

## Mat á fjölda strokulaxa í ám, hermilíkan

### Stikar líkans og almennar upplýsingar

Heiti

Ársframléiðsla:  $P$  í tonnum af eldislaxi

Strok:  $S_{snemmbúið}$ ,  $S_{síðbúið}$  eru áætlaður fjöldi laxa sem sleppa á hvert framleitt tonn af eldislaxi

Endurheimtuhlutfall:  $L_{snemmbúið}$ ,  $L_{síðbúið}$  eru áætlað hlutfall lax sem endurheimtist í ám eða við kvíar

Leiðrétting fyrir heimsækni:  $\eta$  er hlutfallsstuðull sem stýrir hvort lax skilar sér í veiðivötn eða kvíar eftir vetra(-r) dvöl

Hlutfall hættutímabils:  $\tau_{snemmbúið}$ ,  $\tau_{síðbúið}$

Vanhöld tilkynninga:  $\rho_{ekki\ tilkynnt}$ ,  $\rho_{týnt\ merki}$

### Almennar upplýsingar

Samkvæmt tölum sem komu fram í svörum við fyrirspurn Gísla Ólafssonar á Alþingi haustið 2023 (Alþingi, 2023) eru tilkynntar sleppingar 0,54 á hvert framleitt tonn. Í gildandi áhættumati (Hafrannsóknastofnun, 2020) er fjöldi tilkynntra sleppinga margfaldaður með fjórum sem er í samræmi við niðurstöður (Skilbrei o.fl., 2015).

### Vestfirðir- grunntilvik

Hámarksframléiðslumagn á Vestfjörðum  $P = 64.500$  þúsund tonn. Miðað við það ætti árlegur meðalfjöldi strokulaxa miðað við áhættumat Hafrannsóknastofnunar (Jóhannsson og fleiri 2020) að vera:

$$4 \cdot 0,54 \cdot 64.500 = 139.320$$

Í töflu 7 í (Skilbrei o.fl., 2015), er gengið út frá því að 20% sleppinga séu síðbúna og 80% snemmbúna. Hér á eftir munum við fylgja (Skilbrei o.fl., 2015) en þar er miðað við að síðbúna sleppingar innihaldi lax sem vegur 900g eða meira, en annars er um snemmbúna sleppingar að ræða.

Hafrannsóknastofnun gerir ráð fyrir því að hættutímabil síðbúins lax sé 4 mánuðir af 18. Jafnframt sýna útreikningar (Skilbrei o.fl., 2015) að 17,8% laxa í síðbúnum sleppingum finnast í sjó og veiðivötnum. Þar kemur einnig fram það mat að ekki hafi fundist allir þeir laxar sem merktir voru. Til að lýsa þessu er lögð til eftirfarandi formúla fyrir snemmbúna sleppingar:

$$(1 - \rho_{týnt\ merki}) (1 - \rho_{ekki\ tilkynnt}) = (1 - 0,1)(1 - 0,33) = 0,60.$$

Við gerum ekki ráð fyrir að merki tapist við síðbúna sleppingar þar sem 90% af þeim löxum sem finnast á annað borð, finnast innan tveggja mánaða frá sleppingu (Skilbrei o.fl. 2015). Þessu má lýsa með formúlunni:

$$(1 - \rho_{ekki\ tilkynnt}) = (1 - 0,33) = 0,67.$$

Gert er ráð fyrir 75% veiðialagi.

Miðað við þetta ætti hlutfall þeirra laxa sem skila sér að meðaltali í veiðivötn vegna síðbúinna sleppinga á Vestfjörðum að vera:

$$17,8\% \cdot \frac{4}{18} \cdot 15\% \cdot \frac{1}{0,67} = 0,885\%$$

og fjöldi síðbúinna laxa sem skilar sér í ár að meðaltali á ári að vera:

$$0,885\% \cdot 20\% \cdot 139.320 \cdot \frac{1}{0,75} = 329$$

Samkvæmt (Skilbrei o.fl., 2015) skiluðu 1,3% gönguseiða sér úr snemmbúnum sleppingum („post smolt“ og „L. post smolt“). Hér er ástæða til að vera nákvæmari því að yfir 70% af þessum seiðum voru stór gönguseiði sem náðust innan 60 daga frá þau sluppu og þá aðallega í sjó. Við höfum því ákveðið að miða einungis við hlutfall þeirra sem eru minni en 400 g. Hlutfallið þar er 0,36%.

