

**Notkunarmöguleikar íslenskra
rafeindafiskmerkja við rannsóknir
á fari og vexti laxa í sjó**

Jóhannes Sturlaugsson

Mars 1995

VMST-R/95007

VEIDIMÁLASTOFNUN
Bókasafn

Efnisyfirlit

	Bls
1. Inngangur	1
1.1 Hefðbundnar fiskmerkingar	1
1.2 Fjarmælingar með rafeindafiskmerkjum	1
2. Mælimerki, nýjung í fiskirannsóknnum	2
2.1 Íslenskt mælimerki	4
2.2 Göngur laxins í úthafinu og mælimerkingar	6
2.3 Göngur laxins á grunnsævi og mælimerkingar	8
3. Lokaorð	10
4. Þakkarorð	10
Heimildaskrá	11

1. Inngangur

Fiskmerkingar hafa verið einn þáttur fiskirannsókna um langan aldur. Upplýsingar runnar frá fiskmerkingum hafa aflað okkur mikilvægra upplýsinga um líffræði ýmissa fisktegunda og meðal annars verið einn þeirra þátta sem byggt hefur verið á við stjórnun fiskveiða.

1.1 Hefðbundar fiskmerkingar

Hefðbundnar merkingar fiska byggja á því að auðkenna fisk þannig að hann þekkist aftur, ýmist sem einstaklingur eða sem hluti af þeim hóp fiska sem merktur var á ákveðnum stað og tíma. Við hefðbundnar merkingar er oftast notast við sérframleidd merki, bæði utanálíggjandi merki t.d. slöngumerki og innvortis merki líkt og örmerki eru dæmi um. Þessu til viðbótar þekkist að auðkenna fiska með meðhöndlun og má þar nefna unggaklippingar, frostmerkingar og merkingar með efnum sem hægt er að skynja utanvert eða innvortis (t.d. í kvörnum). Tilgangur hefðbundinna merkinga getur verið margvíslegur svo sem að afla upplýsinga um göngur, vöxt, veiðalag, stofnstærð og fleira. Hjá frítt syndandi fiski gefa slíkar merkingar allajafna einungis upplýsingar um fiskinn á merkingarstað og síðan ekki söguna meir fyrr en við endurheimtu. Fyrirliggjandi upplýsingar af þeim toga eru helstu staðfestingar þess hvernig fiskar dreifa sér innan og milli svæða í ferskvatni og sjó. Í áranna rás hafa hefðbundnar merkingar þannig skilað góðri mynd af dreifingu fiska sem koma inn í veiði, af mörgum tegundum og stofnum innan þeirra.

1.2 Fjarmælingar með rafeindafiskmerkjum

Annað tímabil merkinga hófst þegar notkun rafeindafiskmerkja hófst á sjötta áratug aldarinnar (1). Þá komu fram á sjónarsviðið fyrstu merkin ætluð til fjarmælinga. Þessi fyrstu rafeindafiskmerki innihéldu sendibúnað sem með viðeigandi móttökubúnaði gerði kleift að miða út fiskana sem báru merkin og hafa þessi merki verið nefnd eltimerki. Þessir sendar hafa ýmist sent út útvarpsbylgjur (ferskvatnsrannsóknir) t.d. (2) eða hljóðbylgjur (einkum sjávarrannsóknir (3-7). Þessi merki hafa á misjafnlega nákvæman hátt gert mögulegt að staðsetja fiskinn. Móttökubúnaðurinn er ýmist fastsettur (t.d. við árbakka eða við stjóra) eða færanlegur og er þá fiskurinn eltur uppi með einu eða fleiri móttökutækjum á bátum og/eða frá landi meðan hægt er. Auk landfræðilegrar staðsetninga hafa verið notuð eltimerki sem gáfu einnig upplýsingar um það dýpi sem að fiskurinn var á (6,8), en þau hafa verið fá

sökum þess hve dýr þau hafa verið í framleiðslu. Merki með sendibúnaði til fjarmælinga hafa á síðari árum í litlu mæli verið búin ýmsum sértækum nemum sem tengdir hafa verið fiskinum sem ber merkið til þess að meta virkni hans á ýmsum sviðum og eru sum þeirra aðeins ætluð til nota við tilraunaaðstæður. Sem dæmi um þetta eru merki sem senda upplýsingar yfir það hve oft fiskur slær sporðinum sem mat á sundhraða og/eða hrygningaratferli (t.d. 9) og merki sem hafa nema sem gefur upplýsingar um hjartslátt til að meta virkni fisks og efnaskiptahraða (t.d. 10).

