

Sæunn Halldórsdóttir  
Halldór Björnsson  
Haraldur Ólafsson

## Netsetning mæligagna

## Útdráttur:

Ársfjórðungslega mælir Hafrannsóknastofnunin helstu eðlisþætti sjávar í hafinu umhverfis Ísland. Vegna þess að mælingarnar eru misdreifðar umhverfis landið er erfitt að teikna starfrænar myndir sem sýna dreifingu eðliþátta á mismunandi árstíðum. Þess vegna hefur haldist sú hefð að teikna dreifingu eðlisþátta í höndunum. Með þróun haf- og veðurfræðireiknilíkana eykst þörfin á fljótverkari og samræmdum leiðum. Í verkefninu var hannað kerfi til þess að færa sjávarmælingar yfir í þrívítt net af brúunarpunktum og brúunargildum sem auðvelt að teikna upp í tölvu. Afrakstur verkefnisins er Netsetning, kerfi sem samanstendur af brúunarforritinu Oax, hjálparforritum og leiðbeiningum. Í skýrslunni eru raktar prófanir á brúunarforritinu Oax. Þá er hönnun og virkni hjálparforrita sem gerð voru sérstaklega fyrir þetta verkefni lýst. Netsetningarpakkann er hægt að nálgast á heimasíðu verkefnisins: [www.hi.is/~saeunnh/netsetning](http://www.hi.is/~saeunnh/netsetning).

## **Efnisyfirlit:**

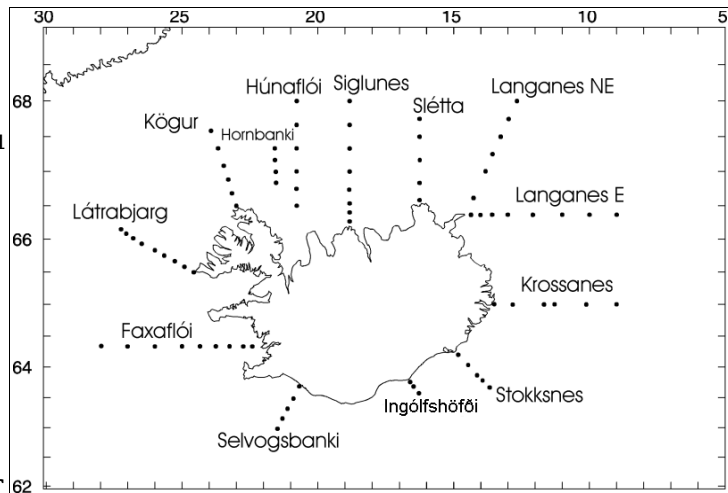
<b>Inngangur</b>	<b>4</b>
<b>1. Yfirlit yfir það sem var gert í verkefninu.</b>	<b>4</b>
<b>2. Prófanir á brúunarforritunu Oax.</b>	<b>5</b>
2.1 Fræði	
2.2 Keyrslur	
2.3 Niðurstöður og umræða.	
<b>3. Leiðbeiningar um netsetninguna.</b>	<b>8</b>
3.1 Leiðbeiningar um notkun netsetningarpakkans.	
3.2 Lýsing á inntaksskrám í Oax.	
3.2.1 Gagnaskráin, project.data	
3.2.2 Brúunarnetið, project.grid	
3.2.3 Keyrsluskráin, project.deck	
3.3 Keyrsla á Oax.	
<b>4. Framtíðarverkefni</b>	<b>15</b>
<b>Lokaorð</b>	<b>15</b>
<b>Heimildir</b>	<b>17</b>
<b>Myndir</b>	<b>18</b>

## Inngangur:

Til þess að glöggva sig á ástandi sjávar á mismunandi tímum er nauðsynlegt að mæla eðlisþætti hafsins. Hafrannsóknastofnunin mælir ársfjórðungslega helstu eðlisþætti hafsins, þar með talið hita og seltu, umhverfis Ísland. Mælt er á svokölluðum staðalsniðum, sem er röð mælistöðva út frá helstu annesjum, á hverri mælistöð er mælt frá yfirborði og niður á botn (sjá mynd 1). Vegna þess að mælistöðvarnar eru ekki reglulega dreifðar umhverfis landið er erfitt að teikna stafræn kort af dreifingu eðlisþátta á hverjum tíma.

Reiknilíkön sem reikna út hafstrauma verða sífelld öflugri en þörfin til þess að bera saman útkomur úr slíkum reiknilíkönunum við raunveruleg gögn eykst að sama skapi. Hefð er fyrir því að teikna útbreiðslumyndir í höndunum (sjá mynd 2 á síðu 18) og gefa þær góða mynd af ástandinu. Til að bera saman við útreikninga líkana er nauðsynlegt að hafa gögn á stafrænu formi en til þess þurfa þau að vera á reglulegu neti.

Í þessu verkefni var búið til þrívítt net af reglulega dreifðum punktum í sjónum umhverfis landið og gögn sem Hafrannsóknastofnunin hefur safnað, brúuð yfir á netið.



**Mynd 1:** Staðalsnið Hafró.

## 1. Yfirlit yfir það sem var gert í verkefninu.

Nokkur forritunarumhverfi voru skoðuð og prófuð til þess að finna hvort þau hentuðu verkefninu. Mörg forritunarumhverfi hafa innbyggðar aðferðir til brúunar en oft virðast þær ekki henta til brúunar á sjávarmælingum nærri landi.

Brúunarforritið Oax er sérstaklega hannað til þess að brúa haf- og veðurfræðileg gögn. Eftir að hafa gert nokkrar grunnprófanir á Oax var ákveðið að notast við þetta forrit í verkefninu. Vegna sérstöðu gagnanna af hafsvæðinu umhverfis Ísland var þörf á að gera ýmsar prófanir og stillingar á forritinu.

Fjöl margar prófanir voru gerðar á Oax og mismunandi aðferðir skoðaðar. Hönnuð voru hjálparforrit til þess að taka inn gögn og framkvæma á þeim reikninga þannig að hægt væri að framkvæma brúunina. Afrakstur verkefnisins er pakki sem við köllum Netsetning, í honum eru nauðsynleg hjálparforrit og leiðbeiningar til þess að brúa gögn af svæðinu í kringum Ísland með hjálp Oax.