Við gerum ráð fyrir því að hættutímabil sé 6 mánuðir af 12 í þessum flokki. Hafrannsóknastofnun metur að 80% þeirra skili sér að heimakví sem virkar eins og heimaá, og að 20% skili sér í veiðivötn. Miðað við þetta er hlutfall fiska úr snemmbúnum sleppingum:

$$0,36\% \cdot \frac{6}{12} \cdot \frac{1}{0,6} \cdot 20\% = 0,06\%$$

og fjöldi laxa úr snemmbúnum sleppingum sem fer í ár að meðaltali:

$$0,06\% \cdot 80\% \cdot 139.320 \cdot \frac{1}{0,75} = 89$$

Heildarfjöldi fiska úr snemmbúnum og síðbúnum sleppingum ætti því að meðaltali að vera 418 laxar á ári þegar framleiðsla hefur náð hámarki.

Þessi gögn eru færð inn í líkanið. Gert er ráð fyrir því að dreifingin um landið sé svipuð og í Kvígindalsslýsinu á árinu 2023 og er hér byggt á gögnum frá strokulax.is

### Vestfirðir-tilvik Landssamtaka veiðifélaga

Tvennt er reiknað öðruvísi en í grunntilviki, en gert er ráð fyrir lengra hættutímabili hjá síðbúnum laxi eða 6 mánuðum af 18 og leiðrétting vegna heimsækni felld út. Við þetta fer fjöldi laxa úr 418 í 937 (494 síðbúnir og 444 síðbúnir)

### Austfirðir- grunntilvik

Hámarksframleiðslumagn á Austfjörðum  $P = 42$  þúsund tonn. Miðað við það ætti árlegur meðalfjöldi strokulaxa samkvæmt áhættumati Hafrannsóknastofnunar (Jóhannsson og fleiri 2020) að vera:

$$4 \cdot 0,54 \cdot 42.000 = 90.720$$

Fjöldi laxa úr síðbúnum sleppingum á Austurlandi er þar með:

$$0,885\% \cdot 20\% \cdot 90.720 \cdot \frac{1}{0,75} = 214$$

og fjöldi laxa úr snemmbúnum sleppingum sem fer í veiðivötn árlega að meðaltali:

$$0,22\% \cdot 80\% \cdot 90.720 \cdot \frac{1}{0,75} = 58$$

Heildarfjöldi fiska úr snemmbúnum og síðbúnum sleppingum ætti því að meðaltali að vera 272 laxar á ári þegar framleiðsla hefur náð hámarki.

### Austfirðir – tilvik Landssamstaka veiðifélaga

Gerðar voru sömu breytingar fyrir Vestfirði og fengust þá 610 laxar (321 síðbúinn og 289 snemmbúinn).

### Uppbygging hermilíkans

#### Gagnaskrár

#### *Vestfirðir (ár og kvíar)*

Inniheldur hnit fjarða sem eru með kvíar og hámarksframleiðslu í hverjum firði

Inniheldur hnit veiðivatna, fimm ára meðaltal veiði, staðalfrávik, veiðiálag, fjölda strokulaxa, og upplýsingar hvort birta eigi upplýsingar um veiðivatnið í lokaniðurstöðum, hvort það sé rangsælis eða réttisælis við framleiðslusvæði, og hvort náttúrulegir tálmar hamli för strokulaxa. Sjá viðauka 1.

#### *Austfirðir (ár og kvíar)*

Sömu upplýsingar og að ofan. Sjá viðauka 1.

#### *Innlestur jaðarhnita fyrir Vestfjarðarkjálkann, Vesturland og Norðvesturland*

(sjá viðauka 2)

#### *Innlestur jaðarhnita fyrir Austfirði*

(sjá viðauka 2)

#### *Forrit til að meta fjarlægðir frá kvíum í ár*

Forritið fær send hnit veiðivatna og kvía og metur fjarlægðir á milli þeirra með Haversine formúlunni

#### *Forrit sem notar vélnám til að búa til spálíkön fyrir einstök veiðivötn*

Forritið fær upplýsingar um veiðivötn og lærir með vélanámi af slysinu í Kvígindisdal. Það býr til metil sem á grunni upplýsinga um sleppislys spáir fyrir um hve margir síðbúinir og snemmbúinir fiskar munu skila sér í tiltekið veiðivatn. Metlarnir eru mismunandi fyrir slys á Vestfjörðum og á Austurlandi.

