# Um ákvarðanir á náttúrulegri dánartölu í íslenska þorskstofninum

Birt í sjómannablaðinu Víkingi 3.tbl. 2001

## Formáli

Vegna fyrirspurna FFSÍ til Hafró um náttúrulega dánartölu og þeirra svara sem birtust, þótti mér rétt að dusta rykið af grein sem ég skrifaði 1993 um þessi mál en legið hefur óbirt. Mér þótti ekki rétt að breyta frumgerð hennar þó nokkuð sé um liðið. Þess verður getið í texta ef nýjar upplýsingar sem beinlínis varða efni greinarinnar hafa komið fram. - Ágúst 2001, Jón Kristjánsson -

## Inngangur

Hér verður rætt um hvernig gamlar rannsóknaniðurstöður verða að goðsögn. Algengt er að heyra sagt að þegar hafi verið sýnt fram á þetta eða hitt, því er tekið sem sannleika en lítt hirt um að kanna frumheimildir og vinnubrögð. Í þessari úttekt verða dregin saman gömul og ný skrif, forsendur kannaðar og vinnubrögð skoðuð.

## 1. Dánartölur í fiskstofnum

Dánartala er mælikvarði á það fyrirbrigði að fiskum fækkar í árgöngum eftir því sem þeir eldast. Ýmislegt veldur því að ekki lifa allir einstaklingar árgangsins það að sjá sólina rísa á næsta ári. Ástæður þessa eru margar: Fiskar eru veiddir, þeir sýkjast og deyja, þeir eru étnir, þeir bíða lægri hlut í samkeppni um mat og pláss, þeir deyja af barnsförum, elli kerling tekur af þeim völdin o. s. frv.

Venja er í fiskifræði að skilja á milli þeirra þátta sem eru af manna völdum annars vegar og af völdum náttúrunnar hins vegar. Þáttur mannsins, veiðin, er kölluð veiðidánartala, allt hitt, hvort það er vegna sjúkdóma, elli eða þess að verða undir í samkeppninni, er kölluð náttúruleg dánartala. Það er, dánartala sem maðurinn hefur ekki stjórn á eins og sagt er, en eins og ég mun síðar skýra, getur haft áhrif á þegar betur er að gáð. Lifitala árganga milli ára er andstæða dánartölu, þ.e. hún táknar hluta þeirra fiska sem lifa af ákveðið tímabil. Lifitala frá árinu n, til ársins n+1, er mæld sem hlutfall þeirra fiska sem finnast á lífi árið n+1 miðað við árið n:

Lifitalan er táknuð með S, og finnst þannig:

$$S = N_{n+1} / N_n \qquad (1.1)$$

þar sem N táknar stofnstærð eða fjölda fiska. Andstæða lifitölunnar er dánartalan, sem er táknuð með A. Þar sem þessar tölur eru andhverfur gildir:

$$S = 1-A \qquad (1.2)$$

eða

$$A = 1-S \qquad (1.3)$$

Sem dæmi má taka að ef í upphafi ársins **n** eru 1000 fjögurra ára fiskar á lífi og ári síðar, árið **n+1**, eru 600 fimm ára fiskar eftir, þá er lifitalan S, jafnt og 600/1000 eða 0,6. Afföllin, dánartalan A, er þá (1- 0,6) eða 0,4. Þetta þýðir á mæltu máli að 60% fiskanna hafi lifað milli ára en 40% farist af einhverjum ástæðum.

### Hvernig er þetta mælt?

Yfirleitt er ekki hægt að mæla fjölda fiska í sjó eða vatni beint. Því verður að notast við óbeinar mælingar. Ein slík leið er að mæla afla á sóknareiningu og er þá gert ráð fyrir því að beint samband sé á milli t.d afla á togtíma þegar togað er með trolli og fjölda fiska á svæðinu (þ. e. í stofninum.) Stundum er notast við afla í hvert net, afla á 1000 öngla, afla á tonnafjölda skipa, úthaldsdaga þeirra eða eitthvað þesshátta. Þessi mælikvarði á stofnstærð gerir ráð fyrir að beint samband sé milli stofnstærðar (fjölda fiska) og afla á sóknareiningu. Oftast er gert ráð fyrir að þetta samband sé línulegt, þ. e. að ef t.d. afli á sóknareiningu minnkar um helming, þá hafi stofninn minnkað um helming.

Hér kemur strax inn óvissuþáttur, því auðvitað er fiskur misjafnlega veiðanlegur. Sem dæmi má nefna að fiskur heldur sig í misjafnlega þéttum torfum og fer það eftir ýmsu, t.d. hvernig bráð fisksins hagar sér. Ekki er sama hverju beitt er, sum beita er „betri“ en önnur, skip eru mismunandi, breytilegur tonnafjöldi skipa getur legið í mismunandi stærð vistarvera áhafna o.s. frv.

Víkjum aftur að dánartölunni. Til þess að auðvelda útreikninga er lifitölum og dánartölum oft breytt yfir á annað form, þ. e. þær eru færðar yfir í veldi til þess að auðveldara sé að vinna með þær. Lifitöluna, hlutfallið $N_{n+1}/N_n$ má tákna öðruvísi:

$$N_{n+t} / N_n = e^{-Zt} \quad (1.4)$$

Hér táknar t lengd tímabilsins sem mælt er yfir, í árum, og Z er svokallaður dánarstuðull (instantaneous mortality rate). Ef tíminn t er 1 ár þá eru í lok ársins (t=1):

$$N_{n+1}/N_n = e^{-Z} \quad (1.5)$$

En skv. (1.1) er

$$N_{n+1}/N_n = S = 1-A$$

sem leiðir af sér að

$$1-A = e^{-Z} \quad (1.6)$$

eða

$$Z = - \ln(1-A) = - \ln(S) \quad (1.7)$$

Heildardánarstuðlinum Z er gjarnan skipt upp í náttúrulegan dánarstuðul M og veiðidánarstuðul F.

$$Z = M+F \quad (1.8)$$

## Mælingar á dánartölu

Mælingar á dánartölu byggjast á aldursgreiningum. Með því að finna hvernig árgöngum í stofninum fækkar með aldri má fá mælingu á heildardánartölu. Þetta er t.d. gert með því að taka óvalið sýni úr stofninum til þess að sjá hlutfallið milli aldurshópa frá ári til árs. Þá verður að hafa í huga að árgangar geta verið misstórir, svo oft verður að styðjast við meðaltöl margra ára til þess að jafna út mismun í árgangastyrk. Einnig má mæla hvernig afli á sóknareiningu einstakra árganga breytist eftir því sem tíminn líður, en hafa ber í huga það sem áður var sagt um mismunandi veiðanleika fiska eftir þeim skilyrðum sem ríkja.

Ef sýnið úr fiskstofninum er marktækt og hlutlaust, má fara nokkuð nærri um heildardánartöluna, en ómögulegt er að skilja á milli þess hve mikill hluti er af völdum veiðanna og hve mikið er af völdum annarra (náttúrulegra) orsaka.

Upplýsingar um náttúrulega dánartölu fást með merkingum. Í stuttu máli er það gert með því að merkja nokkur ár í röð og bera saman endurheimtuhlutfall hópa sem hafa verið mislengi í sjó. Áreiðanleiki slíkra athugana er háður nákvæmni og umfangi merkinga og að hlutfall merkjaskila sé svipað á tímabilinu. Oft er erfitt að fullnægja settum skilyrðum við merkingartilraunir og því ber að meta niðurstöður með hliðsjón af því. En þrátt fyrir annmarka þeirra eru merkingar besta aðferðin til þess að ákvarða þá þætti sem eru notaðir í reiknilíkönum til stofnútreikninga, líkönum sem notuð eru til þess að gera spár um nýtingu og framvindu fiskstofna.

Hafa ber í huga að þó tekist hafi að mæla þætti eins og náttúrulega dánartölu, þá geta þeir breyst, ef vistarskilyrði breytast. Það ber vott um einfeldni að halda að hægt sé að finna þessar stærðir í eitt skipti fyrir öll. Allt í náttúrunnar ríki er breytingum undirorpið.

## Skiptir náttúruleg dánartala máli?

Vissulega skiptir hún máli. Ef hún væri núll þyrftum við engar áhyggjur að hafa, Fiskurinn væri aðeins að bíða eftir að láta veiða sig. Ef hún væri mjög há, gætum við ekki beðið með að veiða, fiskurinn dræpist hvort sem væri; Með því að bíða með að veiða hann myndum við tapa afla.

Þegar náttúruleg dánartala er lág, borgar sig að geyma fisk í sjó og láta hann stækka. Þegar hún er há,

verðum við að veiða af kappi til þess að tapa ekki afla.

Þetta má orða nákvæmar á annan hátt með því að segja að ef náttúruleg afföll i stofni eru meiri en sem samsvarar vexti, þá minnkar fiskstofninn og stöðvun veiða (eða friðun í einhverri mynd) leiðir einungis til aflataps.

