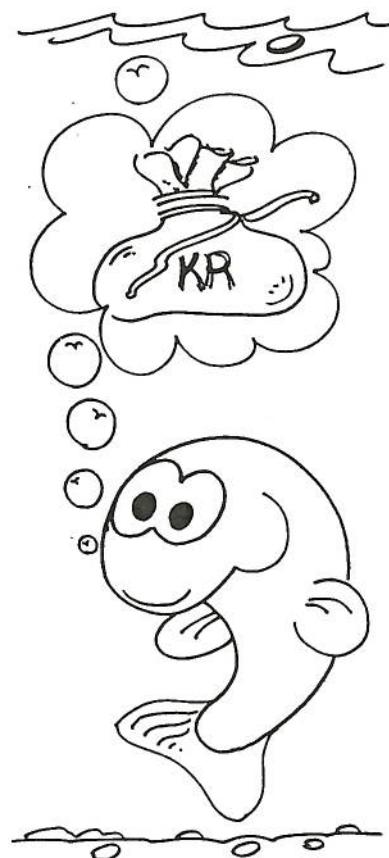


# **ELDI Á LAXI Í STRANDELDISSTÖÐVUM**



*Valdimar Gunnarsson*

*Kennsluhandrit*

## 1.0 Inngangur

### 1.1 Uppbygging og markmið

I þessari grein verður eingöngu fjallað um eldi á laxi (*Salmo salar* L.) í strandeldisstöðvum. Upplýsingar sem hér koma ættu einnig að nýtast við eldi á bleikju, regnbogaslinungi og urriða í strandeldisstöðvum. Strandeldi er skilgreint sem eldi á fiskum í kerjum á landi þar sem sjó eða sjóblöndu er dælt í kerin. Hér verður eingöngu fjallað um strandeldi í hringlaga kerjum. Fyrst verður fjallað um sjótoku og uppbyggingu strandeldisstöðva, síðan um umhverfispætti, fóðrun, vöxt, afföll, hreinsun kerja, flokkanir og ýmsa aðra verkþætti. Til nánari skýringar um rekstur matfiskeldisstöðvar, sjá kennsluhandrit um sjókvíaeldi útgefíð af Hólaskóla. Við skrif þessa kennsluhandrits hefur verið leitað fanga víða. Mest af upplýsingunum koma frá starfsmönnum strandeldisstöðva og er þeim þakkað fyrir veittar heimildir. Einnig eru fjöldi upplýsinga fengnar úr kennslubókum og vísindagreinum sem getið er um í heimildum og ítarefnis.

### 1.2 Hvers vegna strandeldi

Við eldi laxa í sjókvíum hafa komið upp mörg vandamál, eins og t.d. afföll vegna ofkælingar, mengunar, eitraðra þörunga, ofkælingar sjávar, mikillar veðurhæðar o.fl. Það er skoðun margra að það megi leysa flest þessi vandamál með tilkomu strandeldisstöðva. Hægt er að stjórna umhverfispáttum mun betur í strandeldi. T.d. með stjórnun á hitastigi er hægt að koma í veg fyrir ofkælingu á fiski og jafnframt hafa því sem næst hagstæðustu umhverfispætti á fiskinum á hverjum tíma. Með því að flytja eldisstöðvar á land minnka líkur á því að mikil veðurhæð valdi tjóni, einnig er öll aðstaða til að þjóna eldisstöðinni mun þægilegri. Það kemur aldrei upp að ekki sé hægt að þjóna fiskinum vegna veðurs eins og oft gerist þegar um er að ræða sjókvíar. Mun betra er að fylgjast með fiskinum og fóðruninni. Einnig skal bent á að gæði strandeldifiska eru oft meiri og stöðugleiki í framboði meiri samanborið við sjókvíaeldi. En þrátt fyrir marga kosti hafa strandeldisstöðvar ýmsa vankanta, sem vikið verður að í kafla 1.4.

### 1.3 Saga og umfang strandeldis á Íslandi

Það var árið 1978 sem fyrsta strandeldisstöðin tók til starfa hér á landi. Var hún reist að Húsatóftum við Grindavík. Fyrirtæki þetta fékk nafnið Eldi h/f. Reksturinn gekk mjög erfiðlega allt frá upphafi, og var bæði um tæknilega og líffræðilega örðugleika að ræða. Næsta strandeldisstöðin var byggð í nágrenninu eða að Stað við Grindavík. Hún fékk nafnið Íslandslax h/f og voru fyrstu seiðin sett í hana í júní 1986. Íslandslax h/f er 24.000 rúmmetrar að stærð og á þessum tíma var hún stærsta strandeldisstöð í heimi. Fljóttlega á eftir voru fleiri strandeldisstöðvar byggðar og má þar nefna, Smára h/f, Íspór h/f, Fjörfisk h/f, Lindalax h/f (nú Laxalind), Miklalax h/f og Silfurstjörnuna h/f. Í dag er Laxalind stærsta strandeldisstöðin í heiminum, samtals 26.000 rúmmetrar.

Framleiðsla strandeldisstöðva (seldur lax) á árinu 1990 var 1.739 tonn og stóðu 12 stöðvar að þeirri framleiðslu. Eldisrými þessara stöðva í árslok 1990 var um 155.000 rúmmetrar sem samsvarar tæplega 4.000 tonna framleiðslugetu ef miðað er við 25 kg framleiðslu á rúmmetra. Framleiðasla strandeldisstöðva var því langt undir framleiðslugetu.

### 1.4 Hvað fór úrskeiðis

Til dagsins í dag hefur strandeldi gengið mjög erfilega. Hafa skal í huga að þó svo að mun betur sé hægt að stjórna framgangi eldissins í strandeldi samanborðið við sjókvíaeldi, hefur strandeldi að minnst kosti ekki almennt verið samkeppnishæft við sjókvíaeldi. Ástæður þess eru mjög margar.

Stöðvarnar hafa verið tiltölulega dýrar í uppbyggingu sem hefur gert það að verkum að kostnaður vegna afskrifta og vaxta er mun hærra en í sjókvíaeldi. Einnig er kostnaður vegna dælingar í strandeldi sem ekki er til staðar í sjókvíaeldi. Strandeldi er tiltölulega ný eldisaðferð á laxi og hafa komið upp mörg tæknileg mistök við hönnun sem hefur dregið verulega úr samkeppnismöguleikum þeirra. Einnig hefur verið mikil um vandamál við dælingu á sjó, dælur hafa bilað og oft ekki virkað eins og gert var ráð fyrir.

Vandkvæði við að fá góð seiði hafa verið í sama mæli í strandeldi og í sjókvíaeldi. Töluverð afföll á fiski hafa átt sér stað vegna lélegra seiða. Sjúkdómar hafa einnig valdið töluverðu tjóni. Einn af góðum kostum strandeldis var talinn vera að sjór sem í þær væri notaður væri svo hreinn að mun minni líkur voru taldar á því að sjúkdómar kæmu upp. Það

kom því á óvart að sjúkdómar urðu mjög tíðir í strandeldi. Það er bakterían kýlaveikibróðir sem hefur valdið mestum afföllum af öllum sjúkdómsvöldum. Tölувert tjón hefur einnig orðið vegna dælustoppa sem hefur valdið súrefnisskorti og leitt til köfnunar hjá fiskinum.



Mynd 2.1 Staðsetning strandeldisstöðva í lok ársins 1990.

### 1.5 Heimildir og ítarefni

Braaten, B. and Schei, I., 1989. Culturing technologies: new developments. bls.973-992. In: Aquaculture - A biotechnology in progress. (ritstjórn N. De Pauw, E. Jaspers, H. H. Ackefors, N. Wilkins). European Aquaculture Society, Bredene, Belgium.

Anon, 1986. Þróun fiskeldis. Rannsóknarráð ríkisins. Rit 1986:1. 92 bls.

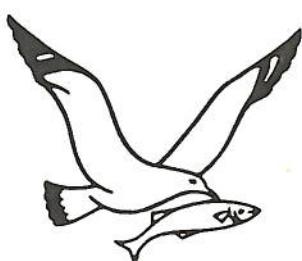
Jaques, R., 1990. Landanlegg - fremtid for norsk lakseoppdrett ? Norsk Fiskeoppdrett 15(2):32-34.

Jóhann Arnfinsson og Vigfús Jóhannsson, 1991. Framleiðsla í íslensku fiskeldi árið 1990. Veiðimálastofnun. VMST-R/91011.

Sigurður St. Helgason, 1987. On-shore rearing using geothermal energy for fish farming. bls. 53-59. Proceeding of the Salmon Farming Conference, Reykjavík, Iceland, 19-20 sept. 1985. Veiðimálastofnun, VMST/R-87025.

Valdimar Gunnarsson, 1988. Strandeldi á Íslandi - Liffræðilegar forsendur og arðsemi laxeldis. Sjávarfréttir 16(2):45-53.

Valdimar Gunnarsson, 1991. Sjókvældi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 112 bls.



## 2.0 Strandeldi í öðrum löndum

### 2.1 Skotland

A miðjum áratugnum 1960-70 var byrjað með strandeldi í Skotlandi. Í dag er fjöldi strandeldisstöðva kominn upp í 15 og eru þær staðsettar á vesturströnd Skotlands og á eyjunum fyrir vestan og norðan Skotlandsstrendur. Stöðvarnar eru að jafnaði litlar og ker yfirleitt minni og grynnri en þekkist hér á landi. Sjótaka er yfirleitt í yfirborði sjávar og getur verið um tölувverða mengun að ræða þegar veður er vont. Einnig er um það að ræða að bæði sé hægt að taka sjó í yfirborðinu og á meira dýpi þar sem sjórinn er hreinni og heitari á veturna. Hitastig sjávar er mjög hagstætt eða um 10°C að meðaltali og fer yfirleitt ekki undir 6°C. Vegna hærri meðalhita í skoskum strandeldisstöðvum hefur framleiðslan yfirleitt verið meiri en þekkist hér á landi. Vel rekin skosk strandeldisstöð getur haft tær 40 kg framleiðslu á rúmmetra sem er mun meira en þekkist almennt hér á landi.

Skotland er það land sem hefur lengsta reynslu með strandeldi á Atlantshafslaxi. Rekstur stöðvanna hefur gengið misjafnlega og er rekstrarkostnaður strandeldisstöðva að jafnaði hærri en sjókvíaeldisstöðva. Til að bæta afkomuna hafa eigendur sumra strandeldisstöðva lagt meiri áherslu á klakfisk og hrognaframleiðslu.

### 2.2 Noregur

A áratugnum 1960-70 voru reistar nokkrar smáar strandeldisstöðvar í Noregi. Yfirleitt gekk erfðilega með rekstur þessara stöðva og var oftast um tæknileg vandamál að ræða eins og dælustopp. Þessi rekstur lagðist því fljótegla af. Nú síðustu árin hafa norðmenn reist fjöldann allan af strandeldisstöðvum, og þá aðallega erlendis, eins og t.d. á Íslandi, Kanada og Spáni. Í Noregi hafa eingöngu nokkrar smáar stöðvar verið byggðar nú síðustu árin, og er mest um tilraunastöðvar að ræða.

### 2.3 Önnur lönd

I Kanada hafa nokkrar strandeldisstöðvar verið reistar og hefur rekstur þeirra gengið misjafnlega. Strandeldisstöðvar eru einnig í öðrum löndum eins og í Danmörku, Svíþjóð og Spáni.

### 2.4 Heimildir og ítarefni

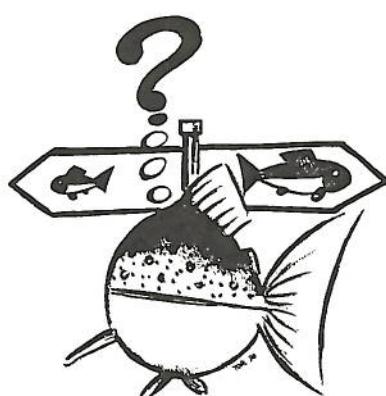
Aabel, J.P., 1990. Betydelig satsing på landbasert oppdrett i Canada. Norsk Fiskeoppdrett 15(6):42-43 og 45-6.  
Anon, 1989. Fish Farmer. July/august 1989.

Hunter, J., 1988. Erfaringer fra Scotland. NITO-kurs. Landbaserte oppdrettsanlegg og lukkede sjöanlegg, status erfaringer og utviklingstrender. Sheraton Hotel, Sandvika v/Oslo 9.-10. mars 1988.

Needham, T., 1988. Sea water cage culture of salmonids. bls.117-154. In: Salmon and trout farming. (eds. L. Laird and T. Needham). Ellis Horwood Limited.

Osland, E., 1990. Bruke havet - Pionertid i norsk fiskeoppdrett. Det Norske Samlaget.

Sigurður St. Helgason, 1982. Strandkvíaeldi. Freyr Nr. 2:52-6.



### 3.0 Sjótaka og uppbygging strandeldisstöðva

#### 3.1 Sjótaka

##### 3.1.1 Helstu staðir

Til þess að hægt sé að taka sjó beint úr hafinu þarf staðurinn þar sem stöðin er staðsett að vera sæmilega verndaður fyrir úthafsöldu. Þannig að sjótökumannvirki eigi möguleika á að standast óblíða veðráttu. Einnig er hægt að taka sjó í nágrenni fjörunnar með því að bora holu eða búa til brunn.

Á suðurlandi er hitastig hagstæðast hér á landi, en aftur á móti er allt suðurlandið opíð fyrir úthafsöldu sem útilokar beina sjótöku úr sjó miðað við þá tækni sem til er í dag. Sjótaka verður því að vera innan fjörumarka og miðast við töku úr brunnum eða holum. Fyrir mestum hluta suðurlands eru sandfjörur sem eru með lítið vatnsflæði og sígur því sjór hægt og seint í holur eða brunna. Hafa ber í huga að meðal strandeldisstöð þarf 1-3 rúmmetra af sjó á sek. Það þarf því mjög margar holur eða brunna til að fullnægja vatnsþörfinni vegna lítils flæðis í sandfjörum. Á nokkrum stöðum er þó nægilega gljúpur jarðvegur til að flæðið verði nægilegt og má í því sambandi nefna sunnanvert Reykjanes. Á öðrum stöðum hér á landi er hitastig sjávar lægra og sjávartaka því ekki eins góð og fyrir suðurlandi. Á nokkrum stöðum er jarðvegur nógum gljúpur til að hægt sé að hafa holur eða brunna eins og á Snæfellsnesi og Öxarfirði. Innarlega í fjörðum er á mörgum stöðum á vestur-, norður- og austurlandi nægilegt skjól til að hægt sé að taka sjó með því að leiða leiðslur beint út í sjó.

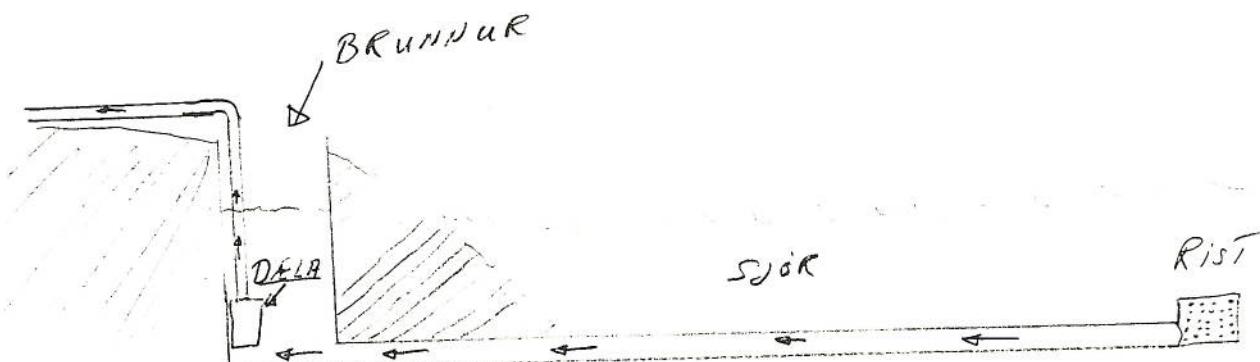
##### 3.1.2 Aðferðir við sjótöku

Til eru margar aðferðir við sjótöku. Um er að ræða beina sjótöku úr sjó og jarðsjávartöku. Kostir þess að taka sjó beint úr hafinu er að það getur verið tiltölulega ódýrt. Ókostir við slíka sjávartöku eru þeir að sjórinn getur oft verið mjög mengaður og hitasveiflur mjög miklar þegar sjórinn er tekinn alveg í yfirborðinu. Einnig er mikil hætta á ofkælingu sjávar á mörgum stöðum þegar sjór er tekinn í yfirborðinu. Yfirleitt er mjög aðgrunnt hér við land og er því yfirleitt ekki hægt taka vatnið á það miklu dýpi að mengunar gæti lítið. Kostir jarðsjávartöku eru þeir að vatnið er tiltölulega hreint, einnig eru mjög litlar sveiflur á hitastigi. Ókosturinn er að jarðsjávartakan er mun dýrari samanborið við beina sjótöku úr sjó.