#### *Hjálparforrit sem býr til dreifingu fyrir hermun*

Forritið tekur inn stika í Poisson dreifingu og fjölda tímabila. Það skilar svo fylki með árlegum dreifingum síðbúinna og snemmbúinna stroka. Fjöldi ára ræðst af því hversu oft á að herma, en við höfum miðað við 1000 skipti og eru niðurstöður stöðugar.

#### *Hermunarlykkja*

Fer í gegnum sérhvert veiðivatn. Nær í nýja dreifingu fyrir hermun. Velur kví af handhófi. Framkallar stroatburði í samræmi við líkindadreifingar. Notar fjarlægð milli kvíar og veiðivatns og metur þannig með hve margir strokulaxar koma í hvert veiðivatn á hverju ári. Reiknar hversu oft hlutfall strokulaxa fer yfir 4% og hve oft meðaltalságengni 4 ára fer yfir 2%.

Þetta er gert fyrir mismunandi framleiðslumagn.

*Myndræn framsetning*

Forrit sem setur niðurstöður hermunar fram á myndrænan hátt. Sjá viðauka 3.

## Viðauki 1: inntaksgögn

```
#@title Vestfirðir: uppflöttitöflur búnar til fyrir staðsetningu og
magn í kvíum og staðsetningu og magn í ám, veiðiálag frá
(2024,Hafrannsóknastofnun)

#Staðsetning, max í kví miðað við Patriksfjörð
Vestfjarðarkvíar = {
  "Patriks" : ((65.56971,-23.96096),1),
  "Tálkna" : ((65.66,-23.98),1),
  "Arnar" : ((65.76,-23.74),1),
  "Dýra" : ((65.90,-23.61),0.5),
  "Önunda" : ((66.06,-23.62),2.5/20),
  "Ísafjardar" : ((66.09,-22.86),1.5)}

# Staðsetning, (Meðaltal fiska seinustu 5 ára, fjöldi eldislaxa),
(Standard deviation fiska, álagsstuðull), birta?, réttisælis?, tálmar?
Vestfjarðarár = {
  #ár í kringum Patreksfjörð
  "Örlygshöfn" : ((65.57953,-
24.10281), (0,4), (0,0.5), False, False, False),
  "Mikladalsá" : ((65.528186,-
23.912959), (0,3), (0,.5), False, False, False),
  "Patreksfjörður" : ((65.56971,-
