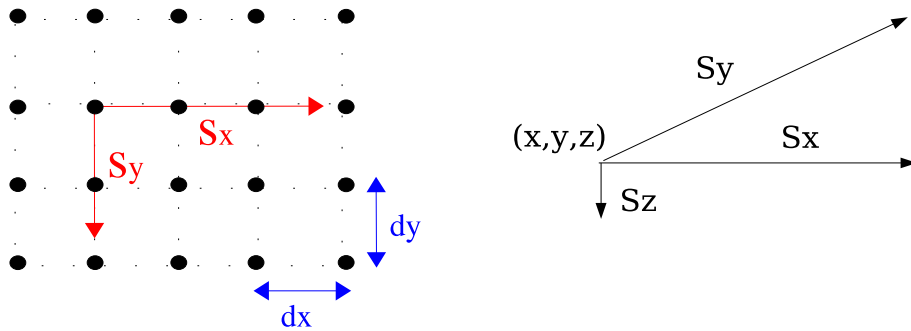
Mynd 6: Mælikerfi fyrir yfirborðssjó. (<http://www.seabird.com/Thermosalinographs>)

í honum eru tveir nemar sem mæla hita og seltu. Hitinn getur breyst á leið sinni í kerfinu og því er auka hitanemi nær aðalinntakinu, sjá mynd 6, neminn er tengdur beint við tunnuna. Tunnan er tengd við tölvu sem skráir mælingarnar. Hægt er að stilla hve oft mælingar eru skráðar, í þessum leiðangri voru þær skráðar á 60 sekúndna fresti. Mælingarnar eru geymdar í skráum þar sem í hverri línu er skráð hiti og selta í tunnu, hiti við inntak, selta, staðsetning og tími.

Tunnan er af gerðinni *SBE 21*, (Seacast Thermosalinograph, SBE 21) og hitaneminn er af gerðinni *SBE 38*. Mælisvið hita- og sletunemanna í tunnunni er -5 til 35 °C og 0 til 7 S/m og óvisa er 0.01 °C og 0.001 S/m. Mælisvið auknemans (hiti við inntak) er það sama en óvissa er minni 0.001 °C. Hiti við inntakið er nær raunverulegum sjávarhita og er því notaður í flestum tilfellum.

4 Brúun sjávarmælinga

Sjávarmælingar af föstum sniðum Hafrannsóknastofnunarinnar eru ekki jafndreifðar umhverfis landið. Til hagræðingar við ýmsa útreikninga er þörf á að færa mælingarnar yfir á reglulegt net. Þegar að brúunarnet hefur verið ákveðið er gildi í hverjum netpunkti reikna út frá nálægum mælingum.



Mynd 7: Punktar á reglulegu neti ásamt rúmskalanum (S_x, S_y, S_z)

4.1 Viðfangsgreining (*Objective analysis*)

Sú brúunaraðferð sem hér er notuð byggir á viðfangsgreiningu (*e. objective analysis*). Aðferðinni var lýst af Bretherton í [1] árið 1976 en hefur síðan verið notuð við brúun á veður- og sjávarmælingum. Gert er ráð fyrir að gildi

í brúunarpunktum séu tengd með ákveðnum hætti sem hægt er að lýsa með tölfræðilegum aðferðum. [3]

Gildi í brúunarpunkti er reiknað sem vegið meðaltal af nálægum mælingum.

$$\theta'_x = \sum_{i=1}^N a_{xi} \phi_i \quad (1)$$

Mælingarnar ϕ_i samanstanda af raunverulegu gildi í punktinum auk skekkju, ϵ_i .

$$\phi_i = \theta(x)_i + \epsilon_i$$

Gera þarf ráð fyrir að skekkjurnar séu innbyrðis óháðar og óháðar mælingunum, einnig þarf staðalfrávik skekkjunnar, E , að vera þekkt.

$$\overline{\phi_k \epsilon_i} = 0 \quad (k, i = 1, \dots, N)$$

$$\overline{\epsilon_k \epsilon_i} = E \delta_{ki}$$

Ef meðaltal, $\overline{\theta_x}$, og samvikafall (*e. covariance function*), $F(\xi)$, sviðsins θ í punktinum x er þekkt

$$\begin{aligned} \overline{\theta_x} &= A \\ \overline{\theta_x \theta_{x+\xi}} &= F(\xi) \end{aligned}$$

þá er hægt að finna heppilegustu stuðlana a_i með því að lámarka staðal-skekkjuna (*e. error variance*)

$$\overline{(\theta_x - \theta'_x)^2}$$

sem er fall af stuðlunum a_i og samvikum (*e. covariance*) milli mæli- og brúunargilda sem eru reiknuð út frá samvikafallinu. Val á samvikafalli er því mikilvægt en það er ákvarðað með því að meta tölfræðilega eiginleika gagnanna. [1]