#### Bein sjótaka

Hún er mikið notuð á skjólgóðum stöðum þar sem mikið dýpi er fyrir hendi. Þessi sjótaka er nokkuð algeng í Noregi og Skotlandi. Oft eru hafðir tveir eða fleiri möguleikar á hvaða dýpi hægt er að taka sjóinn. I flestum tilvikum er hægt að taka sjó í yfirborðinu og á nokkurra tuga metra dýpi. Sjórinn á slíkum stöðum er oft lagskiptur. Yfirborðssjórinn er því tiltölulega heitari en djúpsjórinn á sumrin og kaldari á veturna. Með þessu móti er hægt að taka heitari yfirborðssjó á sumrin og heitari djúpsjó á veturna. Einnig er hægt að skipta yfir úr töku á yfirborðssjó í djúpsjó ef mikið grugg er í yfirborðssjónum.

Margskonar dælur eru notaðar við beina sjótöku. Oft eru notaðar stórar sogdælur og leiðslur leiddar frá þeim út í sjó. Einnig er um að ræða að brunnar er grafinn í fjörunni og leiðslur lagðar út frá honum út í sjó. Til að dæla sjónum er síðan notaðar svo kallaðar brunndælur (sjá mynd 3.2).

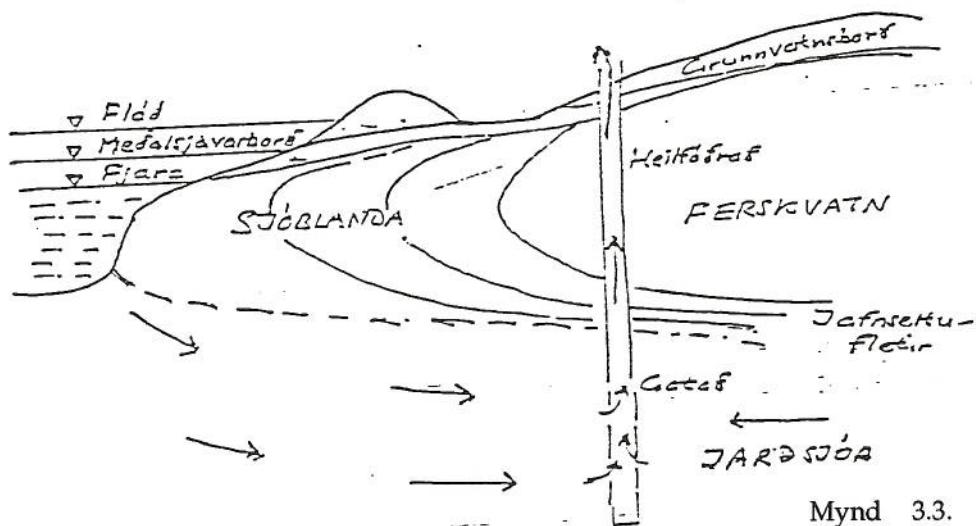


Mynd 3.2. Brunndælur notaðar við beina sjótöku

**Jarðsjávartaka úr bergi**

Hún er sennilega sú sjótokuáðferð sem er algengust hér á landi. Á mynd 3.3 er sýnt dæmi hvernig jarðsjór er tekinn. Á nokkrum stöðum hér á landi er hægt að velja um það hvað vatnið inniheldur mikla seltu. Síkar aðstæður eru t.d. á Reykjanesi. Þar flýtur ferskvatnslag ofan á jarðsjónum. Þetta ferskvatnslag er þess meira blandað sjó eftir því sem neðar kemur. Þegar hola er boruð á slíkum svæðum er hægt að ráða seltumagni vatnsins með því að taka vatnið á því dýpi sem óskað er eftir. Hversu langt holan er fóðruð niður ræðst af því hvaða seltumagn hefur orðið fyrir valinu. Holur eru einnig hafðar djúpar og fóðraðar langt niður til að fá heitari sjó. Í þessar holar eru settar djúpdælur og takmarkast oftast það magn sem hægt er að dæla úr holunni af stærð dælunnar sem hægt er að koma fyrir í holunni. Til að auka afkastagetu holanna hefur meðal annars verið grafinn brunnur ofan á holuna og vatnið látið flæða upp í brunninum. Með þessu móti hefur verið hægt að kom fyrir fleiri en einni dælu og auka dælinguna verulega.

JARÐSJÓR ÚR LEKUM. JARÐLÖGUM



Mynd 3.3. Jarðsjávartaka (Freysteinn Sigurðsson 1988).

**Jarðsjávartaka úr sandi**

Vatnsgæfni síns sands er mun minni en vatnsgæfni leks bergs. Í sandfjörum er ferskvatnslag efst og þarf því að fara undir fjörubordi til að fá hreinan sjó. Til að slíkt sé hægt má brimrótt ekki vera mikið og ströndin þarf að vera í jafnvægi og sandflutningur við hana líka. Við síkar aðstæður er hægt að leiða dregnagnir út frá safnbrunni og dæla sjónum síðan upp úr honum. Dæmi um strandeldisstöð sem tekur sjó um dregnagnir í sandfjöru er Silfurstjarnan í Öxarfirði.

**3.2 Uppbygging strandeldisstöðva****3.2.1 Vatnslagnir og miðlunartankur**

A mynd 3.4 er sýnt þversnið af vatnskerfi hjá strandeldisstöð allt frá dælu að keri. Frá hverri dælu liggar leiðsla í miðlunartanki. Úr miðlunartanki er vatninu síðan veitt um leiðslur eða stokka í kerin (mynd 3.5 og 3.6). Hlutverk miðlunartanks er meðal annars að tryggja rennсли í kerin þó að dæla stöðvist í stuttan tíma, einnig er hann notaður til að blanda sjó og ferskvatni. Í sumum tilvikum er hægt að stjórna seltublöndu og að hluta til hitastigi við hvert ker, en í slíkum tilvikum eru leiddar 2 leiðslur að kerinu, oft ein með hreinum sjó og ein með ferskvatni.

### 3.2.2 Vatnsinntak í ker

Í flestum strandeldisstöðvum er lóðrétt innstreymisrör (mynd 3.7). Ástæðan fyrir því að lóðrétt innstreymisrör hefur orðið fyrir valinu er að vatnshraðinn niður við botn er tiltölulega góður samanborið við aðrar gerðir innrennslis. Hafa ber í huga að saur og fóðurleifar eru þyngri hjá stærri fiski og þarf því meiri straumhraða til að halda botninum hreinum í strandeldi samanborið við seiðaeldi.

Vatnsrennslinu í hvert ker er stjórnað með hjálp krana eða að notuð er hæðarstilling í stokkum. Fjöldum er þá raðað þversum í stokkinn ofan á hverja aðra. Eftir því sem fleiri fjalir eru hafðar þess minna er vatnsrennslið í kerið.

Innstreymisrörinu er hægt að snúa í hringi og þannig er hægt að stjórna straumstefnunni og straumhraðanum. Dæmi um slískan búnað á innrennslisröri sem er fest við stokk er á mynd 3.8. Í þeim tilvikum þar sem vatnið er eingöngu flutt í leiðslum að kerinu er höfð múffa á innrennslisrörinu. Með því að beita dálitlu átaki á innrennslisrörið er hægt að snúa því. Með því að beina vatnsstraumnum að veggum eða út í mitt ker er hægt að hægja mjög mikið á straumhraðanum í kerinu. Mestan straum er hægt að fá með því að beina vatnsstraumnum meðfram veggnum. Vatnshraðanum úr innstraumsrörinu er hægt að stjórna með því að opna og loka fyrir götin sem vatnið streymir út um. Þess meiri sem vatnshraðinn er á vatninu sem kemur úr innstreymisrörinu þess meiri er straumhraðinn í kerinu. Ef straumhraðinn á að vera mikill eru fá göt höfð opin og mörg ef straumhraðinn á að vera líttill. Fjölda gata sem eru opin á innrennslisrörinu er stjórnað á mismunandi vegu. Ein aðferðin er sú að vera t.d. með flanga og hringlagu klossa sem hægt er að færa upp og niður í rörinu. Þessa aðferð er að vísu eingöngu hægt að nota þegar lóðrétt dreifir ör gengur niður úr opnum stokki (sjá t.d. mynd 3.4). Önnur aðferðin er sú að hægt er að opna eða loka fyrir hvert gat með spjöldum sem ganga fyrir opin. Í slíkum tilvikum gengur stöng upp sem hægt er að toga í eða íta á allt eftir því hvort minnka eða auka á stærð opanna. Til að hafa öryggið sem mest lokast götin þegar stöngin togast upp og opnast ef stöngin er látin falla niður.

Í flestum kerjum er yfirleitt um að ræða eitt innstreymisrör. En ef um mjög stór ker er að ræða getur verið æskilegt að hafa tvö eða fleiri innstreymi til að tryggja jafnari straumhraða í kerinu.

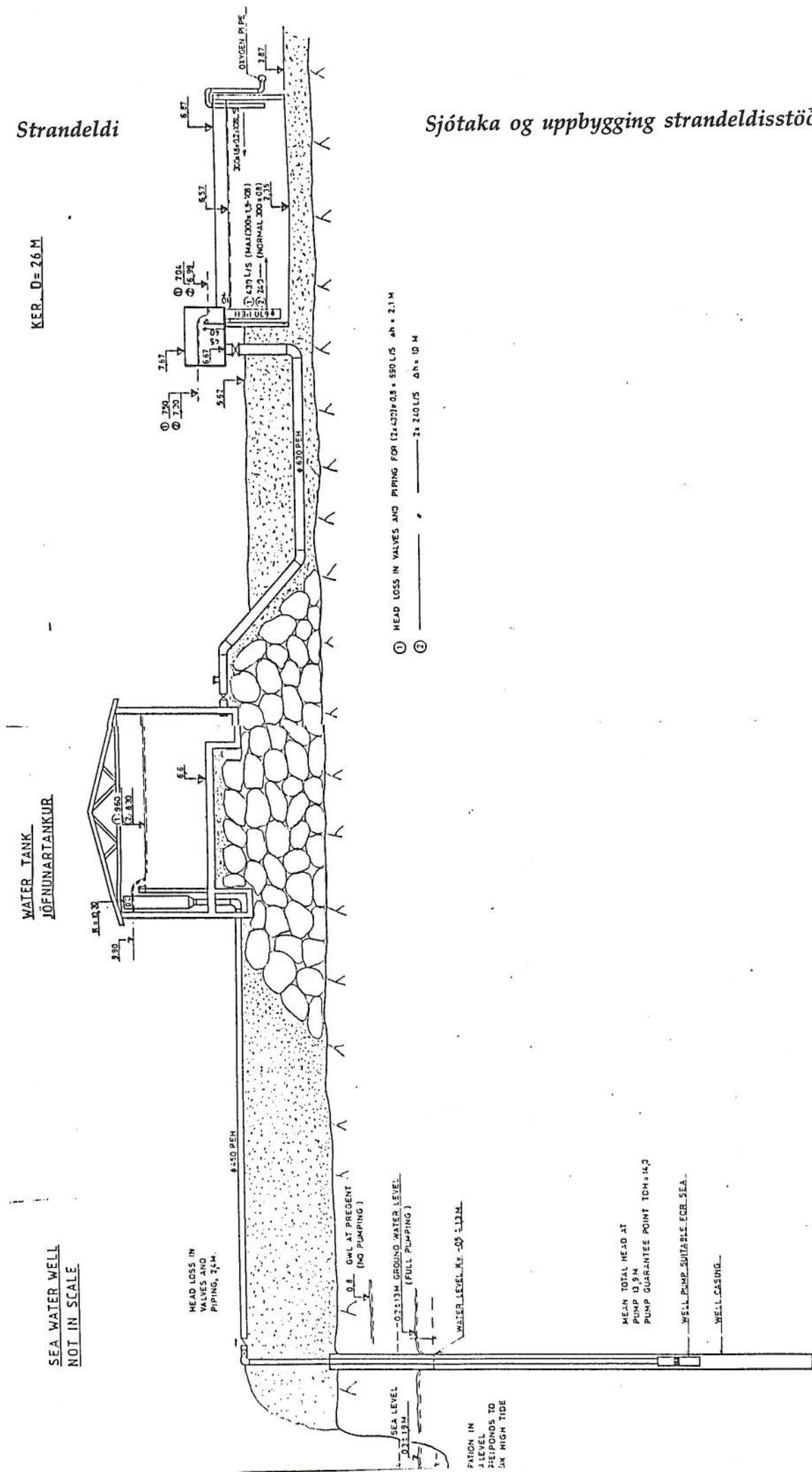
### 3.2.3 Súrefnisbæting

Margar strandeldisstöðvar hafa tekið það ráð að súrefnisbæta eldisvatnið. Um er að ræða súrefnisbætingu á vatninu áður en það rennur í kerið og loftun með súrefni eða andrúmslofti í kerinu sjálfu (kerjaloftun). Þegar vatnið er súrefnisbætt áður en það rennur í kerið er hluti af vatninu súrefnisbættur mikið og því síðan beint inn í innrennslisrörið sem flytur atnið í kerið eða að það er tekið inn í kerið í sérstöku innrennslu (sjá mynd 3.4).

Við kerjaloftun eru notaðir sérstakir steinar sem gefa frá sér mjög smáar loftbólur. Þessum steinum er komið fyrir á mismunandi hátt í kerinu. Um er að ræða að steinar þessir séu hafðir niður við botn í sérstaklega tilbúnnum holum (mynd 3.9), einnig eru þeir hafðir lausir niður við botninn og létt færarlegir ofan frá. Hjá Miklalaxi súrefnisbæta steinarnir vatnið og auka strauminn í kerinu. Steinarnir eru hafðir niður við botn. Þaðan er leitt rör eða hólkur upp á yfirborðið. Niður við botn er gat á hólkunum eða rörinu og dregur loftið vatnið með sér upp á yfirborðið og súrefnisbætið það í leiðinni. Gatið er haft þannig að vatnsstraumurinn í kerinu beri vatnið inn í hólkinn (rörið). Vatnið fer síðan úr hólkunum í sömu straumstefnu og straumurinn í kerinu. Á þennan hátt hjálpar loftunin til með að auka straumhraðann í kerinu (sjá einnig kafla 4.5).

Strandeldi

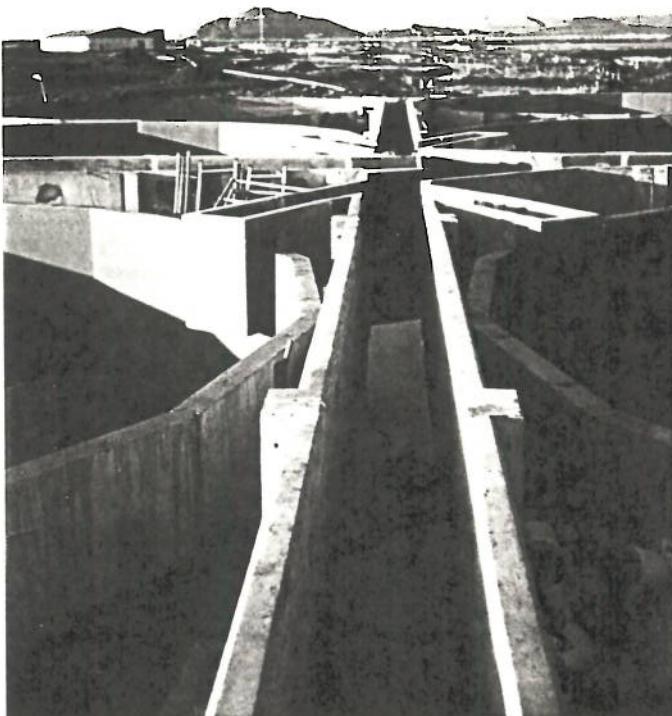
## *Sjótaka og uppbygging strandeldisstöðva*



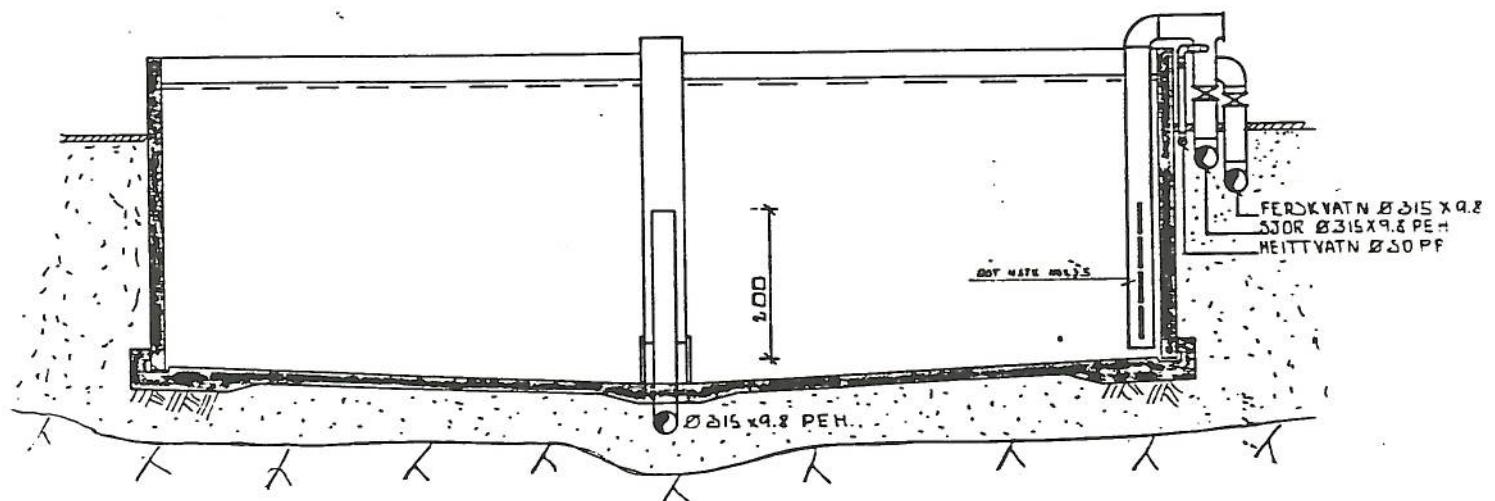
Mynd 3.4. Pversnið af vatnskerfi hjá strandeldisstöð (frá Fjölhönnun h/f).