Á heildina litið þá hafa fjarmælingar með sendimerkjum bætt miklu við þær upplýsingar sem lágu fyrir frá hefðbundum merkjum (20). Þó nú sé öldin nánast runnin á enda og búið að skrifa yfir 1100 greinar um notkun sendimerkja við fjarmælingar (1), þá hafa þessi merki samt sem áður ekki enn gefið möguleika á að fylgjast með fiski á göngu í sjó yfir löng tímabil. Ástæðan er sú að hljóðmerkin sem notuð eru í sjó eru skammdræg (400-600m) og því er auðvelt af missa af fiski sem ekki er þeim mun staðbundnari, ekki síst þegar sjólag er slæmt en auk þess er rándýrt að halda úti bátum og mannskap við eltingaleikinn. Vegna þessa hafa slíkar rannsóknir í sjó aðeins gefið stutta mæliferla og þykir einstaklega gott að halda sambandi í fáeina daga samfelld.

Hin síðari ár hafa komið fram eltimerki sem reikna út nákvæma staðsetningu sína með hliðsjón af afstöðu sinni til gervitungla (GPS). Sendir merkisins sendir síðan þær upplýsingar til gervitungla, þannig að hægt er að fylgjast með för dýrsins jafnóðum í tölvu í makindum á skrifstofunni. Þessi merki hafa opnað stórkostlega möguleika, en þeir möguleikar nýtast í náinni framtíð einungis þeim rannsóknum á fari sjávardýra þar sem um ræðir stórvaxin lagardýr sem geta borið þessi þungu og fyrirferðarmiklu merki. Annað skilyrði þess að þessi merki nýtist er að dýrið komi upp á yfirborð sjávar, en það er forsenda þess að merkið geti miðað út staðsetningu sína og sent upplýsingarnar í gegnum gervitungl. Dæmi um sjávardýr þar sem þessi merki hafa nú þegar komið að góðum notum eru hvalir, hákarlar og stórvaxnir selir svo kallaðir sæfílar.

2. Mælimerki, nýjung í fiskirannsóknum

Ný útfærsla á rafeindafiskmerkjum hefur komið fram á tveimur síðastliðnum árum, en þar eru mælingar merkjanna jafnóðum skráðar inn í minni sem er í merkinu. Rafeindabúnaður þessara merkja er í aflokaðri einingu sem þolir vel mikinn þrýsting samfara miklu dýpi og er hylkið ýmist fest utan á fiskinn eða því komið fyrir innvortis. Þessi rafeindafiskmerki

mæla þætti í umhverfi fiskins, bæði dýpi (þrýsting) á fiski og sjávarhita á því dýpi. Auk þess er mögulegt að fá stærstu merkin með nema fyrir birtumagn en mælingar á því eru ætlaðar fyrir grófa ákvörðun á landfræðilegri staðsetningu hjá stórum uppsjávarfiskum svo sem túnfiski. Mælingar merkjanna eru teknar samkvæmt fyrirfram ákveðnum útgangspunktum t.d. á ákveðnum tímafresti og/eða á ákveðnu dýpi. Tímatengdar mæliniðurstöðurnar eru skráðar í minniseiningu merkisins og því er réttnefni þessara merkja mæliskráningarmerki en þau hafa einnig verið nefnd mælimerki og verður það nafn notað yfir þau hér. Mælimerki hafa það meðal annars umfram eltimerki að þar spilar sjólag ekki inn í notkunarmöguleikana auk þess sem mótorskellir trufla ekki atferli fiskins líkt og þegar verið er að elta uppi hljóðsendimerki í sjó.

Sá tími sem mælingar mælimerkja geta varað byggja í fyrsta lagi á því hversu öflug rafhlaða merkisins er og í öðru lagi hversu margar mæliskráningar minni þess getur geymt. Mælitími merkjanna byggir í þriðja lagi á fjölda skráninga en þær hafa áhrif á endingartíma rafhlöðunnar og þann tíma sem rými er tiltækt í minni merkisins. Hinn eiginlegi líftími merkjanna er misjafn eftir því hvernig mæligildin eru geymd í minni þeirra en besta leiðin er sú að upplýsingarnar eru "brenndar" inn í minnið og þá geta þær geymst svo árum skiptir eftir að endingartíma rafhlöðu er lokið.

Til þess að mælingar mælimerkjanna nýtist þurfa merkin að endurheimtast því merkið þarf að tengja tölvu til að ná í þær upplýsingar sem eru í minniseiningu merkisins. Þetta þýðir að einhverjir af þeim fiskum sem merktir eru þurfa að veiðast ef umstangið á að koma að gagni. Líkur á endurheimtum á merkjum í veiði er því einn þeirra þátta sem leggja þarf til grundvallar þegar ákveðið er hvort mælimerkja skuli fiska af tiltekinni tegund. Verð merkjanna skiptir að sjálfsögðu einnig máli en það er í dag á bilinu 15-90 þúsund krónur. Mælimerkingar samhliða hefðbundnum merkingum er vænlegur kostur í rannsóknum, en þar myndu sameinast kostir sértækra upplýsinga frá mælimerkjunum og mikið magn hefðbundinna upplýsinga frá ódýrari merkingum.