23.96096), (0,6), (0,0.5), False, False, False),
  "Ósá, Patreksfirði" : ((65.53,-23.756),
(0,4), (0,0.5), False, False, False),
  "Botnsá" : ((65.592406,-23.780223), (0,44), (0,0.5), False, False, False),
  "Selárdalsá" : ((65.787693,-
23.985597), (0,1), (0,0.5), False, False, False),
  #Vesturland
  # "Hvítá" : ((64.60260,-
21.71058), (625,1), (272.7,0.5), False, False, False),
  "Álftá" : ((64.58,-22.22868), (205.4,1), (62.8,0.5), False, False, False),
  "Hítará" : ((64.69161,-22.33968), (478.4,1), (184.4,0.5), True,
False, True),
  "Haffjarðará" : ((64.81242,-22.41454), (874.2,11), (300,0.5), True,
False, False),
  "Holtsá" : ((64.92277,-23.50243), (0,1), (0,0.5), False, False, False),
  "Kársstaðaá" : ((64.972406,-
22.571878), (0,5), (0,0.5), False, False, False),
  "Svínafossá" : ((65.031896,-
22.210853), (0,2), (0,0.5), False, False, False),
  "Laxá á Skógarströnd" : ((65.027192,-
22.12239), (133.8,1), (40.7,0.5), False, False, False),
  "Miðá" : ((65.028182,-21.778856), (144,1), (28.7,0.5), False,
False, False),
  "Haukadalsá" : ((65.03873,-
21.77298), (386.6,5), (91.3,0.5), True, False, False),
```

```
"Laxá_Döllum" : ((65.09784,-21.75877),(812.4,13),(150.9,0.5),True,
False,False),
"Krossá" : ((65.27128,-22.36376),(38.5,1),(25.43,0.5),False,
False,False),
"Búðardalsá" : ((65.31017,-22.22691),(205.5,10),(62.8,1),True,
False,False),
"Hvolsá og Staðarhólsá" : ((65.39306,-
21.93518),(202.6,10),(79.6,0.5),False, False,False),

#Vestfirðir

"Fífustaðadalsá" : ((65.760145,-
23.900291),(0,25),(0,0.5),False,False,False),
"Bakkadalsá" : ((65.735808,-
23.809717),(0,1),(0,0.5),False,False,False),
"Þorskafjarðará":((65.60421,-22.09366),
(17,1),(5.3,0.5),False,False,False),