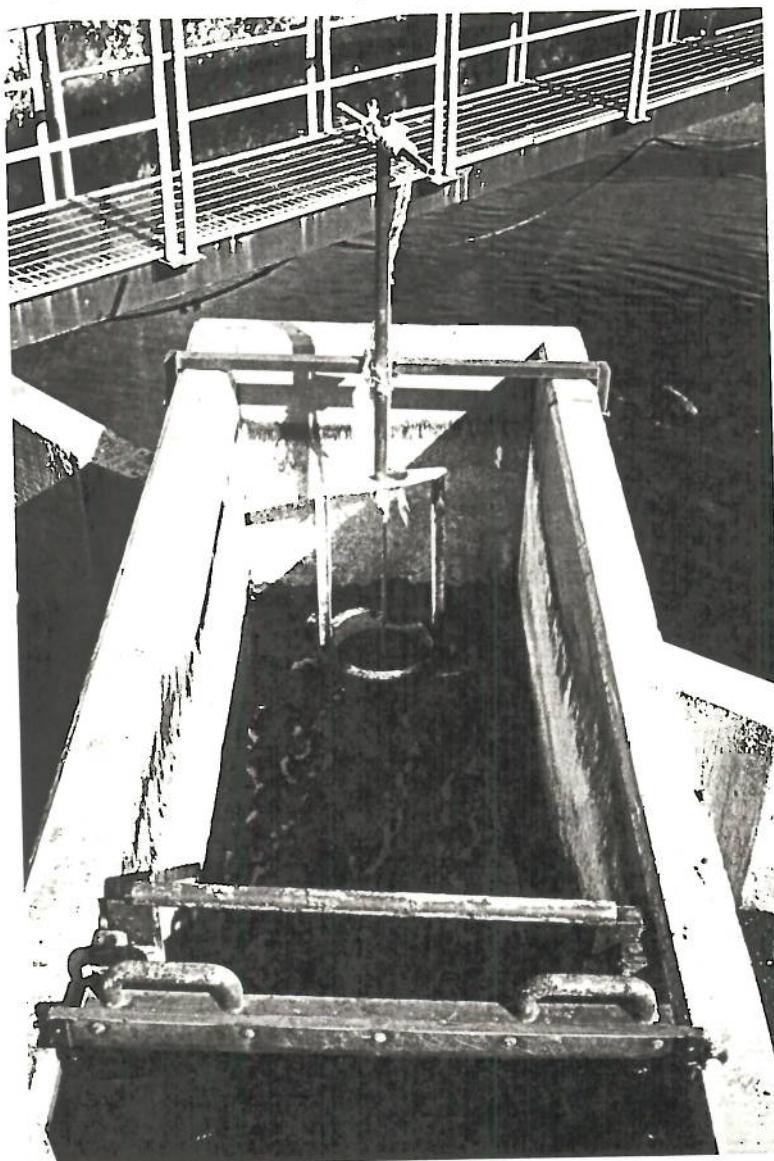
Mynd 3.5. Vatni veitt að keri með leiðslum.



Mynd 3.6. Stokkur sem veitir vatni að keri.



Mynd 3.7. Lóðrétt innstreymisrör (frá Fjölhönnun h/f).



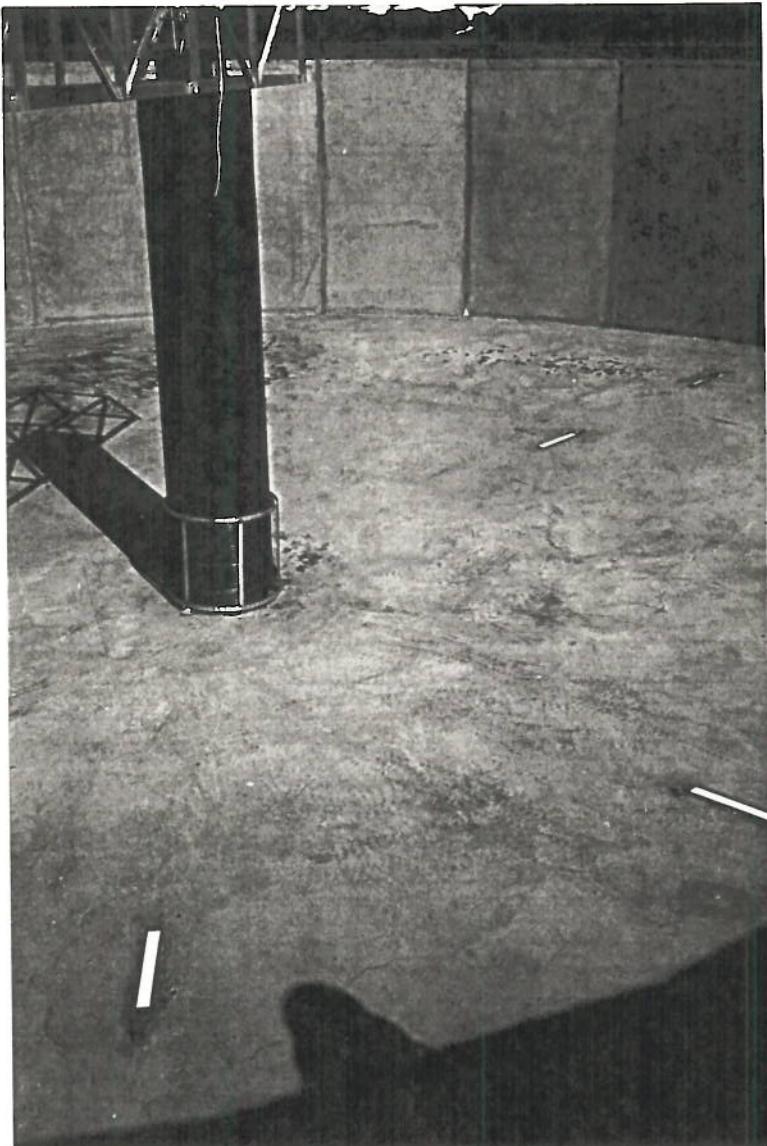
Mynd 3.8. Útbúnaður til að snúa innstreynisröri hjá Íslands laxi.

### 3.2.4 Ker

Kerjastærð í íslenskum strandeldisstöðvum er yfirleitt um 500 og rúmlega 2,000 rúmmetra hringlaga ker. Flest eru kerin 4 metra djúp, og er það meira en þekkist almennt erlendis. Kerjabotninn er hallandi að miðju til að auka sjálfhreinsunina.

Í flestu strandeldisstöðvunum eru kerin úr steyptum einingum, en einnig er um að ræða ker úr emuleruðu stáli og dúklögð járnker. Steypt ker hafa reynst mjög vel. Þau hafa oftast verið málud að innan með epoxy málningu. Aftur á móti hafa steyptu kerin verið tiltölulega dýr miðað við hinar kerjagerðirnar. "Emuleruð" stálker eru með steyptum botni. Þau hafa reynst misjafnlega og hafa þau vilja ryðga í sumum tilvikum. Dúklögð járnker eru með pressaðan sand í botni og járn í hliðum, dúkurinn er síðan lagður inn í kerið. Dúklögð ker hafa reynst misjafnlega, og hefur dúkurinn byrjað að leka í sumum tilvikum, annað hvort vegna þess að samskeyti hafa ekki verið nógu góð eða að gat hefur verið gert á dúkinn með einhverju oddkvössu. Dúklögð ker eru ódýrustu af þessum þremur kerjagerðum. Við uppbyggingu laxeldis á síðustu árum hefur fjöldi dúklagra kerja aukist á kostnað annara kerjagerða.

Í sumum strandeldisstöðvum er op á milli kerja, til að hægt sé að flytja fisk á milli (mynd 3.10). Til þess að þetta virki vel þurfa götin að vera niður við kerjabotn (sjá kafla 9.3).

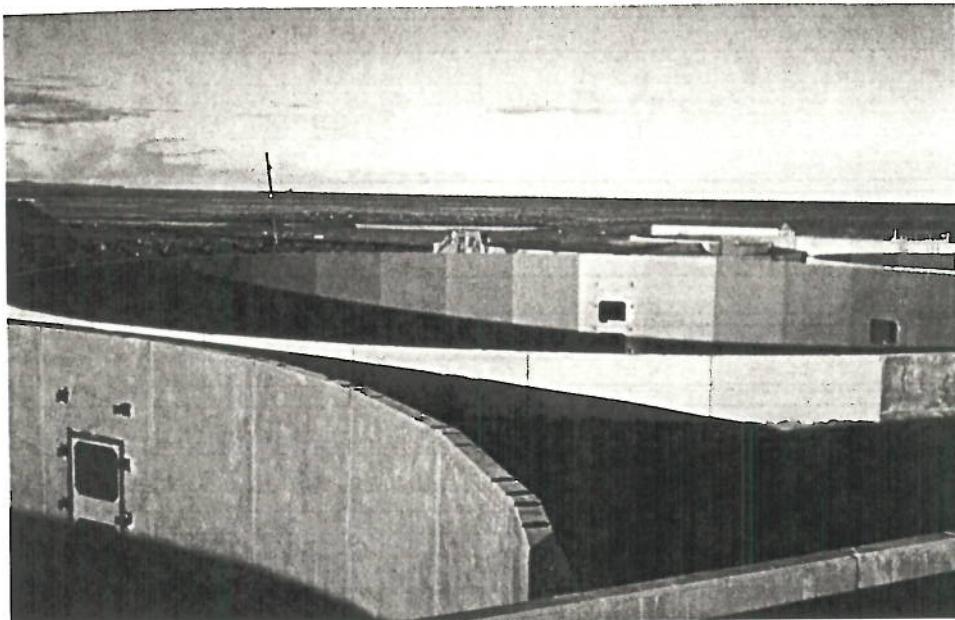


Mynd 3.9. Steinar á botni kersins sem eru notaðir við kerjaloftun hjá Sílfurstjörnunni.

### 3.2.5 Vatnshæðastjórnun og ristar

Í flestum strandeldisstöðvum er ekki hægt að hleypa öllu vatninu niður úr kerinu. Það er gert af öryggisástæðum. Þó að það gleymist að setja hæðarstillinguna upp tæmist kerið aldrei alveg. Til að tæma kerið þarf að nota dælu til að dæla vatninu upp úr því. Einnig er haft lítið úrtak við hliðina á frárennslinu og þegar tæma á kerið af vatni er það opnað. Þetta úrtak er það lítið að þó að það opnist tæmist kerið ekki af vatni, þó að rennslið sé tiltölulega lítið í það.

Vatnshæðarstjórnunin er bæði inn í kerinu og fyrir utan það. Á mynd 3.11 er dæmi um vatnshæðarstýringu inn í keri. Hæðarstillingin samanstendur af tveimur rörum, innra og ytra. Það ytra er fest á botn kersins. Niður við botn eru gáttir og er grind höfð þar til að fiskur sleppi ekki út. Ytra rörið gegnir einnig því hlutverki að bera uppi göngubrúna sem er út á kerið. Innra rörið er gjarnan þrískipt og er þá 1-2 metrar af því fast og gegnir því hlutverki að vera vatnshæðaröryggi, efri hlutinn er þá tvískiptur og eru endarnir tengdir þannig saman



Mynd 3.10. Gat á milli kerja (frá Fjölhönnun).

að rörið sem kemur ofan á gengur inn í það neðra. Á eftir rörinu eru aflangar rifur til að hleypa vatni út þegar lítið rennsli er í kerið en annars fer vatnið líka yfir rörbrúnina. Þegar lækka á í kerinu er efri rörunum kippt upp.

Pessi vatnshæðastýring hefur reynst vel, nema að mjög erfitt er fyrir einn mann að lyfta upp rörunum í stórum kerjum (rúmlega 2000 rúmmetrar). Ristin er einnig í sumum tilvikum höfð efst á innra rörinu, eins og t.d. í einstökum kerjum hjá Íspór h/f. Kosturinn við að hafa þessa útfærslu er sá að mun auðveldlegar er að fjarlægja dauðan fisk, en mjög erfiðlega hefur gengið að ná honum af ristinni þegar hún er niður við botn (sjá kafla 7.2). Þegar ristin er efst á innra rörinu sogast hann frá botninum upp að ristinni og leggst á hana.

Hjá Íslandslaxi er vatnshæðastýringin fyrir utan kerið, einnig er ristin laus og því auðvelt að færa hana (mynd 3.12). Fyrir miðju keri er einfalt rör sem brúin stendur á og kemur það vatnshæðastýringunni ekki við. Neðst á þessu röri er op og til að varna því að fiskur sleppi út er höfð rist. Pessi rist er laus og gengur bandspotti frá henni upp á brú. Með því að lyfta henni upp er hægt að hleypa dauðum fiski úr kerinu (sjá kafla 7.2). Hjá Íslandslax rennur afrennsli frá hverju keri í stokk. Í stokknum er vatnshæðastýring fyrir hvert ker. Frárennslisrörið er þannig útbúið að það stendur u.p.b. 2-3 metra fyrir ofan botninn á kerinu. Utan yfir það rör er annað rör sem er færðanlegt upp og niður allt eftir því hvort hækka eða lækka á í kerinu. Til að rörið haldi sinni stillingu er það bundið í slá sem er fyrir ofan stokkinn. Pessi vatnshæðastýring hefur ekki reynst mjög vel. Aðallega vegna þess að innra og ytra rörið hafa viljáð festast saman. Þetta gæti hugsanlega verið hægt að minnka með því að hafa ytra rörið aðeins stærra.

### 3.3 Heimildir og ítarefni

Freysteinn Sigurðsson, 1988. Öflun fiskeldisvökv, ferskvatns jarðsíðar, jarðhita. Námstefna 27-28. okt 1988. Haldin í samvinnu Háskóla Íslands, Endurmenntunarnefnd og Landssambands fiskeldis- og hafbeitarstöðva.