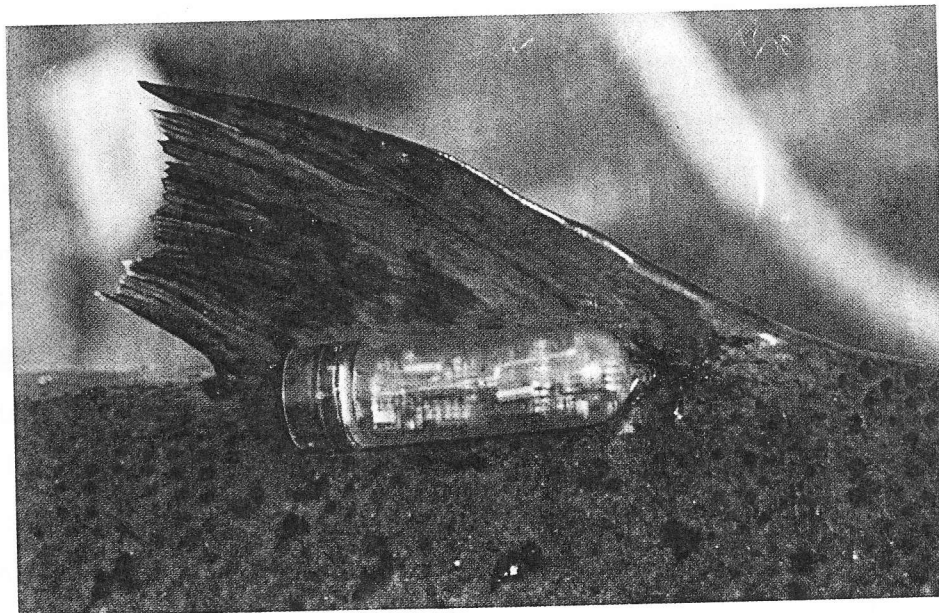
Eiginleikar mælimerkjanna fela í sér að nú er mögulegt að afla mjög langra mæliferla yfir umhverfisþætti á farleið fiska, bæði hvað varðar tíma (ár eða lengur) og vegalengdir sem spannað geta þúsundir kílómetra ef gögnuhegðun fiskins býður upp á slíkt. Af framansögðu má sjá að tilkoma mælimerkja opnar nýja vídd í sjávarrannsóknum og markar upphafið að nýju skeiði í rannsóknum á fiski í sjó sem á eftir að auka stórlega við þá þekkingu sem fengist hefur með hefðbundnum rannsóknaaðferðum. Þó ekki kæmi til annað en að skoða

Þessi mæligögn frá fiskunum yfir dýpi og sjávarhita ein sér eða með hliðsjón af umhverfisþáttum sem ekki þarf að mæla s.s. dægursveiflu, sjávarföllum, og árstíðum, þá er ljóst að merkin geta gefið geysimiklar upplýsingar.

Niðurstöðurnar sem aflast með hjálp mælimerkja verða nánast hrein viðbót við þær niðurstöður sem einungis fást með hefðbundnum rannsóknum á vistfræði fiska í sjó. Mæliferlarnir einir sér og í tengslum við önnur gögn svara nefnilega mörgum spurningum sem ekki verður svarað með öðrum hætti. Sóknarfærin sem notkun mælimerkja skapa hvað rannsóknir á fiski í sjó varðar eru því mjög vænleg til árangurs og gildir það sérstaklega um víðförula fiska sem erfitt er að festa hendur á, eins og laxinn er gott dæmi um.

2.1 Íslenskt mælimerki

Á liðnu sumri hóf fyrirtækið Stjörnu Oddi hf framleiðslu á rafeindafiskmerki svo kölluðu mælimerki (1. mynd).



Mynd 1. Mælimerki á laxi. Þegar mælimerki er haft utanáliggjandi þá er það fest hliðlægt við bakuggann eins og hér er sýnt.

