

### Fiskmerki sem eru notuð við rannsóknir á fiskum

#### - Helstu gerðir og virkni þeirra □

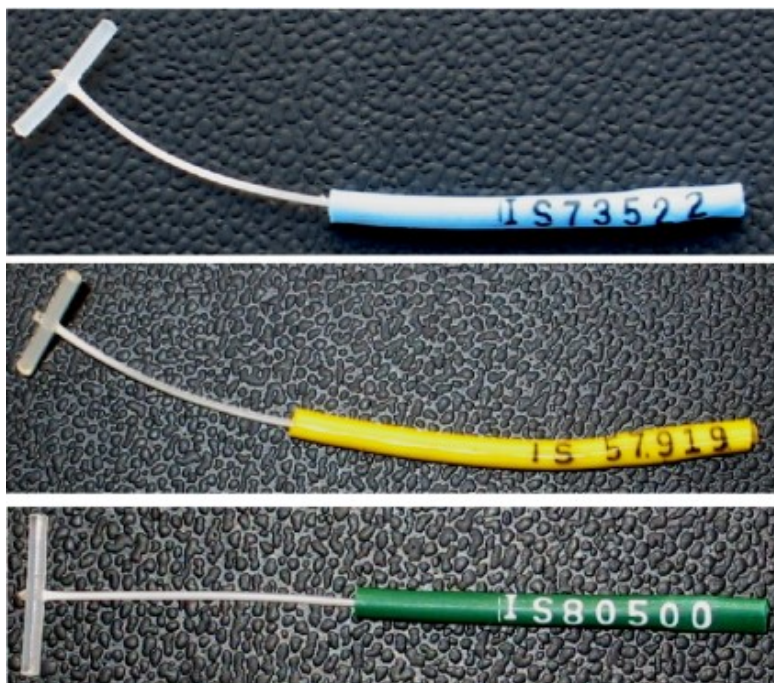
#### 1. Fiskmerki þar sem gögn byggja á endurveiði (Gagnaöflun er veiðiháð)

##### Auðkennismerki

Merki af ýmsum toga sem notuð eru bæði í ferskvatni og sjó. Merkin hafa það hlutverk að auðkenna fiskana sem þau bera og gera þannig kleift að safna upplýsingum um þá fiska. Dæmi um gögn sem endurveiðar fiskanna skila eru upplýsingar um það hver framvindan er frá merkingu að endurveiði varðandi líkamsvöxt fiskanna, kynþroska þeirra, veiðidánartíðni og lífslíkur almennt (út frá endurveiðihlutfalli) og varðandi dreifingu fiskanna með hliðsjón af svæðum.