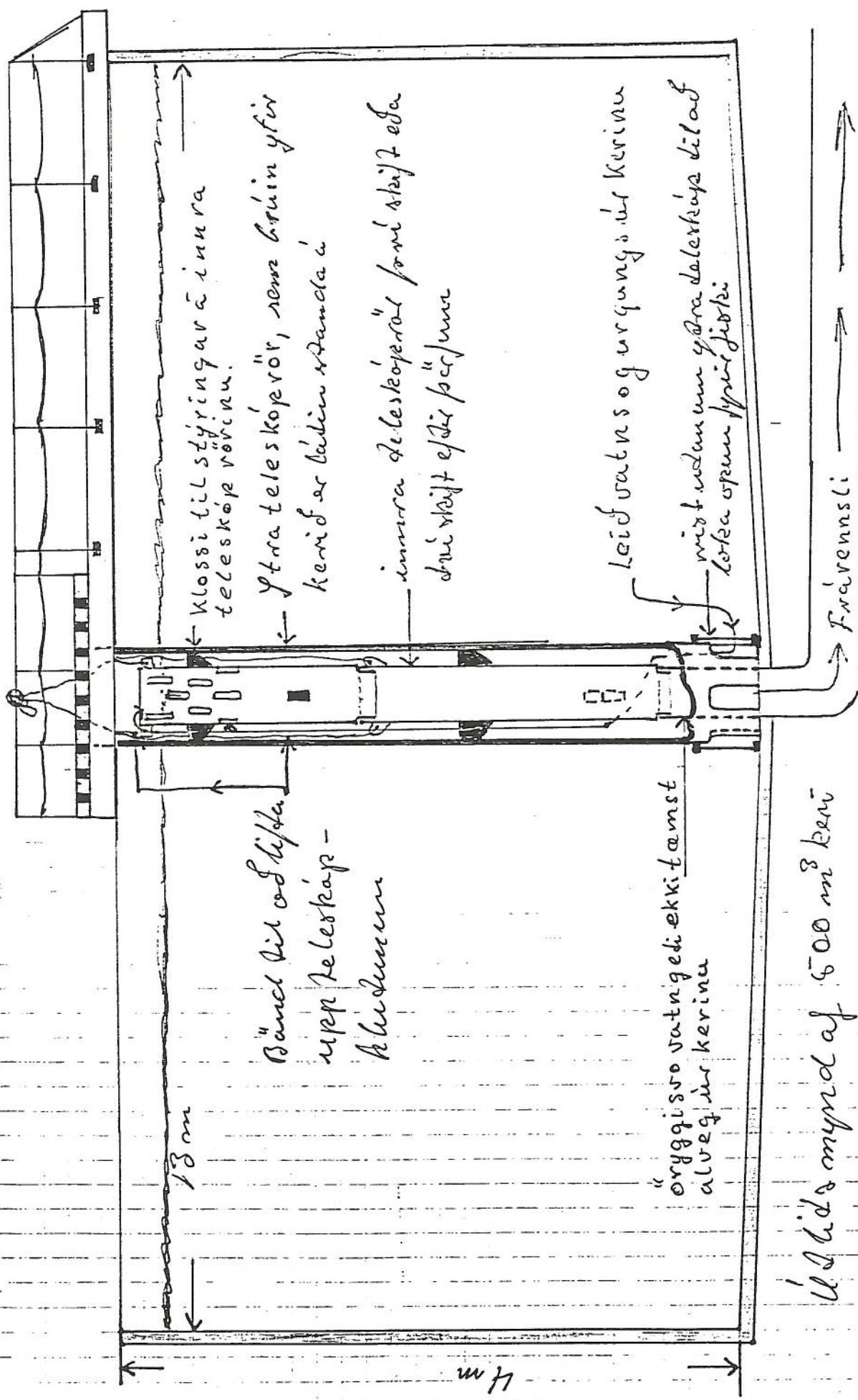
Guðmundur G. Þórarinsson, 1989. Landbased fishfarming in Iceland. Ráðstefna í Prándeimi. Tomorrows technology in fish farming. 14 ágúst 1989. bls. 25-40.

Hem, L.J., Skybakmoen, S. og Tvinneireim, K., 1987. Strömnings-teknisk utpröving av fiskeoppdrettskar. Norsk hydroteknisk laboratorium. Rapport STF60 A87019.

Hákon Aðalsteinsson, 1988. Öflun ferskvatns, sjávar og varma til fiskeldis. Verktækní 5(5):16-17 og 24.

Jónas Mattiasson, 1988. Strandeldisstöðvar: Hönnunarforsendur umhverfissköpun, rekstur. I: Fiskeldi á Íslandi - Faglegar forsendar, aðstæður og reynsla okkar til þessa. Námstefna 27-28. okt. 1988. Haldin í samvinnu Háskóla Íslands, Endurmenntunarnefnd og Landssambands fiskeldis- og hafbeitarstöðva.

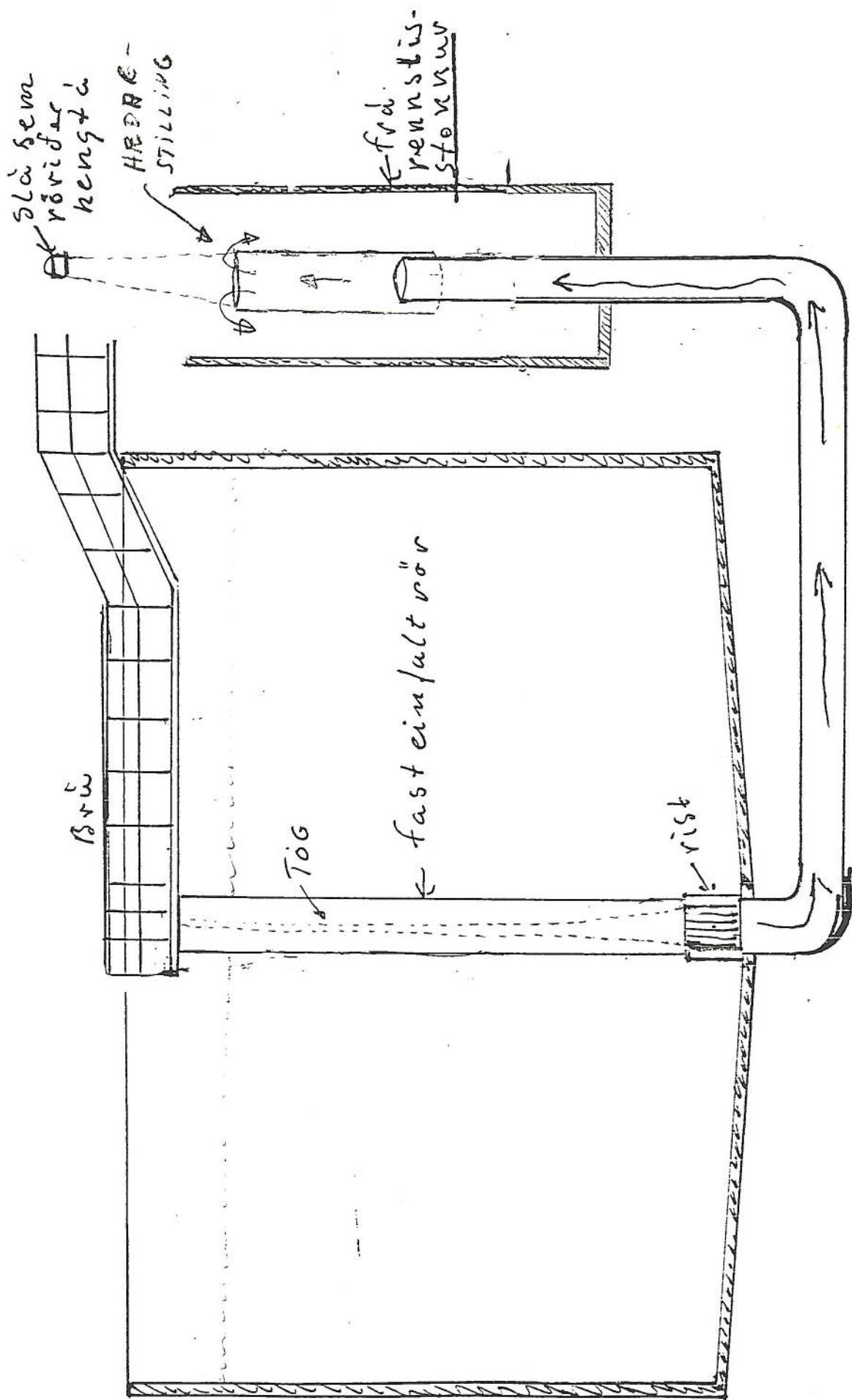
Kristján G. Sveinsson og Helgi Árnason, 1986. Fiskeldisþrær úr forsteyptum einingum. Verktækní 3/3 - apríl bls. 10-11. Skúli Benediktsson, 1990. Ritgerð um vatsnæðarsýringu í fiskeldiskerjum. Hólaskóli.



Mynd 3.11. Vatnshæðarstýring inn í ker, eins og er t.d. hjá Íspór h/f (teikning Skúli Benediktsson).

*Strandeldi*

*Sjótaka og uppbygging strandeldisstöðva*



Mynd 3.12. Vatnshæðarstjórnun og rist hjá Íslandsaxi.

#### 4.0 Umhverfisþættir

Í strandeldi er hægt að tryggja mikinn stöðugleika í umhverfi fisksins, og stjórna því að mörgu leyti. Stjórnunin er í flestum tilvikum fólgin í upphitun á eldisvökva ýmist með jarðhita eða hlýjum sjó úr borholum. Aðrir umhverfisþættir, sem hægt er að stjórna í strandeldi, eru selta, súrefnisinnihald eldisvökva, straumhraði, straummyndun í eldiskeri o.fl.

#### 4.1 Hitastig

Strandeldisstöðvar á suðvesturlandinu hafa 6 til 8°C hita að staðaldri. Sjórinn er yfirleitt tekinn úr borholum og er hitastigið stöðugt allt árið um kring í holunum. Smá árstíðabundnar sveiflur eru á hitastigi í kerjunum vegna þess að sól og vindar hita vatnið upp á sumrin og kæling á sér stað á veturna. Hjá þeim stöðvum sem taka yfirborðssjó eins og til dæmis Miklilax h/f eru verulegar árstíðabundnar sveiflur í hitastigi, eða allt niður að 0°C á veturna og vel yfir 10°C á sumrin. Lítið er um það að strandeldisstöðvar noti heitt vatn til að hita upp sjóinn og halda þannig allt að kjörhitastigi allt árið. Sú stöð sem notar mest heitt vatn er Silfurstjarnan og hefur hún því hæstan meðalhita af öllum strandeldisstöðvum hér á landi.

Kostir þess að hafa hærra hitastig, er að vöxtur fiskanna er meiri og veltuhraði í stöðinni því meiri. Eftir því sem hitastigið er hærra, að vísu upp að ákveðnu marki, þess meiri er framleiðslan á hvern rúmmetra í stöðinni (sjá töflu 4.1). T.d. er framleiðslan u.p.b. þrisvar sinnum meiri við 10°C samanborið við 4°C. Ef haft er 20 kg á rúmmetra í byrjun hvers mánaðar og lífþungaauknungunni slátrað í lok hvers mánaðar, meðalhiti hafður 6°C og gert ráð fyrir sömu vaxtarforsendum og í töflu 4.1 er framleiðslan á ári tæp 40 kg á rúmmetra. Þessari framleiðslu hafa strandeldisstöðvar að jafnaði ekki náð hér á landi, þrátt fyrir að þéttleikin af fiski hafi verið um 20 kg á rúmmetra. Ástæðurnar eru margar. Helst ber að nefna að vöxturinn hefur verið minni, aðallega vegna tíðra sjúkdómstilfella, oft mikil afföll, ekki hefur verið slátrað jafnt yfir árið o.s.v.

**Tafla 4.1. Framleiðsla af lífandi fiski á ári í kg á rúmmetra miðað við mismunandi þéttleika og hitastig (vaxtarhraða).** Gert er ráð fyrir að slátrað sé einu sinni í mánuði og slátrað sé lífþungaauknungunni í mánuðinum. Meðalþyngd fisksins er áætluð að meðaltali 700 gr (Valdimar Gunnarsson og Ólafur Guðmundsson 1990).

Þéttleiki í byrjun mánaðarins (kg/m <sup>3</sup> )	7	10	15	20	30
Hiti Vaxtarhraði (°C) í mánuðinum					
4,0 9,4%	7,9	11,3	16,9	22,6	33,8
6,0 16,1%	13,5	19,3	29,0	38,6	58,0
8,0 19,7%	16,5	23,6	35,5	47,3	70,9
10,0 27,0%	22,7	32,4	48,6	64,8	97,2

#### 4.2 Selta

Í strandeldisstöðvum er hægt að stjórna seltu frá því að hafa ferskvatn og alveg upp í fullsaltan sjó. Þessi seltustjórnun býður upp á ýmsa möguleika. Það er hægt að seltuvenna seiðin, eðaala seiði sem ekki eru komin í sjögöngubúninginn við lága seltu, og setja þau síðan á fulla seltu þegar þau eru örugglega sjóþroska. Einnig má benda á að særður og kynþroska fiskur eiga meiri möguleika að lifa í hálfsoltu vatni samanborið við fullsaltan sjó. En þrátt fyrir ofantalda kosti er reynslan hér á landi að betra sé að hafa fullsaltan sjó. Ástæðan fyrir því er sú að mun meiri hætta er á því að kylaveiki (kylaveikibróður) komi upp í fiskinum ef notað er hálfsalt vatn. Flestar strandeldisstöðvar hér á landi hafa fengið kylaveiki í sinn fisk, og eitt af áhrifaríkustu aðgerðunum til að halda veikinni niðri er að hækka seltuna. Rannsóknir sem gerðar hafa verið á áhrifum seltu á vöxt laxa, benda til þess að ekki fáist betri vöxtur við það að nota hálfsaltan sjó samanborið við fullsaltan sjó.

#### 4.3 Vatns- og súrefnisnotkun

Lítið hefur verið gert af því að mæla súrefnisnotkun í matfiskeldi laxfiska. Reynslan sýnir að jafnaði er notað 0,3-0,35 l/kg fisk \* mín í strandeldisstövum hér á landi. Hitastig í

pessum stöðvum er yfirleitt 6-8°C, en seltan mjög breytileg eða allt frá 20-35 ppm og straumhraðinn í kerinu um og undir 0,5 fisklengdum á sek. Miðað við að súrefni í frárennsli sé um 6,5 mg/l er mæld súrefnisnotkun fiskana tæplega 1,5 mg súrefni/kg fisk \* mín. En það skal haft í huga að í innrennsli flestra strandeldistöðvanna er töluverð loftun þannig að gera má ráð fyrir að notkunin sé eitthvað meiri. Verulegur munur getur verið í súrefnisnotkun á milli kerja, m.a. vegna mismunandi fóðurtöku, straumhraða, streitu m.fl. Í einstaka tilvikum má alveg eins búast við að súrefnisnotkun fiska sem eru undir 1 kg fari vel yfir 3,0 mg súrefni/kg fisk/mín.

Almennt er talið að vatnsnotkun sem svarar 0,3-0,35 l/kg fisk \* mín sé full lítið fyrir lax í strandeldisstöðvum. Við svo litla vatnsnotkun hreinsa kerin sig m.a. illa. Æskilegt er að miða við að vatnsþörfin sé 0,4-0,5 l/kg fisk \* mín við þau hitastig (6-8°C) og seltu (20-35 ppm) sem eru í strandeldisstöðvum hér á landi. Ef um heitari sjó en 10°C er að ræða er nauðsynlegt að gera ráð fyrir meiri vatnsþörf.

#### 4.4 Súrefni í frárennsli

Vegna þess hve margir þættir geta haft áhrif á það hve mikið súrefni þarf að vera í vatninu til að viðgangur fisksins sé eðlilegur er erfitt að setja nákvæm mörk sem geta gilt fyrir allar eldisaðstæður. Starfsmenn eldisstöða verða því að finna það í hverju tilviki fyrir sig hvað hentar best.

Við aðstæður sem eru við eldi á laxi í strandeldisstöðvum hér á landi er líklegt að í flestum tilvikum nægi að hafa súrefnisinnihald vatnsins um og yfir 6,5 mgO<sub>2</sub>/l. Fiskur sem er haður í vatni sem inniheldur um 6,0 mg O<sub>2</sub>/litra og lægra hefur minni vaxtarhraða, minni fóðurtöku og lélegri fóðurnýtingu. Einnig er sundgeta fisksins minni og meiri hætta á afföllum. Þegar súrefnisinnihald vatnsins er komið niður undir 5,0 mg/l er það byrjað að hafa veruleg áhrif á viðgang fisksins, vöxtur yfirleitt enginn og mun meiri hætta á að sjúkdómar komi upp og afföll aukist ef þetta ástand er lengi viðvarandi. Ef súrefnisinnihald vatnsins fer niður í 2-3 mg/l má gera ráð fyrir að mikið af fiski fari að drepast.

#### 4.5 Súrefnisbæting

Hér á landi er vatnið í strandeldisstöðvum súrefnisbætt á mismunandi hátt. Hjá Miklalaxi er andrúmslofti dælt í vatnið um sérstaka loftdreifara sem eru hafðir í kerinu sjálfu (kerjaloftun). Svipaðri aðferð er nú t.d. beitt hjá Silfurstjörnunni nema að súrefni er dælt í vatnið í staðin fyrir andrúmslofti. Hjá öðrum fiskeldisstöðvum eins og t.d. Ísbór er vatnið súrefnisbætt áður en það er látið renna í kerið.