**Þess vegna er það lykilatriði í stjórn fiskveiða að vita hver hin náttúrulegu afföll eru og fylgjast verður grannt með vaxtarhraða einstaklinga í stofninum.**

Náttúruleg dánartala kemur einnig óbeint við sögu þegar stofnstærð er reiknuð út. Gagnstætt því sem margir halda er stærð stofna á borð við þorskstofninn ekki mæld heldur er hún *reiknuð,* að fengnum upplýsingum um afla og fiskveiðidánarstuðul.

Meðalstofnstærð ársins, N, er fundin út frá jöfnunni

$$N = C / F \qquad (1.9)$$

eða skv. (1.8)

$$N = C / (Z-M) \qquad (1.10)$$

þar sem C táknar ársaflann og F fiskveiðidánarstuðulinn. En eins og áður sagði er ómögulegt að mæla veiðidánarstuðulinn, F (nema með umfangsmiklum merkingum). Einungis heildardánarstuðullinn, Z, er tiltölulega auðmældur; Til þess að finna F, verður M að vera þekkt.

Sem dæmi má taka að ef aflinn væri 100 tonn, mæld Z = 0,6 og að giskað væri á að M væri 0,2 (eins og alltaf er gert !), þá væri F = 0.4 og meðalstofnstærðin N = 100 / 0.4 = 250 tonn. Ef M væri hins vegar 0,4 í raun umrætt ár, þá væri F ekki nema 0,2 og stofnstærðin reiknaðist 500 tonn. Það er ekki hægt að reikna stofnstærðina rétt nema þekkja M.

### Hvað er vitað um dánartölu þorsks í Norður Atlantshafi?

Til að gera langa sögu stutta er almennt álitið (e. postulated) að náttúruleg afföll þorsks í Norður-atlantshafi séu 18% á ári (M = 0,2). Reyndar er þessi tala ekki aðeins notuð um þorsk, heldur allar tegundir svonefndra „langlífra botnfiska“: Ýsu, ufsa, löngu, keilu, karfa, kola, steinbít, grálúðu o.s.frv. Mjög ósennilegt er að dánartala þessara fisktegunda hitti á að vera hin sama. Samt er þessi tala notuð í stofnútreikningum og veiðiráðgjöf.

Oft má sjá í skýrslum: *„Gert er ráð fyrir að náttúrulegur dánarstuðull sé 0,2 sem er almennt viðurkennt að gildi fyrir þorsk í N-Atlantshafi....“* Svo virðist að sérfræðingar séu orðnir sammála um að dánarstuðull þorsks sé 0,2 og oft má sjá það rökstutt með *„ þar sem um svo langlífa tegund er að ræða* (fiskar ná háum aldri), *hlýtur náttútulegi dánarstuðullinn að vera lágur* (annars yrðu þeir ekki svona gamlir).“ Sbr. [Ricker 1975, bls 173] : *„Thus the estimate M = 0.341 will tend to be to large, and it is in fact unresonably large for long-lived fish like northern cod.“* Þetta eru dálítið fátækleg rök vegna þess að þó að finnist gamlir einstaklingar segir það ekki margt um dánartölu stofnsins að jafnaði. Til að mynda er dánartala mismunandi milli þeirra fiska af sömu tegund sem éta bræður sína og þeirra sem étnir eru.

## 2. Dánartölumælingar í íslenska þorskstofninum

Árið 1933 birtir Gunnar Rollefsen frá Noregi grein [Rollefsen, G. 1933], þar sem hann skýrir frá aldursrannsóknum á þorski með því að nota kvarnir. Jafnframt skýrir hann frá fundi gotbauga í kvörnum og stingur upp á því að nota megi fjölda gotbauga til þess að ákvarða heildardánartölu í norska þorskstofninum [Rollefsen, G. 1933 og 1934]. Hér fer á eftir listi yfir nokkur þau verk sem liggja að baki þeim dánartölum sem notaðar eru fyrir þorsk í N-Atlantshafi og eru grundvöllur fiskveiðistjórnar okkar.

1. Aðferð Rollefsens var beitt til þess að rannsaka dánartölu í íslenska þorskstofninum tímabilið 1930 -1959 [Jón Jónsson 1960]. Reyndar var þar gert betur, því Jón Jónsson notaði íslensku gögnin til þess að meta náttúrulega dánartölu í stofninum á þessu tímabili [Jón Jónsson 1960]. Seinna bætti hann við fleiri árum, en hann gerir nánar grein fyrir þessu í nýútkominni bók sinni

„Hafrannsóknir við Ísland“ [Jón Jónsson 1990, bls 111].

2. Eftir að farið var að nota svokallaða VP-greiningu við stofnmat [Sigfús Schopka 1979] var heildardánartalan metin eftir því hvernig árgöngum fækkaði í lönduðum afla með tíma (milli ára). Þar sem náttúruleg dánartala hafði þá þegar verið ákveðin (!) var auðvelt að finna veiðidánartöluna. Hún hefur síðan verið notuð sem mælikvarði á sókn, sbr. *„Besta matið á sókn í fiskstofn er að mæla eða meta þann dauða sem veiðarnar valda...“* [Sigfús Schopka 1992, bls12].
3. Niðurstöður úr togararalli hafa verið notaðar til þess að finna náttúrulega dánartölu í þorskstofninum. Þar er komist að þeirri niðurstöðu að hún sé hin almennt viðurkennda: 0,2 [Björn Ævar Steinarsson o. fl. 1993]
4. Enn er til mæling á dánartölu stofnsins, hún er kannski sú merkilegasta þótt hvergi hafi henni verið gerð nein skil. Það eru niðurstöður úr tuttugu ára merkingum á hrygningarþorski [Jón Jónsson 1986 og Jón Jónsson 1990]. Merkingarnar benda til þess að hrygningarfiskurinn hverfi út úr veiðinni með hraðanum 80% á ári, eða í mæltu máli að hrygningarfiskur gefi aðeins eitt færi á sér, hann deyi að stórum hluta að lokinni hrygningu.

Hér á eftir verður farið yfir þessar aðferðir og gagnrýnt það sem þurfa þykir. Óhætt er að segja það strax að þar orkar margt tvímælis og oft virðist sem röng gögn hafi verið notuð, þau hafi verið löguð til og að beitt hafi verið aðferðum til þess beinlínis að villa um fyrir mönnum. Þá verður sýnt fram á mikið ósamræmi milli staðreynda, oft passa niðurstöður ekki saman. Þau gildi sem ein rannsókn sýnir fyrir ákveðið tímabil og birt eru í einni vísindaritgerð eru allt önnur en gildin fyrir sama þátt, sama tímabil í annarri ritgerð og engir tilburðir eru til að skýra misræmið. Stiklað verður á stóru og aðeins bent á helstu annmarka forsenda og útreikninga. Nákvæmari úttekt er seinni tíma mál.

## 2.1 Dánartala hrygningarfisks út frá gotbaugum í kvörnum

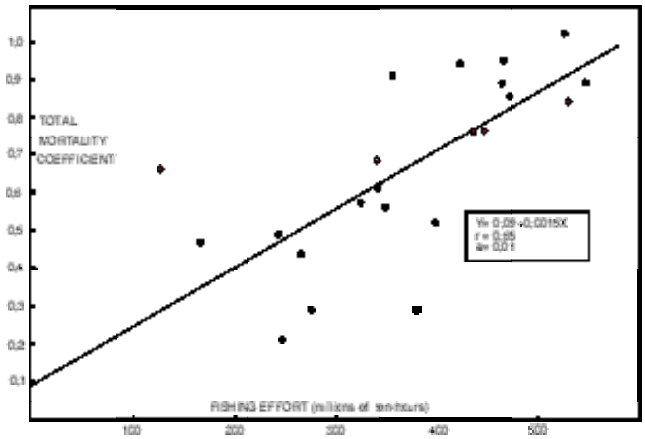
Árið 1960 lýsir Jón Jónsson því hvernig nota megi gotbauga í þorskkvörnum til þess að finna heildardánartölu í hinum hrygnandi hluta þorksstofnsins við Ísland [Jón Jónsson 1960]. Þar notar hann einnig gögnin til þess að finna hvernig heildardánartala breytist með sókn og ákvarðar náttúrulega dánartölu að gefnum vissum forsendum. Margt er gagnrýni vert við þessa aðferð og þau vinnubrögð sem beitt er.

### 2.1.1 Forsendur

J.J. athugar fjölda fiska í hverjum gotflokki. Hann segir sem svo að það hve oft fiskurinn hrygni, endurspegli dánartöluna í hrygningarstofninum. Fiskum sem hrygni tvisvar, þrisvar og oftar fækki um u.þ.b. helming milli ára, það sýni dánartöluna. Hér er Jón einungis að mæla dánartölu hrygningarfisks, aðferðin segir ekkert um dánartölu geldfisks. Hún getur verið allt önnur og má því segja að fræðilega skili þessi aðferð aðeins hálfa leið.