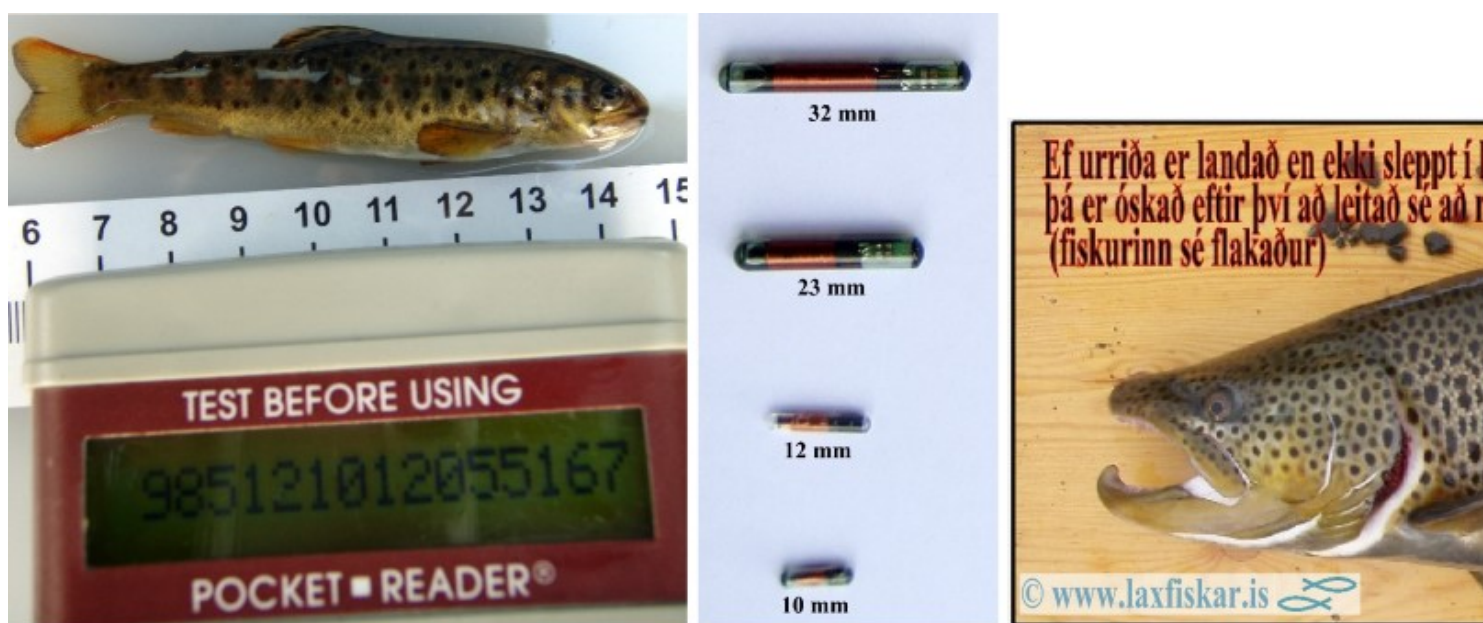
Af auðkennismerkjum má nefna plastmerki sem bera auðkenni svo sem einkennisstafi og raðnúmer af ýmsum gerðum (Floy T-bar, spaghetti o.fl.), örmerki með raðnúmerum sem mest eru notuð til merkinga á seiðum og rafkenni með kóða sem kemur fram þegar merkin eru skynjuð (handskannar). Öfugt við önnur auðkennismerki gefa rafkenni einnig möguleika á því að afla upplýsinga um fiskana sem þau bera án þess að fiskarnir endurveiðist (síritandi skráningstöðvar í ám og lækjum sem lesa kóða þessara óvirku rafeindafiskmerkja). Plastmerkin

eru útvortis og því áberandi . Það sama gildir ekki um rafkenni sem yfirleitt eru innvortis í fiski (í vöðva eða kviðarholi) og örmerki sem ætíð eru innvortis (skotið í trjónu með örmerkingarvél). Undir flípanum “Merkjaskil” má sjá flest svæðanna þar sem Laxfiskar stunda fiskmerkingar og hvaða fisktegundir koma þar við sögu.



**Slöngumerki/Plastmerki (Floy T-bar)** Myndin vinstra megin sýnir slöngumerki (IS og númer) og myndin hægra megin sýnir slöngumerktar bleikjur í Þingvallavatni.