Bein dæling á andrúmslofti eða súrefni í eldisker þjónar þrenns konar tilgangi. Í fyrsta lagi súrefnisbætist eldisvökvinn. Í öðru lagi virkar loftunin sem "buffer", það er að segja, þegar súrefnisinnihald eldisvökvans er lágt leysisist meira af súrefninu í eldisvökvann. Í þriðja lagi er öryggi í að hafa beina loftun, t.d. ef stórv hluti af dælum stöðvaðist eða vatn hætti að renna í kerið. Bein loftun með súrefni og andrúmslofti í eldisker getur þá haldið lífi í fiskinum í mun lengri tíma en þegar engin loftun er. Fyrrihluta árs 1990 stöðvuðst dælur hjá strandeldisstöðvunum Ísbór og Smára í óveðri. Hjá Smára var hægt að halda fiskinum lifandi í margar klst. vegna kerjaloftunar, en hjá Ísbór þar sem vatnið var súrefnisbætt áður en það var látið renna í kerið drapst mikið af fiskinum.

Varðandi hve mikið á að súrefnisbæta, skal haft í huga að súrefnisbætingin má ekki vera það mikil að vatnsrennsli verði það lítið að hreinsun kerjanna verði takmörkuð og uppsöfnun eiturefna verði það mikil að hún hafi áhrif á viðgang fisksins. Eins og bent er á hér fyrir ofan er æskilegt að hafa vatnsrennsli sem samsvarar 0,4-0,5 l/kg fisk/mín, en það takmarkar það mjög mikið hve mikið er hægt að súrefnisbæta vatnið. Á það skal bent að nú er verið að gera miklar rannsóknir á straummyndun og vatnsgæðum í strandeldisskerjum. Meiri vitneskja um þessa þætti mun væntalega færa okkur meiri þekkingu um það hvað neðalega má fara með vatnsrennslið án þess að það hafi verulega áhrif á viðgang fisksins.

#### 4.6 Þéttleiki

Það er erfitt að gefa nákvæmar tölur um þéttleika sem er hægt er að miða við. Ástæðan fyrir því er að hámarks þéttleiki sem gefur viðunandi vöxt getur verið mjög mismunandi allt eftir umhverfisaðstæðum sem fiskurinn lifir við. Eldismaðurinn verður því alfarid að ákveða það sjálfur í hverju tilviki fyrir sig hvaða þéttleiki hentar best út frá líðan fisksins. Töflur og aðrar viðmiðanir verður því eingöngu að hafa sem viðmiðun. Margir þættir geta haft áhrif á hámarks þéttleika og má þar nefna:

**Stærð fisksins:** Hægt er að hafa fleiri kíló á rúmmetra af stórum fiski en litlum.

**Straumur:** Góð straummyndun og jöfn dreifing á fiski hækkar hámarks þéttleika.

**Stærð kerja:** Hámarks þéttleiki sem hægt er að hafa lækkar eftir því sem eldiskerið er stærra. Þetta má e.t.v. sjá í ljósi þess að verra er að hafa hæfilegan straumhraða og jöfn vatnskipti í öllu kerinu eftir því sem það er stærra. Hægt hefur verið að hafa þéttleika sem er meira en 100 kg á rúmmetra í kerjum sem eru minni en 10 rúmmetrar án þess að það hefði sýnileg áhrif á fiskinn.

**Hitastig:** Við mjög lágt hitastig (t.d. 1°C) er erfitt að hafa hæfilegan straumhraða í kerinu, þar sem sundgeta fisksins minnkar með lækkandi hitastigi. Þetta veldur m.a. því að straummyndun í kerinu verður ekki nægilega góð og dreifing á fiskinum í kerinu því lítil.

**Vatnsgæði:** Eftir því sem þéttleikinn er meiri og vatnsnotkun á hvert kg af fiski er minni þess meira safnast af úrgangsefnum í vatnið. Uppsöfnun úrgangsefna veldur streitu hjá fiskinum og dregur m.a. úr vexti.

**Umhverfi:** Umhverfisaðstæður eins og mikil og mismunandi birta, mikil umgengni og aðrir streituvaldandi þættir gera það að verkum að ekki er unnt að hafa háan þéttleika. Mikil birta veldur því að fiskurinn leitar neðar í kerið og nýtir þar með rúmmál kersins ver.

**Ástand fisksins:** Varasamt er að hafa háan þéttleika ef ástand fisksins er slæmt. Meiri líkur eru á því að sjúkdómar komi upp ef þéttleikinn er mikill.

Í flestum strandeldisstöðvum er meðalþéttleikinn um 20 kg/rúmmetra. Hjá Laxalind var þéttleikinn hafður meiri og á tímabili var meðaltalsþéttleikinn um 30 kg/rúmmetra. Þéttleiki getur verið mjög mismunandi á milli kerja og almennt má segja að það sé hafður minni þéttleiki á minni fiskinum og fer hann aukandi með aukinni fiskstærð og er að hámarki 40 kg/m<sup>3</sup>. Reynsla sumra er að þegar fiskur sem er um og undir eitt kg fer að draga úr vexti þegar þéttleikinn er kominn yfir 20 kg á rúmmetra. Almennt má segja það að eftir því sem þéttleikinn er meiri þess meiri líkur eru á því að sjúkdómar komi upp og afföll eigi sér stað. Einnig virðist hættan á því stærðardreifingin verði mikil vera meiri þegar þéttleiki er mikill.

Það skal hafa í huga við áætlun á þéttleika að hluti af eldistrýminu nýtist ekki vegna þess að sum kerin eru hálf tóm, t.d. vegna þess að ný búið er að flokka fiskinn í kerið, eða að kerin eru tóm eins og rétt eftir slátrun.

#### 4.7 Straumhraði

Það eru margir kostir við að hafa hæfilegan straumhraða í keri. Í því sambandi má nefna eftirfarandi:

- A) Betri sjálvhreinsun í kerinu.
- B) Betri straummyndun og því betri dreifing á fiski.
- C) Betri vöxtur á fiskinum (sjá kafla 6.1)
- D) Betri holdgæði og flokkast að jafnaði í hærri gæðaflokka (sjá kafla 11.4).
- E) Betri fóðurnýting (sjá kafla 5.3).
- F) Heilbrigðari fiskur, minna um sjúkdóma (sjá kafla 7.3).

Um hversu mikill straumhraði almennt er hafður í strandeldisstöðvum hér á landi liggja ekki nægilegar upplýsingar fyrir. Sennilega er hann að jafnaði um 0,5 fisklengdir á sek. Auðveldlega hefur gengið að hafa mikinn straumhraða í keri þegar lítill þéttleiki hefur verið, en hann hefur síðan minnkað eftir því sem þéttleikinn hefur verið aukinn með þeim afleiðingum að kerið hefur hreinsað sig illa og fóðurleifar og saur safnast á botninn.

Þrátt fyrir góða straummyndun er straumhraðinn í kerinu alltaf ójafn. Mestur straumhraði er við innrennslið og oft líka neðarlega niður við frárennslið. Ef þéttleikinn er mikill dreifist fiskurinn nokkuð jafnt um í kerinu. En ef lítill þéttleiki er hafður, halda fiskarnir sig oft á stöðum í kerinu þar sem mestur straumhraði er. Það er að segja við innrennslið og frárennslið, ef súrefni í vatninu er hátt.

Kjörstraumhraði er mældur í fisklengdum á sek. Hann fer lækkandi með aukinni stærð

fisksins og lækkandi hitastigi. Fiskur sem er 10-15 sm þrífst t.d. vel við straumhraða 1.0-1.5 fisklengdir á sek. Varasamt getur verið að hafa stóran fisk (40-60 sm) við mikinn straumhraða sérstaklega við lágt hitastig. Í tilraunum hefur náðst góður árangur með því að hafa straumhraðann 0.5-1.0 fisklengd á sek. Varast ber að auka straumhraðann mikið í einu hjá fiski sem er ekki vanur að vera í miklum straumi. Straumhraðann á að hækka smám saman yfir lengra tímabil til að gefa fiskinum möguleika að þjálfast upp og aðlagast þannig meiri straumhraða.

#### 4.8 Birta

Birta getur haft veruleg áhrif á dreifingu fiska í keri og eru þeir neðar í kerinu á daginn, sérstaklega þegar sól er. Aftur á móti á næturnar heldur fiskurinn sig ofar í kerinu m.a. vegna minni birtu. Einnig eru fiskarnir meira við kerjabrúnirnar, sérstaklega á stöðum þar sem er minni birta. Þetta er sérstaklega áberandi þegar péttleiki er lítill.

Hjá mörgum strandeldisstöðvum er höfd næturlysing. Mismunandi skoðanir er um gagnsemi þessa, en sumir telja að næturlysing auki fóðurtöku, vöxt og jafnvel seinki kynþroskamyndun. Til að fóðurtaka eigi sér stað þarf næturlysingen að vera tiltölulega mikil. Næturlysing kemur einnig að góðum notum við að fylgjast með athafnasvæði stöðvarinnar á næturnar, m.a. við að halda afræningum frá henni.

#### 4.9 Mælingar á umhverfispáttum

Nauðsynlegt er að fylgjast sem best með öllum umhverfispáttum meðal annars til að koma í veg fyrir að tjón komi upp. Einnig geta mælingar sem framkvæmdar eru hjálpað til með að finna skýringar á óeðlilegum afföllum, lélegum vexti m.fl. Auknar upplýsingar um áhrif umhverfispáttu í viðkomandi stöð á vöxt og viðgang fiskanna ættu að stuðla að betri árangri. Súrefninnmælingar: Mikilvægustu mælingarnar sem eru gerðar eru súrefnismælingar. Mjög misjafnt er hve oft þær eru framkvæmdar, allt frá daglega upp í vikulega. Lang flestir mæla daglega, m.a. vegna pressu frá tryggingarfélögum.

Vegna sveiflra í súrefnisnotkun hefur það mikið að segja hvenær á sólarhringnum súrefnismælingar eru gerðar. Sveiflur í súrefninsnotkun eru mismunandi á milli stöðva, árstíma m.fl. Ef svo óheppilega vill til að súrefnismælingar eru framkvæmdar á þeim tíma sem súrefnisnotkun fisksins er minnst er hætta á að súrefnisinnihald vatnsins fari undir 6.0 mg O<sub>2</sub>/litra á þeim tímum þegar súrefnisnotkunin er mest. T.d. er ekki óalgengt að súrefnisnotkun í vatni lækki um 1-2 mg/l fljóttlega eftir mikla fóðrun. Ástæðan fyrir lélegum vexti gæti því verið of lágt súrefnismagn í eldisvatninu þrátt fyrir að þær súrefnismælingar sem hafa verið gerðar hafi sýnt annað. Vegna þess að sveiflur í súrefnisnotkun fiska geta verið mismunandi á milli stöðva þarf fyrst að mæla sveiflurnar í einn sólarhring áður en einn ákveðinn tími fyrir súrefnismælingar er valinn, einnig þarf að fylgjast með árstíðabundnum breytingum í súrefnisnotkun fiskana.

**Mælingar á vatnsrennsli:** Í þeim stöðvum þar sem vatnið rennur um stokka er auðvelt að mæla vatnsrennslið í kerið. Vatnsrennslið er þannig reiknað út að fyrst er mæld breidd og hæð vatnssúlunnar sem rennur í kerið og með hjálp formúlu er síðan hægt að reikna út rennslið. Þegar eingöngu leiðslur flytja vatnið í kerið getur verið erfitt að mæla vatnsrennslið. Þó er hægt að mæla það með því að lækka vatnsborðið í kerinu t.d. um einn metra með því að fára niður hæðarstýringuna. Síðan er hægt að mæla hvað langan tíma það tekur fylla kerið aftur. Vatnsrennsli er síðan fundið út með því að deila fjölda mínútna upp í rúmmálið sem vatnið hefur fyllt upp í á þessum tíma.

**Seltumælingar:** Selta sjávar sem er dældur úr borholum er nokkuð jöfn allt árið um hring, þess vegna er ekki talin ástæða til að vera með reglulegar seltumælingar. Þær eru helst framkvæmdar þegar breytt er blöndunarhlutfalli sjávar og ferskvatns.

**Hitamælingar:** Hitamælingar eru yfirleitt gerðar daglega um leið og súrefnisinnihald vatnsins er mælt.

**Straumhraðamælingar:** Straumhraðamælar eru almennt ekki í strandeldisstöðvum og er því mjög sjaldgæft að straumhraðamælingar séu framkvæmdar.

**Aðrar mælingar:** Eins og köfnunarefnismælingar-, ammoníaks-, koltvisýringsmælingar eru sjaldan framkvæmdar.

#### 4.10 Heimildir og ítarefni

Bergheim, A., 1989. Forskningsprosjekt om landbaseert oppdrett av laks i Rogaland. Norsk

Akvakultur Nr. 8:50-51.

## *Strandeldi*

## *Umhverfispættir*

Helgi Kjartansson, Fivelstad, S., Thomassen, J.M. and Smith, M.J., 1988. Effects of different stocking densities on physiological parameters and growth of adult Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) reared in circular tanks. *Aquaculture* 73:261-74.

Jónas Matthiasson, 1988. Strandeldisstöðvar: Hönnunarforsendur umhverfissköpun, rekstur. Í: Fiskeldi á Íslandi - Faglegar forsendur, aðstaður og reynsla okkar til þessa. Námstefna 27.-28. okt. 1988. Haldin í samvinnu Háskóla Íslands, Endurmenntunarnefnd og Landssambands fiskeldis- og hafbeitarstöðva.

Kristinn Karl Garðarsson, 1990. Strandeldi. Aðalverkefni við Hólaskóla. 15 bls.

MacCormick, S.D., Saunders, R.L. and MacIntyre, A.D., 1989. The effect of salinity and ration level on growth rate and conversion efficiency of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Aquaculture* 82:173-80.

Valdimar Gunnarsson, 1991. Vatns- og súrefnисnotkun í laxeldi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 23 bls.

Valdimar Gunnarsson, 1991. Loftun og súrefnисbæting. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 26 bls.

Valdimar Gunnarsson og Ólafur Guðmundsson, 1990. Rekstur eldisstöðva - Framleiðsluútreikningar og forsendur þeirra. *Eldisfréttir* 6(1):16-23.

Wedum, K., 1988. Driftserfaringer fra landbaserte anlegg. NITO-kurs. Landbaserte oppdrettsanlegg og lukkede sjøanlegg, status erfaringer og utviklingstrenger. Sheraton Hotel, Sandvika v/Oslo 9.-10. mars 1988.



## 5.0 Fóður og fóðrun

### 5.1 Fóður

Hjá öllum strandeldisstöðvum er notað þurrfóður fyrir smærri fisk. Áður fyrr notaði Íslandslax mikið votfóður á stærri fiskinn. Ókostur við að nota votfóður í strandeldi er að vatnið í kerinu mengast meira en þegar notað er þurrfóður. Í dag nota strandeldisstöðvar eingöngu þurrfóður. Gott er að hafa fóðrið með góðu floti þannig að það sé lengi að sökkva til botns. Einnig hefur verið bent að fyrir strandeldisstöðvar sé best að nota fóður sem flýtur. Þá er hægt að fóðra frá botninum um sérstaka leiðslu. Fóðrið myndi síðan fljóta upp og ef um yfirfóðrun væri að ræða myndi það koma upp á yfirborðið. Þannig væri hægt að sjá það um leið þegar fóðurtaka fisksins minnkaði.

### 5.2 Framkvæmd fóðrunar

Lang stærsti hluti fóðrunar er framkvæmdur með fóðurum en lítilsháttar handfóðrun er yfirleitt höfð með. Stærsti hluti fóðrunar er á morgnana og seinnipartinn en þá tekur fiskurinn best. Besta fóðurtakan er í ljósaskiptum en minnsta um miðjan dag, sérstaklega á sólríkum dögum. Í sumum tilvikum hefur verið sleppt að fóðra fiskinn á sunnudögum. Við það hreinsast vatnið mjög vel og talið er að það hafi ekki áhrif á vaxtarhraðann. Þetta fer þó mikið eftir stærð fisksins, hitastigi og árstíma. Það er sennilegt að það hafi lítil áhrif þegar sleppt er fóðrun einum degi í viku yfir svartasta skammdegið ef hitastigið er lágt ( $<5-6^{\circ}\text{C}$ ) og fiskur stór ( $> 1 \text{ kg}$ ). Þær tilraunir sem gerðar hafa verið á áhrifum þess að stoppa fóðrun í styrtí tíma um vetrarmánuðina benda margar til þess að það hafi lítil áhrif á vaxtarhraðann hjá stórum fiski sem er alinn við lágt hitastig (við  $5^{\circ}\text{C}$ ). Á meðan á þessu stendur dregur úr vexti en fiskurinn nær því upp sem hefur tapast um vorið og sumarið.