### 2.1.2. Ákvörðun á sóknarþunga

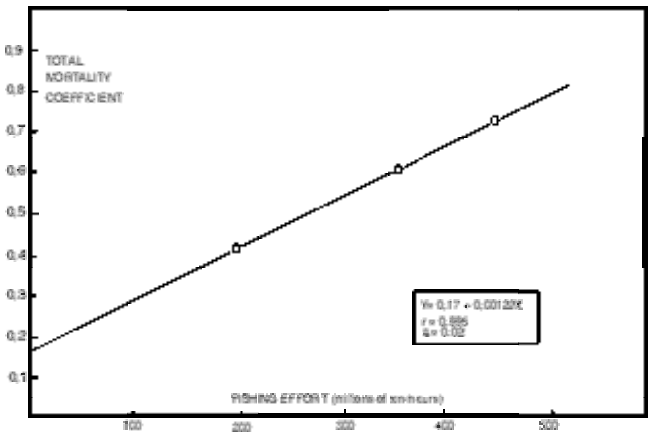
Jón Jónsson notar fjölda tonntíma (meðalstærð togara í tonnum margfölduð með fjölda klst. að veiðum) **breskra** togara á Íslandsmiðum sem mælikvarða á sókn. Á þeim árum sem fjallað er um veiddu Bretar um þriðjung þorskaflans hér við land [Jón Þ. Þór 1991]. Hæpið er að nota sókn Breta sem línulegan mælikvarða á heildarsóknina því sóknarmynstur Breta stjórnaðist ekki af sömu lögmálum og til dæmis Íslendinga eða annara




Hér má sjá mynd J.J. frá 1960. Útreiknuð dánartala er sett upp á móti sóknarþunga breskra togara. Sjá má breytileikann í dánartölumælingunum sem er svo mikill að varla er hægt að rétllæta línu þá sem dregin er "í gegn um" punktana (line of best fit).

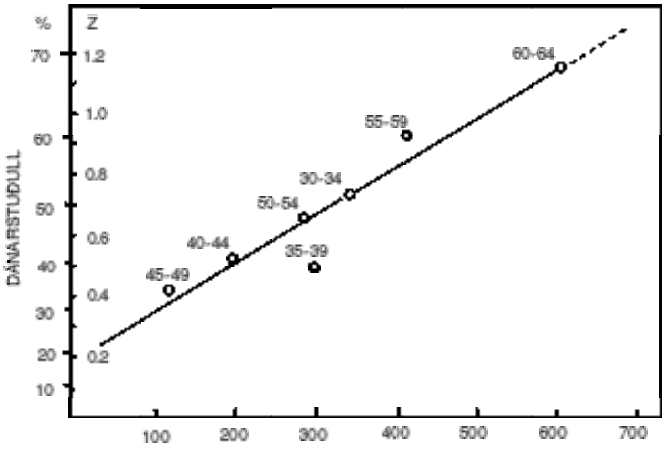
þjóða. Þetta eitt gerir aðhvarfsgreiningu hans hæpna.

Í fyrstu greininni [Jón Jónsson 1960] notar Jón þrjú tímabil til þess að reikna línuna (fig. 4). Hann notar ekki tímabilið 1939-1944, vegna þess að þá var sókn Breta engin, annarra þjóða utan Íslendinga reyndar ekki heldur, stríðsins vegna. Síðar [Jón Jónsson 1969, mynd 3 og Jón Jónsson 1990, mynd 37] hefur stríðsárunum verið bætt inn á línuritið, með sókninni u.þ.b. 200 milljón tonntímar, en gildi annarra punkta hefur yfirleitt verið lækkað frá því sem það var í fyrstu greininni [Jón Jónsson 1960]. Þetta er einkennilegt: Allt í einu er sókn Breta á stríðsárunum orðin umtalsverð, en þá voru engir breskir togarar hér við veiðar. Ekki getur verið um það að ræða að íslenska sóknin hafi verið tekin hér inn því þá hefði átt átt að bæta henni við öll hin árin einnig.




Mynd úr grein J.J, 1960. Hver punktur er meðaltal nokkurra dánartölugilda og þrír punktar eru notaðir til að finna halla línunnar. Þetta heitir að láta breytileikann hverfa í meðaltölum.

Eins passar meðaltal dánartölu stríðsáranna ekki við önnur meðaltöl. Meðaltal flestra annarra tímabila eru þau sömu og finnast í töflu II í greininni frá 1960, en fyrir stríðsárin (1940-44) og tímabilið 1950-55 eru er notaðar lægri tölur fyrir dánartöluna en finnast í töflu II. Svo virðist sem notaðar séu tölur sem falla betur að línunni, án þess að gerð sé grein fyrir hvers vegna það sé. Ég hef ekki getað fundið neina skýringu á þessarri „aðlögun.“




Frá Jón Jónsson 1969, mynd 3 og J.J. 1990, mynd 37.

Hvergi eru í greinunum frá 1969 og 1990 gefnar upplýsingar um hvaða aðferðir voru metnar við ákvörðun á sóknarstuðlum og dánartölum og engar tilvitnanir eru gefnar í aðrar greinar eða aðferðir sem gætu upplýst það.

### 2.1.3. Aðferðir við útreikninga

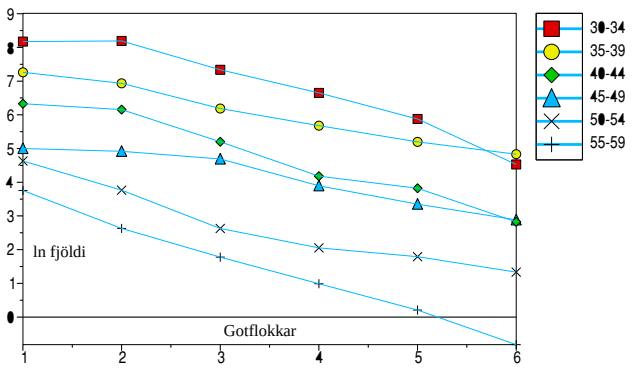
J.J. reiknar út línuna bæði með því að nota öll árin og einnig með því að nota meðaltöl nokkurra ára. Í síðari heimildum sama (t.d. [Jón Jónsson 1990]) eru meðaltölin notuð. Punktar virðast liggja á beinni línu og allt lítur vel út. Breytileikinn í gögnunum er látinn hverfa í meðaltölum. Lítum nánar á hvernig þessi meðaltöl eru fengin.

Til hliðsjónar er höfð tafla II úr [Jón Jónsson 1960]. Þar er dánartalan reiknuð út með því að finna hlutfallið milli fiska hrygnandi í fyrsta sinn/ hrygnandi í annað sinn, hrygnandi í annað sinn/ hrygnandi í þriðja sinn, o.s.frv. Meðaldánartala er svo reiknuð sem hreint meðaltal af þessu fyrir hvert ár, þó svo að hún sé neikvæð fyrir marga hrygningarflokka, en það er ekki fræðilega mögulegt. Varla er verjandi að nota tölur (mæligildi) sem augljóslega eru rangar í meðaltöl.

Þá er að athuga að gögnunum hefur verið breytt í prósentur því í haus töflunnar stendur að um sé að ræða *„Number per 10.000 fish.“* Því höfum við litla vitneskju um raunverulegan fjölda sýna. Hann virðist þó ekki vera mikill því sjá má t.d. að árin 1930 og 1931 koma fyrir margfeldi af 26 og 17 fiskum (per 10.000). Það þýðir að heildarfjöldi sýna þau ár hafa hefur líklega verið um 385 og 588. Þannig má merkja aukningu í fjölda sýna eftir því sem frá líður. Það fer ekki vel á því gefa öllum árunum jafnt vægi þegar um mismunandi fjölda sýna er að ræða, en svo virðist sem Jón Jónsson hafi gert það.

Á mynd 1 hef ég tekið náttúrulegan lógaritma af fimm ára meðaltali fjölda fiska í hverjum gotflokki. Á myndinni sést að á sumum tímabilum fer ekki fjöldi gotfiska að falla fyrr en við aðra eða þriðju hrygningu, sem segir að fiskurinn sé ekki að fullu kominn til hrygningar fyrr en þegar hann hrygnir í þriðja sinn. Það verður því að draga í efa að að sýnið sé marktækt; Yngsti eða smæsti fiskurinn getur hafa farið fram hjá sýnatökunni.

Þegar mynd 1 er skoðuð virðist sem hallinn á línunni sem Jón kynnir árið 1960, liggi í því að sýnataka hafi verið skökk í yngsta fiskinn fyrstu fjögur tímabilin. Þegar hallatölurnar eftir að fiskurinn er „kominn inn í atökuna“ eru skoðaðar, virðist sem sýndartala 1930-34, reiknuð út frá gotbaugum, hafi verið svipuð og hún var á árasjötta ugnum. Þetta þýðir að dánartalan hefur ekki breyst með aukinni sókn.




Mynd 1: Dánartala þorsks 1930-1957, reiknuð út frá gotbaugum. Unnið úr [Jón Jónsson 1960, tafla 1.] ln (fjöldi) er lækkaður um 1 fyrir hvert tímabil frá 1930 til að aðskilja línurnar.