4.2 Brúunarforrit

Brúunarforritið Oax var þróað við Bedford Institute of Oceanography af Ian He, Ross Hendry og Gerry Boudreau. Það byggir á viðfangsgreiningu og er stérstaklega hannað til að brúa sjávarmælingar. Samvikafallið

$$F(r) = e^r \left(1 + r + \frac{r^2}{3} \right) \quad (2)$$

er innbyggt í forritið,

$$r = \sqrt{\left(\frac{x - x_i}{S_x} \right)^2 + \left(\frac{y - y_i}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{z - x_i}{S_z} \right)^2} \quad (3)$$

er sköluð fjarlægð. Brúunargildi á netinu eru reiknuð út frá meðaltali N næstu náganna (*e. nearest neighbours*) með jöfnu 1. Mælingarnar eru valdar af svæði umhverfis brúunarpunktinn (x, y, z) sem afmarkast af S_x , S_y og S_z , sjá mynd 7. Forritið reikna skekkju

$$\sqrt{(\theta_x - \theta'_x)^2} \quad (4)$$

fyrir hvern brúunarpunkt sem er háð staðsetningu mælinganna (x_i, y_i, z_i) , vali á samvikafalli og mæliskekkjunni E . [3] [7]

Netsetningarpakkinn ⁴ notar Oax til að brúa mæligögnin en samanstendur auk þess af forritum til að framkvæma einfalda reikninga á mæligögnunum og til að keyra Oax á auðveldan hátt. Forritin eru hönnuð sérstaklega til að brúa sjávarmælingar af föstum sniðum Hafrannsóknastofnunarinnar. Brúunarnetið nær frá 63°N til 68°N og frá 28°V til 9°V og bil milli netpunkta er 10 breiddarmínútur og 10 lengdarmínútur (dx og dy á mynd 7). *Rúmskalinn* sem fjarlægðin er sköluð með (jafna 3) er skilgreindur með

$$S_z = 1 \text{ m}$$

$$S_x = S_0(1 + C_x\sqrt{s}) \quad (5)$$

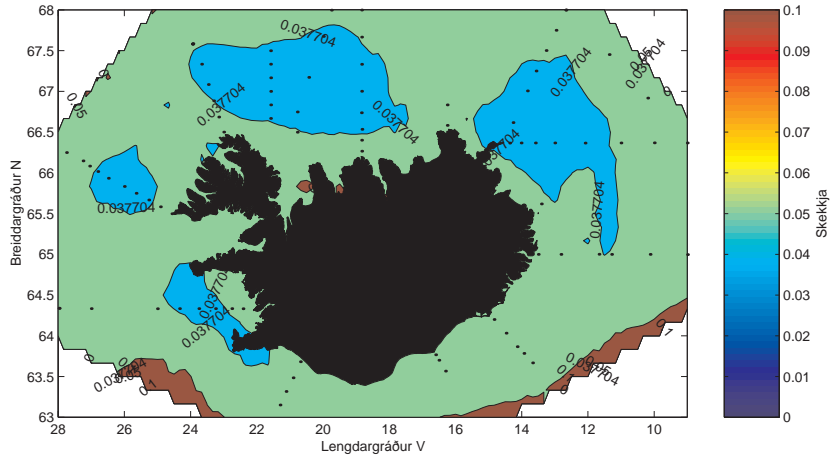
$$S_y = S_0(1 + C_y\sqrt{s}) \quad (6)$$

þar sem $C_x = C_y = 2$ og $S_0 = 250$ km en með auðveldu viðmóti til að breyta C_x , C_y og S_0 . Gildi s fer eftir eftir botnlögun í brúunarpunkti og er því breytilegt milli brúunarpunkta, sjá nánar í [7]. Með því að skilgreina rúmskalann er notandinn um leið að skilgreina það svæði sem forritið leitar að N nágrönnum punktsins. [7] [2]