## 2. Prófanir á brúunarforritinu Oax.

Brúunarforritið Oax var hannað við Bedford Institute of Oceanography af þeim Ian He, Ross Hendry og Gerry Boudreau. Heimasíða Oax er [www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal\\_hydrodynamics/Oax/oax.html](http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal_hydrodynamics/Oax/oax.html)

Þar er einnig að finna upphaflega greinargerð þeirra Hendry og He um Oax.

### 2.1 Fræði

Oax notar vegið meðaltal endanlega margra mælipunkta til að ákvarða gildi í brúunarpunkti, þannig að gildið í brúunarpunktinum  $(x,y,z)$  er línuleg samantekt af  $N$  mælipunktum í nágrenninu.

$$b(x,y,z) = \sum_{i=1}^N a_i m(x_i, y_i, z_i) \quad (1)$$

Þar sem  $m(x_i, y_i, z_i)$  er mæligildi í punktinum  $(x_i, y_i, z_i)$ . Stuðlarnir  $a_i$  eru fundnir með því að lágmarka metna skekkju í punktinum. Til þess að meta skekkjuna þarf að gera ráð fyrir ákveðunum tölfræðilegum eiginleikum gagnanna.

Oax gerir ráð fyrir að samfylgnifallið, sem lýsir því hvernig gildin í punktinum  $(x_0, y_0, z_0)$  og gildin í punktinum  $(x, y, z)$  eru tengd, sé

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

þar sem  $r$  er fjarlægðin

$$r = \sqrt{\left( \frac{x_0 - x}{S_x} \right)^2 + \left( \frac{y_0 - y}{S_y} \right)^2 + \left( \frac{z_0 - z}{S_z} \right)^2} \quad (3)$$

$S_x, S_y, S_z$  er kvarði sem er settur fyrir rúmhnitin í punktinum  $(x, y, z)$ .

Út frá samfylgnifallinu er hægt að meta skekkju í  $(x, y, z)$  miðað við hvern af mælipunktunum  $m_j$ , stuðlarnir  $a_j$  í jöfnu 1 eru fundnir með því að lágmarka kvaðratsummuna af skekkjunum.

Notandinn getur skilgreint svæðið þar sem forritið leitar að  $N$  nágrönnum brúunarpunktsins. Það er gert með því að skilgreina kvarðann  $S_x, S_y, S_z$  og þá er leitarsvæðið kassinn  $8 \cdot (S_x \cdot S_y \cdot S_z)$ . Í netsetningarverkefninu höfum við skilgreint

$$S_x = S_0 (1 + C_x \sqrt{s}) \quad (4)$$

$$S_y = S_0 (1 + C_y \sqrt{s}) \quad (5)$$

þar sem  $s$  er hæðarstigullinn í punktinum  $(x, y, d)$ , punktinum sem er á botninum undir brúunarpunktinum. Þegar kvarðinn er skilgreindur á þennan hátt hefur lögun botnsins áhrif á stærð leitarsvæðisins.

Einnig er hægt að snúa hnitakerfinu í punktinum  $(x, y, z)$  um hornið  $\theta$ , (þá snýst leitarsvæðið um sama horn). Í verkefninu höfum við snúið hnitakerfinu um hornið  $a$ , sem er hornið sem ofanvarp  $s$  í  $x, y$ -planið myndar við  $x$ -ásinn. Þá verður hnitakerfið þannig að  $y$ -ásinn er samsíða jafndýptarlínunni í punktinum og  $x$ -ásinn er hornréttur á hana.

[1],[2]

## 2.2 Keyrslur

Allnokkrar prufukeyrslur voru gerðar til að athuga áhrif mismunandi gilda á N, S0 og fastanna Cx og Cy á útkomuna. Brúunargildin voru síðan teiknuð upp ásamt mælipunktum til að glöggva sig á útkomunni. Einnig var útkoman borin saman við myndir frá Hafrannsóknastofnuninni, sjá mynd 2 á blaðsíðu 18. Myndir úr mismunandi keyrslum er hægt að sjá á síðum 19 til 23.

## 2.3 Niðurstöður og umræða.

Til að fá góða brúun fyrir svæðið umhverfis Ísland þarf að hafa að hafa S0 stórt, 200-250km og Sz lítið 5-10m. Með þessum hætti verður leitarsvæðið víðfeðmt í lárétta stefnu en grunnt í lóðrétta stefnu, þannig fæst samfella milli svæða þar sem mælisniðin eru. Ef S0 er of lítið verður brúunin aðeins með mæligildum af sama sniði og þá fæst ekki eðlileg dreifing milli svæða, sjá myndir af brúunargildum og skekkju bls. 19-20.

Stærri gildi á N bæta útkomuna,  $N = 100$  gefur betri niðurstöðu en  $N = 50$ , sjá myndir af skekkju bls. 20. Ef of fáir mælipunktar eru notaðir til að ákvarða gildi í brúunarpunkti er hætt á að þeir séu allir af sama sniði. Þegar S0 er haft mjög stórt er hætt á að gildi fyrir norðan land séu notuð til að ákvarða gildi í brúunarpunkti fyrir sunnan land. Til að minnka líkur á þessu þarf að takmarka fjöld mælipunkta sem notaðir eru, N ætti ekki að vera mikið stærra en 100.

Skoða þarf betur áhrif þess að snúa hnitakerfinu í brúunarpunktinum um hornið a. Þekkt er að straumar nálægt botninum fylgja jafndýptarlínum. Út frá því er eðlilegt að leitarsvæðið í y-stefnu, eftir dýptarlínum, sé stærra en í x-stefnu.

### 3. Leiðbeiningar um netsetninguna.

Heimasíða verkefnisins er

[www.hi.is/~saeunnh/netsetning](http://www.hi.is/~saeunnh/netsetning)

Þar eru leiðbeiningar um það hvernig á að ná í netsetningarpakkann og setja hann upp. Pakkann er hægt að setja upp á Linux og Unix kerfum.

#### 3.1 Leiðbeiningar um notkun Netsetningarpakkans.

Í möppunni Netsetning eru fimm undirmöppur.

```
Oax
Data
Grid
Project
is022000
```

Til að keyra Oax þarf þrjár skrár:

```
project.data
project.grid
project.deck
```

Í Data eru öll forrit sem þarf til að búa til `project.data`.

Í Grid eru öll forrit sem þarf til að búa til `project.grid`.

Í Project er allt sem þarf til að búa til `project.deck`.