"Djúpadalsá" : ((65.573533,-22.28813),(202.6,3),(79.6,0.5),False,
False,False),
"Fjarðarhornská" : ((65.643547,-22.54375),(111.3,2),(40.05,0.5),False,
True,False),
"Kjálkafjarðará" : ((65.618016,-22.93989),(0,2),(0,.5),False,
True,False),
"Vatnsdalsá Ísaf":((65.58577,-23.13299),(50,3),(20,0.5),False,
False,False),
"Móra":((65.50186,-23.38313),(9,3),(0,0.5),False, False,False),
"Suðurfossá":((64.465,-23.933),(34,5),(29,0.5),False,False,False),
"Sunnudalsá":((65.62094,-23.39303),
(0,20),(0,0.5),False,False,False),
"Norðdalsá" : ((65.632028,-
23.37420),(0,1),(0,0.5),False,False,False),
"Dynjandisá" : ((65.73729,-
23.21110),(0,4),(0,0.5),False,False,False),
"Mjólká" : ((65.77442,-23.17101),(0,4),(0,0.5),False,False,False),
"Ísafjarðará" : ((65.78213,-22.58123),(19.33,21),(6.35,1),False,
True,False),
"Laugardalsá_Ísafj" : ((66.01219,-22.64368),(135,2),(51.1,0.5),True,
True,False),
"Langadalsá" : ((65.90127,-22.34840),(138.4,9),(57.3,1),True,
True,False),
"Hvannadalsá" : ((65.90681,-
22.33974),(37.8,3),(23.6,0.5),False,False,False),
"Selá" : ((66.04162,-22.44985),(10.5,2),(9,0.5),False,False,False),
"Kjósará" : ((65.94076,-21.58798),(0,1),(0,0.5),False,False,False),
"Selá Steingrímsfirði" : ((65.777571,-
21.731236),(21.9,1),(9.8,0.5),False,False,False),
"Staðará Steingr." : ((65.76681,-
21.78488),(73.6,6),(23.6,0.5),False,False,False),
```

```
"Húsadalsá" : ((65.68239,-
21.686753), (0,11), (0,0.5), False, False, False),
"Viðidalsá" : ((65.68437,-
21.67342), (141.6,1), (29.29,0.5), False, False, False ),
"Hrúta_og_Síká" : ((65.15,-21.07), (317.8,50), (92.7,0.5), True,
False, False),
"Kálfá á Snæfellsnesi":((64.04544,-
20.26508), (0,2), (0,0.5), False, False, False),