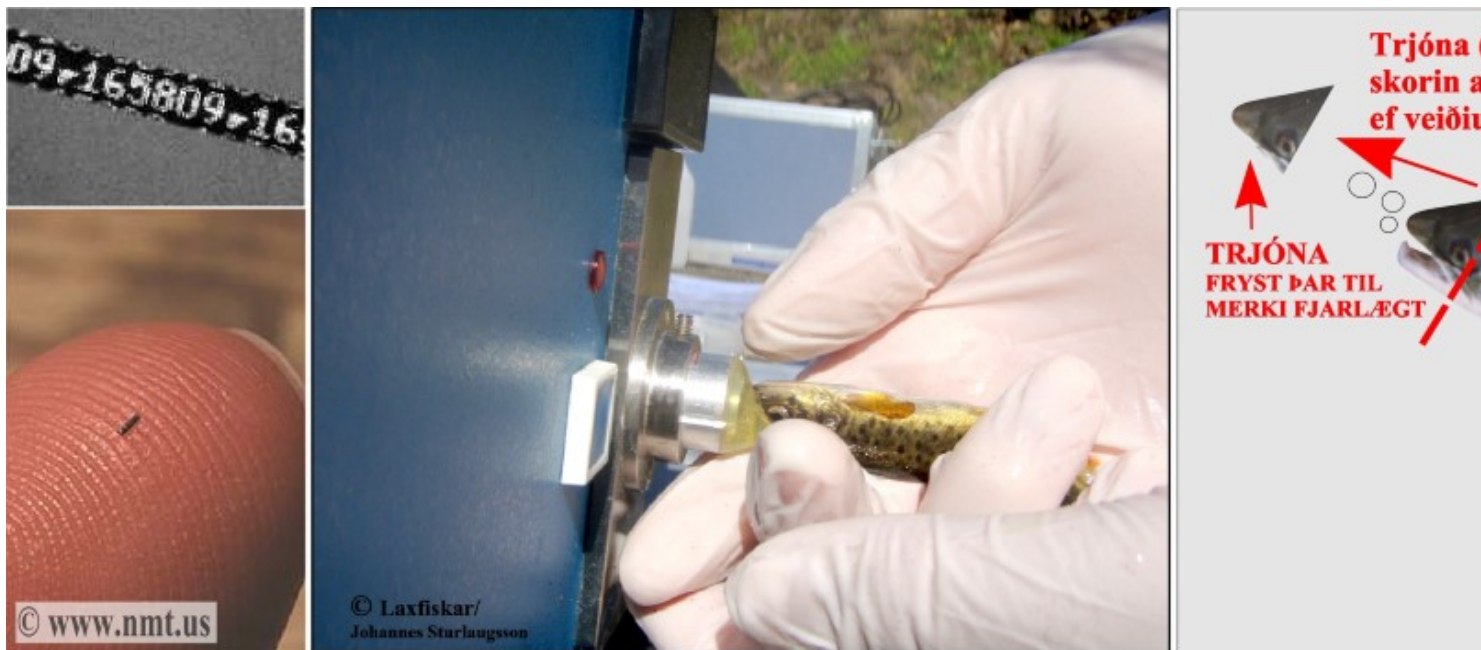
Laxfiskar hafa allt frá stofnun 2003 notað slöngumerki af Floy T-bar gerð til að afla fiskifræðilegra gagna um lax, urriða (staðbundnir urriðar og sjóbirtingar), bleikjur (staðbundnar bleikjur og sjóbleikjur) auk þess sem við höfum í litlu mæli nýtt slík merki við rannsóknir á sjávarfiskum samhliða merkingum með rafeindafiskmerkjum.



**Rafkenni (Passive integrated transponder / PIT)** Myndin vinstra megin sýnir urriðaseiði sem búið er að merkja með rafkenni og kóða merkisins á rafkennalesara. Seiðið er reyndar einnig örmerkt líkt og sjá má á því að veiðiugginn hefur verið klipptur af. Myndin í miðið sýnir rafkenni af 4 stærðum (10-32m að lengd). Myndin hægra megin sýnir stóran urriða úr Þingvallavatni og svæðið þar sem rafkenni er sett innvortis (í vöðva) í þeim merkingum.

Laxfiskar hafa frá árinu 2008 notað rafkenni við rannsóknir á urriða og bleikju í Þingvallavatni og Úlfjótssvatni og aðliggjandi ám. Merkin eru meðal annars nýtt til að fylgjast með hrygningargöngum urriða á riðin í Öxará á haustin og fram í byrjun vetrar og líkamsvexti þeirra fiska frá ári til árs. Árleg vöktun á hrygingarfiski í Öxará sýnir að algengt er að urriðarnir hrygni þar árum saman og gott dæmi um hversu þrautseigir Þingvallaurriðarnir eru í þeim efnum er að

árið 2012 gengu til hrygningar í Öxará 20% af þeim urriðum sem merktir voru þar með rafkennum haustið 2008. Laxfiskar hafa einnig notað rafkenni við rannsóknir á sjóbirtingi, bleikju og staðbundnum urriða úr lindánni Tungulæk í Landbroti en þær rannsóknir hófust 2008. Þar hafa merkin meðal annars verið nýtt til að fylgjast á einstaklingsgrunni með göngum sjóbirtinga í Tungulæk að loknum ætisgöngum þeirra í sjó og enn fremur til að fá innsýn í ferðir staðbundinna bleikja og urriða á milli Tungulækjar og jökulárinnar Skaftár sem Tungulækur rennur í.