Mjög auðvelt er að fylgjast með yfirfóðrun í strandeldisstöðvum. Hægt er að sjá ef yfirfóðrun safnast fyrir á botni kerja þar sem straumhraðinn er líttill, einnig er hægt að sjá yfirfóðrunina þegar fóðrið kemur upp úr frárennslisrörinu á leið sinni út úr kerinu. Hjá þeim stöðvum sem hafa setþró eða stóran og breiðan frárennslisskurð er auðveldlega hægt að gera sér grein fyrir hvort það sé um yfirfóðrun að ræða og hve mikil hún sé. Einnig ætti að vera auðvelt að búa til fóðursafnara við frárennsli kerjanna. T.d. væri hægt að hafa hallandi rist sem skildi að fóðrið og vatnið.

### 5.3 Fóðurstuðull

Ef mjög vel er staðið að fóðrun í strandeldisstöðvum er hægt að ná fóðurstuðlinum niður í einn, og jafnvel aðeins undir einn. En almennt þarf meira fóður til að framleiða eitt kg af fiski og er ekki óalgengt að fóðurstuðullinn sé 1.2 og hærri þegar sæmilega tekn til með eldið. Það er að segja að það þarf 1,2 kg af fóðri til að framleiða eitt kg af lifandi fiski. Þetta miðast við að notað sé þurrfóður sem inniheldur 16-18 MJ/kg. Við það að fiskurinn er slægður hækkar fóðurstuðullinn um 0,1-0,2. Í sjókvíaeldi er fóðurstuðullinn oft hærri en í strandeldi og því til skyringar má nefna eftirfarandi þætti:

- Eins og áður hefur verið sagt er betra að fylgjast með og koma í veg fyrir yfirfóðrun í strandeldisstöðvum.
- Hitastig, talið er að bestur fóðurstuðull náiist við  $10^{\circ}\text{C}$ . Í strandeldisstöðvum hér á landi er hitastig yfirleitt nær kjörhitastigi samanborið við sjókvíaeldi.
- Fiskur við hæfilegan straum nýtir fóðrið betur en fiskur við minni straum. Þrátt fyrir að orkunotkun fisks í straumi sé meiri en fisks í straumlausu vatni er fóðurstuðullinn jafngóður eða betri vegna þessa. Aðal ástæðan fyrir betri fóðurstuðli hjá fiski í straumi er talin vera sú að fiskurinn byggir upp vöðvana í mun meiri mæli við hæfilegan straumhraða en fiskur sem er hafður við litinn straumhraða. Orka sem er í vöðva er um 7,0 MJ/kg, en orka í fituvef er um 35 MJ/kg. Það þarf því minni orku til að byggja upp eitt kg af fiski í straumi samanborið við eitt kg af fiski í straumlausu vatni. Fiskur í strandeldisstöðvum er að jafnaði í meiri straum en fiskur í sjókvíaeldi.

### 5.4 Áætlun á lífþungaaukningu

Hægt er að fylgjast með lífþungaaukningu í kerjum með því að skrá nákvæmlega hvað

mikið er fóðrað í hvert ker. Það er gert með því að deila fóðurstuðli í fóðurnotkunina og draga síðan afföllin frá, en þá fæst lífþungaaukningin. Þetta er skýrt með dæmi hér fyrir neðan.

### Áætluð lífþungaaukning =

#### Fóðurnotkun á tímabil/fóðurstuðull - Afföll

Dæmi 1. Í byrjun vikunnar er lífþunginn í kerinu 1.000 kg. Hver er lífþunginn í lok vikunnar ef fóðrað hefur verið 50 kg, áætlaður fóðurstuðull er 1,2 og afföll 3 kg.

Heildarlífþungi í byrjun tímab.	Fóðurnotkun	Afföll	Áætlaður fóðurst.	Áætluð lífþungaaukning
1.000	50	3	1,2	38,7
1.038,7	70	10	1,2	48,3
1.087,6				

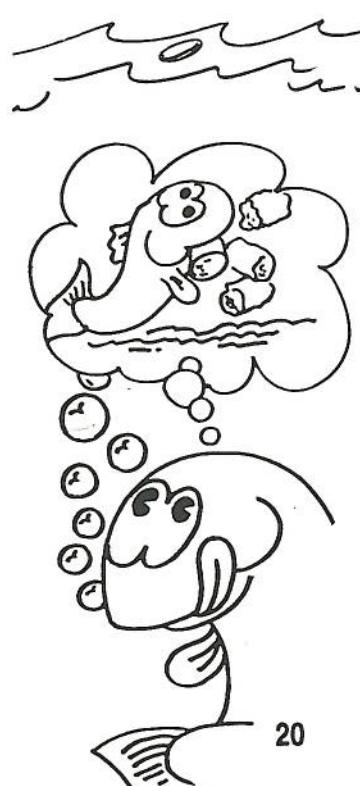
Á þennan hátt er hægt að fylgjast með lífþungaaukningunni með viðunandi nákvæmni á hverjum degi eða á vikufresti, til nánari glöggvunar á því hve mikið er æskilegt að fóðra í hvert ker. Svo framarlega sem lífþunginn í kerinu er þekktur er einnig hægt að fylgjast með breytingum í meðalþyngd. Meðalþyngdarprufur (kafla 6.2) ásamt reiknaðri meðalþyngd sem er áætluð út frá því hve mikið er fóðrað á tímabilinu, ættu að gefa öruggari upplýsingar um meðalþyngd fisksins á hverjum tíma.

#### 5.5 Heimildir og ítarefni

Jobling, M. og Christiansen, J.S., 1989. Mosjonering gir både øket vekst og bedre fôrutnyttelse hos laksefisk. Norsk Fiskeoppdrett 14(6):39.

Sørensen, M.B. og Nielsen, J.F., 1990. Motion bevirker bedre tilvækst. Norsk Fiskeoppdrett 15(16):43-5.

Valdimar Gunnarsson, 1991. Sjókvíaeldi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 112 bls.



## 6.0 Vöxtur og kynþroski

### 6.1 Vöxtur laxa í strandeldi

Í öllum vaxtartöflum er gert ráð fyrir að vöxtur sé eingöngu háður fiskstærð og hitastigi. En vitað er að margir aðrir þættir eins og t.d. birta, þroskastig, ýmsir umhverfisþættir m.fl. hafa áhrif á vaxtarhraðann. Lítið hefur verið gert af því að mæla nákvæmlega vaxtarhraða laxa í strandeldi hér á landi. Nokkuð er víst að norski laxastofninn vex svipað því og upp er gefið í vaxtartöflum. Meira ósamræmi er í áliti manna á vaxtarhraða íslenskra laxastofna. Hjá Íslands laxi hefur t.d. verið fundið út að íslenski laxastofninn vaxi hægar en sá norski fyrsta árið í sjó. Aftur á móti hafa fengist sambærilegar niðurstöður eins og norskar vaxtartöflur sína í nokkrum öðrum strandeldisstöðvum.

Hér á landi er hitastigið nokkuð stöðugt allt árið í flestum strandeldisstöðvum. Samkvæmt vaxtartöflum ætti vöxturinn því að vera nokkuð jafn allt árið. En reynsla eldismanna er sú að vöxturinn er minnstur um veturinn, þá sérstaklega mánuðina desember og janúar þegar dagur er stytstur og mestur á sumrin þegar dagur er lengstur.

Þar sem hægt er að stjórna umhverfisþáttum í mun meiri mæli í strandeldisstöðvum samanborið við kvíaeldisstöðvar ætti því að vera hægt að hafa meiri vaxtarhraða í strandeldi. Í strandeldi er t.d. hægt að stjórna hitastigi og straumhraða. Mjög fáar strandeldisstöðvar hita vatnið mikið upp, en sú stöð sem gerir það í mestum mæli, Silfurstjarnan, hefur bestan vaxtarhraða á laxinum. Vaxtarhraða er einnig hægt að auka með því að hafa hæfilegan straumhraða á fiskinum. Í einni norskri tilraun þar sem tveir hópar af fiski voru aldir í átta mánuði annar hópurinn við hæfilegan straum og hinn hópurinn við því sem næst straumlaust vatn (tafla 6.1) kom fram að fiskurinn sem var alinn í straumi hafði u.p.b. 40% meiri vaxtarhraða.

**Tafla 6.1. Vöxtur hjá laxi miðað við mismunandi straumhraða**  
(Totland m.fl., 1987).

	Byrjunar- þyngd	Loka- þyngd	Straum- hraði
Þjálfun	2038 gr	3278 gr	0,4-0,45 FL/sek
Óþjálfaður	2038 gr	2938 gr	< 0,1 FL/sek

### 6.2 Framkvæmd meðalþyngdaprufa

Fiskurinn er vanalega ekki sveltur mikið ádur en meðalþyngdaprufur eru teknar. En oftast er látið vera að fóðra hann um nöttina og morguninn ádur en prufan er tekin. Æskilegt væri að hann væri sveltur í einn sólahring ádur en meðalþyngdaprufan væri framkvæmd. Eftirfarandi aðferðir eru notaðar til að ná fiski til meðalþyngdaprufa:

A) Grind sem er t.d. 5 x 5 metrar með neti er sökkt ofan í kerið og fiskurinn láttinn synda yfir hana. Grindin er síðan hífð upp og fiskurinn síðan háfaður upp úr grindinni og vigtaður.

B) Þrengt er vel að fiskinum með nót, þannig að bæði stórir og smáir fiskar blandist vel saman og hann síðan háfaður upp og vigtaður. Oftast er kastað á hluta af fiskinum í kerinu. Sá tími sem þrengt að fiskinum þarf að vera sem stytstur þannig að streita á fiskinum verði sem minnst.

Oftast eru meðalþyngdaprufur teknar með mánaðar fresti, meðal annars vegna þess að það er krafa tryggingarfélaganna að upp sé gefin meðalþyngd fisksins um hver mánaðamót.

Meðalþyngdaprufur hafa oft verið ónákvæmar, aðallega vegna þess að erfiðlega hefur gengið að fá raunhæfa prifu af fiski úr kerinu. Til að sem nákvæmust meðalþyngd fáist er mikilvægt að þrengja vel að fiskinum með nót til að blanda fiskinum sem best saman ádur en prufan er tekin. Ef þetta er ekki gert er mikil hætta á því að úrtakið verði ekki nóg Gott. Betra er að taka frekar fáar en nákvæmar meðalþyngdaprufur á árinu en margar prufur sem eru ónákvæmar.

### 6.3 Kynþroski

Almennt má segja að lítið hafi borið á kynþroska á laxi í strandeldi samanborið við sjókvíaeldi. Skýringar á þessu eru ekki að öllu leiti ljósar. Eitt er víst að þegar notaðir eru norskir stofnar er kynþroskahlutfallið mjög lítið og hefur verið vandkvæði í sumum tilvikum að fá fiskinn kynþroska. Meira virðist vera um kynþroska á íslenska laxinum. Ástæðan fyrir því að íslenski fiskurinn virðist vera minna kynþroska í strandeldisstöðvum samanborið við sjókvíaeldi geta verið margar. Hafa skal í huga að fiskurinn þarf að hafa náð ákveðinni lágmarksstærð, jafnframt því að hafa góðan fituforða og að umhverfisaðstæður þurfa að vera hagstæðar. Fiskur sem alinn er í straumi er vöðvameiri og holdið inniheldur minni fitu en fiskur sem er í litlum straumi. Það getur því verið að strandeldissfiskurinn sé lengri tíma að ná þessum fituforða til að geta orðið kynþroska samanborið við kvíeldisfisk sem er í litlum straumi. Einnig hefur verið bent á að stöðugt ljós geti hugsanlega seinkað kynþroskanum. Til að fá þetta á hreint er þörf á frekari rannsóknunum.

### 6.4 Heimildir og ítarefnir

Jobling, M. og Christiansen, J.S., 1989. Mosjonering gir både øket vekst og bedre fórutnyttelse hos laksefisk. *Norsk Fiskeoppdrett* 14(6):39.

Sørensen, M.B. og Nielsen, J.F., 1990. Motion bevirker bedre tilvækst. *Norsk Fiskeoppdrett* 15(16): 43-5.

Totland, G.K., Kryvi, H., Jördestöl, K.A., Christiansen, E.N., Tangerås, A. and Slinde, E., 1987. Growth and composition of the swimming muscle of adult atlantic salmon (*Salmo salar L.*) during long-term sustained swimming. *Aquaculture* 66:299-313.

Valdimar Gunnarsson, 1991. Sjókvíaeldi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 112 bls.

Valdimar Gunnarsson, 1990. Leiðir til draga úr ótímaþárum kynþroska. *Eldisfréttir* 6(6):21-26.

Þórey Hilmarsdóttir og Stefán Aðalsteinsson, 1990. Samanburður á laxastofnum. 2. áfangaskýrsla mars 1990. Rannsóknarstofnun landbúnaðarins. 16 bls.

Þórey Hilmarsdóttir, Björn Björnsson og Stefán Aðalsteinsson, 1990. Samanburður á laxastofnum. *Eldisfréttir* 7(1):7-9.



## 7.0 Afföll

### 7.1 Helstu orsakir affalla

Vatn í flestum strandeldisstöðvum hefur lengi verið talið mjög heppilegt til fiskeldis og að það væri því sem næst sterilt. En þrátt fyrir það hafa sjúkdómar í strandeldi ekki verið minni en í sjókvíaeldi. Ein af skýringunum er talin vera sú að strandeldisstöðvar á Íslandi nota mjög lítið vatn og eru vatnsskipti í kerjunum því tiltölulega hæg. Þetta veldur því að eiturefni hlaðast upp í meiri mæli í vatni sem talið er að minnki sjúkdómsviðnám fisksins. Þrátt fyrir að vatnið sé tiltölulega hreint þegar það kemur í kerið syndir fiskurinn stöðugt í menguðu vatni vegna lítilla vatnsskipta. Í kvíum eru vatnsskiptin í flestum tilvikum mun meiri og syndir því kvíaeldisfiskur að öllum líkendum að jafnaði í hreinna vatni en strandeldisfiskur.

Kýlaveiki (kýlaveikibróður) hefur verið mjög útbreidd í nær öllum strandeldisstöðvum hér á landi. Kýlaveikin hefur að vísu ekki valdið mjög miklum afföllum í þau skipti sem hún hefur komið upp. En hafa ber í huga að mikið hefur tapast vegna minni vaxtar.

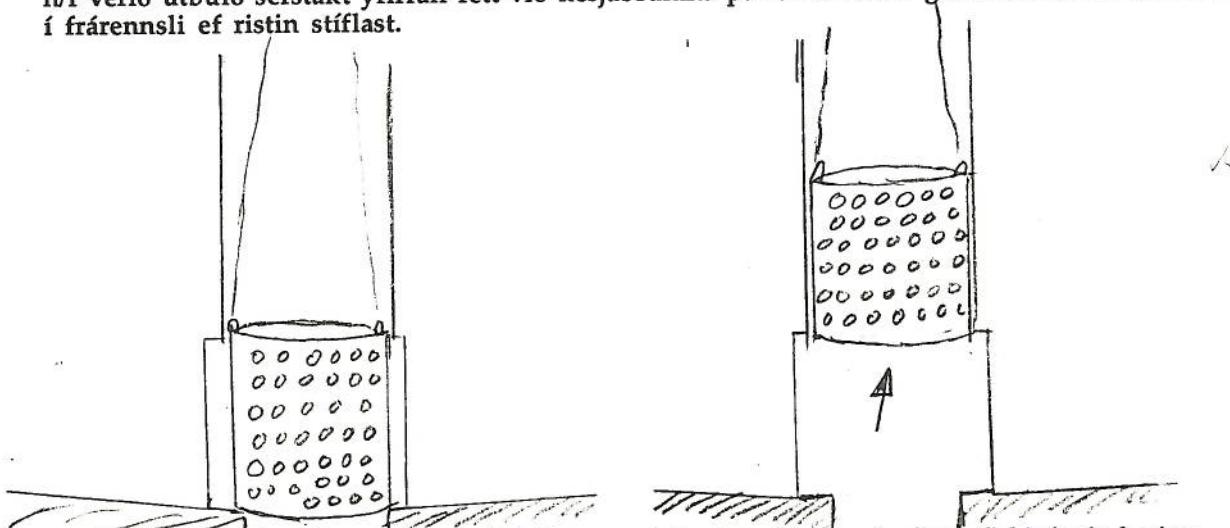
Mest afföll hafa sennilega átt sér stað vegna þess að dæling hefur stöðvast. Um er að ræða slæm veður sem hafa skemmt dælur og lagnarbúnað, einnig hafa bilanir á dælum verið tíðar og rafmagnsleysi sem valdið hefur því að dæling hefur stöðvast og fiskurinn dreipist vegna súrefnisskorts. Léleg seiði hafa einnig valdið tölverðum afföllum á seiðum. Hér er aðallega um að ræða seiði þar sem gæði göngubúnings hefur verið ábótavant.