### 2.1.4 Ósamræmi

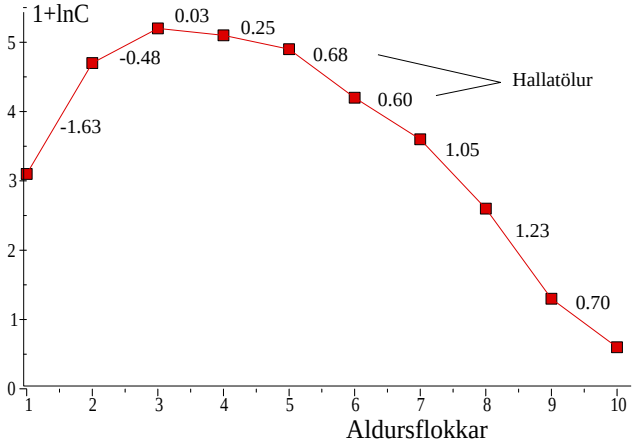
Skv. gögnum J.J. [Jón Jónsson 1960, tafla II] var heildardánartala skv. gotbaugum = 0,92 tímabilið 1954-59. Ef hin *viðurkennda* náttúrulega dánartala, 0,2, er dregin frá, stendur eftir að fiskveiðidánartalan hafi verið 0,72 á þessu tímabili. Í fjölriti Hafró nr. 34, má sjá að fiskveiðidánartala á þessum árum hafi verið um 0,30 [Hafró nr. 34 1993, tafla 3.1.9]. Hér munar helmingi, nokkuð sem tvöfaldar stærð þorskstofnsins í útreikningum. Engar skýringar hef ég fundið á þessu ósamræmi, en fjölrit 34. segir ekki hvaða aðferð er beitt til þess að ákvarða dánartölur.

### 2.1.5. Framsetning á niðurstöðum.

Ef skoðað er graf allra gagna Jóns, [Jón Jónsson 1960, fig. 2] má sjá að þau eru sem haglabyssuskot á hreina pappírsörk. Jón kýs hins vegar að taka nokkurra ára meðaltöl, en við það hverfur breytileikinn í gögnunum. Í síðari gögnum eru svo meðaltölin notuð, e.t.v til þess að fela breytileikann svo aðlaga megi þau að fyrirfram ákveðnum hugmyndum.

### 2.1.6 Hugleiðing

Ég bendi sérstaklega á að línuritið, sem sýnir sambandið milli sóknar og heildardánartölu [Jón Jónsson 1990, mynd 37], er eftir mann sem þar til nýlega var forstjóri Hafrannsóknastofnunar. Því verður að álykta sem svo að þetta sé það sem síðast og best sé vitað um þessi mál, enda hefur margoft komið fram í málstofum Hafró að Jón Jónsson hafi sýnt fram á þessar staðreyndir og það hafi verið margoft yfirfarið.

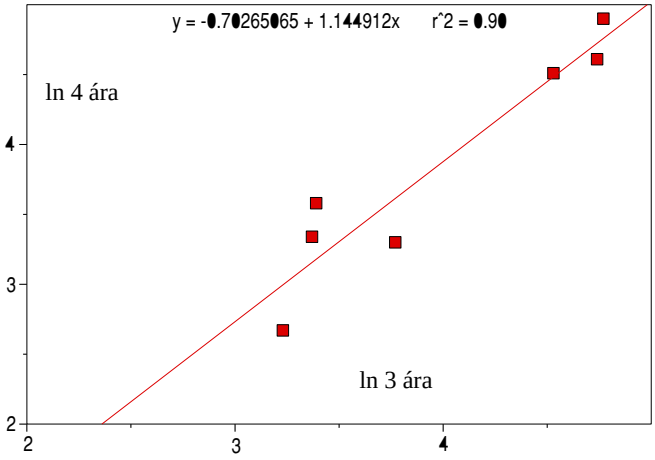



Mynd 2: Aflalínurit, rallvísitala þorsks. Meðaltöl aldursgreindra stofnvísitala 1985-92 [Hafró nr. 31 1993, tafla 10.]

### 2.2 Náttúruleg dauðsföll þorsks samkvæmt rallvísitölum

Þannig hljóðar kaflafyrirsögn úr fjölriti Hafró nr. 31 [Hafró nr. 31 1993, kafli 3.9]. Í þessum kafla er sagt að afar erfitt sé að fá gott mat á náttúrulegum afföllum hjá fiskstofnum. Þá segir

að spurningin um umfang náttúrulegra dauðsfalla sé afskaplega áhugaverð frá fræðilegu sjónarmiði en hún skipti litlu máli fyrir ráðgjöf Hafró og sagt er að niðurstöður ráðgjafar séu að mestu óháðar því hver hin náttúrulegu afföll séu. Sagt er að það sé vegna þess að sóknin sé svo langt umfram hagkvæmustu sókn. - Ef náttúruleg dánartala er óþekkt eða lítt þekkt, hvernig er þá hægt að segja að dauðsföll séu að mestu af völdum veiða?



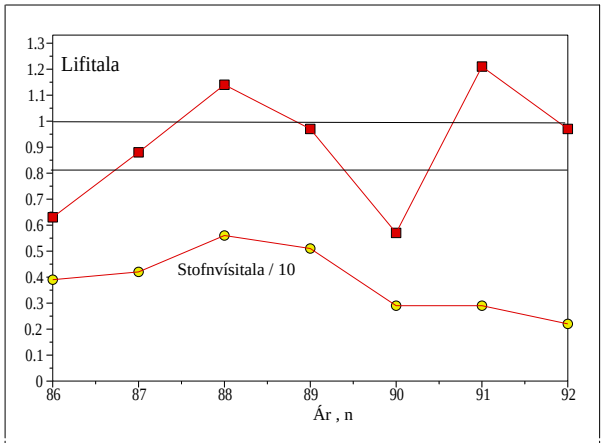

Mynd 3. Ln (vísitölu fjögurra ára þorsks) sem fall af ln(vísitölu þriggja ára þorsks), ásamt bestu beinu línu gegn um punktana.

Reyndar er þessi kafli (bls. 13 og 14), með því versta sem ég hef séð á prenti um fiskifræðileg málefni og hef ég þó séð margt skrautlegt. Höfundar skýrslunnar nota gögn úr rallinu til þess að finna náttúrulega dánartölu. Þeir fara þannig að að þeir nota vísitölu þorsks (þ.e. áætlaðan fjöldi fiska í hverjum aldursflokki út frá afla á sóknareiningu) þegar hann er þriggja ára og teikna hana á móti vísitölu fjögurra ára fisks ári síðar. Hugsunin á bak við það er sú að afli á sóknareiningu sé mælikvarði á stofnstærð, og að með því að mæla sama árgang með eins árs millibili fáist mælikvarði á heildarafföll. Með því að nota þriggja ára fisk sem ekki er kominn inn í veiði fiskiskipaflotans, þá séu mæld afföll eingöngu af náttúrulegum toga.

Hér er vert að staldra aðeins við. Lítum á hvernig hinir ýmsu árgangar þorsks koma inn í veiði rannsóknarskipanna. Þetta má gera með því að finna meðaltalsfjölda vísitölu árganganna öll rallárin til að jafna út missterka árganga. Þetta er sýnt á mynd 2.

Þar sést að vísitala yngstu fiskanna er lág, þeir eru ekki komnir inn í veiðarnar. Annað hvort eru þeir ekki komnir á slóðina eða veiðarfærið tekur þá ekki. Fiskurinn er ekki kominn að fullu inn í rannsóknarveiðina fyrr en 4-5 ára gamall, enda segir á í sama fjölriti: *„Ljóst er af þessum tölum, að þorskur er yfirleitt ekki kominn að fullu inn í mælinguna fyrr en þriggja til fjögurra ára gamall.“* [Hafró nr. 31 1993, bls. 9] Eigi að síður kýs höfundur að styðjast við hlutfallið milli fjölda þriggja og fjögurra ára fiska þegar henn reynir að meta dánartöluna.

Mynd 3 er endurteiknuð 55. mynd úr fjölriti 31 og notaðar eru til þess tölur úr 10. töflu bls. 26 í fjölriti 31, N-S svæði (ég gat hvergi fundið tölur sem svöruðu til kvörðunar ásanna á 55. mynd). Þessar tölur nota ég svo til línulegrar aðhvarfsgreiningar (finn bestu beinu lína gegn um punktana) þar sem mæld er fylgni fjölda þriggja ára fisks ákveðin ár og fjögurra ára fisks ári síðar.




Mynd 4. Lifitala þorsks, 4+/3+, árin n+1/n, ásamt stofnvísitölu alls stofnsins árið n.