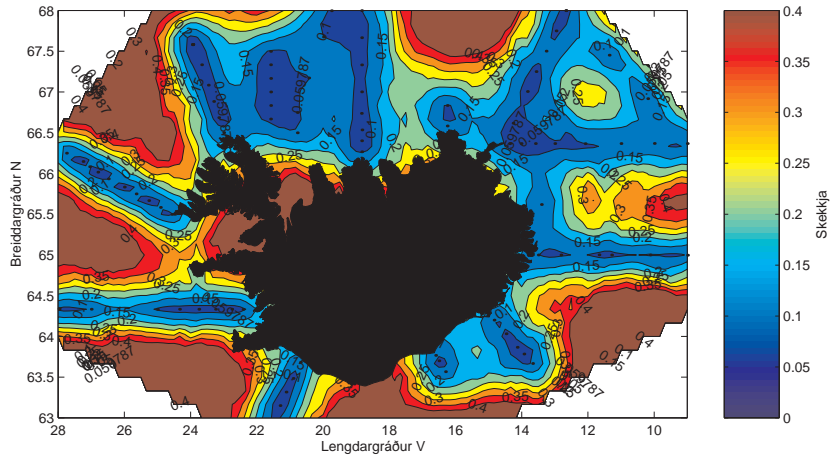
5 Niðurstöður

Haustleiðangur Hafrannsóknastofnunarinnar 2005 var gerður út daganna 9.-22. nóvember. Númer leiðangursins er B13-2005. Mælt var á alls 91 stöð og þar af voru 82 CDT-stöðvar (9 stöðvar tengdust loðnumælingu). Stöðvagögn af 0-10 m dýpi voru brúuð með aðferðum sem lýst er í kaffa 4.2. Síritandi mælir var í gangi meðan á ferð skipsins stóð, mælingar frá honum voru skráðar með einnar mínútu millibili. Mælirinn stöðvaðist í nokkurn tíma suður af A-Langanessniðinu (sjá mynd 2) en þar sem að mælingar voru þéttar á því svæði (vegna loðnuleitar) hefur það ekki svo mikil áhrif.

⁴Netsetningarpakkinn var afrakstur verkefnisins Netsetning mæligagna, sjá <http://www.hi.is/saeunnh/netsetning>



(a) Skekkja - $S_0 = 250$ km



(b) Skekkja - $S_0 = 50$ km

Mynd 8: Reiknuð skekkja fyrir tvær mismunandi brúanir. Ekki er hægt að draga beinar ályktanir af gildunum sem eru gefin upp þar sem þau byggja að hluta til á gildum sem höfundar [7] gefa sér um mæliskekkju.

5.1 Brúun stöðvagagna

Mælingar af 0-10 m dýpi voru notaðar til að finna brúunargildi á 5 m dýpi. Í [7] er ráðlagt að keyra brúunarforritið með skalanum $S_0 = 250$ km og hafa fjölda næstu nágranna 100. Mynd 12 á blaðsíðu 18 sýnir brúunargildi fyrir hita og seltu ásamt mældum gildum á 5 m dýpi. Mynd 8(a) sýnir skekkju reiknaða með jöfnu 4 fyrir bæði tilvik ⁵.

Á myndunum á blaðsíðu 18 sést að brúun með þessum skala dregur úr staðbundnum einkennum. Til dæmis eru merki um kalda tungu nyrst á nyrðra Langanessniðinu (sjá mynd 2, sniðið er merkt Langanes NE) sem kemur ekki fram í brúunargildunum. Af þessum sökum voru fleiri prófanir gerðar. Það sem virtist draga fram mest sérkenni án þess að slíta jafngildisferla of mikið í sundur var að hafa fjölda næstu nágranna 100, líkt og áður en minnka rúmskalann niður í $S_0 = 50$ km. Mynd 13 á blaðsíðu 19 sýnir brúunargildi fyrir hita og seltu ásamt mældum gildum á 5 m dýpi. Mynd 8(b) sýnir reiknaða skekkju fyrir bæði tilvik.

5.2 Síritagögn

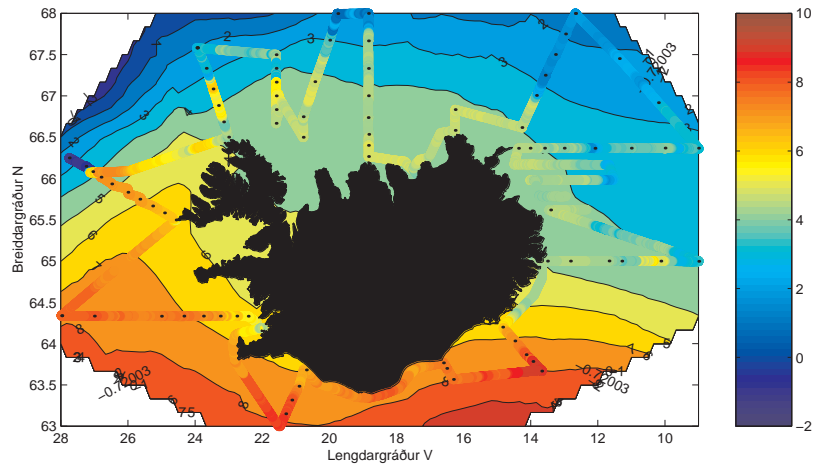
Síritagögnin eru teiknuð á síðu 17. Hiti við inntak var notaður þar sem hann er nær réttum sjávarhita. Gildinu 0.02 var bætt við skráð seltugildi til að færa þau nær réttu gildi (upplýsingar frá Héðni Valdimarssyni). Til þess að bera saman brúuðu gögnin og síritagögnin eru þau teiknuð saman á myndum 9 og 10 á blaðsíðum 12 og 13. Myndin á fyrri blaðsíðunni sýnir hita, á þeirri efri eru síritagögnin feld inn í brúunargildi með skala 250 km en á þeirri neðri eru gögnin feld inn í brúunargildi með skala 50 km. Á síðari blaðsíðunni eru brúunar- og síritagögn fyrir seltu.