Mælimerkið var þróað af verkfræðingnum Sigvari Guðbjörnssyni í samvinnu við sérfræðinga Veiðimálastofnunar og Hafrannsóknastofnunar. Íslenska mælimerkið er 17 mm í þvermál, 56 mm á lengd og vegur 12 grömm en er u.þ.b. hlutlaust hvað varðar flothæfni. Minnisrýmd þessa merkis ber nú 1980 skráningar en mun ef að líkum lætur stækka 2-4 falt

á næstu 1-2 árum. Merkið getur skráð upplýsingar yfir 12 - 14 mánuða tímabil en vegna þess að mæliniðurstöðurnar eru "brenndar" inn í minnið þá geymast þær áfram eftir að rafhlöður þrjóta. Íslenska mælimerkið skráir í minni samkvæmt fyrirfram ákveðnum tímafresti það dýpi (þrýsting) sem fiskurinn er á og hita þeirra sjávarlaga. Fyrsta mæling og skráning er stillt við samsetningu merkis þannig að merkið fer að mæla eftir ákveðið langan tíma (2 sekúndur - nokkrir mánuðir) eftir að segull (seglurofi) hefur verið fjarlægður af húsi merkisins. Þetta fyrirkomulag gerir kleift að velja úr ákveðin tímabil til mælinga og sem dæmi er hægt að skrá hvorutveggja hita og dýpi á 10 mínútna fresti í tæpa 7 sólarhringa eða yfir 14 mánaða tímabil á um 10 klst fresti. Þannig er mögulegt að mælimerkja hópa fiska þar sem hluti hópsins er látin skrá sveiflur í dýpi og hita yfir langt tímabil t.d. bæði að degi og nóttu en annar hluti hópsins (eða annað merki á sömu fiskum) látin skrá með styttri hléum yfir skemmri tímabil.

Í Bandaríkjunum höfðu áður komið fram mjög stór mælimerki sem sökum stærðar sinnar höfðu einungis verið notuð á túnfisk og þaðan af stærri fisk. Hinsvegar eru Ástralir nú að koma fram með mælimerki sem svipar til íslenska mælimerkisins, en það merki er nokkuð stærra og helmingi þyngra en íslenska mælimerkið og hefur enn ekki verið prófað á frítt syndandi fiski. Auk þessara mælimerkja hafa Bretar nýlega lokið við þróun á mælimerki ætlað til notkunar á flatfiskum og hefur það merki verið prófað við náttúrulegar aðstæður með góðum árangri (11). Það merki er einnig talsvert stærra en það íslenska og u.þ.b. þrefalt þyngra.

Framboð mælimerkja er eins og af þessu má sjá strax orðið nokkuð en kostir íslenska mælimerkisins eru helstir smæð þess og meðfærileiki auk þess sem það er lang ódýrasta merkið á markaðnum. Íslenska merkið hefur með smæð sinni opnað nýja leið við rannsóknir á göngum meðalstórra fiska og um leið opnað sérlega áhugaverð sóknarfæri til rannsókna á mörgum tegundum og aldurshópum nytjafiska. Hér ber að geta þess að mælimerkingin á laxi á liðnu sumri sem fjallað verður um hér á eftir, var jafnframt í fyrsta sinn á heimsvísu sem slík merki eru notuð á meðalstóran bolfisk.

Smæð íslenska mælimerkisins gerir það að verkum að hægt er að nota það á fiska sem eru yfir 35 sentimetrar að lengd og/eða 0,6 kg að þyngd. Mælimerkið er fest annaðhvort á bak fisksins við bakugga eða innvortis og þá er mælimerkingin auðkennd með utanáliggjandi plastmerkjum (slöngumerki) sem fest eru í bak fisksins við bakuggann og/eða koma út frá hliðinni kviðlægt að framanverðu. Almennt verður sú leið farin að staðsetja mælimerkin í

kviðarholi ef fiskurinn á að bera merkið í marga mánuði. Þeir sem veiða mælimerkta laxfiska losa merkið úr fiskinum og koma því til Veiðimálastofnunar ásamt hefðbundum upplýsingum um: veiðitíma, veiðistað, kyn, lengd og þyngd ásamt hreistursýni. Sérlega mikilvægt er að eiga ekkert við hylkið sem umlykur rafeindabúnað mælimerkisins og skrá allar áðurtaldir upplýsingar með sem mestri nákvæmni. Veiðimenn sem skila inn mælimerkjum fá viðurkenningarskjal, ásamt peningaverðlaunum og línurit í lit sem sýnir ferðir fisksins milli sjávarlaga og hita þeirra sjávarlaga.