**Örmerki (coded wire tags / CWT)** Myndin vinstra megin (neðri) sýnir örmerki á fingri og stækkað tugfalt (efri). Myndin í miðið sýnir þar sem urriðaseiði hefur verið sett í hausmót örmerkingarvélar til þess að skjóta örmerki í trjónu þess. Myndin hægra megin sýnir einkenni

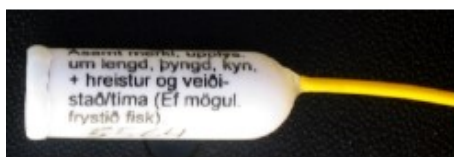
örmerktra fiska (veiðiugga vantar) og hvernig trjóna er fjarlægð af örmerktum fiski.

Örmerki eru fyrst og fremst notuð við merkingar á laxa- og silungsseiðum og samtímis er veiðiuggi fiskanna klipptur af þannig að þeir þekkist þegar fiskurinn veiðist en þá er trjóna fisksins tekin af og skilað. Rannsóknaraðilar finna síðan segulmagnað örmerkið sem er örsmátt (1,1mm x 0,25mm) og lesa upplýsingar þess í víðsjá. Örmerki er hægt að nota til einstaklingsmerkinga líkt og Laxfiskar gera við merkingar á náttúrulegum gönguseiðum laxa í Elliðaánum. Ennfremur eru örmerki notuð til hópmerkinga en þá er hægt að rekja merktan fisk til hópsins sem merktur var en ekki einstaklingsins. Við slíkar merkingar er samhliða merkingu tekið úrtak seiða úr hópnum til að mæla stærðir seiðanna og meta ástand þeirra. Þær upplýsingar ásamt upplýsingum um forsögu seiðanna og yfir framgangsmátann á meðferð hópsins í kjölfar merkingar eru síðan hafðar til hliðsjónar þegar fiskarnir endurveiðast til að átta sig á vexti þeirra og þroska en einnig er gjarnan reynt að ráða í lífslíkur fiskanna út frá endurveiðihlutfallinu. Slíkar merkingar eru gjarnan viðhafðar við mat á fiskræktaraðgerðum og þá gjarnan merktir stórir hópar seiða. Merkingar Laxfiska á gönguseiðum laxa í Eystri-Rangá og Jöklu eru dæmi um slíkar merkingar þar sem samanburður á endurheimtum laxanna með hliðsjón af sleppisvæðum og stærð seiðanna og eldisforsögu eru mikilvægir samanburðarþættir rannsókna. Örmerkjum (trjónum örmerktra fiska) er líkt og öðrum fiskmerkjum skilað til rannsóknar- eða umsjónaraðila hvers vatnasvæðis eða til Fiskistofu.

## **Mælimerki**

Rafeindafiskmerki sem mæla atferli fiska og/eða þætti í umhverfi þeirra svo sem dýpið (þrýstinginn) sem fiskarnir fara um, stefnu þeirra (jarðsegulsvið) og líkamsstöðu (tví- og þríviðir hallanemar) og skráningar á umhverfispáttum svo sem hita, seltu, jarðsegulsviði og ljósmagni á leið fiskanna. Gögnin eru skráð í minni merkjanna á fyrirfram ákveðnum tíma og nýtast eingöngu ef fiskarnir endurheimtast. Mælimerki eru notuð bæði við rannsóknir í ferskvatni og sjó og ýmist staðsett innvortis í kviðarholi eða útvortis og þá yfirleitt við bakugga fiskanna. Laxfiskar hafa allt frá stofnun 2003 notað mælimerki til að afla gagna um atferli fiska og umhverfi þeirra. Í þeim rannsóknum hafa allir þeir mælinemar sem getið var hér að ofan verið notaðir einhverju sinni að frátöldum ljósmagnsnemum. Í rannsóknum Laxfiska líkt og almennt

Þar sem mælimerki eru nýtt til að afla gagna þá er algengast að nota merki sem mæla fiskdýpi og hita umhverfisins (sjór/ferskvatn), en aðrir nemar eru gagnlegir til að afla ýmissa sértækra gagna sem geta oft gefið magnaða innsýn í þætti sem ekki er hægt að ráða í með öðrum hætti. Dæmi um slíkt er þegar Laxfiskar hófu 2006 fyrstir á veraldarvísu rannsóknir á áttun og rötun Atlantshafslaxins með mælimerkjum sem mældu jarðsegulsvið svo kölluðum áttavitamælimerkjum. Þær rannsóknir og samskonar rannsóknir 2009 gáfu algerlega nýja sýn á göngur laxins í sjónum á leið hans í heimaána til hrygningar og sýndu meðal stefnufestu laxanna á leið þeirra að landinu og síðan breytilegra atferli þegar fiskarnir voru komnir að ströndum landsins.