Einfaldast er að búa til möppu fyrir nýtt verk, t.d. `island01`, setja þar gagnaskrá sem á að nota (ath. þarf að vera á eins formi og `febmar2000` í möppunni `is022000`) og afrita þangað allt úr möppunni `Project`.

Í nýju möppunni eru svo skrárnar þrjár búnar til og Oax keyrt.



```
./make_data island01 gagnaskrá
býr til is022000.data

./make_grid island01
býr til island01.grid

./make_deck island01
byr til is022000.deck. Síðan er hægt að keyra OAX með

./netsetja island01

sem býr til island01.out, island01.log og island01.xyz.
```

Einnig er hægt að búa til skrárnar þrjár og keyra Oax beint með

```
./netsetja island01 gagnaskrá
```

Í `island01.xyz` eru dálkarnir í þessari röð:

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
x[gráður]	y[gráður]	z[m]	hiti[°C]	selta[S]	skekkja

x og y eru í lengdar- og breiddargráðum.

Í möppunni `is022000` er hægt að skoða gögn sem búið er að brúa. Gagnaskráin er `febmar2000` og er með gögnum úr vetrarleiðangri Hafró 2000.

## 3.2 Lýsinga á inntaksskrám í Oax.

### 3.2.1. Gagnaskrá, `project.data`

Í `project.data` þurfa dálkarnir að vera í þessari röð:

1	2	3	4	5	6
x[m]	y[m]	z[m]	hiti[°C]	selta[S]	suð

- Hér eru óháðu breyturnar x, y og z og háðu breyturnar hiti og selta. Almennt fyrir n óháðar breytur og k háðar, þarf röðin að vera:
  - dálkar 1 til n: óháðar breytur
  - dálkar n+1 til n+k: háðar breytur
  - dálkur n+k+1: suð
 Í [2] er fjallað um profukeyrslur á Oax, þar eru notaðar 4 óháðar, x, y, z og t (tími).
- Í síðasta dálkinum er mæliskekkja, í núverandi útgáfu Oax er ekki hægt að hafa mismunandi skekkju fyrir mismunandi breytur. Jafnvel þó að mæliskekkjan sé ekki þekkt veður að setja þarna eitthvert gildi.

Í Netsetning/Data eru forritin:

```
getdata.sh
getdata.m
```

getdata.sh sækir gögnin í gagnaskrá frá Hafró á formi eins og sést í skránni Netsetning/is022000/februar2000. Ef gagnaskráin er á öðru formi þarf að breyta getdata.sh.

getdata.m tekur gögn sem getdata.sh sækir og skrifar í project.data skrá með x, y og z óháðum og hita og seltu háðum. Ef fjöldi breytanna er annar þarf að breyta getdata.m.

Í Netsetning/Project er:

```
make_data
```

sem kallar á þessi tvö forrit, setur núllpunktinn, (x,y)=(0,0), í 68N 28V og kallar á getdata.m miðað við að staðsetningin í 63N 30V sé skrifuð sem 6430 í gagnaskránni frá Hafró.

### 3.2.2 Brúunarnetið, project.grid

Í `project.grid` þurfa dálkarnir að vera í þessari röð:

1	2	3	4	5	6	7
x[m]	y[m]	z[m]	$\theta$ [°]	Sx[m]	Sy[m]	Sz[m]

- (x,y,z) er netpunktur/brúunarpunktur.
- Sx,Sy,Sz eru rúmhnitaskalar, skilgreina hversu langt út frá netpunktinum (x,y,z) skal leitað að mælipunktum til að ákvarða brúunargildið.
- Hægt er að snúa hnitakerfinu í (x,y,z) um hornið  $\theta$  (þá snýst leitarsvæðið sem skilgreinist af Sx,Sy og Sz um sama horn).
- Hér eru óháðu breytur x, y og z. Almennt fyrri n óháður breytur er röðin:  
dálkar 1 til n: óháður breytur  
dálkur n+1: hornið  $\theta$   
dálkar n+2 til 2n+1: kvarðar fyrir óháðu breytur

Ef botninn á að hafa áhrif á brúunina, þarf fyrst að búa til skrá með upplýsingum um hann. Hana er hægt að kalla `svaedi.nxydsa` þar sem n, x, y, d, s, eru dálkarnir í skránni. Aðeins þarf að gera `svaedi.nxydsa` einu sinni fyrir hvert brúunarnet.

1	2	3	4	5	6
n(heiltala)	x[m]	y[m]	d[m]	s(heiltala)	a[°]

- n er númer netpunkts (líka nr. línu í skránni).
- (x,y) er netpunktur og d er botndýpi í þeim punkti.
- s er stærð hæðarstigulsins í (x,y) og a er stefnuhorn hans miðað við x-ás.

Í Netsetningarverkefninu eru Sx og Sy skilgreindir út frá s með jöfnum 4 og 5 og  $\theta$  með horninu a.

Í Netsetning/Grid er:

```
make_nxydsa
```

sem býr til `islandmin10.nxydsa`, `.nxydsa` skrá fyrir svæðið 63N til 68N og 28V til 9V, með núllpunkt,  $(x,y)=(0,0)$ , 68N 28V og þannig að 10 breiddarmínútur og 10 lengdarmínútum eru á milli netpunkta.

Botndýpið kemur úr skránni `Netsetning/Grid/isl_et02_68N28V` sem er fengin úr ETOPO2 og er hægt að ná í það á síðu GEODAS:

[www.ngdc.noaa.gov/mgg/gdas/gd\\_designagrid.html](http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gdas/gd_designagrid.html)

Í Netsetning/Grid er:

```
prep_islmin10_grid.proc
```

sem býr til `.grid` ská úr `.nxydsa` skrá þannig að  $S_x$  og  $S_y$  verða eins og í jöfnum 4 og 5 og  $\theta$  eins og a.

```
./prep_islmin10_grid.proc project S0 Cx Cy svaedi.nxydsa
```

býr til `project.grid` úr `svaedi.nxydsa`. Athugið að hér þarf að gefa  $S_0$  í km.

Í Netsetning/Project er:

```
make.grid
```

sem býr til `project.grid` með því að kalla á `prep_islmin10_grid.proc`.

```
./make_grid project
```

keyrir `prep_islmin10_grid.proc` með gildum sem gefið hafa ásættanlegar brúunarniðurstöður, sjá kafla 2: Prófanir á Oax.

```
./make_grid project Cx Cy
```

fyrir önnur gildi á  $C_x$  og  $C_y$ .