2.2 Göngur laxins í úthafinu og mælimerkingar

Lax er mjög áhugaverð skepna til að mælimerkja af ýmsum ástæðum. Í fyrsta lagi eru ferðir íslenskra laxa lítt þekktar í sjónum af ýmsum orsökum en ein þeirra er sú hve víðförrull hann er á þeim göngum sínum. Hérlandis höfum við laxveiðilöggjöf sem heimilar ekki laxveiði í sjó, nema á fáeinum tilgreindum stöðum við strendur Faxaflóa. Af þeim sökum og vegna þess að lax kemur mjög lítið í veiðarfæri sem ætluð eru öðrum fisktegundum í sjó hér við land, þá hafa almennar veiðar í sjó ekki gefið okkur mynd af ferðum laxins í íslenskri fiskveiðilögsögu. Þessu til viðbótar hafa rannsóknir á laxi í sjó hér við land verið mjög takmarkaðar. Þær rannsóknir sem þó hafa verið gerðar, hafa verið framkvæmdar hin síðustu ár á grunnsævi, flestar þeirra í samvinnu við Hafrannsóknastofnun. Þær hafa einkum beinst að því að skoða göngur laxaseiða á leið til hafs og fæðunám þeirra (12-15).

Niðurstöður þeirra rannsókna hafa leitt margt markvert í ljós. Seiðunum hefur verið fylgt vel eftir fyrstu 40 kílómetrana á leið til hafs auk einstöku veiði allt upp í 75 km frá upphafi göngunnar. Á þessu svæði hafa seiðin haldið greitt til hafs og að jafnaði lagt um 30 kílómetra að baki á sólarhring. Áhrif seiðanna á átuframboð næst landi ættu því að vera lítil og á sama hátt ætti átumagn næst landi að hafa lítil áhrif á afkomu seiðanna. Auk þess hefur ennþá ekkert komið fram sem bent getur til mikilvirkra áhrifa afræningja á þessari slóð. Með hliðsjón af niðurstöðum þessara rannsókna verða því helstu afföllin á laxaseiðunum fyrsta sumarið í sjónum á svæðum sem utar liggja en síðan taka við vetrarafföll (16). Auk þessa hafa rannsóknir verið gerðar á göngum og fæðunámi smá- og stórlaxa á grunnsævi í lok sjávargöngunnar.

Þegar litið er á sjávargöngu íslenskra laxa í heild þá er þekking okkar æði bágborin og nánast engin þegar komið er út fyrir grunnsævið ef undan eru skildar upplýsinga frá ofangreindum rannsóknum og þær upplýsingar sem tiltækar eru frá ábata- og

rannsóknaveiðum undan Grænlandi og Færeyjum. Afföll eru mikil á þeim laxi sem gengur héðan í sjó en af þeim laxi sem gengur í sjó árlega, deyja 80 - 99% þeirra drottni sínum þar með tilsvarendi áhrifum á laxgengd í ár og hafbeitarstöðvar. Í ljósi þess sem sagt hefur verið er eðlilegt að frekari rannsóknir á laxi í sjó við Ísland gangi í þá átt að kanna ytri svæði landgrunnsins og úthafið. Sökum kostnaðar hefur slíkt ekki þótt forsvaranlegt með hefðbundnum aðferðum, en svo dæmi sé tekið þá kostar sólarhringsútgerð stærstu rannsóknaskipa okkar á bilinu 200-400 þúsund krónur. Tilkoma mælimerkjanna breytir hinsvegar forsendunum til rannsókna á ytri svæðum. Vilji menn á annað borð finna orsakatengslin milli sveiflna í fiskgengd og umhverfisþátta með það að markmiði að slíkar upplýsingar geri með tímanum kleift að spá fyrir um afkomu fiskstofna, þá er grunnurinn sá að vita á hvaða hafsvæðum fiskurinn heldur sig og í tilfalli íslenskra laxa, þá er slík vitneskja nánast ekki fyrir hendi nú.

Veiðimálstofnun hefur í samráði Hafrannsóknastofnun, veiðréttarhafa og Laxeldisstöð ríkisins gert áætlanir um mælimerkingar sem miða að því að nota mælimerkin eftir mætti til að öðlast skilning á fæðugöngum laxins í sjónum árið um kring með það sem langtímamarkmið að mæliniðurstöðurnar ásamt öðrum upplýsingum geri með tímanum kleift að ráða nánar í helstu þættina sem stjórna lífsafkomu laxins í sjónum. Skammtímamarkmið rannsókna er að nota slíkar mælimerkingar til að fræðast almennt um vistfræði laxins í sjónum, en þær upplýsingar yrðu auk þess nýttar til að auka afrakstur laxastofna þegar tilefni gefst til þess.