**Mælimerki (Data storage tags / DSTs)** Myndin vinstra megin sýnir mælimerki án slöngu og með slöngu, en mælimerki með slöngu eru gjarnan notuð þegar merkt er innvortis (slangan liggur þá út um kviðvegginn). Mynd í miðið sýnir mælimerkta ýsu og hægra megin er urriði með mælimerki.

## ***Staðarárkvörðandi upplýsingar frá veiðiháðum merkjum (gögn um landfræðilega útbreiðslu fiska)***

### ***Eiginleg staðarárkvörðun***

□ - □ **Auðkennismerki og mælimerki** - Staðsetning endurveiði (veiðistaður í ám, vötnum eða sjó).

□ - □ **GPS mælimerki** - Staðsetning skráð í merkin frá GPS sönurum/sendum í skipum eða handvirkum GPS-sendum sem verða á vegi fiskanna í sjó eða ferskvatni. Merkin vista GPS gögn frá sendunum í minni sitt.

### ***Óbein staðarárkvörðun*** (frá sleppingu fram að endurveiði) □

□ - □ **Mælimerki** - Með vísun í mælda umhverfispætti (sjávarhiti, seltustig og segulsvið) og fiskdýpi er oft hægt að ákvarða svæðin sem merktir fiskar hafa dvalið á. Þannig má út frá sjávarhita og gögnum um fiskdýpi meta innan hvaða hafsvæðis eða hafsvæða mælimerktir fiskar hafa dvalið á hverjum tíma og enn frekar er hægt að þrengja hring slíkra staðarárkvörðana ef segulsvið er einnig mælt. Rannsóknir Laxfiska á laxi og sjóbirtingi á ætisingöngum í sjó hafa meðal annars skilað gögnum yfir hafsvæðin sem fiskarnir nýttu sér. Árið 2005 merktu Laxfiskar til að mynda hoplaxa í Botnsá að vori sem lifað höfðu af hrygninguna og vetursetuna í ánni og þær merkingar skiluðu gögnum yfir alla sjógöngu laxanna frá því að þeir gengu í sjó þar til þeir gengu í ána til hrygningar eftir dvöl á ætisslóðum í úthafinu. Þar var í fyrsta sinn á veraldarvísu aflað samfelldra gagna yfir sjávardvöl laxins þar sem hvorutveggja voru skráðar upplýsingar um dýpið sem fiskarnir fóru um og sjávarhitann hverju sinni. Gögnin gáfu færi á að staðsetja ætisslóðir laxanna sem voru í úthafinu suðvestur og vestur af landinu með því að bera saman sjávarhitann sem laxarnir upplifðu upp við yfirborð sjávar við gervitunglamælingar á yfirborðshita sjávar og ennfremur með samanburði á sjávarhitanum sem þeir upplifðu í dýpri lögum við sjávarhitamælingar frá sniðmælingum Hafrannsóknarstofnunar á Íslandsmiðum á göngutímanum. Auk þeirra upplýsinga gáfu mæliferlanir innsýn í atferlisvistfræði laxanna það er að segja hvert samspilið var á milli dýpisins sem þeir fóru um og umhverfispáttu (sjávarhiti, staða sólar o.fl.) hverju sinni. Árið 2006 öfluðu Laxfiskar fyrstu mæligagna á veraldarvísu yfir sjávardvöl laxins þar sem selta var mæld til viðbótar sjávarhita og fiskdýpi. Rannsóknir Laxfiska á sjávardvöl hoplaxa úr Skógá á Suðurlandi og sjávardvöl laxa frá merkingum gönguseiða sem sleppt var í Tungufljót í Biskupstungum 2005 sýndu einnig mikilvægi hafsvæðanna suðvestur og

vestur af landinu sem ætisslóðar íslenskra laxa.