### 3.2.3 Keyrsluskrá, `project.deck`

`project.deck` lítur svona út:

DEPENDENT temperature salinity  
INDEPENDENT x y depth  
GLOBAL\_SCALES 250000.0 250000.0 1.0  
DATAFILE project.data  
GRIDFILE project.grid  
BUCKET 100  
NUM\_CLOSEST 100  
METHOD EST\_MEAN

- Lína1: Upptalning á háðum breytum í sömu röð og þær eru í project.data.
- Lína2: Óháðar breytur í sömu röð og í project.grid.
- Lína3: Skalar fyrir óháðu breyturnar.
- Lína4: project.data (skilgreina slóð ef hún er ekki í sömu möppu og project.deck).
- Lína5: project.grid (skilgreina slóð ef hún er ekki í sömu möppu og project.deck).
- Lína6: Í [2] er ráðlagt að hafa þessa tölu þá sömu og NUM\_CLOSEST.
- Lína7: N, fjöldi næstu nágranna sem brúunargildið er reiknað út frá.
- Lína8: (Estimated mean). Meðalgildi gagnanna er ekki þekkt.

Í Netsetning/Project er make\_deck

```
./make_deck project
```

sem býr til .deck skrá sambærilega þeirri að ofan, með gildum á skölunum sem gefið hafa ásættanlegar brúunarniðurstöður, sjá kafla 2: Prófanir á Oax.

### 3.3 Keyrsla á Oax.

Til að keyra Oax þurfa skrárnar project.data, project.grid og project.deck að vera til .deck skráin er nokkurs konar keyrsluskrá í henni þarf að skilgreina hvar .data og .grid skrárnar eru. Tvær útgáfur af Oax eru fáanlegar á heimasíðu Oax,

[www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal\\_hydrodynamics/Oax/oax.html](http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal_hydrodynamics/Oax/oax.html)

oax5 og oax51. Oax51 er nýrri og hraðvirkari en það á ekki að vera munur á útkomunni eftir því hvort forritið er notað.

```
./oax51 project
```

keyrir forritið ef oax51 er í sömu möppu og `project.deck`, annars þarf að skilgreina slóðina fyrir oax51. Útkoman er svo `project.out` þar eru dálkarnir í sömu röð og í `project.data`:

1	2	3	4	5	6
x[m]	y[m]	z[m]	hiti[°C]	Selta[S]	skekkja

- Í dálki 6 er skekkjumat fyrir hvern brúunarpunkt. Það er fundið út frá mæliskekkju (gildið í dálki 6 í `project.data`) og aðferðarskekkju sem er metin út frá fjarlægðinni milli brúunarpunktsins og mælipunktanna sem notaðir eru í brúuninni, sjá kafla 2.1: Prófanir á Oax: Fræði.

Í `Netsetja/Project/` er `netsetja`

```
./netsetja project
```

keyrir oax51 og býr til `project.xyz` sem er búið til úr `project.out`. Dálkarnir í `project.xyz` eru svona:

1	2	3	4	5	6
x[gráður]	y[gráður]	z[m]	hiti[°C]	selta[S]	skekkja

- x,y eru í lengdar- og breiddargráðum.

#### **4. Framtíðarverkefni.**

1. Nú er hægt að keyra Oax ásamt hjálparforritum í textaviðmóti á Unix og Linux vélum. Til að auðvelda enn notkun á forritunum væri hægt að hanna myndrænt viðmót sem hægt væri að tengja netinu.
2. Endurhanna hvernig Oax leitar að mælipunktum, þannig að það leiti ekki að mælipunktum í átt að landi. Útiloka þannig hættuna á að mælipunktur fyrir norðan land séu notaðir til að ákvarða brúunargildi fyrir sunnan land.

#### **Lokaorð:**

Kerfið Netsetning var hannað í verkefninu, það samanstendur af brúunarforritinu Oax ásamt hjálparforritum og leiðbeiningum um notkun. Kerfið er hannað til þess að færa mæligögn frá Hafrannsóknastofnuninni af hafsvæðinu umhverfis Ísland yfir á þrívítt net. Þannig er auðvelt að taka út gögn á ákveðju dýpi og teikna upp lárétt snið eins og sést á myndum 3-7 á síðum 19 til 23. Enn sem komið er aðeins hægt að nota kerfið á Linux og Unix vélum en hægt væri að bæta aðgengið með því að hanna myndrænt notendaviðmót tengt netinu.