6 Umræður

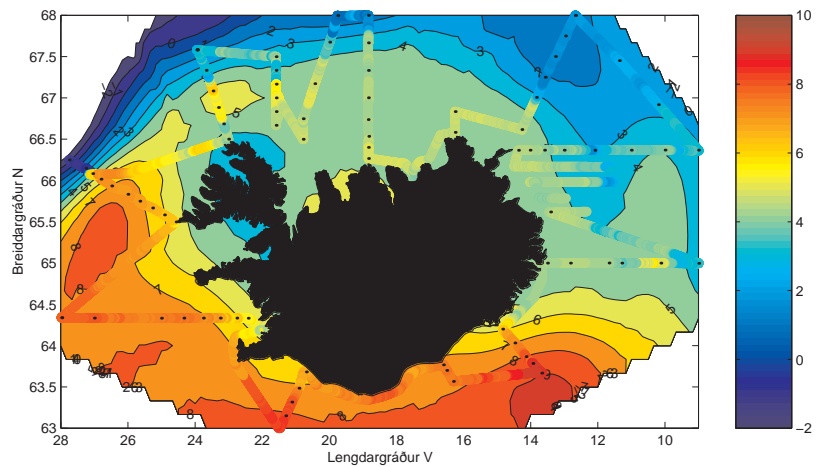
Samanburður á skekkju fyrir brúun með lárétta skalanum 250 km annars vegar og 50 km hins vegar sýnir að hún er mun minni þegar skalinn er stærri ⁶. Sjá mynd 8 á blaðsíðu 10. Þetta er vegna þess að þegar skalinn er stærri eru mæligarnar sem notaðar eru í meðaltalið (jafna 1) dreifðari yfir stærra svæði (mynd 7). Með þessu verður meiri tenging milli svæða og minni hætta er á að mælingar af einu sniði séu notaðar til að reikna gildi í brúunarpunkti [7]. Á móti kemur að staðbundin sérkenni geta tapast vegna þess að punktar nær brúunarpunkti hafa minna vægi því fjarlægðin r (jafna 3) er sköluð með

⁵Sjá athugasemdir við mynd 8.

⁶Í báðum tilvikum er fjöldi næstu nágranna 100.

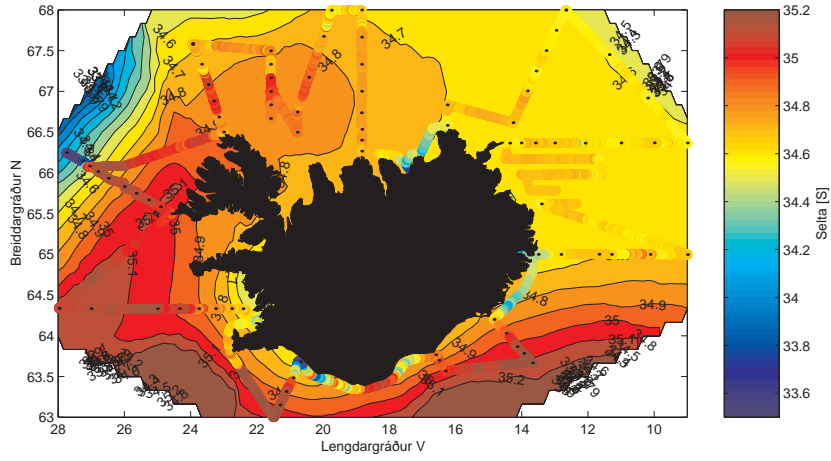


(a) Hiti ($^{\circ}\text{C}$) - $S_0 = 250$ km

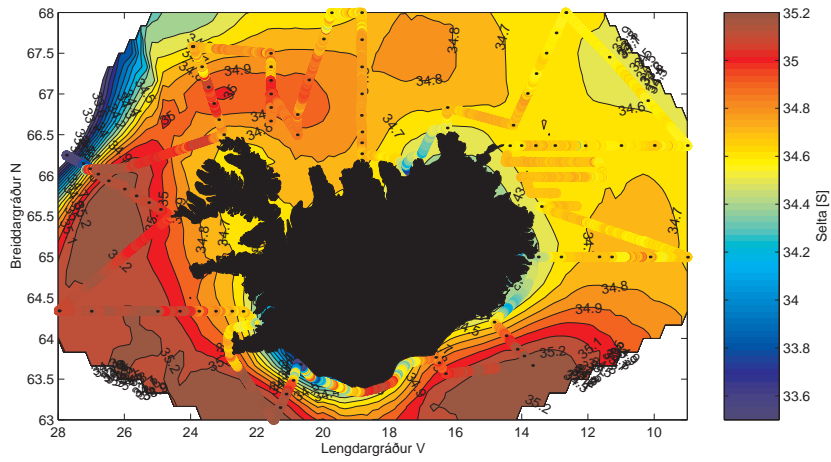


(b) Hiti ($^{\circ}\text{C}$) - $S_0 = 50$ km

Mynd 9: Brúunargildi fyrir hita, síritagögn eru teiknuð inn á myndina. Lita-kvarðinn er þannig að brúunargildi og síritagögn hafa sama lit í heilum gráð-um (t.d. 4, 5, 6, ...). Brúunargildi milli tveggja heilla gráða koma fram í einum lit en síritagögn hafa litaskala á milli gráða.