### 7.2 Dauður fiskur fjarlægður

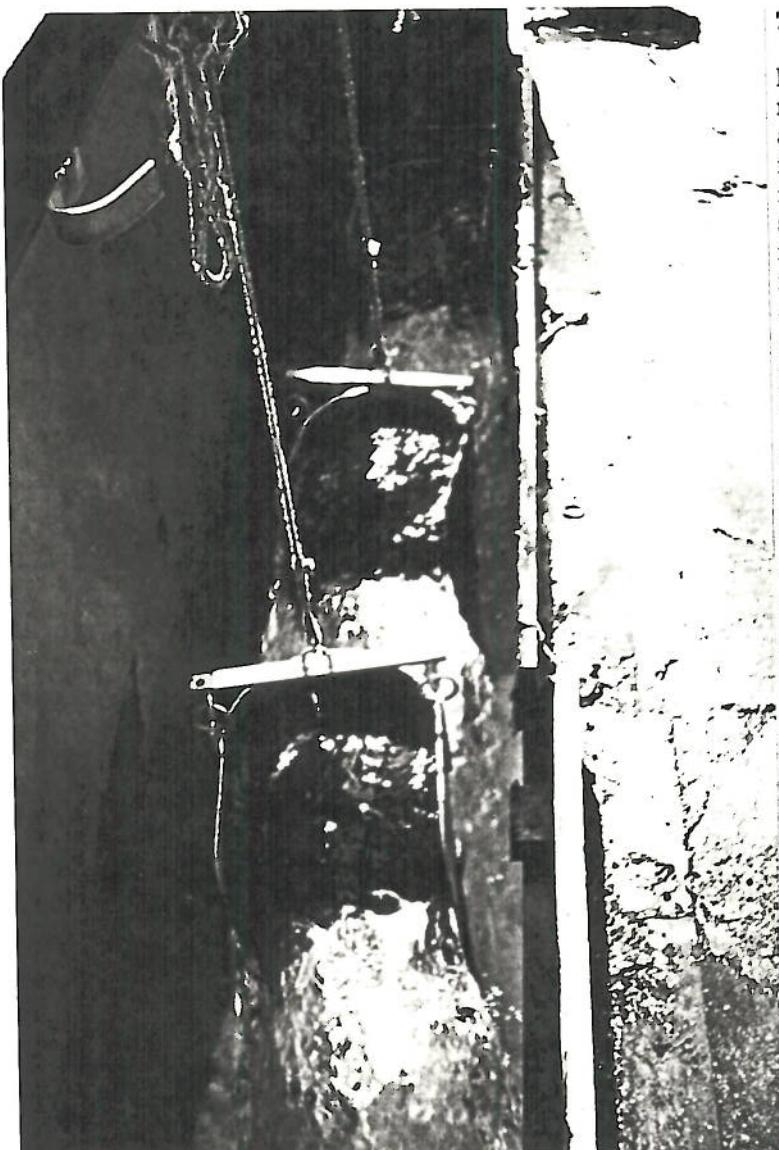
Dauður fiskur er fjarlægður á mismunandi hátt í strandeldisstöðvum hér á landi. Algengast er að fiskurinn sé háfaður upp með háfi sem er með um 6 metra löngu skafti. Ef sæmilegur straumhraði er í kerinu safnast dauður fiskur við ristina á botni kersins. Dauði fiskurinn er síðan háfaður upp, en það er mjög erfitt og tímafrekt verk ef fullt rennsli er haft úr kerinu á meðan. Mikill straumhraði við frárennslíð gerir það að verkum að erfitt er að stjórna háfnum. Hægt er að auðvelda háfunina með því að hækka yfirfallsrörið þannig að vatn flæði ekki úr kerinu, en við það minnkar straumurinn við frárennslíð verulega. Þessa aðferð borgar sig að vísu ekki að nota nema í þeim tilvikum þar sem mikið er af dauðum fiski í kerinu. Þar sem oft er mjög erfitt og tímafrekt að lyfta hæðarstillingunni þar sem því er hægt að koma við.

Í sumum stöðvum er kafað niður í kerið og dauður fiskur tíndur upp. Þetta er aðallega gert í stöðvum þar sem rýni vatnsins er lítið, eins og t.d. hjá Miklalaxi h/f.

Hjá Íslands lax h/f eru frárennslí kersins þannig útbúin að hægt er að lyfta ristinni upp og hleypa dauðum fiski þannig út (mynd 7.1). Honum er síðan safnað saman í frárennslí kersins (vatnshæðarstýringunni) þar sem vatnið úr öllum kerjum rennur saman í eitt frárennslí (mynd 7.2). Ef mikill dauði á sér stað í keri þar sem ristin er föst getur dauður fiskur stíflað ristina og vatn byrjað að flæða yfir kerjabrúnirnar. Til að varna þessu hefur t.d. hjá Miklalax h/f verið útbúið sérstakt yfirfall rétt við kerjabrúnina þar sem vatnið getur runnið út úr kerinu í frárennslí ef ristin stíflast.



Mynd 7.1. Hjá Íslands lax er hægt að lyfta upp ristinni og hleypa dauðum fiski út úr kerinu.



Mynd 7.2. Vatnshæðarstjórnun hjá Íslandslax þar sem dauðum fiski er safnað.

setið um að taka fóður um leið og fóðrararnir gefa. Oft hefur reynst erfitt að halda fulginum frá þrátt fyrir að strandeldisstöðin sé vöktuð og skotið á fuglinn með vissu millibili. Í þeim tilvikum þar sem strengt er með net eða þræði yfir kerið hafa fuglar verið mun minna vandamál. Hætta er á því að fuglar geti borið sjúkdóma á milli strandeldisstöðva einnig getur ágangur fuglanna hugsanlega aukið streitu fisksins. Allar aðgerðir sem stuðla að því að halda fiskinum frá stöðinni ættu því að draga úr streitu fisksins og minnka hugsanlega líkur á því að fuglarnir beri sjúkdóma með sér í stöðina.

#### 7.4 Heimildir og ítarefni

Valdimar Gunnarsson, 1985. Biologisk bakgrunn for kulturbetinget fiske av laks: en litteraturstudie. Kandidatoppgave i akvakultur. Institutt for fiskerifag. Univ. Tromsø. 155 bls.

Valdimar Gunnarsson, 1991. Sjókvíaeldi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 112 bls.

#### 7.3 Aðgerðir til að draga úr afföllum

Bent hefur verið á að hugsanlega sé uppsöfnun á mengunarefnum ein skýringin á því að sjúkdómar séu tiltölulega tóir í strandeldi (kafli 7.1). Gera má ráð fyrir því að sjúkdómsviðnám fisksins sé minna ef hann er alinn í menguðu vatni. Til að minnka mengun í kerinu og þá hugsanlega auka sjúkdómsviðnámið er hægt að auka vatnsrennslið í kerin, þannig að vatnsskipti og hreinsun verði betri.

Það hefur verið títt að dælur hafi stoppað í strandeldi og í allt of mörgum tilvikum með þeim afleiðingum að fiskur hafi dreppist. Til að minnka líkur á þessu er hægt að hafa kerjaloftun með súrefni. Á þennan hátt er hægt að lengja þann tíma sem fiskurinn getur lifað eftir að dæling stöðvast um nokkra klukkutíma og jafnvel í sólarhringa.

Þjálfun á laxaseiðum hefur aukið heilbrigði seiðanna, sem meðal annars hefur komið fram í meira sjúkdómsviðnámi, meira þol gagnvart streitu og minni afföllum. Með því að hafa laxinn í hæfilegum straumi ætti hugsanlega að vera hægt að auka heilbrigði fisksins og minnka afföll.

Afræningjar valda að öllu jöfnu ekki miklum skaða í strandeldi. Ef kerjanna er ekki gætt nágu vel geta fuglar fjarlægt eitthvað af fiski úr kerjunum. Fuglar hafa sótt mikið í strandeldisstöðvar og

## 8.0 Hreinsun kerja og lagna

### 8.1 Sjálfhreinsun kerja

Misjafnt er hversu vel kerin hreinsa sig. Almennt má segja að eftir því sem straumhraðinn er meiri þess betur hreinsar kerið sig. Einnig hefur þéttleiki áhrif á hreinsun kerja. Eftir því sem meira er af fiski í keri dregur úr straumhraðanum vegna viðnáms hans en við það hreinsar kerið sig ver. Einnig hefur stærð fisksins áhrif á hreinsun kerjanna. Eftir því sem fiskurinn er stærri þess stærri og þyngri eru fóðurleifarnar og úrgangurinn úr fiskinum og þarf því meiri straumhraða til að halda botninum hreinum. Halli á botni og kerjastærð hafa áhrif á hreinsieiginleika kersins og eru þeir minni eftir því sem hallinn er minni og kerið stærra.

Í þeim tilvikum þar sem kerjaloftun á sér stað er meira um að eldisvatnið sé mengað af lífrænum ögnum. Loftunin gerir það að verkum að saur brotnar í mun meiri mæli niður í smáar agnir sem svífa í mun lengri tíma í vatnsmassanum saman boríð við saur sem hefur ekki verið brotinn niður.

Mjög mikilvægt er að varna því að fóðurleifar og úrgangur nái ekki að safnast og rotna niður við botn kersins með þeim afleiðingum að það geti haft skaðleg áhrif á fiskinn og jafnvel skemmt kerið, eins og t.d. málningu.

### 8.2 Aðgerðir til að draga úr gróðurvexti

Gróður hefur viljað safnast innan á kerið, sérstaklega á þeim árstíma þegar dagurinn er lengstur. Þetta er að vísu misjafnt eftir stöðvum og fer mikið eftir því hvað þörungarnir eiga auðvelt með að festa sig á kerjaveggina. Gróðurinn virðist einnig vera minni eftir því sem meiri straumhraði er í kerinu. Í þeim tilvikum þar sem vatnskerfið er opið eins og t.d. hjá Íslands laxi er gróðurvöxtur tiltölulega mikill.

Eftir því sem birtan er meiri þess meiri er gróðurvöxturinn. Til að draga úr gróðurvextinum hefur verið reynt að minnka það birtumagn sem berst niður í kerið. Það hefur verið m.a. gert með því að byggja yfir kerin eða setja net yfir sem hleypir lítilli birtu í gegnum sig (salmon nets). Þessi net eru einnig sett yfir kerin til að varna því að fugl komist nálagt fiskinum, þá sérstaklega þegar um smáan fisk er að ræða. Eftir því sem fiskurinn stækkar og veður versna þegar líða tekur á haustið taka sumir þessi net niður til að varna því að haust- og vetrarstormar skemmi það.

### 8.3 Hreinsun kerja

#### 8.3.1 Botnskafa

Botnskafan er grind sem nær frá miðju kersins að jaðri þess (mynd 8.1). Til að knýja áfram botnsköfuna er notuð svo kölluð segl og stærð þeirra miðast við þann straum sem hafður er í kerinu. Þess minni sem straumurinn er þess stærri þurfa seglin að vera. Á botni sköfunnar eru hafðir plastkubbar eða gúmmíþúðar sem halda grindinni frá botni og minnkar viðnám hennar við botninn. Niður úr sköfunni hangir blýteinn sem dregst við botn kersins og heldur honum hreinum. Skafan snýst um miðjurörið með straumnum og hreinsar kerið um leið. Annað slagið verður að taka sköfuna upp úr kerinu og hreinsa hana með háþrystidælu. Auðvelt er að taka sköfuna upp úr kerinu, þar sem hún er tiltölulega létt og er hún með liðamót þannig að hægt er að leggja hana saman.

Kostir sköfunnar eru þeir að hún rótar drullunni lítið upp og svo lengi sem skafan er niðri í kerinu helst botn þess nokkurn veginn hreinn. Skafan virðist ekki valda streitu hjá fiskinum og víkur hann sér yfir sköfuna þegar hún kemur að honum.

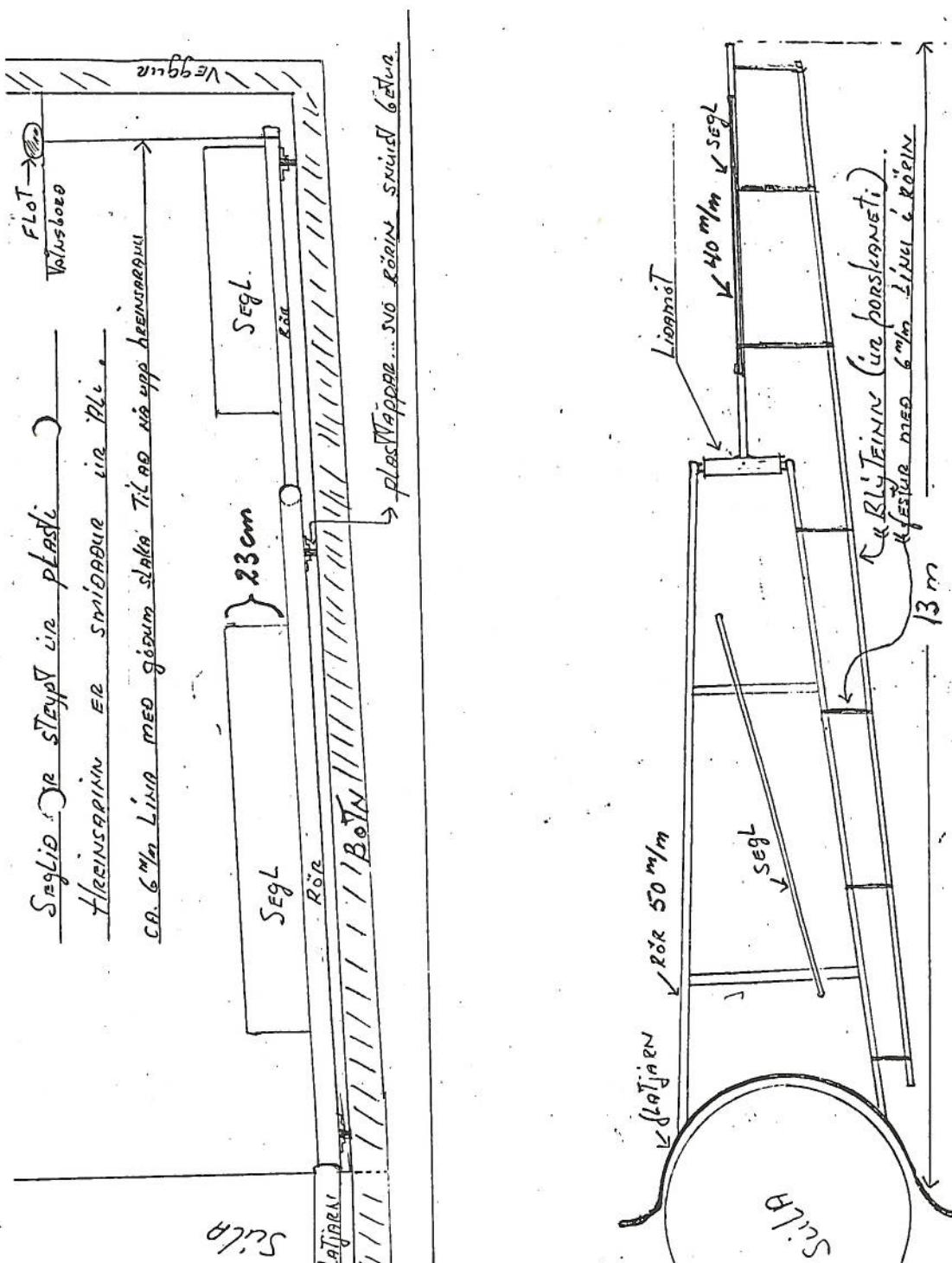
#### 8.3.2 Kústun

Ker með lifandi fiski eru hreinsuð með kústun á two vegu:

A) Staðið á kerjabrún og langur sópur er notaður til að ýta óhreinindum að frárennsli. Um leið og kústun hefst er opnað fyrir frárennslið.

B) Lækkað er í kerinu og maður í vöðlum fer niður í kerið og kústar það. Oft er háþrystidæla notuð til að hreinsa þann hluta kersins sem stendur upp úr vatninu.

Kústun kerja er mjög erfitt verk og tímafrekt. Við kústun þyrlast einnig mikið af drullu



Mynd 8.1. Botnskafa eins og notuð er hjá Íslandslax (upplýsingar og teikning frá starfsmönnum Íslandslax).

upp og vatnið verður því mjög óhreint. Hætta er á því að mengunin auki streitu hjá fiskinum, setjist á tálknin og jafnframt auki afföll.