Sambærileg not má hafa af mælingum mælimerkja við rannsóknir á göngum fiska í ferskvatni þar sem breytileiki er nægur í vatnshita og/eða botndýpi sem gerir þá kleift að ákvarða dvöl fiskanna á mismunandi svæðum og jafnvel búsvæðum innan þeirra. Dæmi um slíkt frá rannsóknum Laxfiska eru gögn yfir ferðir Þingvallaurriða þar sem fylgst hefur verið með fiskunum árið um kring. Þannig er meðal annars hægt að ákvarða hvenær mælimerktir urriðar runnir úr Öxará eru þar á ferð við hrygningu með hliðsjón af þeim mun sem er í hitadægursveiflu Öxarár og Þingvallavatns og út frá fiskdýpinu. Samhliða gefa merkin upplýsingar um hvenær urriðinn dvelur í Þingvallavatni og á hvaða dýpi hann dvelur þar hverju sinni sem gerir kleift að skoða þann þátt atferlis hans með hliðsjón af tíma sólarhrings og árstíma meðal annars með hliðsjón af stöðu sólar (dagsbirta-húm-náttmyrkur). Gögn frá mælimerktum Þingvallaurriðum gáfu þannig færi á að sjá hvaða búsvæði vatnsins fiskarnir nýttu sér hverju sinni, svo sem svæði við strendur vatnsins þar sem áhrif lindavatns eru ráðandi, ytri svæði með hliðsjón af dýpinu sem þeir fara um og hitaskiptalaginu sem myndast árlega og viðhelst frá maí og fram í september. Auk þess gáfu mælimerkin nákvæmari upplýsingar um staðsetningu urriðanna í vatninu í tilvikum þegar mælimerktir urriðar nýttu sér afmarkað strandsvæði við Nesjahraun þar sem heitt lindavatn streymir út í Þingvallavatn. Laxfiskar voru fyrstir á veraldarvísu til að samþætta not af mælimerkjum og hljóðsendimerkjum (eiginleikar þeirra útlistaðir síðar í þessu yfirliti) með því að merkja fiska í senn með báðum merkjagerðunum. Slík tvímerking með þessum rafeindafiskmerkjum gerði kleift að fá landfræðilega staðsetningu fiskanna þegar þeir dvöldu innan skynjunarsviðs síritandi skráningastöðva sem voru á mismunandi stöðum í Þingvallavatni og í Öxará og samhliða afla gagna yfir hegðun þeirra og umhverfi frá mælimerkjunum. Mælimerki sem endurheimtust frá slíkum tvímerkingum gáfu þannig upplýsingar þar sem á köflum var í senn vitað á hvaða svæði vatnsins fiskurinn dvaldi og hvaða dýpi hann fór um þar og hitann á þeirri slóð. Af öðrum svæðum þar sem Laxfiskar hafa notað mælimerki við rannsóknir í ferskvatni á urriða og bleikju eru Litlá í Öxarfirði, vatnakerfi Hópsins og Víðidalsár, Tungulækur og Grenlækur (Grænlækur) í Landbroti og Úlfjótsvatn.

## 2. Fiskmerki þar sem gögn fást án endurveiði (Gagnaöflun er óháð merkjaskilum)

### Gervitunglafiskmerki

Rafeindafiskmerki sem notuð eru til að fylgjast með fiskum í sjó, einkum langferðalöngum. Gervitunglafiskmerkin framkvæma mælingar á fyrirfram ákveðnum tímafresti á atferli fiska (fiskdýpi) og umhverfi þeirra (sjávarhiti, ljósmagn, segulsvið) og skrá þær upplýsingar í minni. Merkin hafa búnað sem losar merkin af fiskunum á skilgreindum tíma og/eða við ákveðnar umhverfisaðstæður (svo sem eftir samfellda dvöl á sama dýpi yfir tiltekinn fjölda klukkustunda-sólarhringa t.d. í yfirborði) og síðan skilar flot merkjanna þeim upp í yfirborð sjávar. Þessi merki eru nefnd gervitunglafiskmerki til aðgreiningar frá gervitunglamerkjum sem ekki hafa slíkan búnað og eru notuð meðal annars notuð á sjávarspendýr sem koma reglulega upp í yfirborð sjávar. Nafngiftin gervitunglamerki er þjálfa orð og nægilega lýsandi og er því gjarnan notað yfir þessi fiskmerki. Þegar gervitunglafiskmerki hafa skilað sér upp í yfirborð sjávar senda þau gögn um gervitungl, fyrst nákvæma staðarákvörðun svæðisins og síðan fara nokkrir sólarhringar í það að senda mæligögnin sem safnað hefur verið frá ferðalagi fisksins eða þar til rafhlöður merkjanna klárast. Laxfiskar innleiddu notkun gervitunglamerkja í fiskirannsóknnum hérlandis 2011 þegar við merktum hoplaxa úr Laxá í Aðaldal, en þær rannsóknir voru hluti viðamikilla rannsókna á laxi í N-Atlantshafi unnar voru í samstarfi við Norðmenn sem leiddu rannsóknirnar, Íra, Dani, Breta, Bandaríkjamenn og Kanadamenn. Sá lax sem lengst var fylgst með af þeim löxum úr Laxá skilaði mæligögnum yfir ferðalag sem spannaði vegalengd sem nam ríflega 2500 kílómetrum og hafði þá meðal annars farið um úthafið suður af Hvarfi, syðsta odda Grænlands. Árið 2012 rannsökuð Laxfiskar göngur þorsks við Ísland með gervitunglamerkjum og markaði sú rannsókn upphafið að notkun þeirrar tækni við þorskrannsóknir á veraldarvísu.