(a) Selta (*psu*) - $S_0 = 250$ km



(b) Selta (*psu*) - $S_0 = 50$ km

Mynd 10: Brúunargildi fyrir seltu, síritagögn eru teiknuð inn á myndina. Brúunargildi og síritagögn hafa sama lit í heilum tugabrotum (t.d. 34.0, 34.1, 34.2, ...).

lárétta skalanum (jöfnur 5 og 6). Heit gildi á miðju Kögursniðinu og köld gildi nyrst á NA-Langanessniðinu koma ekki fram í brúunargildunum á efri myndinni á síðu 12 þar sem skalinn er 250 km en koma vel fram á þeirri neðri þar sem skalinn er 50 km.

Mynd 8 sýnir að skekkjan er mest þar sem lengst er á milli stöðva. Þegar að samvikafall og mæliskekkja hafa verið ákvörðuð er skekkja í raun fall af staðsetningu ⁷, því væri hægt að reikna skekkju fyrir mismunandi uppsetningu af stöðvum. [1]

Reynt var að brúa síritagögnin beint til að minnka skekkjuna í brúuninni. Þessi brúunargildi koma fram á mynd 14 á blaðsíðu 21. Það er nauðsynlegt að gera fleiri prófanir með brúun á þessum gögnum, sjá umfjöllun í viðauka A.

6.1 Brúunargildi borin saman við síritagögn

Eins og áður sagði koma staðbundin sérkenni á Kögur- og Langanessniðum ekki fram í brúuðu stöðvagögnunum með brúunarkvarða 250 km ($S_0 = 250$ km). Þetta kemur skýrt fram þegar yfirborðshitinn er feldur inn í mynd af brúunargildunum (mynd 9 á síðu 12).

Síritagögn á Látrabjargssniði gefa til kynna hærri hita en kemur fram í brúunargildum með kvarða 250 km og það sama er að seigja um gildi á Kögursniði (efri mynd á síðu 12). Erfitt er að túlka gögnin á milli þessara sniða en gögn af Hornbanka gefa til kynna að hlýa tungan ætti að ná þangað en ekki að vera bundin um mitt Kögursniðið eins og sést á mynd af brúunargildum með kvarða 50 km (neðri mynd á síðu 12).

Á syðra Langanessniðinu sést að á því miðju lækkar hitinn, þetta kemur fram í brúunargildum með skala $S_0 = 50$ km í því að jafnhitalínan fyrir 3°C dregst suður í átt að sniðinu.

Hiti um 9°C virðist vera staðbundinn syðst á Stokksnessniði og þar vestur af. Þetta kemur betur fram í brúunargildum með skala $S_0 = 50$ km en með skala $S_0 = 250$ km.

Fyrir norðan og sunnan Faxaflóasniðið koma fram tveir flekkir þar sem hiti er um eða yfir 8°C í brúunargildum fyrir $S_0 = 50$ km (mynd 9(b)). Í síritagögnunum er hægt að greina hærri gildi en 7°C vestast á sniðinu og á ferð skipsins rétt norður af sniðinu en það útskýrir ekki þessa flekki. Þarna kemur fram ókostur við brúun með kvarða sem er minni en mesta fjarlægð milli mælistöðva. Áreiðanleiki brúunarinnar eftir svæðum kemur fram í reiknaðri skekkju, mynd 8(b) sýnir að fyrir þessa brúun er hún er einna mest þar sem flekkirnir koma fram.

⁷Staðsetningu skalaðri með rúmskalanum.

7 Lokaorð

Samanburður á brúunargildum og síritagögnum sýnir að staðsetning hitaskila kemur betur fram í brúunargildum þar sem láréttur skali (jöfnur 5 og 6) er minni en sá sem er notaður af höfundum [7]. Fyrir sama brúunarnet gefur brúun með skalanum 50 km mun betri niðurstöðu en brúun með skalanum 250 km.