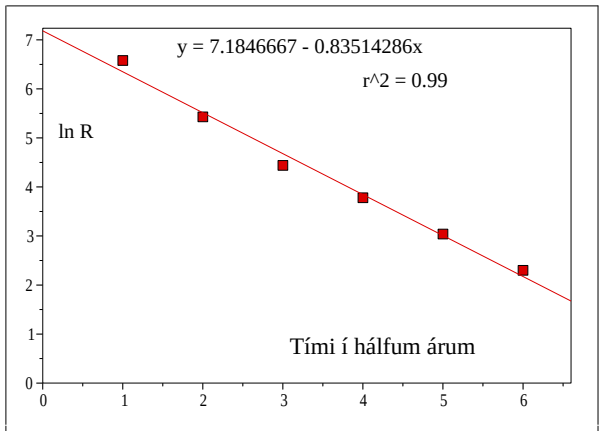
Aðhvarfsgreiningin sýnir að fylgni er þarna á milli, það sýnir fylgnistuðullinn. Línan er hins vegar ónothæf til þess að mæla afföll: Samkvæmt grunnforsendunni að $N_{n+1}/N_n = e^{-Z}$ (jafna 1.4), fæst jafnan

$$\ln (N_{n+1}) = \ln (N_n) - Z \qquad (2.1)$$

Dánarstuðullinn kemur fram sem neikvæður skurðpunktur línunnar við y-ásinn og hallatala hennar á að vera 1,0. En hallatalan er langt frá því að vera 1,0. Með því að þvinga greininguna í hallann 0.0 fæst skurðpunktur í -0.13. Þetta virðast höfundar skýrslunnar ekki gera við úrvinnslu gagna sinna. Í

staðinn stytta þeir sér leið:

Það er ekki aðeins að höfundar skýrslu Hafró beiti þeirri blekkingu að teikna inn línu á mynd 55 sem svari til dánartölunnar 0,2 heldur veifa þeir þessarri mynd framan í fólk og segja: „*Línan fellur greinilega vel að mælipunktunum og því hefur ekki verið talin nein ástæða til að hverfa frá því að nota M=0,2 í útreikningum Hafrannsóknarstofnunarinnar á náttúrulegum afföllum.*“ [Hafró nr. 31 1993, bls 14]. Þetta eru vægast sagt loðin vísindi því gögnin eru ekki gild. En áhorfandinn sér góða línu í gegn um punkta og vottar virðingu sína án þess að gera sér grein fyrir hvað er verið að reyna að sýna. Þannig var þessu a. m. k. farið við mig, ég gat ekki annað en viðurkennt að línan gegn um punktana væri góð, en svo áttaði ég mig á að hér var verið að sýna allt annað en mér var sagt. Hvort svona æfingar eru gerðar með ásetningi eða vegna vankunnáttu skal látið ósagt. En víst er að leikmenn eru varnarlausir þegar þetta er kynnt á „glærufundum“.



Mynd 5. Þorskmerkingar 1948-1969. Endurheimtur í 1/2 árs tímabilum [Jón Jónsson 1986]

Lítum nánar á þessar vísitölur. Á mynd 4. hafa lifitölugildin, S, verið sett upp fyrir hvert ár. Þar má sjá að stundum fjölgar fiski milli ára ef miðað er við vísitölurnar. Þessi mæligildi hljóta að vera röng, árgangarnir geta ekki stækkað eftir því sem árin líða. Mynd 4 sýnir að fiski fjölgar í 2 skipti og fjöldinn stendur í stað 2 sinnum. einungis í 3 skipti af 7 verður fækkun í árganginum eftir því sem hann eldist. Flest mæligildanna eru því augljóslega röng, fiski snjóar ekki. Samt eru tölurnar notaðar í myndina sem hér er til umræðu.

Athyglisvert er að skoða þessar lifitölumælingar í samhengi við vísitölu heildarstofnsins. Á mynd 4 hefur lifitalan verið dregin upp ásamt vísitölu stofnsins á sama tíma. Þar má sjá að línurnar fylgjast að sem þýðir að veiðanleiki fisksins er breytilegur, fiskur veiðist misvel á hverju ári, og það þýðir aftur að afli á sóknareiningu (vísitala) er óábyggilegur mælikvarði á stofnstærð.

## 2.3 Dánartala hrygningarfisks byggð á merkingum

Þorskur var merktur á hrygningarslóð SV-lands árin 1948-69 [Jón Jónsson 1986]. Úr gögnunum má m.a. sjá hvernig endurheimtum fækkar eftir því sem lengra líður frá merkingu. Alls voru merktir 7772 þorskar í 69 hópum á þessu tímabili. 1126 merkjum var skilað, eða 14.5%. Þar af veiddust 723 á tímabilinu janúar-mai merkingarárið, 229 tímabilið júní-desember sama ár. næsta hálfa ár veiddust 85, þarnæsta 44, svo 22, þá 10, og 6 síðasta hálfa árið. Að loknum þessum tíma skiluðu sér 8 merki, Þeir fiskar höfðu borið merkið lengur en í þrjú ár (sjá nánar mynd 36. í [Jón Jónsson 1990]).

Þessar tölur sýna að endurheimtur falla um helming á hverju hálfu ári sem líður frá merkingu. Þegar þetta er sett upp í línurit fæst það samhengi sem sýnt er á mynd 5.

Brotthvarf merkja úr veiði er af ýmsum orsökum: Fiskurinn deyr, annað hvort af völdum merkingarinnar eða af öðrum orsökum (veiði, náttúruleg afföll), merkin losna úr honum, merkjaskil manna minnka með tíma. Þar sem umræddar merkingar ná yfir ná yfir langt tímabil vegur

* Jón Jónsson [ Jón Jónsson 1996] kallar þetta sýndar-veiðidánarstuðul og skýrir hann nánar á eftirfarandi hátt (bls.14) : "Endurheimtur af merktum fiski gefa ekki einvörðungu mynd af göngum fisksins, heldur eru þær líka vísbending um áhrif veiðanna á stofninn. Með þeirri forsendu að merkti fiskurinn veiðist í sama hlutfalli og sá ómerkti og að náttúruleg afföll séu þau sömu er hægt að meta svokallaðan sýndar-veiðidánarstuðul (Z'), sem er mælikvarði á árleg afföll úr stofninum. Við merkingu fisksins fylgja hins vegar nokkrir óvissuþættir, svo sem það sem drepst af völdum merkingarinnar, merki tapast af lifandi fiski, sjást ekki, er ekki skilað, eða merktur fiskur hverfur af venjulegri veiðislóð. Alla þessa þætti köllum við einu nafni merkingardauða (X). Sýndar-veiðidánarstuðull (apparent total mortality rate) er því táknaður Z'= F+M+X."

síðastnefndi þátturinn líklega lítið. Hversu ótt merkin týnast úr fiskinum er erfitt að fá vitneskju um en ólíklegt er að það gerist með jöfnum hraða, Frekar mætti ætla að merkin entust vel ákveðinn tíma og týndust svo hratt úr því. Dauði af völdum merkinga er venjulega mestur fyrstu dagana en svo dregur mjög úr honum. Því er ekki óeðlilegt að álykta að það sem þyngst vegi í mynd 5. sé heildardánartalan í hrygningarstofninum.

Út frá línunni má lesa að Z = 1,67 * (tímaeiningin á myndinni er hálft ár, því margfaldast hallatalan með tveimur) og útreikningar gefa:

$$S = 0{,}188 \; ; \; A = 1\text{-}S = 0{,}812$$

Afföll á hrygningarfiski milli ára eru skv. þessu um 81%. Þegar búið er að ákvarða Z, og þar með S, er hægt að reikna út veiðiálagið á hrygningarstofninn (exploitation rate = u). Vegið meðaltal, sóknarþungans, u, út frá merkingunum er [Ricker 1975, jafna 4.4] :

$$u = 0{,}124$$

(Sjá nánar [Ricker 1975, kafla 4, bls. 105.] varðandi skekkjuvalda og óvissur í merkingartilraunum) Þetta mat á veiðihlutfalli úr hrygningarstofninum skv. merkingum er lágmarksstærð þar sem ekki er vitað hve miklum hluta endurheimtra merkja er skilað.

Gefum okkur að helmingi merkjanna hafi verið skilað. Þá fæst veiðihlutfallið; u = 0.25.

Frekari útreikningar gefa ;

$$F = uZ/A = 0{,}51$$

$$M = 1{,}16$$

Ef þessar niðurstöður eru einhvers staðar nálægt lagi þá er náttúruleg dánartala hrygningarfisks miklu hærri en alltaf hefur verið gert ráð fyrir við stofnútreikninga.

Hrygningarstofninn hefur þá verið miklu stærri en hefðbundnar forsendur (M = 0.2) hafa gert ráð fyrir.

Sé dánartala hrygningarfisks nær því sem hér hefur verið áætlað heldur en hinu hefðbundna og viðtekna, má spyrja hvaða flug aðrir útreikningar taki: Veiðistofninn? Nýliðunin? Sóknarþunginn? Hvað verður um ofveiðina? Ég furða mig á því að ekki skuli kafað betur ofan í gögn sem byggð eru á 20 ára merkingum þegar þau sýna svona áhugaverða hluti; Leitað í gögnunum að veilum sem gætu skýrt það gríðarlega frávik sem þau sýna frá hinu viðtekna.

Annað er athyglisvert við þessar merkingarniðurstöður: Sáralítið endurheimtist af merktum hrygningarfiski (frá SV-landi) á Norður- og Austurmiðum. Það hefur „reyndar komið í ljós“ nú síðustu árin að nær allur eldri fiskur á þessu svæði er kynþroska í mars og kæmist því varla suður fyrir í tæka tíð, enda hrygnir fiskur fyrir norðan og austan land í stórum stíl.