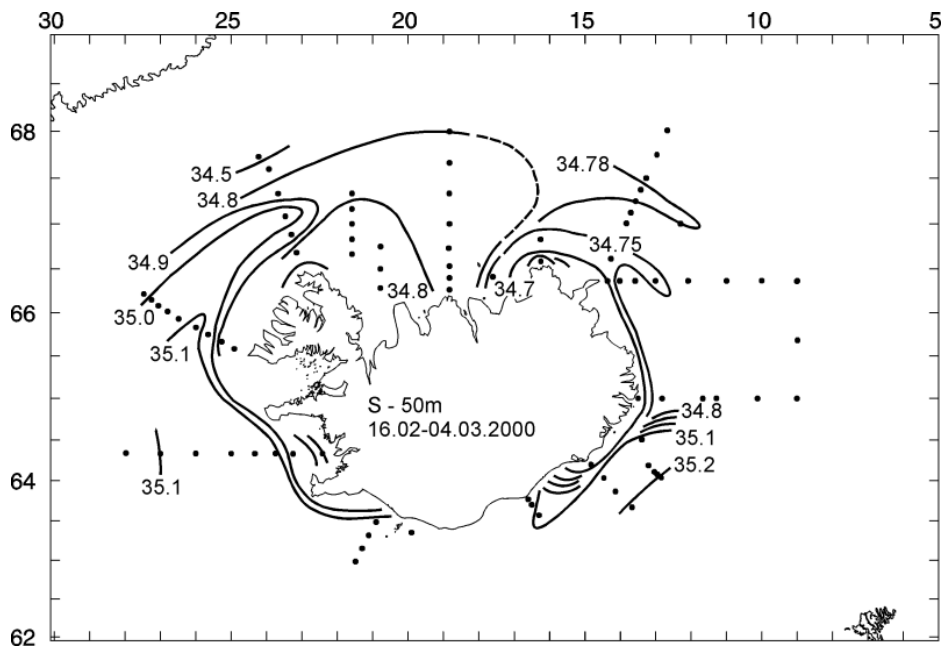
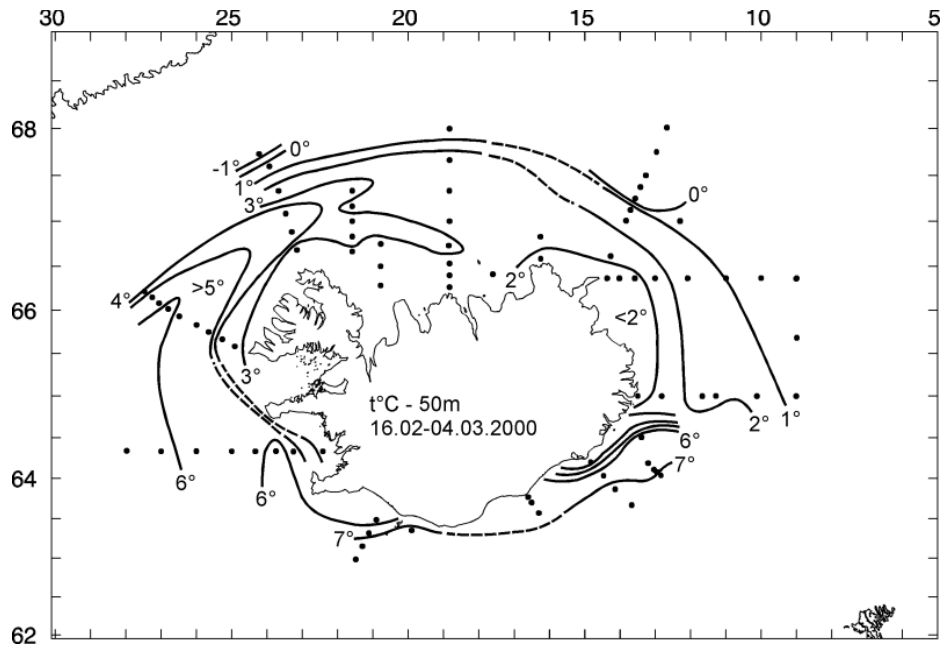
Þó að enn megi bæta kerfið og aðgengi að því ætti það að koma að góðum notum hjá þeim sem eru að skoða langtímabreytingar í hafinu umhverfis Ísland. Gildi á reglulegu neti er hægt að nota til að teikna stafræn kort af dreifingu eðlisþátta umhverfis Ísland og til að bera saman við niðurstöður úr reiknilíkönnum í haf- og veðurfræðum.

## Heimildir:

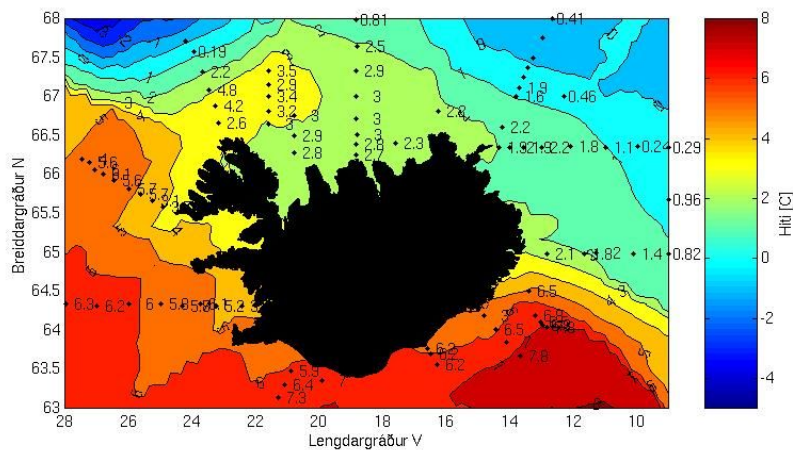
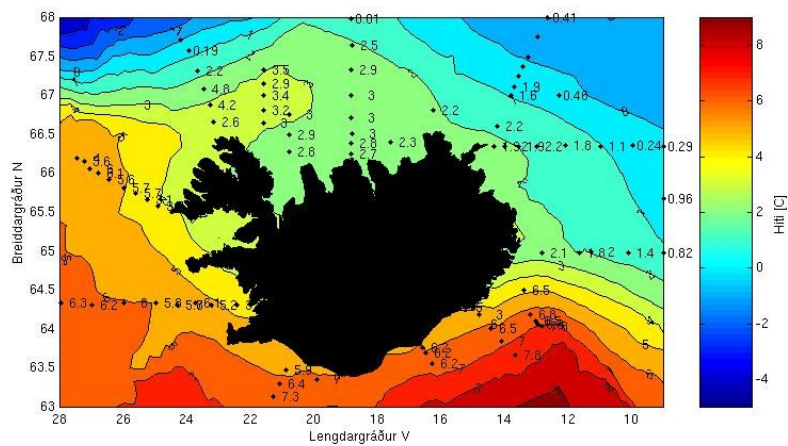
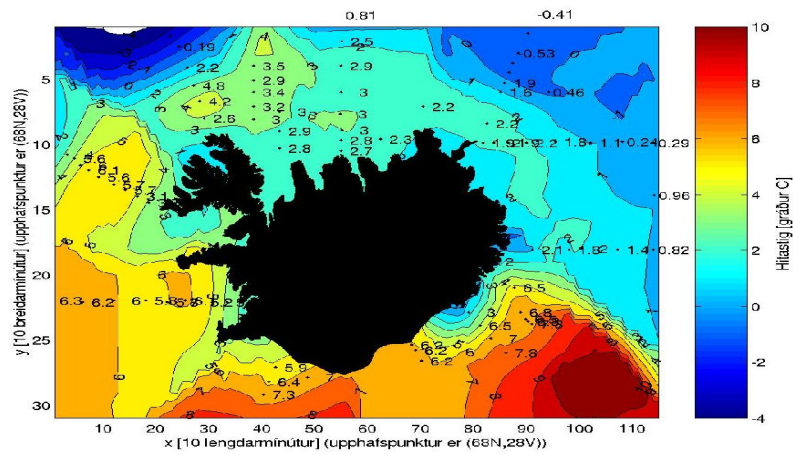
1. Hendry og He: *Technical Report on Objective Analyzis (OA) Project*. Bedford Institute of Oceanography, Department of Fishery and Ocean, 1996.
2. [http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal\\_hydrodynamics/Oax/oax.html](http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/ocean/coastal_hydrodynamics/Oax/oax.html):  
*Oax demonstration and test case*.
3. Sigríður Sif Gylfadóttir: *Samanburður á brúunaraðferðum*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 02016, 2002.
4. Unnsteinn Stefánsson: *Haffræði I*. Háskóli Íslands, háskólaútgáfan, 1991.