"Laxá á Ásum":((65.61,-20.34), (712,0), (95.7,0.5), True, True, True),

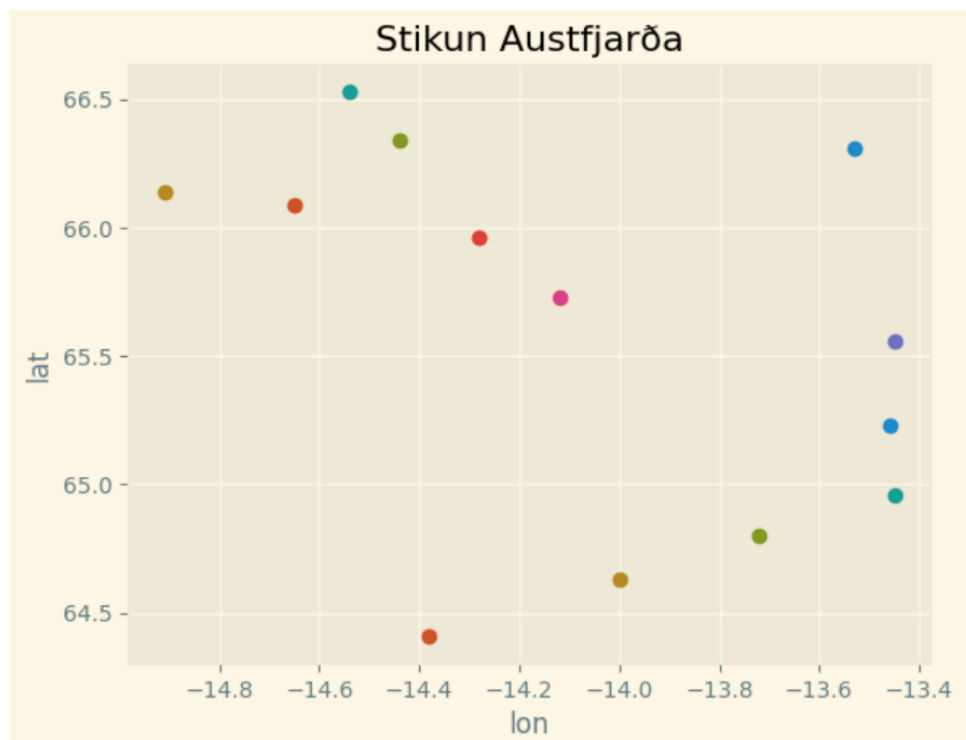
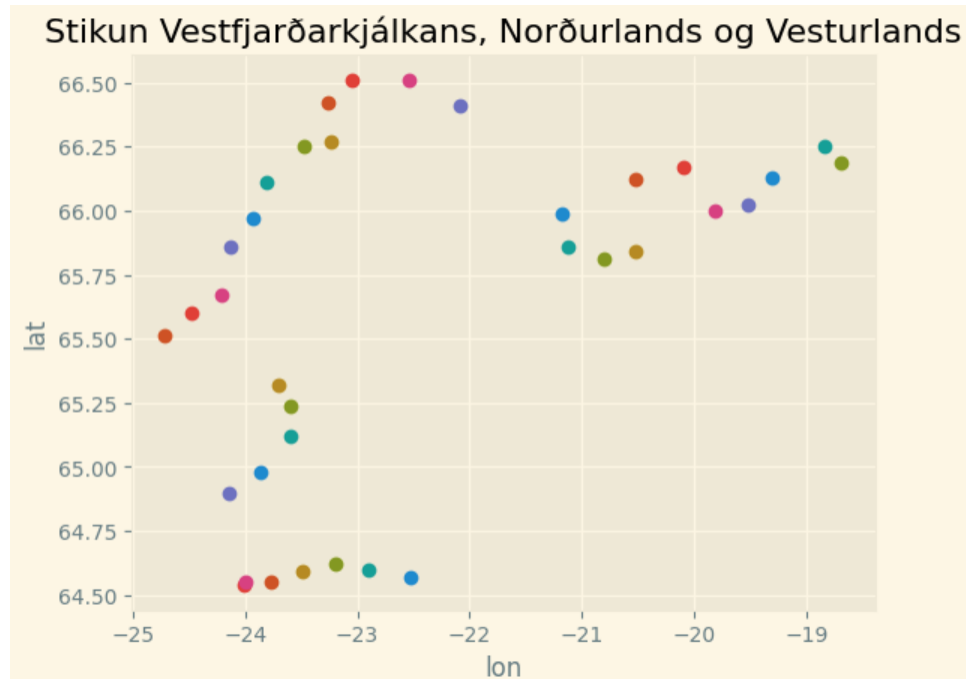
# Norðurland
"Miðfjarðará" : ((65.349,-20.9357), (1594,26), (176.9,0.58), True,
True, False),
"Tjarnará" : ((65.64550,-20.78126), (0,3), (0,0.5), False, False, False),
"Hóp" : ((65.53696,-20.51423), (0,1), (0,0.5), False, False, False),
"Viðidalsá Hún" : ((65.49210,-
20.54410), (632.2,3), (138.9,0.5), False, False, False),
"Vatnsdalsá":((65.53865,-20.38503), (435.6,18), (29.8,0.5), False,
False, False),
"Blanda" : ((65.66121,-20.29713), (490,55), (112.4,0.47), True,
True, False),
"Laxá í Refasveit": ((65.72462,-
20.26118), (315.8,14), (103.1,0.5), True, True, False),
"Hallá":((65.785776,-20.27705), (70.6,1), (18.7,0.5), False,
True, False),
"Héraðsvötn" : ((65.74251,-19.54761), (17.4,1), (12.1,.5), False,
True, False),
"Húseyjarkvísl":((65.59422,-19.44651), (193.2,6), (39.9,0.5), False,
True, False),
"Norðurá":((65.433612,-19.18388), (1088.2,1), (342.8,0.5), False,
False, False),
"Hjaltadalsá/Kolka" : ((65.53696,-
20.51423), (5.25,1), (4.56,0.5), False, False, False),
"Fljótaá" : ((66.047645,-19.027557), (338,1), (56.15,.5), False,
True, False),
"Eyjafjarðará" : ((65.65002,-18.06502), (13,1), (2.25,.5), False,
True, False),
"Enjóská" : ((65.89088,-18.09438), (259.8,2), (65.4,0.5), False,
True, False),
}
```

```
#@title Austfirðir: uppflöttitöflur búnar til fyrir staðsetningu og
magn í kvíum og staðsetningu og magn í ám, veiðiálag
Austfjarðarkvíar = {
  "Berufjörður":((65.21,-13.63), 75/160),
  "Fáskrúðsfjörður":((64.89617199,-13.79035234), 3/4),
  "Reyðarfjörður":((64.98,-13.82), 1),
  "Seyðisfjörður":((65.30,-13.74), 65/160)
```