Mælimerkin eru enn það stór að ekki er hægt að nota þau á gönguseiði laxa en hjá Stjörnu Odda er unnið að því að merkin smækki á næstu árum. Til að ná settum markmiðum munum við því byrja á því að mælimerkja hoplaxa fyrir göngu þeirra í sjó en auk þess er mögulegt að veiða lax á línu til merkinga á fæðuslóð undan Færeyjum, en slíkar merkingar myndu þá einkum byggja á merkjaheimtum í öðrum löndum. Við rannsóknirnar munu mæliniðurstöðurnar verða notaðar til að:

1. Draga upp tímatengd ferli yfir það dýpi sem fiskar á fæðu- og hrygningargöngu í sjó velja sér og hitann á því dýpi. En þesskonar upplýsingar um eðli sjávarlaganna sem lax fer um, er um leið grófur mælikvarði á mögulega fæðu, afræningja og samkeppnisaðila á þeim dýptarsviðum.

2. Skoða vöxt fiskanna við mismunandi umhverfisaðstæður (sjávarhita) og athuga hvort finna megi tengsl á milli vaxtarmynsturs hreisturs fisks og breytinga í sjávarhita á

farleið fisksins. Hvorutveggja gefur dýrmætar upplýsingar um áhrif vaxtarskilyrða í sjó, sem gæti að auki leitt til þess að meira yrði hægt að lesa úr hreisturgögnum einum sér í framtíðni.

3. Afmarka lágmarks og hámarks hitagildi þess sjávar sem lax fer um á hverri árstíð. Afmarka þau svæði sem laxinn dvelur á með því að bera saman mælimerkjagögn yfir sjávarhita í efri lögum við sjávarhitagögn frá gervitunglamælingum og önnur tiltæk hitagögn. Djúpar sunddýfur útiloka jafnframt á sama tíma grynri hafsvæði en sem dýpt á fiski nemur. Afmörkun búsvæða laxins í hafinu, þó að í grófum dráttum sé myndi samt sem áður vera þýðingarmikið skref í þá átt að mynd fáiast af dreifingu íslenskra laxa í Norður Atlantshafinu. Allar þessar upplýsingar væru síðan teknar saman til álykta um eðli fæðu- og hrygningargangna laxa í sjó.

2.3 Göngur laxins á grunnsævi og mælimerkingar

Hér á undan var rætt um hvernig áætlað er að nota mælimerkin til að afla gagna um ferðir laxins frá því að hann gengur í sjó þar til hann gengur aftur í ferskvatn. Nú verður farið nokkrum orðum um annan hluta rannsóknanna (forsendur og markmið), en sá hluti byggir á sértækari athugunum með mælimerkingum sem hófust sumarið 1994 (17).

Þar er markmiðið að nota sér auk íslensku mælimerkjanna þær sérstöku aðstæður sem að bjóðast til mælimerkinga og endurheimta í hafbeitarstöðinni Silfurlaxi hf í Hraunfirði á Snæfellsnesi, til þess að skoða á mjög nákvæman hátt gönguhegðun laxa á hrygningargöngu í sjó. Þær rannsóknir eru jafnframt hugsaðar sem fyrsta prófun við náttúrulegar aðstæður á nýjum nemum sem framleiddir verða í íslensku mælimerkin.

Mælimerkjarannsóknir á göngum smá- og stórlaxi á grunnsævi á leið til hrygningar hófust í Faxaflóa og á sunnanverðu Reykjanesi 1993 (18). Þá voru prófuð merki sem voru fyrirrennarar þeirra íslensku mælimerkja sem framleiðsla var síðan hafin á. Þau merki skráðu einungis hitastig og þrátt fyrir að ekki hefði verið lokið við hönnun á hylki utan um merkin fékkst þarna fyrsti skráningarferill frá mælimerki yfir sjávarhita á farleið lax á hrygningargöngu í sjó, auk þess sem dýrmæt reynsla fékkst af notkun merkja. Uppsetning þessara rannsókna og þeirra sem gerðar voru út frá Snæfellsnesi 1994, byggðu hvað varðar tilfærslur og sleppingar á laxi í sjó á reynslu frá rannsóknum á göngum laxa sem gerð var 1991 í Faxaflóa og suður af Reykjanesi (19).

Rannsóknir á göngum hrygningarlaxa á grunnsævi (0-200m) undan Snæfellsnesi

sumarið 1994 voru hluti verkefnisins "Notkun mælimerkja í sjávarrannsóknum á laxi" (17). Auk framlaga þeirra sem unnu saman að verkefninu, þá var það styrkt af Rannsóknaráði ríkisins sem forverkefni og af Sjávarútvegsráðuneytinu. Uppsetning þeirra rannsókna gaf einstakt tækifæri á að skoða gönguhegðun laxanna með hliðsjón af dýpt á fiski á hverjum tíma og þeim sjávarhita sem var á því dýpi, en það var einmitt meginmarkmið þessa verkefnis. Annað markmið rannsókna var að skoða þessi gögn í ljósi þekktra umhverfisþátta svo sem sjávarfalla og birtumagns, þannig að hægt væri að öðlast innsýn í það hvernig laxinn bregst við þessum þáttum á leið sinni og þar með hægt að taka á ýmsum þáttum er varða hina leyndardómsfullu ratvísi laxins. Rannsóknum þessum verður fram haldið á sumri komanda og mun þá meðal annars verða farið með mælimerkta laxa til sleppinga langt út fyrir grunnsævi þannig að hægt verði að skoða gönguhegðun fiskanna yfir miklu dýpi og langt frá ströndum.