Nánari upplýsingar um gervitunglafiskmerki og notkun þeirra má finna [hér](#).



**Gervitunglafiskmerki (Pop-Up Satellite Archival tags / PSATs)** Myndin vinstra megin sýnir gervitunglamerki. Myndin í miðið sýnir hoplax með gervitunglamerki og myndin hægra megin sýnir þorsk með gervitunglamerki.

## **Hljóðsendimerki**

Rafeindafiskmerki sem senda út hljóðmerki sem einkennandi er fyrir hvert merki og sumar gerðir geta einnig mælt og sent gögn yfir fiskdýpi eða hita. Merkin gera kleift að fylgjast með fiskum á einstaklingsgrunni hvorutveggja í sjó og ferskvatni. Hljóðsendimerki eru framleidd fyrir ýmis tíðnisvið. Auk þess er misjafnt eftir gerðum merkjanna hvort hljóðmerkið er sent með stöðugu millibili eða kóðað (raðir hljóðpúlsa sem innihalda auðkenni merkisins). Kóðuð hljóðsendimerki gera kleift að aðgreina mikinn fjölda merkja sem þó senda á sömu tíðni. Upplýsingar um merкта fiska eru skráðar með sítitandi skráningarstöðvum eða færanlegum nemum (úr bátum og frá landi). Hljóðsendimerki eru ýmist staðsett innvortis í kviðarholi eða útvortis og þá yfirleitt við bakugga fiskanna. Laxfiskar hafa allt frá stofnun nýtt hljóðsendimerki við rannsóknir sínar á fiskum. Í ferskvatni höfum við notað merkin í Þingvallavatni og aðliggjandi ám, Úlfljótavatni og Efra-Sogi, Hópinu og Víðidalsá og Litlá í Öxarfirði. Í sjó höfum við notað hljóðsendimerki til að skrá landfræðilegar upplýsingar um staðsetningu fiska, dýpið sem þeir fara um og upplýsingar um gönguhraða þeirra. Rannsóknasvæðið þar er Hvalfjörður og svæðið rétt út af mynni hans sem spannar tæpa 40 km. Þar hafa Laxfiskar einkum fylgst með ýsu, steinbít, laxi og sjóbirtingi. Rannsóknir á laxi tóku til hoplaxa úr Botnsá í upphafi ætisgöngunnar en einnig hrygningarlaxa sem voru að ljúka sjávardvölinni eftir um 1 ár í sjó (smálax) eða eftir um 2 ár í sjó (stórlax). Rannsóknir á sjóbirtingi úr Botnsá skila upplýsingum um hvernig þeir nýta ætisslóð sína í Hvalfirði. Laxfiskar hófu skráningar á gönguhegðun ýsu árið 2009 og steinbíts 2010 með hljóðsendimerkjum sem um leið markaði upphafið að notkun rafeindafiskmerkja á fiskum af þeim tegundum hér við land. Þær rannsóknir sýna hvernig ýsa og steinbítur nýta mismunandi svæði Hvalfjarðar sem ætisslóð með hliðsjón af árstíma og gefa um leið upplýsingar hvenær fiskarnir dvelja utan svæðisins en þær ferðir tengjast fyrst og fremst árlegum hrygningargöngum þeirra.