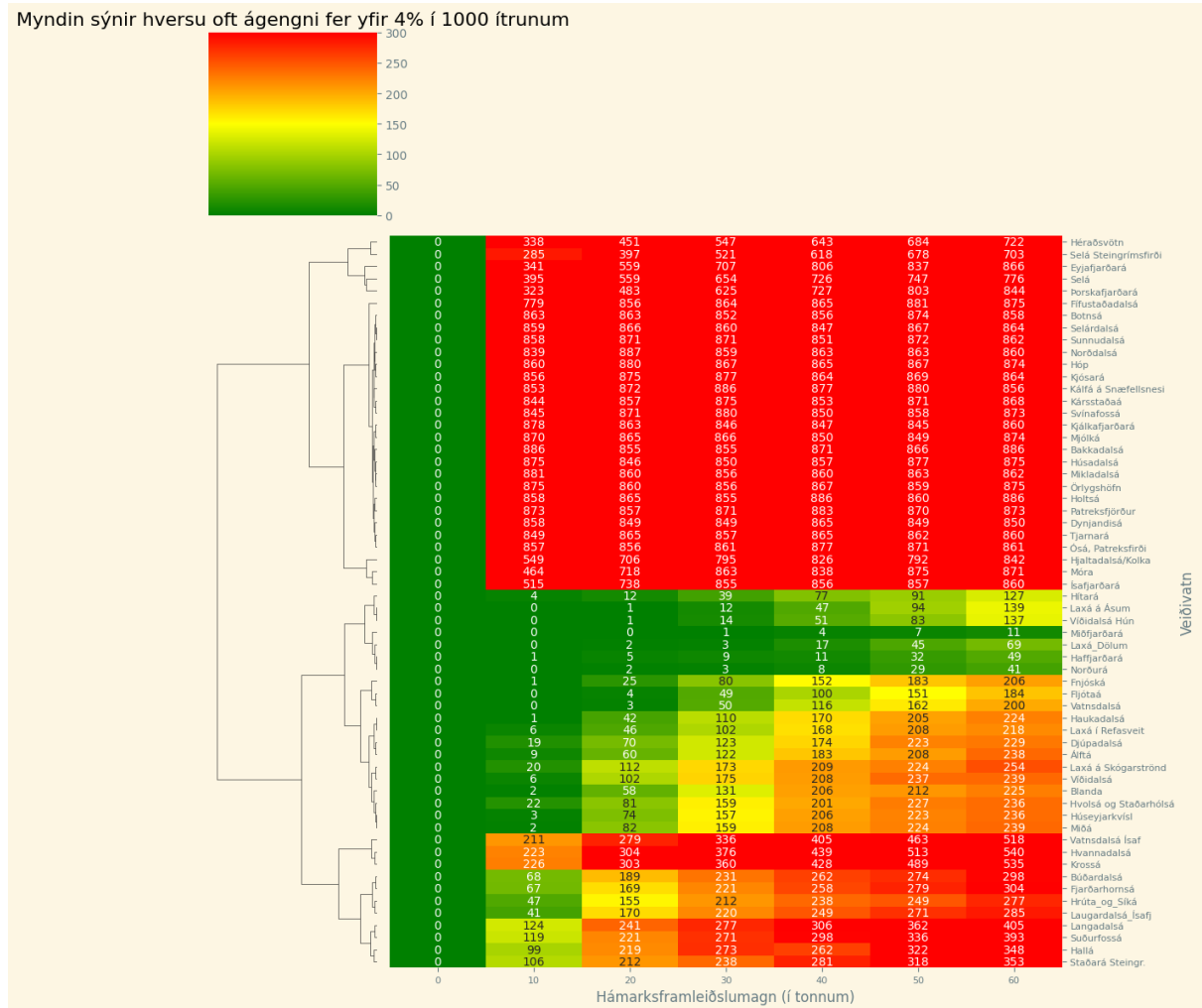
```
}
Austfjarðarar = {
  "Selá í Vopnafirði": ((65.72,-
  14.81), (1180.4, 0), (261.5, 0.7), True, False, False),
  "Hofsá og Sunnudalsá": ((65.72,-
  14.81), (936, 0), (278.1, 0.5), True, False, False),
  "Miðfjarðará í Bakkafirði": ((66.0422430792035,-
  15.0974429503912), (187.8, 0), (47, 0.5), True, False, False),
  "Hafralónsá": ((66.141665550671,-
  15.3838915888037), (325, 0), (86, 0.5), True, False, False),
  "Ormarsá": ((66.24, -15.55), (284, 0), (90, .5), True, False, False),
  "Hölkna": ((66.1961967683568,-
  15.5084639708459), (101.2, 0), (26, 0.5), True, False, False),
  "Sandá": ((66.2165074578297, -
  15.5721037809815), (351, 0), (105, 0.5), True, False, False),
  "Breiðdalsá": ((64.785, -14.0881), (85.8, 0), (28.1, 0.5), True, True, False),
  "Jökulsá á Dal": ((65.66, -14.31), (621, 0), (203, 0.5), True, False, False)
}
```