Auk þeirra möguleika sem felast í skráningum merkjanna eru ýmsir þættir sem gera það að verkum að uppsetning þessara rannsókna gefur möguleika á einstaklega ítarlegum gögnum. Fyrst ber að nefna það að merking á laxi í lok sjávargöngu hans gerir kleift að vera nokkuð öruggur með mjög góðar heimtur af merktum fiski og þær upplýsingar fást samsumars. Mælimerktur lax veiddur í Hraunfirði sem er fluttur burt og sleppt, endurveiðist í Hraunfirði vegna þess að hann bjó yfir nauðsynlegum eiginleikum til að rata þangað aftur og á þeim staðreyndum grundvallast þær athuganir sem gerðar eru á gönguhegðuninni. Aðrir kostir sem einkenna þessa rannsóknaraðferð eru helstir eftirfarandi:

- A) Veiditæknin gerir kleift að veiða nýrunnin lax í sjó og það án þess að skaða hann, sem kemur til að mynda í veg fyrir hreisturlos. Þetta ásamt merkingu og flutningi í sjó, kemur í veg fyrir að seltujafnvægi fiskanna sé truflað en slíkt gæti hugsanlega skekkst verulega fengna mynd af gönguhegðun.
- B) Hægt er að fanga þann fjölda fiska sem hægt er að meðhöndla á einum degi þann sama dag og það gildir að jafnaði einnig um tímabilin þegar göngurnar eru veikastar snemma sumars og síðla sumars. Þannig að fiskarnir eru ekki kyrrsettir nema nokkra klukkustundir samfara veiðum og merkingu. Um leið gefur veiðin oftast möguleika á því að velja í svipuðum hlutföllum til merkinga út frá stærð (smálax/stórlax) og kyni. Þetta til samans gerir samanburð á gönguhegðun innan og milli hópa auðveldari en ella.

- C) Sleppistaði er hægt að velja með hliðsjón af ýmsum þáttum sem taldir eru geta haft áhrif á gönguhegðun fiskanna á þeim stað og á svæðunum sem skilja að sleppisvæðið og Hraunsfjörð t.d. fjörusævi eða út yfir dýpi, stutt eða langt frá Hraunsfirði, stysta heimleið undan eða á móti megingjávarstraumum.
- D) Skilvirk merkjaleit í Hraunsfirði þar sem hver einasti fiskur fer í gegnum merkjaleit, tryggir hámarksheimtur á merkjum.
- E) veiðiaðferðin gerir kleift að ná laxi mjög fljótt eftir að hann kemur frá sleppistað og það gefur möguleika á góðum gögnum varðandi gönguhraða.
- F) Aðstæður eru mjög góðar til að skoða þyngdartap (orkueyðslu fiska á þessari gönguslóð. Þessi þáttur verður skoðaður í ljósi hitaskráninga og sundvegalengda (lárétt fjarlægð að viðbættu sundi milli sjávarlaga) Við komandi rannsóknir sem byggja á aðstöðunni í Hraunsfirði verður þyngdartap fiska á þessari slóð skoðað enn nánar með að hafa fiska til viðmiðunar í kví á sama tíma til þess að meta þyngdartap hjá fiskum með litla sundvirkni. Þannig verður hægt að ná mati á hlutdeild grunnefnaskiptanna í þyngdartapinu.
- G) Möguleikarnir sem fólgnir eru í aðstöðu til veiða og til flutnings á laxi skapa einstakan grundvöll til þess að tengja fengna mynd af gönguhegðun laxanna við það hvernig lax hagar sér almennt við að rata úr hafi heim í ferskvatnið. Vegna þess að um er að ræða lok hrygningargöngunnar þá einfaldast málið einnig til muna þar sem erlend og innlend gögn varðandi fæðunám laxins í þessum hluta lífsferilsins sýna að gegnumsneitt hefur hann látið af virku fæðunámi á þessu skeiði, þó svo að hann sporðrenni einstaka fæðudýrum sem á vegi hans verða. Þannig þarf ekki að gera ráð fyrir að fengið göngumynstur sé til komið vegna fæðuöflunarátferlis, né heldur að það skekki mikið fengna mynd af orkueyðslu fiskanna (þyngdartapi) á sama tíma.