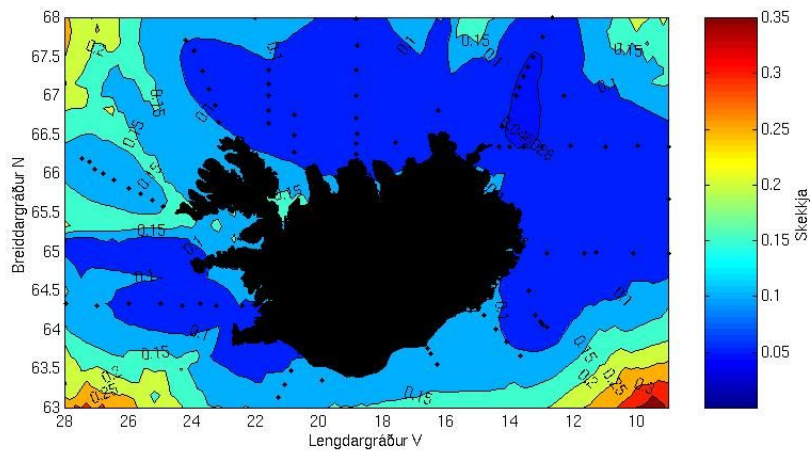
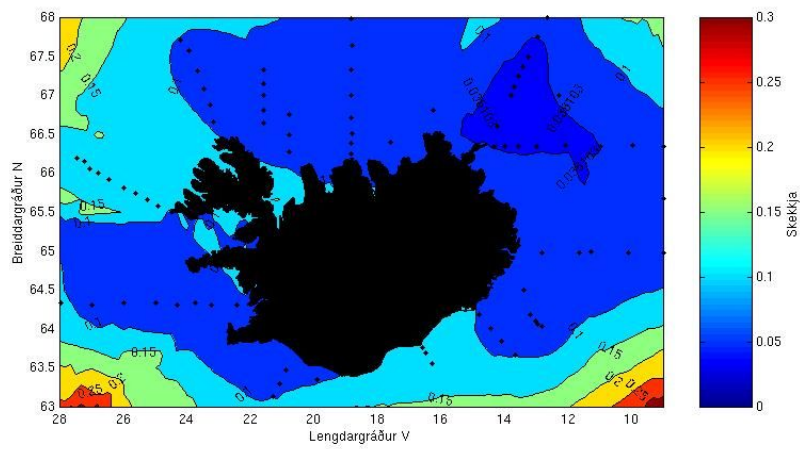
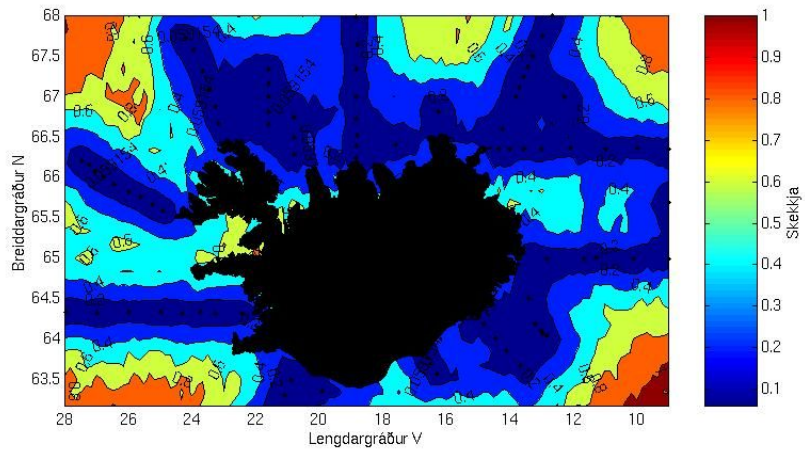
**Myndir:**



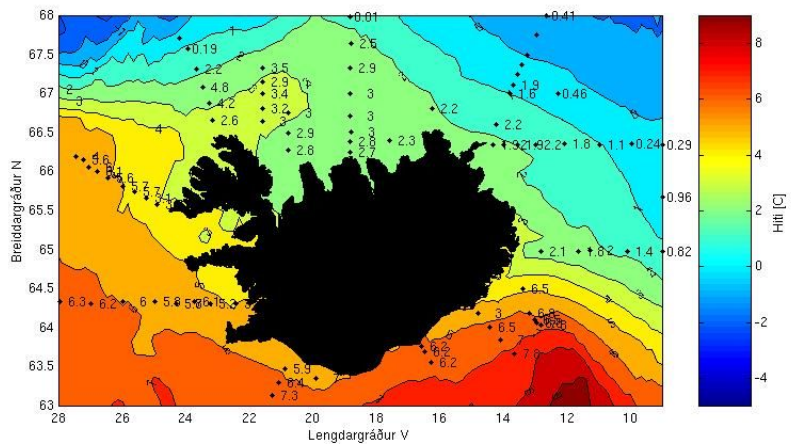
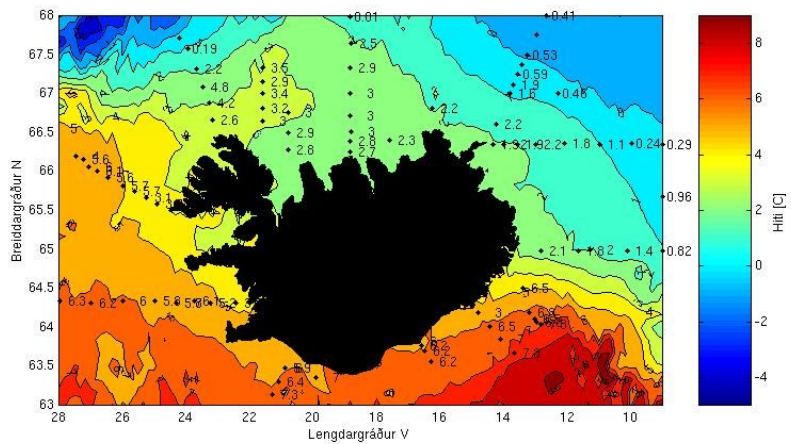
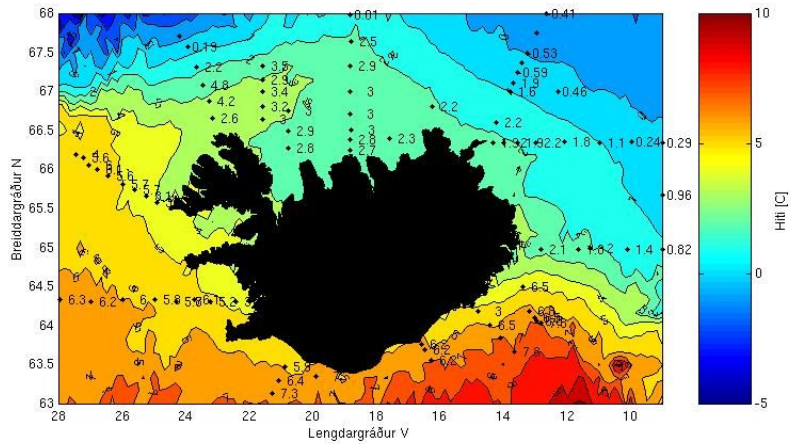
**Mynd2:** Dreifing hita og seltu í vetrarleiðangri Hafró 2000. Efri: Hiti á 50m dýpi. Neðri: Selta á 50m dýpi.