Vert er hér að minnast aðeins á nýjar merkingar á hrygningarþorski við Austurland [Vilhjálmur Þorsteinsson o. fl. 1993]. Þar er hið sama uppi á teningnum: Endurheimtur eru lágar, sérstaklega utan hrygningartíma. Þar virðist dánartala vera lág, en merkingarnar hafa staðið það stutt að óvissan er mikil ennþá.

## Umræða

Líkön sem notuð eru í fiskifræði hafa þann tilgang að lýsa framrás fiskstofna á stærðfræðimáli miðað við gefnar forsendur. Tilgangurinn er m.a. sá að auðvelda mönnum að sjá hvað gerist ef forsendum er breytt. Það er af og frá að líkönin lýsi því sem raunverulega gerist, til þess taka þau til allt of fárra þátta. Eins og sagt hefur verið hér á undan, byggist útreikningur stofnstærðar á því að þekkja hve stóran þátt veiðin á í heildarafföllunum. Einungist er með mælingum unnt að áætla heildarafföllin en ekki er hægt að greina hvern hlut veiðin á í þeim. Reynt hefur verið að ákvarða afföll af náttúrulegum orsökum en það er erfitt eins og hér hefur verið greint frá. Menn hafa því valið að meðhöndla

náttúrulega dánartölu sem fasta, óháðan aldri fiska og umhverfisskilyrðum. Þetta er mjög slæm lausn, vægast sagt, en í stað þess að segja einfaldlega frá því að hér sé um mjög hæpna ágiskun að ræða, hafa þeir fiskifræðingar sem hafa veiðiráðgjöfina með höndum valið þá leið að telja hlutaðeigandi trú um að náttúruleg afföll upp á 18% á ári séu staðreynd.

Gögnin sem notuð eru við ákvarðanir á dánartölu [Jón Jónsson 1960 og 1969, Fjölrit Hafró No. 31.] eru það ónákvæm að fráleitt er að segja að línan um sambandið milli sóknar og heildardánartölu skeri Y-ásinn í 0,2.

Þó svo væri er ótækt að halda því fram að náttúruleg dánartala, M, sé óbreytanlegur fasti. Náttúruleg dánartala hlýtur að breytast með skilyrðum í umhverfi fiskanna. Enda má oft sjá, þegar afsaka þarf spár sem ekki hafa staðist, að það hafi verið óvenjulega kalt, selir eða hvalir hafi étið fisk, fæða hafi brugðist o. s. frv. Með þessu er í raun verið að segja að nátúruleg dánartala hafi breyst, **samt** er hún alltaf höfð óbreytt! Nýjast dæmið um villur af þessu tagi er frá Nýfundnalandi. Þaðan koma nú þær upplýsingar að þorskstofninn hafi minnkað þrátt fyrir að hann hafi verið alfriðaður í heilt ár. Efast ég ekki um að mælingar sýni að sóknarstuðullinn (veiðidánartala) hafi verið umtalsverður.

Hér er svo áminning frá hinum breska Gulland um hættu fiskfriðunar:

**Þeir sem taka hinar endanlegu ákvarðanir um stjórn fiskveiða verða að þekkja óvissuna í þekkingu manna á hinum ýmsu þáttum sem hafa áhrif á stofnútreikninga og þar með veiðiráðgjöf. Þeir verða einnig að vita að það er meiri hætta fólgin í friðun þegar hún á ekki rétt á sér, fremur en að gripið sé til friðunaraðgerða of seint** [J. A. Gulland 1968].

| Year | Effort |
|---|---|
| | |
| 1930 | 446 |
| 1931 | 436 |
| 1932 | 356 |
| 1933 | 398 |
| 1934 | 379 |
| 1935 | 341 |
| 1936 | 244 |
| 1937 | 329 |
| 1938 | 275 |
| | |
| 1946 | 127 |
| 1947 | 166 |
| 1948 | 226 |
| 1949 | 265 |
| 1950 | 323 |
| 1951 | 340 |
| 1952 | 422 |
| 1953 | 464 |
| 1954 | 530 |
| 1955 | 506 |
| 1956 | 463 |
| 1957 | 547 |

Tafla 3, [Jón Jónsson 1960]

Sókn (effort) er mæld í milljónum tonna-togtíma enskra togara.

## Heimildaskrá


Gulland J.A. 1968. **Appraisal of a Fishery.** Bls. 236-245 í: IBP handbook No. 3. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. (Ritstj. W.E. Ricker). Blackwell Scientific Publication Oxford and Edinburg, Second printing 1970.

Hafrannsóknastofnun fjölrit nr. 31. Björn Ævar Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson og Sigfús. A. Schopka . **Stofnmæling botnfska á Íslandsmiðum 1992.** Rannsóknaskýrsla, Reykjavík 1993

Hafrannsóknarstofnun, fjölrit nr. 34, **Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1993/4. Aflahorfur fiskveiðiárið 1993/94.** Reykjavík 1993

Jón Jónsson 1960. **On the mortality in the Icelandic stock of cod during the years 1930-1959**. ICES C.M. 1960/No. 134.

Jón Jónsson 1969. **Ástand fiskstofnanna við Ísland**. Ægir 59:56-65.

Jón Jónsson 1986. **On the post-spawning cod in Icelandic Waters.** ICES C.M. 1986/G:85.

Jón Jónsson 1990. **Hafrannsóknir við Ísland II. Eftir 1937**. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík 1990.

Jón Jónsson 1996. **Göngur þorsks og ýsu við Ísland, Niðurstöður merkinga á árunum 1948-1986**. Hafrannsóknir - 50. hefti. Hafrannsóknastofnunin 1996.

Jón Þ. Þór 1991. **Sókn breskra togara á Íslandsmið 1919-1938 og áhrif hennar á fiskstofnana.** Ægir 3/91, Bls. 142-149.

Ricker, W. E. 1975. **Computation and Interpertation of Biological Statistics of Fish Populations.** Bull. Fish. Res. Board Can. 191. 382 pg. Ottawa 1975.

Rollefsen, G. 1933. **The Otholiths of the Cod** (Fiskeridir. Skrifter, Vol: IV, No. 3, 1933).

Rollefsen, G. 1934. **The cod otholith as a guide to race, sexual development and mortality** ( Rapp. et Proc. Verb., Vol. 89, 1934).

Sigfús A. Schopka 1979. **Stofnstærðarmat og aflaspár með V.P.-greiningu.** Ægir 72:404-408.

Sigfús. A. Schopka 1992. **Lífríki sjávar. Þorskur.** Námsgagnastofnun og Hafrannsóknastofnun, Reykjavík. 1 útgáfa 1992.Vilhjálmur Þorsteinsson og Guðrún Marteinsdóttir 1993. **Þorskmerkingar í Stöðvarfirði og Gunnólfsvík 1991 og 1992 og endurheimtur úr þeim til ársloka 1992.** Ægir 2/93.

# Viðauki

Hér á eftir fara niðurstöður úr þorskmerkingum þar sem unnið hefur verið úr niðurstöðunum þannig að endurheimtur eru flokkaðar með tilliti til þess hversu langur tími líður frá merkingu að endurheimtu, en þannug fæst mælikvarði á náttúrulega dánartölu. Þetta er gert til þess að unnt sé að fá samanburð á þorskmerkingunum við Ísland 1948-69 við aðrar merkingar og til þess að sjá gildin á M sem hinar ýmsu merkingar gefa til kynna. Einnig fæst samanburður á endurheimtuhlutfalli, nokkuð sem gefur upplýsingar um veiðiálag og merkjaskil, Þegar talað er um árafjölda frá merkingu, 1, 2, o. s. frv. er átt við fiska sem veiðast árið sem merkt er, annað árið  o. s. frv.