3. Lokaorð

Hér að framan hefur verið útlistað hve mikið er hægt að fræðast um lífsháttu laxins í sjónum með því að færa sér mælimerkin í nyt. Framþróun verður því aðeins í rannsóknum að raunhæfir möguleikar séu nýttir á sem skynsamastan hátt, því er eðlilegt að fylgja eftir þeim miklu möguleikum sem fólgnir eru í notkun mælimerkja við rannsóknir á laxi í sjó.

4. Þakkarorð

Konráð Þórisson á Hafrannsóknastofnun las skýrsluna yfir og fær bestu þakkir fyrir.

Heimildaskrá

1. Baras, E. 1991. A bibliography on underwater telemetry, 1956-1990. Can Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1819:55p.
2. Webb, J. 1992. The behaviour of Adult Salmon (*Salmo salar* L.) in the River Tay as Determined by Radio Telemetry. Scottish Fisheries Research Report. Nr 52. 19 bls
3. Stasko, A.B. 1975. Progress of migrating Atlantic salmon (*Salmo salar* L) along an estuary, observed by ultrasonic tracking. J. Fish. Biol. 7:329-338.
4. Moore, A. og E.C.E. Potter. 1994. The movement of wild sea trout, *Salmo trutta* L., smolts through a river estuary. Fisheries Management and Ecology 1994, 1:1-14
5. Westerberg, H. 1982. Ultrasonic Tracking of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) - I. Movements in coastal regions. Drottingholm report. 1982. 60: 81-101.
6. Westerberg, H. 1982. Ultrasonic Tracking of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) - II. Swimming depth and temperature stratification. Drottingholm report. 1982. 60: 102-120.
7. Johnstone, A.D.F., Glass C.W., Mojsiewicz W.R. og G.W. Smith. 1991. The movements of Saithe (*Pollachius virens* L.) revealed by acoustic tracking. Prog. Underwater Sci. 16:61-73.
8. Jákusstovu, S.H., Jorgensen P.T., Mouritsen R og Á. Nicolajsen. 1985. Biological data and preliminary observations on the spatial distribution of salmon within the Faroese fishing zone in February 1985. ICES C.M. 1985/M:30.
9. Johnstone, A.D.F., Lucas M.C., Boylan P. og T.J. Carter. 1992. Telemetry of taibeat frequency og Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during spawning. Í, Wildlife Telemetry: Remote monitoring and tracking of animals, Priede, I.G. og S.M. Swift (ritstj). Proceedings of 4th European Conference on Wildlife Telemetry. Ellis Horwood, Chichester. 1992.
10. Lucas, M.C. 1994. Heart rate as indicator of metabolic rate and activity in adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Fish Biology. 44: 889-903.
11. Metcalfe, J.D., Holford B.H. og G.P. Arnold. 1993. Orientation of plaice (*pleuronectes platessa*) in the open sea: evidence for the use of external directional clues. Marine Biology. 1993.117:559-566.
12. Jóhannes Sturlaugsson. 1994a. Food of ranched Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Postsmolts in Coastal Waters, West Iceland. Nordic J. Freshw. Res.(1994).69:43-57
13. Jóhannes Sturlaugsson. 1994b. Vistfræði laxaseiða í Breiðafirði. Ugginn. 15:12-14.

14. Hvidsten, N.A., Sturlaugsson, J., Strand, R., og B.O. Johnsen. 1993. Næringsvalg hos fjordutsatt havbeitesmolt av laks på Island og Norge. NINA Oppdragsmelding.164: 1-14.
15. Jóhannes Sturlaugsson og Konráð Þórisson. Rannsóknir á vistfræði laxaseiða í Breiðafirði 1993 og 1994. Óbirt.
16. Friedland, K.D., Reddin D.G. og J.F. Kocik. 1993. The production of North American and European Atlantic salmon: Effects of post-smolt growth and ocean environment, ICES C.M. 1993/M:13
17. Jóhannes Sturlaugsson og Konráð Þórisson. Notkun mælimerkja við rannsóknir á gönguhegðun laxa á grunnsævi undan Vesturlandi. Veiðmaðurinn. 147: (Í prentun).
18. Jóhannes Sturlaugsson og Konráð Þórisson. Mælimerkingar á laxi: Prófun mælimerkja og rannsóknir á gönguhegðun laxa 1993. Óbirt.
19. Jóhannes Sturlaugsson. Rannsóknir á fari smá- og stórlaxa í Faxaflóa og undan sunnanverðu Reykjanesi 1991. Óbirt.
20. Urquhart, G.G. og A.D.F. Johnstone. 1993. Acoustic Tracking of fish in the sea: Current status and future prospects. Proceedings of the Institute of acoustics, 1993. 15(9):57-77.