**Mynd3:** Brúunargildi fyrir hita á 50m dýpi ásamt mælipunktum úr vetrarleiðangri Hafró 2000.  $C_x=C_y=2$ . Efsta:  $S_0=50\text{km}$ ,  $N=100$ . Mið:  $S_0=250\text{km}$ ,  $N=100$ . Neðsta:  $S_0=250\text{km}$ ,  $N=50$ .

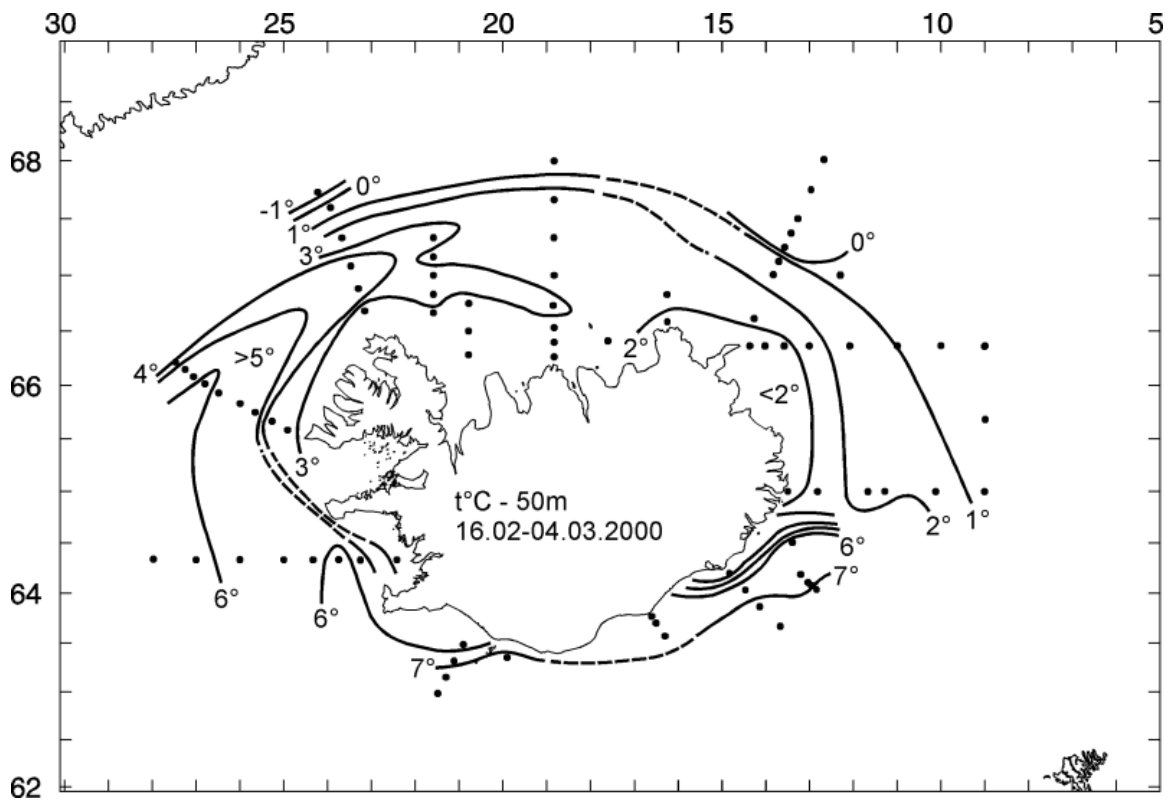
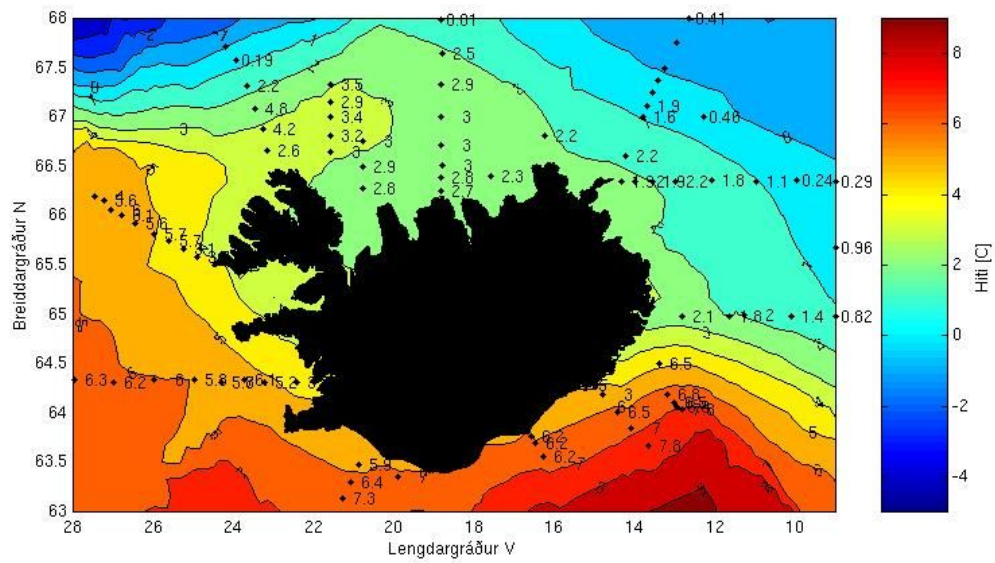


**Mynd4:** Áætluð skekkja í brúunargildum á 50m dýpi ásamt mælipunktum úr vetrarleiðangri Hafró 2000.  $C_x=C_y=2$ . Efsta:  $S_0=50\text{km}$ ,  $N=100$ . Mið:  $S_0=250\text{km}$ ,  $N=100$ . Neðsta:  $S_0=250\text{km}$ ,  $N=50$ .