## Merkingar við Grænland 1924-36,

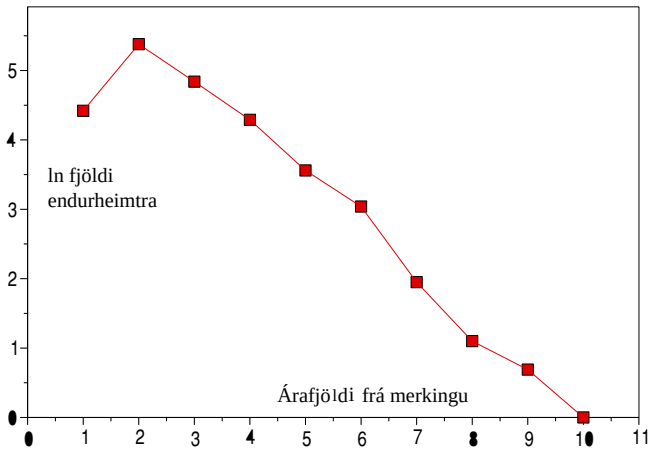
Sýnt er hversu margir fiskar endurheimtast miðað við tíman sem liðinn er frá merkingu og hvort þeir veiðast við Grænland eða Ísland. Alls voru merktir 8500 þorskar á um 100 stöðum við vestur Grænland og líklega er hefur verið bæði um geldfisk og hrygningarfisk að ræða. Upplýsingar þessar eru fengnar úr bók Harolds Thompsons [Thompson 1943], en þær eru byggðar á skýrslum Tånings. Nýjasta skýrslan sem Thompson hefur aðgang að er frá 1937 þannig að ætla má að ekki hafi þá öll merki verið komin til skila. Þetta hefði þau áhrif að fiskar sem sem væru búnir að vera lengi með merkið á sér ættu eftir að skila sér og fjöldi endurheimta í neðri hluta töflunnar væri vanmetinn. Þess vegna m.a. er best að ákvarða Z með því að notast við efri hluta töflunnar.

| Ár | Grænland | Ísland | Samtals | ln samtals |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 83 | 0 | 83 | 4.42 |
| 2 | 106 | 112 | 218 | 5.38 |
| 3 | 53 | 74 | 127 | 4.84 |
| 4 | 38 | 35 | 73 | 4.29 |
| 5 | 17 | 18 | 35 | 3.56 |
| 6 | 9 | 12 | 21 | 3.04 |
| 7 | 3 | 4 | 7 | 1.95 |
| 8 | 3 | 0 | 3 | 1.10 |
| 9 | 1 | 1 | 2 | 0.69 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0.00 |
| Samt: | 314 | 256 | 580 | |

Fjöldi merktra: 8500
Endurheimtir: 570
Hlutfall: 6.71%

Z = 0.54  (Heildardánartala (Ár 2-6))
S = 0.23  (Lifitala, 0.23 er 23%)
A = 0.77  (Afföll  (0.77 er 77%)
u = 0.05  (Veiðihlutfall, 0.05 er 5%)
F = 0.06  (Fiskveiðidánarstuðull)
M = 0.52  (Náttúruleg afföll, dánartala)

Merking við Grænland 1924-36. Endurheimtur við Grænland og Ísland

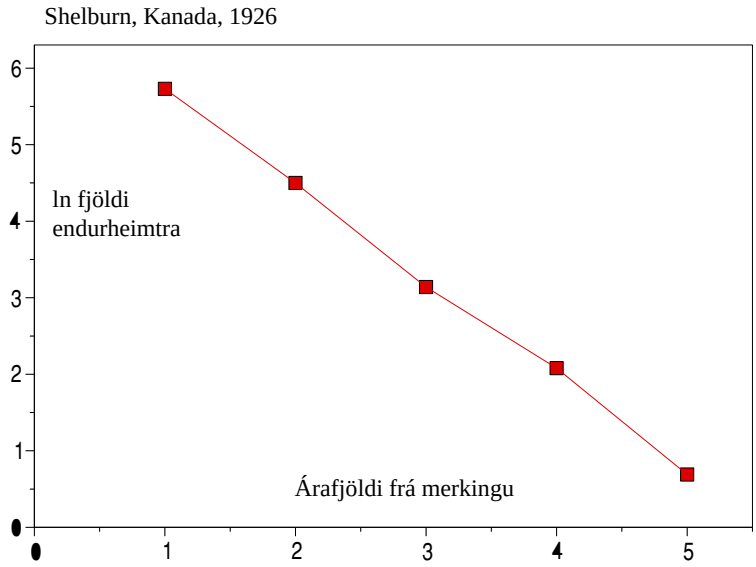


Merking við Shelburn í Kanada 1926

| Ár | Fjöldi | ln fjöldi |
|---|---|---|
| 1 | 307 | 5.73 |
| 2 | 90 | 4.50 |
| 3 | 23 | 3.14 |
| 4 | 8 | 2.08 |
| 5 | 2 | 0.69 |
| 6 | 0 | |

Merktir: 4011
Endurheimtir: 431
Hlutfall: 10.75%

Z = 1.26
S = 0.28
A = 0.72
u = 0.08
F = 0.14
M = 1.12

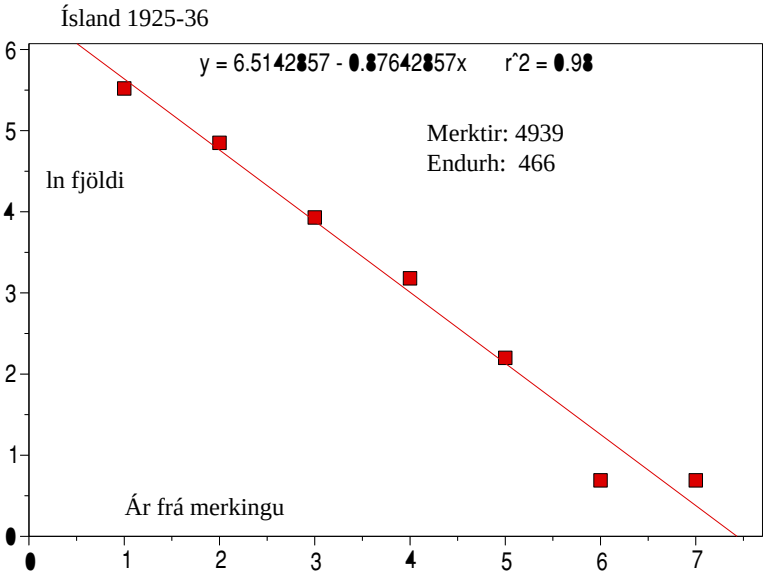



Ísland 1925-36. Hrygningarfiskur merktur á Selvogsbanka.

| Ár | Fjöldi | ln fjöldi |
|---|---|---|
| 1 | 250 | 5.52 |
| 2 | 128 | 4.85 |
| 3 | 51 | 3.93 |
| 4 | 24 | 3.18 |
| 5 | 9 | 2.20 |
| 6 | 2 | 0.69 |
| 7 | 2 | 0.69 |

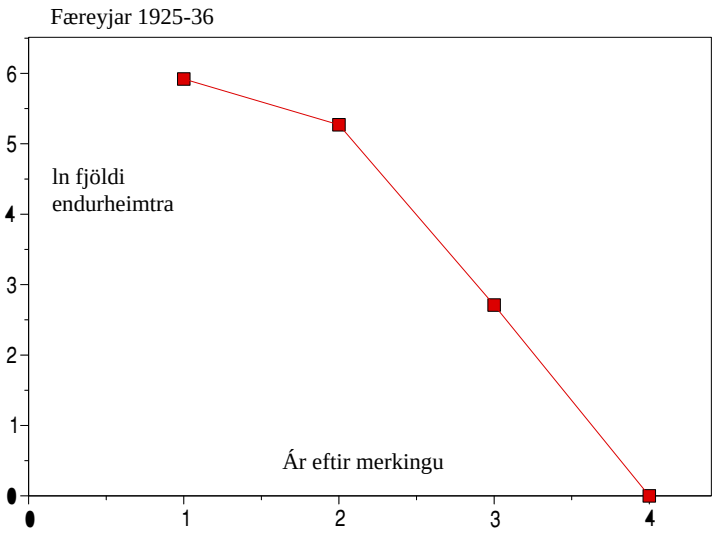
Merktir: 4939
Endurheimtir: 466
Hlutfall: 9.44%

Z = 0.83
S = 0.44
A = 0.66
u = 0.05
F = 0.08
M = 0.75



Færeyjar 1923-35. Ungur fiskur, geldur.

| Ár | Fjöldi | ln fjöldi |
|---|---|---|
| 1 | 372 | 5.92 |
| 2 | 194 | 5.27 |
| 3 | 15 | 2.71 |
| 4 | (1) | 0.00 |



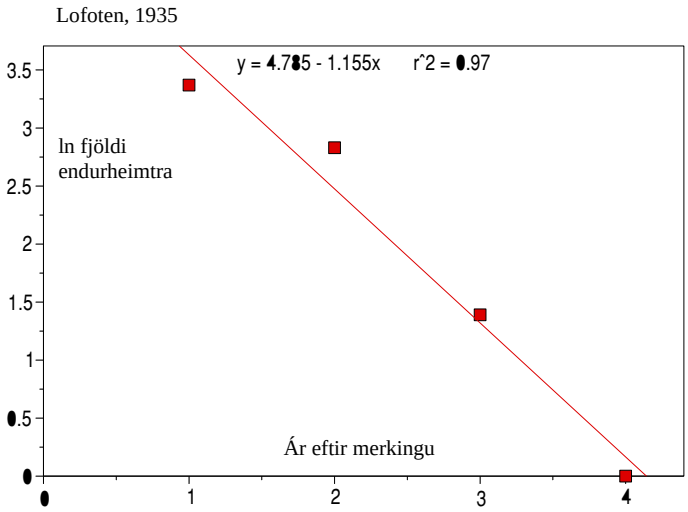

Merktir: 2363
Endurheimtir: 581
Hlutfall: 24.6%

Z = 2.0
S = 0.14
A = 0.86
u = 0.21
F = 0.49
M = 1.51

Á þessum árum var þorskafli við Færeyjar að meðaltali 37 þús. tonn á ári, sveiflaðist frá 26-45 þús tonn (aflinn er nú innan við 10 þús tonn). Þess er getið [Thompson 1943] að endurheimtur hafi verið allt að 75% í einstökum hópum (sýnir góð merkjaskil og lítinn merkingadauða). Merkingar á árunum 1952-1963 gáfu endurheimtur á bilinu 16-40% [Jákupsstovu, S.H. o. fl. 1993]. Heimildir geta ekki um að fiskur hafi verið merktur við Færeyjar eftir 1963.