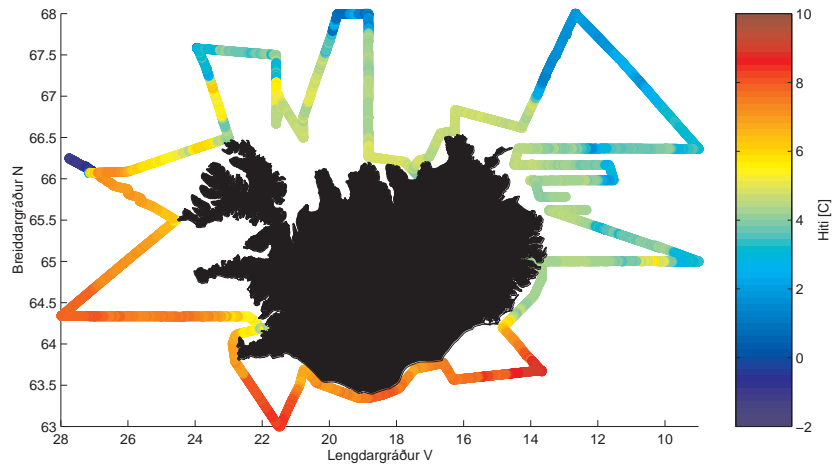
Staðbundin einkenni koma einnig betur fram í brúunargildum sem eru reiknuð með minni skala. Ókosturinn við brúun með minni skala er að þá er minni tengin milli sniða. Dæmi um þetta má sjá á efri myndinni á blaðsíðu 12 þar sem jafnhitalínan fyrir 5°C slitnar á svæðinu milli Látrabjargs- og Kögursniðsins. Ef hefðbundnar útbreiðslumyndir eru hafðar í huga, eins og þær sem sjást á síðu 4, virðist við fyrstu athugun vera eðlilegt að draga línu þarna á milli. Það er þó ekki nauðsynlega réttari mynd af yfirborðshita á þessu svæði, lóðrétt blöndun vegna vinda gæti orsakað að jafnhitaferlarnir eru ekki tengdir í láréttuplani.

Myndir sem sýna skekkju fyrir mismunandi brúunarpunkta draga fram þau svæði þar sem frekari mælinga er þörf til að fá skýrari mynd af ástandi sjávar í láréttuplani. Skekkjan er mest fjærst landi þar sem langt er á milli sniða. Síritagögn eru til á allri leið skipsins og þau ætti að nýta til að bæta þá mynd sem við höfum af yfirborðsástandi á hverjum tíma. Þróa þarf aðferðir til að brúa síritagögnin á sem auðveldastan hátt. Þannig verði möguleiki á að nýta gögn úr sem flestum leiðöngrum Hafrannsóknastofnunarinnar til að teikna útbreiðslumyndir á nær sjálfvirkan hátt.

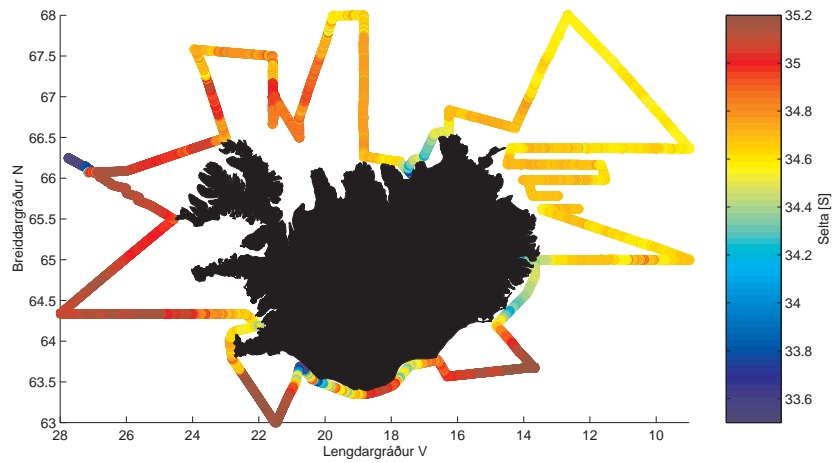
Heimildir

- [1] Bretherton, Francis P., Russ E. Davis og C. B. Fandry. A technique for objective analysis and design of oceanographic experiments applied to MODE-73. *Deep Sea Research* Vol. 23, bls. 559 - 582, 1976
- [2] Hannah, Graca and Loder. Oax Demonstration and Test Case.
Fáanlegt á: http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal_hydrodynamics/Oax/oax.html
- [3] Hendry, Ross og Ian He. Technical Report on Objective Analyzis (OA) Project. Bedford Institute of Oceanography, Department of Fishery and Ocean, 1996.
Fáanlegt á: http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal_hydrodynamics/Oax/oax.html
- [4] Héðinn Valdimarsson og Svend Aage Malmberg. Near surface circulation in Icelandic waters derived from satellite tracked drifters. *Journal of the Marine Research Institute* vol. 16, bls. 23-39, 1999.
- [5] Héðinn Valdimarsson (munnlegar upplýsingar). Hafrannsóknastofnunin, 2005.
- [6] Svend Aage Malmberg. Haffræði og upphaf hafrannsókna við Ísland. *Náttúrufræðingurinn* 71. árg. (3-4), bls. 88-97, 2003.
- [7] Sæunn Halldórsdóttir, Halldór Björnsson og Haraldur Ólafsson: Netsetning mæligagna. Veðurstofa Íslands, greinargerð 05009, 2005.
Fáanlegt á: <http://www.vedur.is/utgafa/greinargerdir/>
- [8] Unnsteinn Stefánsson. *Hafið*. Háskóli Íslands, háskólaútgáfan, 1999.
- [9] Heimasíða Hafrannsóknastofnunarinnar:
<http://www.hafro.is/>
- [10] Heimasíða Sea-Bird Electronics, Inc.:
<http://www.seabird.com/>