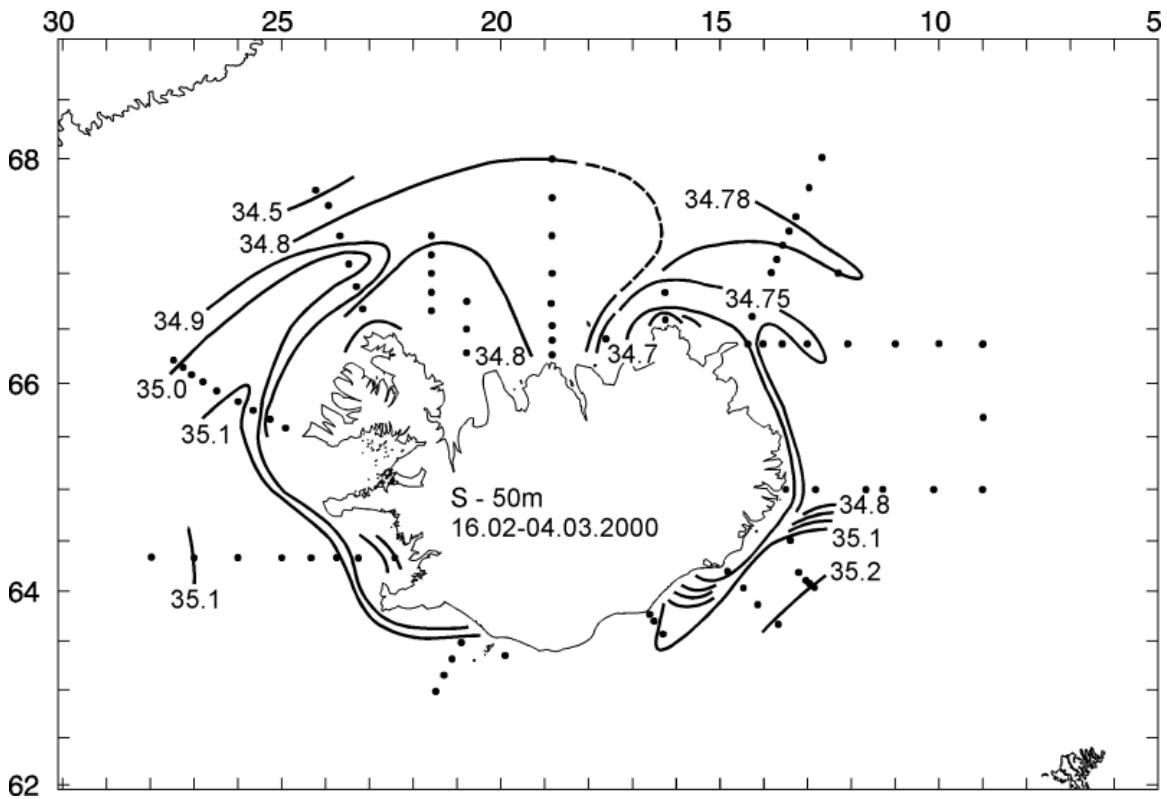
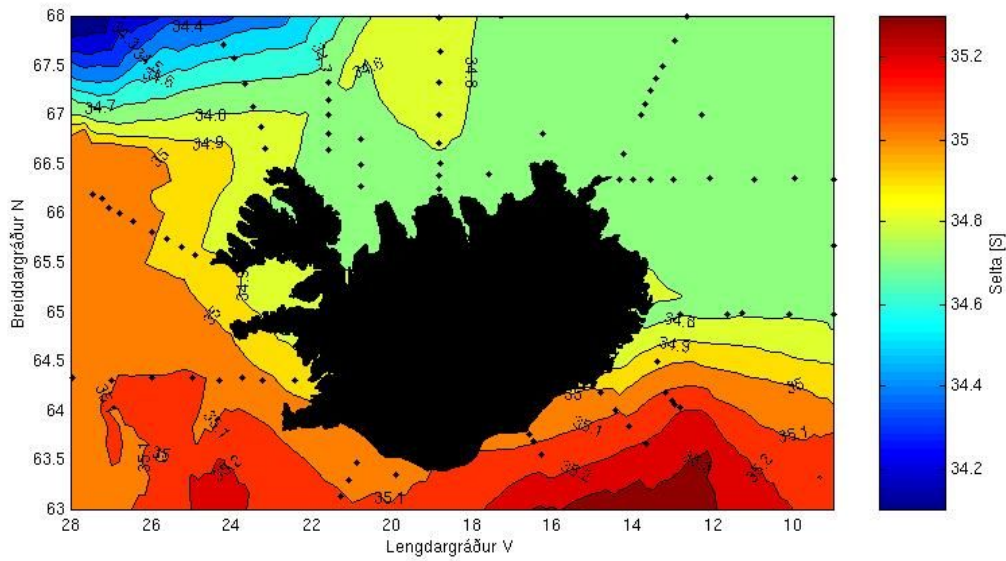


**Mynd5:** Brúunargildi fyrir hita á 50m dýpi ásamt mælipunktum úr vetrarleiðangri Hafró 2000. **S0=250km og N=100.** Efsta: Cx=0 og Cy=7. Mið: Cx=7 og Cy=0. Neðsta: Cx=Cy=7.





**Mynd6:** Mældur hiti á 50m dýpi í vetrarleiðangri Hafró 2000. Efri: Brúunargildi þegar  $S_0=250\text{km}$ ,  $N=100$  og  $C_x=C_y=2$ . Neðri: Handteiknaðar jafnhitalínur.



**Mynd7:** Mæld selta á 50m dýpi í vetrarleiðangri Hafró 2000. Efri: Brúunargildi þegar  $S_0=250\text{km}$ ,  $N=100$  og  $C_x=C_y=2$ . Neðri: Handteiknaðar jafnseltulínur.