Lófóten 1935. Hrygningarfiskur.
Á vertíðinni 1935 var 581 þorskur merktur við Lófóten. Á sömu vertíð endurveiddust 24 þeirra við Lófóten og 5 sem voru á leið aftur norður. Ári seinna veiddust 17 þessarra þorska, 16 í Lófóten og 1 fyrir utan Vesterålen. Ári seinna veiddust aðeins 4 fiskar.

| Ár | Fjöldi | ln fjöldi |
|---|---|---|
| 1 | 29 | 3.37 |
| 2 | 17 | 2.83 |
| 3 | 4 | 1.39 |
| 4 | (1) | 0.00 |




Merktir: 581
Endurheimtir: 50
Hlutfall: 8.6%

Z = 1.20
S = 0.30
A = 0.70
u = 0.06
F = 0.10
M = 1.10

Sundt, sá sem merkti fiskinn, dró þá ályktun að flestir þorskar sem merktir voru við Lófóten héldu sig þar á vertíðinni. Þorskurinn virtist ferðast frá Barentshafinu djúpt utan landgrunnsins þar sem veiðarfæri næðu ekki til hans. Merkingar 5000 þorska í Barentshafi fyrir 1930 studdu einnig þessa ályktun, en þegar skrifað var um þær merkingar, af Idelson 1931, höfðu einungis tæp 1% merkjanna komið fram.

Samantekt

Útreikningar á þessum merkingarniðurstöðum eru allar í eina átt. Náttúruleg dánartala er há og veiðiálag virðist lágt. Niðurstöður eru alltaf óralangt frá hinni "samþykktu" 0.2 að það vekur furðu að menn skulu nota hana áfram gagnrýnislaust. Of langt mál yrði að fara niður í alla skekkjuvalda og áhrif þeirra, um slíkt má lesa í [Ricker 1975]. Samt verður ekki hjá því komist að benda á nokkur atriði. Flestir þættirnir vinna þannig að þeir vanmeta veiðiálag og hækka dánartölu.

**1) Hvort fiskurinn lifir af merkinguna**

Þekkt er að fiskur bíður oft tjón við merkingu og getur það dregið hann til dauða síðar. Reynslan er sú að afföllin séu mest rétt eftir merkinguna, svo dragi úr þeim og þeir fiskar sem hafi af fyrstu vikurnar nái sér að fullu. Ástæður affalla eru: Hnjask og áverkar eftir veiðarfæri, þreyta og streita eftir barning við að reyna að losa sig, missir slímhúðar sem veldur sveppasýkingu, sundblaðra springur vegna snöggs þrýstingsmunar, köfnun á dekki o. s. frv.

Þessi dauði kemur fram eins og færri fiskar hafi verið merktir og kemur fram sem vanmat á sóknarhlutfalli (u). Þetta sést stundum þegar fjöldi endurheimta er settur upp sem fall af tímalengd frá merkingu (sjá línuritið um merkingar við Færeyjar og Grænland hér á undan), þá eru endurheimtur fyrsta ár ekki í samræmi við árin sem á eftir koma. En það ber einniga að athuga að óeðlilegalágar endurheimtur á fyrsta ári geta stafað af því að merkingar eru ekki framkvæmdar í ársbyrjun eða vertíðarbyrjun og einnig því hvernig sóknarmynstrið er.

Þessar skekkjur er hægt að leiðrétta með því að framlengja línuna, og taka tillit til þessa í útreikningunum. Ákvörðun heildardánartölu (Z) út frá línuritinu er óháð merkingardauða, en getur valdið því að sóknarálagið (u) verði vanmetið, þar með verður F vanmetið og M ofmetið.

**2) Hvernig merkin tolla í fiskinum**

Merkin geta horfið með ýmsum hætti og þau geta dregið fiskinn til dauða. Hvort tveggja virkar á sama hátt: Færri merki skila sér. Þar með vanmetast endurheimtur og þar með koma fram skekkjur. Það má hugsa sér að þetta gerist í aðalatriðum á tvennan hátt: Merkin hafa ákveðinn líftíma, þá detta þau af. Þetta getur t.d. gerst á þann hátt að vírinn sem heldur þeim föstum eyðist eftir ákveðinn tíma. Merkin geta vaxið inn í fiskinn, orðið ósýnileg, eða vaxið út úr fiskinum eftir ákveðinn tíma. Þetta myndi koma fram sem "brot" á endurheimtulínunni niður á við. Ekki er að sjá að slíkt gerist í þeim tilraunum sem hér hefur verið fjallað um. Benda má á að merkin eru 10 ár að skila sér í Grænlandsveiðunum en eru horfin eftir þrjú ár við Færeyjar.

Hinn möguleikinn er að þau séu alltaf að detta af (drepa fiskinn) með jöfnum hraða. Við slíkar aðstæður vinna þau í útreikningum svipað og dánartala, eru eins konar föst "auka" dánartala. Líklegt er að þetta gerist en stærð þessara auka dánartölu er óþekkt. Hún getur ekki verið afgerandi í heildardánartölunni eins og sést á því að Z við Grænland mælist 0.5 en 1.5 við Færeyjar. Þó svo að merkjatap væri helmingur af Z við Grænland þá eru eftir 0.25 fyrir raunverulegt M og væri þetta heimfært á Ísland 1925-36, þá væru enn eftir 0.5 handa M þegar búið væri að draga frá hugsanlega dulda dánartölu vegna merkjataps.

**3) Hvernig merkin skila sér**

Oft er talað um að menn skili ekki merkjum og þess vegna sé ekkert að marka það sem út úr þeim fæst. Skortur á skilum veldur því að sóknin verðu vanmetin. Það hefur hins vegar ekki áhrif á dánartöluútreikninga því gera verður ráð fyrir því að trassaskapur við merkjaskil gangi jafnt yfir öll merki án tillits til þess hve lengi þau hafa verið í sjó. Merkjaskil geta ekki verið mjög sæm og eru háar endurheimtur við Færeyjar til vitnis um það. Hafa ber í huga að sami flotinn stundaði veiðar við Ísland, Færeyjar og líklega Grænland, þ. e. Bretar aðallega, Þjóðverjar og aðrir útlendingar. Annars vekur það furðu mína að ekki skuli hafa verið gerðar blindmerkingar (kasta merktum fiski í kösina) til þess að finna merkjaskilin á svipaðan hátt og gert var við síldarmerkin, þá var merkjum kastað í þrær verksmiðjanna til að sjá hvort og í hve miklum mæli þau kæmu fram.

En varla er von til þess að menn sem ekki reyndu að fræðast um þá þætti sem fá mátti með merkingum hafi borið gæfu til þess að afla sér meiri vitneskju um áreiðanleika þeirra. Þorskmerkingar hafa að mestu legið niðri sl. 20 ár og segir það meira en mörg orð. Eftir að farið var

að reikna fiskstofna með svokallaðri VP- greiningu er eins og menn hafi misst sjónar á náttúrufræðinni. Náttúruleg dánartala var samþykkt (M=0.2), allar aðrar upplýsingar voru óþægilegar og því bar að forðast það sem gæti breytt hinu viðurkennda. Það er ekki fyrr en nú að venjulegt fólk er farið að sjá að það sem "fiskifræðingarnir" eru að segja og gera brýtur í bága við reynslu og heilbrigða skynsemi. Viðbrögðin eru að bregðast við gagnrýni með því að halda á lofti hrunkenningum, sbr. "endurnýjunargeta þorskstofnsins er komin í hættu vegna þess hve hrygningarstofninn er orðinn lítill". "Við erum staddir á bjargbrún í þoku" o. s. frv.
Að mínu mati er það einkum þrennt sem veldur þeim ógöngum sem fiskveiðistjórn okkar (og heimsins) er komin í:

1) Vanmat á náttúrulegri dánartölu (og að hún sé breytileg) og þar með vanmat á stofnstærð og ofmat á veiðiálagi.

2) Skilningsleysi á mikilvægi vaxtarhraða einstaklinganna. Hann er ekki notaður og það er ekki einu sinni reynt að mæla hann rétt (meðalþyngd árganga eftir aldri er ekki sama og vaxtarhraði).

3) Trú manna (í blóra við reynslu) á að stór hrygningarstofn sé nauðsynlegur til að halda fiskstofnum stórum eða stækka þá. Því stærri sem hrygningarstofninn er, þeim mun betra.

Heimild (sem ekki er vitnað til í aðalgrein):

Jákupsstovu, S. H. og J. Reinert 1993. **Fluctuations in the Faroe Plateau cod stock.** ICES 1993/CCC Symposium/No. 11