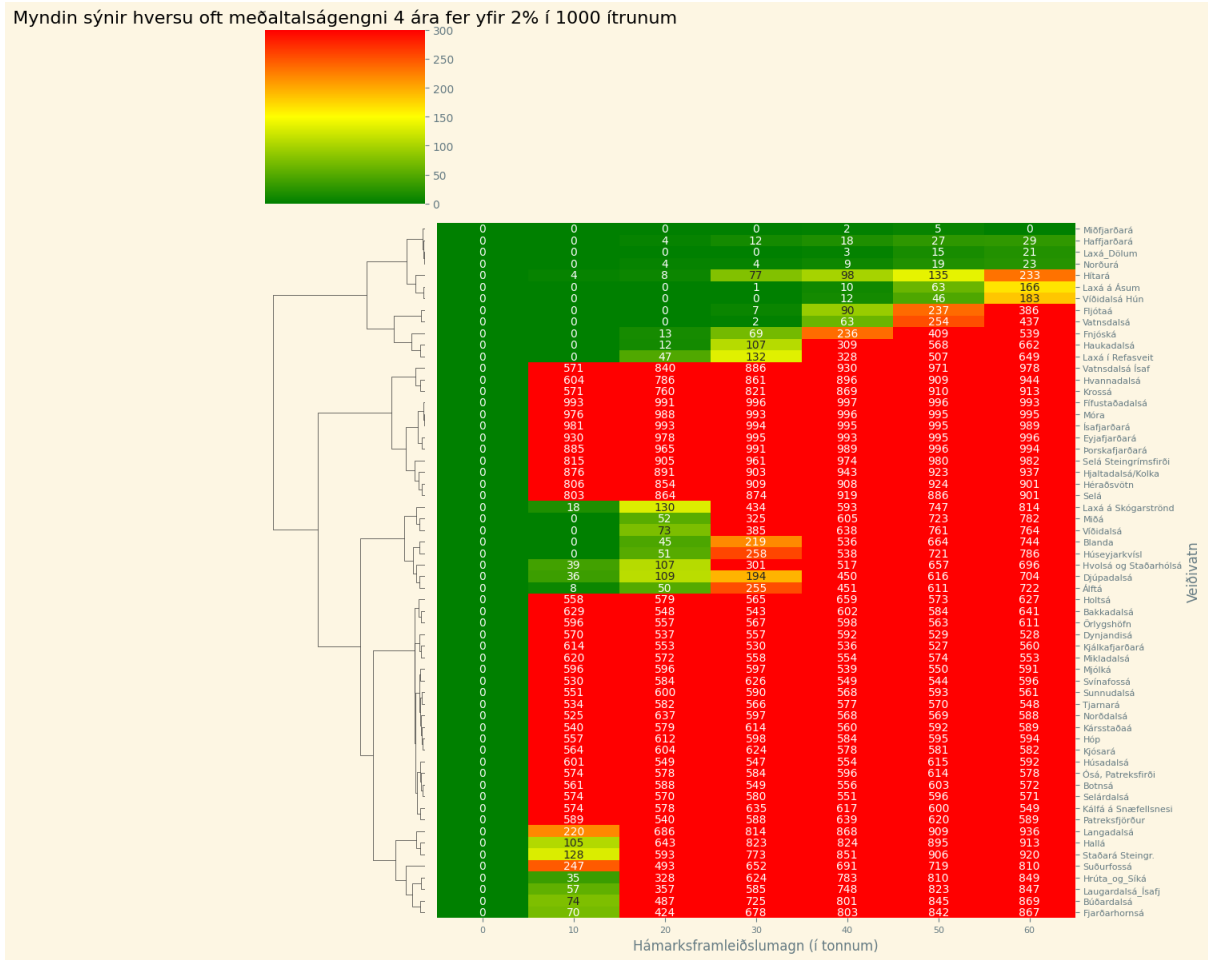
Viðauki 2: Jaðarhnit



Viðauki 3: Vestfirðir – grunntilviki byggt á (Alpingi, 2023), (Jóhannsson og fleiri, 2020), (Svavarsdóttir og fleiri, 2024) og (Skilbrei, 2015).



Myndin sýnir hversu oft meðaltalsgengni 4 ára fer yfir 2% í 1000 ítrunum



## Heimildaskrá

Alþingi. 2023. Svar matvælaráðherra við fyrirspurn frá Gísla Rafni Ólafssyni um eldislaxa sem sleppa. Sótt 21.12.2023 frá: <https://www.althingi.is/altext/154/s/0420.html>

Fjóla Rut Svavarsdóttir (ritstj.), Guðni Guðbergsson, Hlynur Bárðason, Ingi Rúnar Jónsson, Leó Alexander Guðmundsson, Sigurður Már Einarsson og Sigurður Óskar Helgason.(2024) Haf og Vatn. Sótt frá: [https://www.hafogvatn.is/static/research/files/voktun-vegna-ahrifa-sjokviaeldis-2023\\_hv-2024-29-1.pdf](https://www.hafogvatn.is/static/research/files/voktun-vegna-ahrifa-sjokviaeldis-2023_hv-2024-29-1.pdf)

Jóhannsson, R., Guðjónsson, S., Steinarsson, A., Friðriksson, J. (2020). Haf og Vatn. Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi. Sótt frá: [1404ce38-ac35-ec11-9baa-005056bcce7e](https://www.island.is/1404ce38-ac35-ec11-9baa-005056bcce7e) (island.is)

Skilbrei, O. T., Heino, M., and Svåsand, T. (2015). Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of escaped farmed Atlantic salmon of different life stages from farm sites in Norway. ICES Journal of Marine Science, 72:670–685.