Myndir

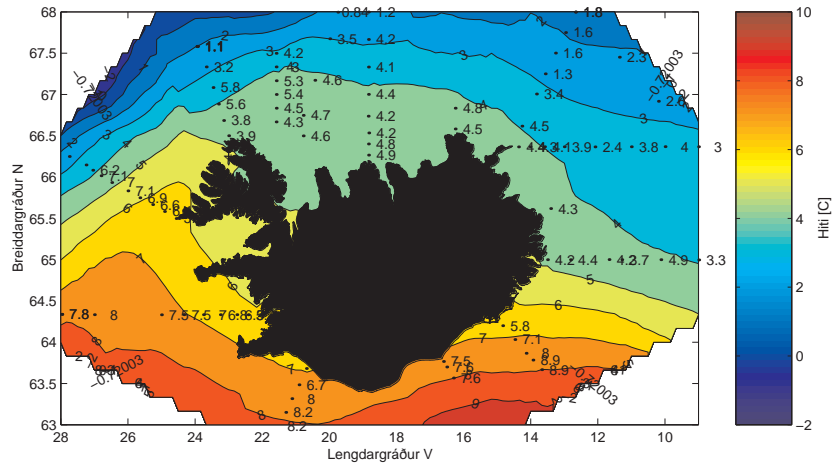


(a) Hiti ($^{\circ}\text{C}$)

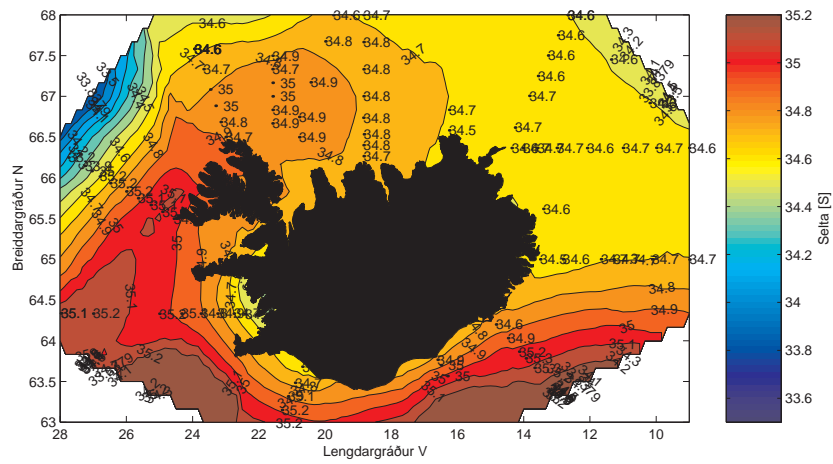


(b) Selta (*psu*)

Mynd 11: Síritagögn: Hiti og selta í yfirborði.

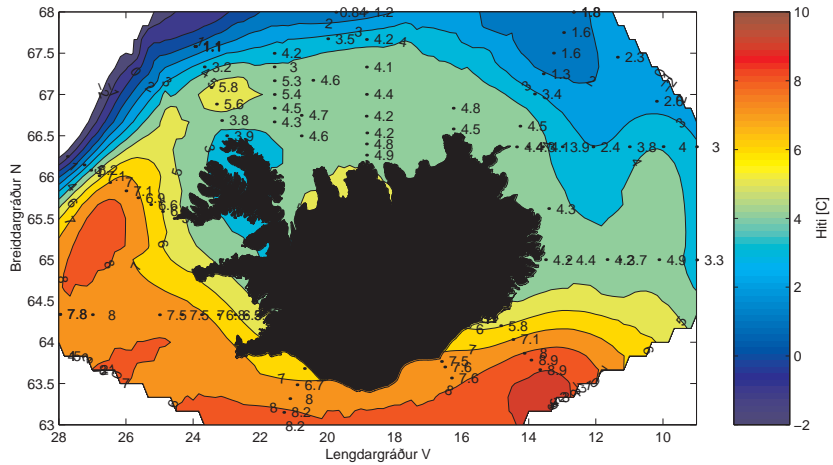


(a) Hiti ($^{\circ}\text{C}$) - $S_0 = 250$ km

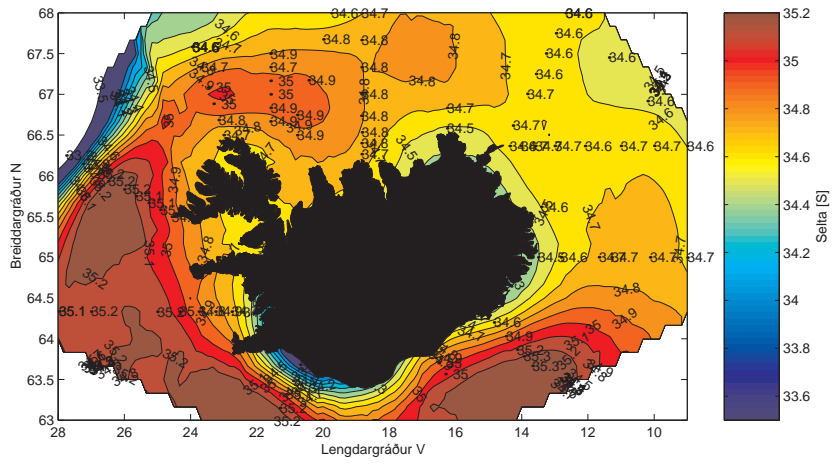


(b) Selta (psu) - $S_0 = 250$ km

Mynd 12: Brúunargildi reiknuð með skalanum 250 km og stöðvagögn á 5 m dýpi.



(a) Hiti (°C) - $S_0 = 50$ km

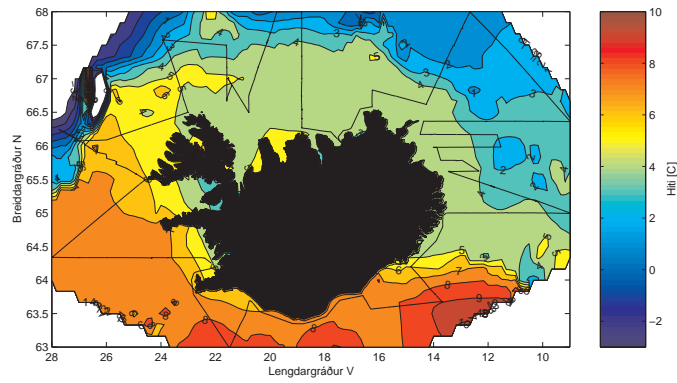


(b) Selta (psu) - $S_0 = 50$ km

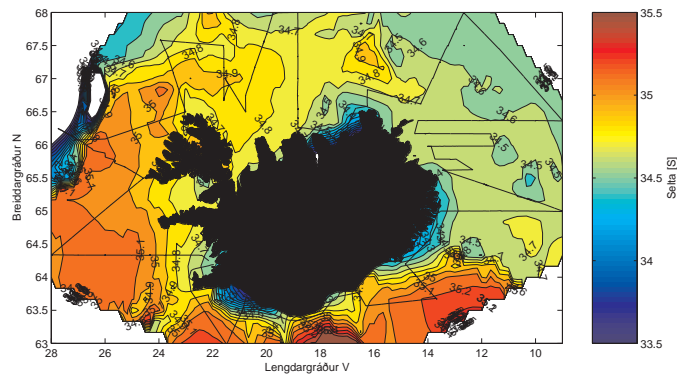
Mynd 13: Brúunargildi reiknuð með skalanum 50 km og stöðvagögn á 5 m dýpi.

A Brúun síritagagna

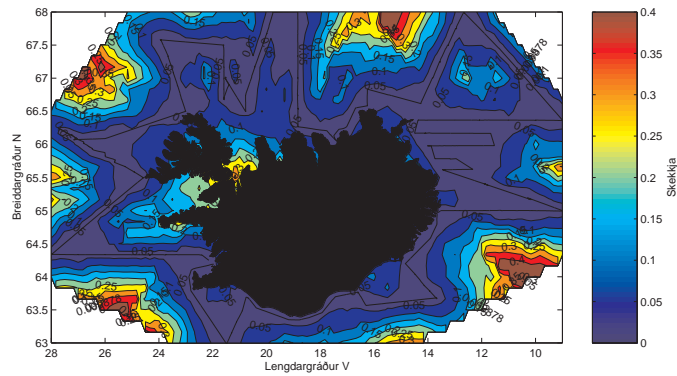
Í yfirborðinu er upplausn síritagagna mun meiri en stöðvagagna og þess vegna ættu brúuð síritagögn að henta vel til þess að sýna yfirborðsástand hafsins. Nokkrar tilraunir voru gerðar með að brúa síritagögn. Það sem kom best út var brúun með skala $S_0 = 100$ km og fjölda næstu nágranna 100. Myndirnar á síðu 21 sýna þessi brúunargildi. Myndir 14(a) og 14(b) sýna hita og seltu og skekkjan fyrir báða eðlisþætti er sýnd á 14(c). Þéttleiki mælinganna er vandamál, brúunarforritið virðist ekki ráða við að reikna meðaltal út frá meira en 400 mælingum. Hér var aðeins prófað að nota gagnaskrárnar beint, hægt er að forvinna gögnin til að minnka þéttleikann. Velja til dæmis mælingar með 10 mínútna millibili í stað einnar mínútu millibils eins og þær eru í gagnaskránum.



(a) Hiti ($^{\circ}\text{C}$)



(b) Selta (*psu*)



(c) Skekkja

Mynd 14: Brúð síritagögn og reiknuð skekkja.