### 8.3.3 Þrif á tómu keri

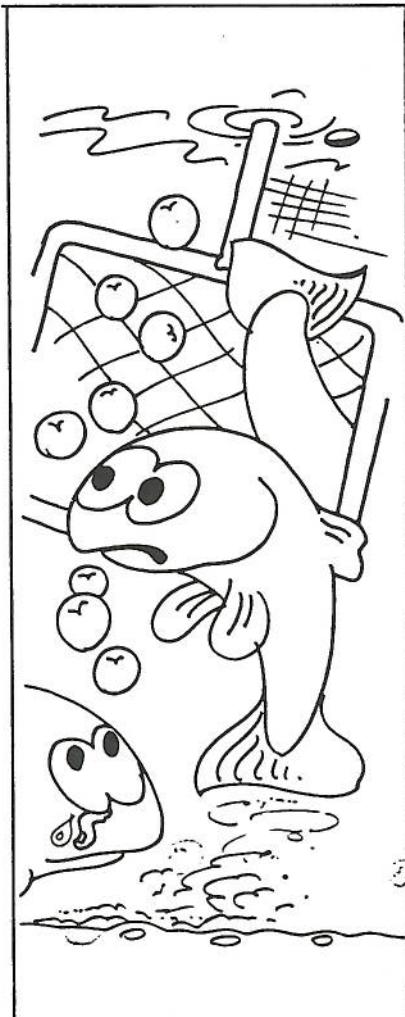
Við þrif á tómu keri er yfirleitt notuð háþrystidæla. Til þess að háþrystidælan geti losað upp þörunga sem hafa fest sig á kerinu þarf dælan að vera mjög öflug. Í sumum tilvikum er festan slík að dælan leysir ekki burt öll óhreinindi og er þá t.d. hjá Íslandslaxi daufri saltsýrublöndu dreift á þann stað og látið standa í smá tíma og síðan er hreinsað aftur með háþrystidælunni. Reynt er að láta ekki marga mánuði líða á milli þess að kerið sé hreinsað til að varna því að óhreinindin verði ekki allt of gróin við kerið.

### 8.4 Hreinsun frárennslislagna

Í þeim strandeldisstöðvum þar sem sjór er tekinn úr yfirborðinu hefur borið á því að kræklingar hafi sest í frárennslislagnir og smám saman stíflað þær. Kræklingarnir hafa ekki sest inn í innrennslisrörin vegna þess að í þeim er vatnshraðinn mun meiri en í frárennslislögnum. Til að hreinsa frárennslislagnirnar eru t.d. í Skotlandi notaðar sérstakar skröpur sem skrapa kræklinginn innan úr lögnunum.

### 8.5 Heimildir og ítarefni

Hunter, J., 1988. Erfaringer fra Scotland. NITO-kurs. Landbaserte oppdrettsanlegg og lukkede sjöanlegg, status erfaringer og utviklingstrender. Sheraton Hotel, Sandvika v/Oslo 9.-10. mars 1988.



## 9.0 Flutningur og flokkanir

### 9.1 Þrengt að fiski

#### 9.1.1 Íslandslaxaðferðin

Til að þrengja að fiskinum hjá Íslandslaxi, í kerjum sem eru 26 metrar í þvermál er notuð stór nót með stöngum á endunum (mynd 9.1A). Einnig eru notaðir tveir snurpugálgar úr áli og svokallaðir stangarskór (9.1B og C). Áður en nótin er sett niður í kerið er hringstraumurinn tekinn af með því að snúa við innrennslisrörinu (lóðrétt dreifirör) og þegar kerið er því sem næst straumlaust er innrennslisrörin tekið upp og vatnið láta renna beint niður í kerið. Síðan er nótin dregin hratt að brúnni (mynd 9.1E og F) þannig að blýteinninn nái ekki að sökkva og fiskurinn geti þannig synt undir nótina. Þegar komið er að brúnni er endastöngunum lyft upp úr vatninu og nótin dregin upp þangað til að allur fiskurinn er farinn undan (mynd 9.1G og H). Þegar enginn fiskur er undir brúnni er nótin látin síga til botns. Tveir menn vinna síðan saman við hvorn enda. Annar pressar stöngina upp að vegg þannig að fiskur sleppi ekki á milli, en hinn dregur í hana (Mynd 9.1 I og J). Nótin er síðan dregin rólega svo blýteinninn lyftist ekki frá botni. Þegar búið er að þrengja hæfilega að fiskinum er svo kölluðum stangarskóm smeygt yfir endastöngina (9.1L). Síðan er snurpugálginn settur út, en fyrst er þræddur spotti í augað sem er neðst á gálganum (mynd 9.1 K). Gálgarnir er hafðir fyrir innan endastangirnar. Þegar búið er að koma gálganum fyrir og festa endastangirnar er byrjað að snurpa eða þrengja að fiskinum til að háfa hann eða reka á milli kerja (Mynd 9.1 M). Í lokin er lækkað í kerinu og lítil nót notuð til að fjarðlæga síðustu fiskana.

#### 9.1.2 Þrengt með grindum

Byrjað er á því að lækka í kerinu þannig að maður í vöðlum komist niður í kerið. Grindur eru síðan settar niður í kerið og festar í miðjurörið. Önnur grindin er höfð föst og henni komið þannig fyrir að fiskur sleppi ekki fram hjá henni. Hin grindin er fest í miðjurörið en er höfð færarleg út við kant kersins og er hægt að færa han því sem næst 360°. Til að byrja með eru grindurnar hafðar þétt saman og passað upp á að enginn fiskur sleppi á milli þeirra. Lausa grindin er síðan notuð til að þjappa smá saman að fiskinum. Þegar búið er að þjappa hæfilega að fiskinum er hann háfaður upp (eða dælt) að öllu leiti eða að hluta eins og t.d. þegar á að taka meðalþyngdaprunur.

#### 9.1.3 Þrengt að fiski með nót

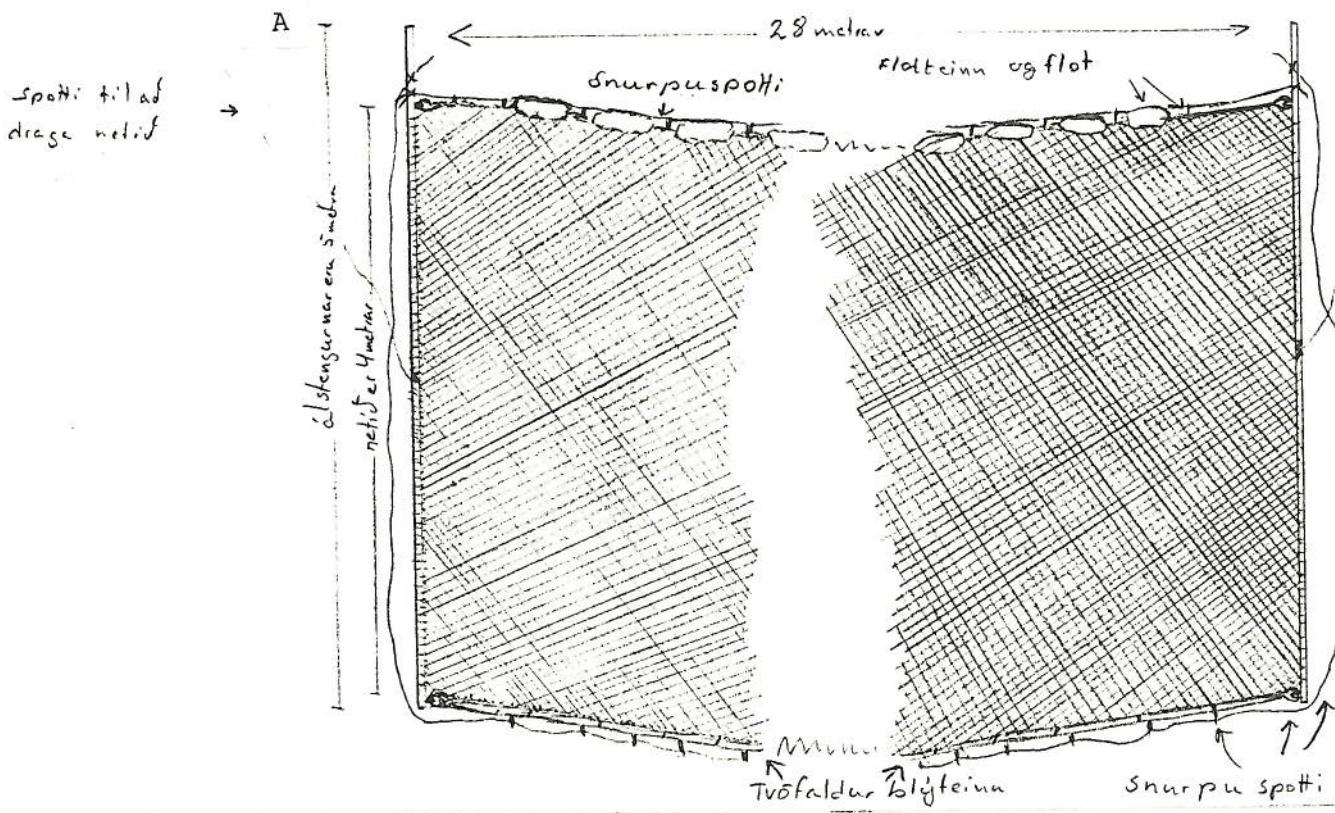
Það er byrjað á sama hátt og þegar notaðar eru grindur að lækka niður í kerinu. Því næst fara menn í vöðlum niður í kerið með nótina og þjappa að hluta af fiskinum eða að öllum. Ókosturinn við þessa aðferð er sá að erfitt getur verið að festa nótina og verður að þvinga hana fasta við kerjavegginn til að fiskur sleppi ekki á milli.

### 9.2 Flokkun

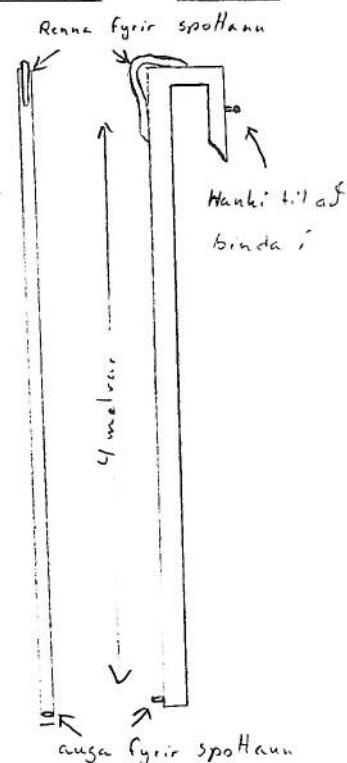
Flokkun er oftast framkvæmd þegar ásetning í kerinu er mjög mikil og stærðardreifing mikil. Yfirleitt er stærri fiskur en u.p.b. 1 kg ekki flokkaður, nema þegar slátrað er og er þá fiskur sem ekki hefur náð 2 kg oft tekinn frá og hann láttinn vaxa þangað til hann hefur náð 2 kg þyngd. Ef góður árangur á að nást við flokkun þarf að vanda vel til verka. Æskilegt er að svelta fiskinn í minnst einn sólarhring áður en flokkun er framkvæmd. Flokkun þarf einnig að framkvæma þegar hitastig vatnsins er ekki of lágt. Við flokkun fær fiskurinn alltaf eitthvað af sárum og eftir því sem vatnshitinn er lægri þess minni líkur eru á því að sárin grói. Einnig skal miðað við að lofthitinn sé yfir 0°C. Ef flokkað er í frosti er alltaf hætta á því að andrúmsloft umleiki fiskinn of lengi, en slikt getur hugsanlega haft slæm áhrif á fiskinn. Vegna þeirra vandkvæða sem geta fylgt flokkun sem er framkvæmd um vetrarmánuðina er fiskur í strandeldisstöðvum að jafnaði ekki flokkaður þá. Ef vel er staðið að flokkun þá tekur fiskurinn fóður að fullu nokkrum klukkustundum eftir að flokkun er lokið.

## Strandeldi

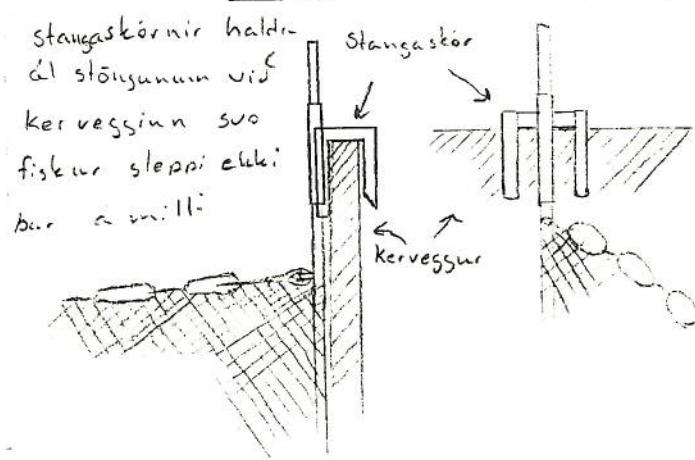
## Flutningur og flokkanir



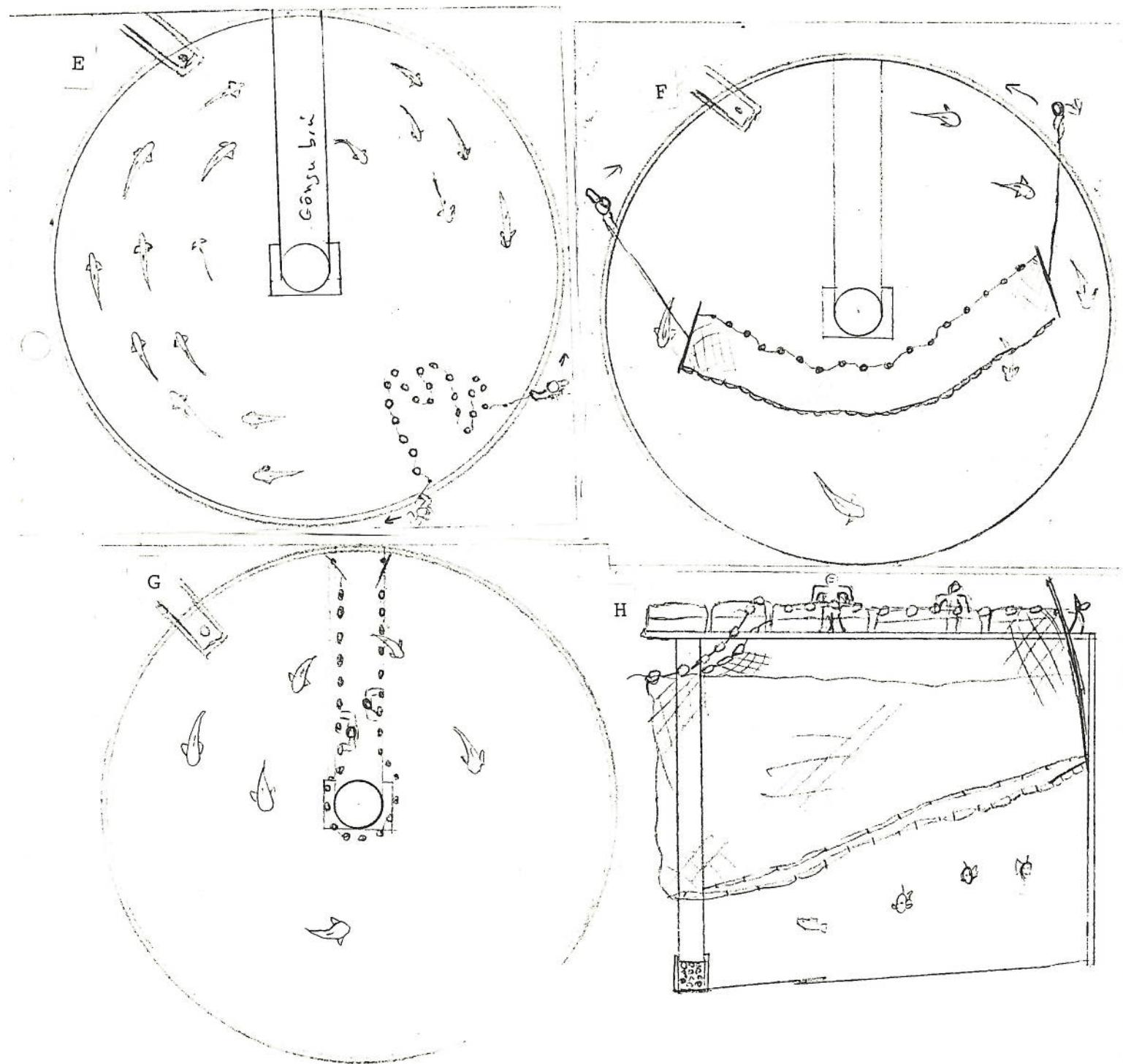
## B Snurpongálgjá af framan á hlíf



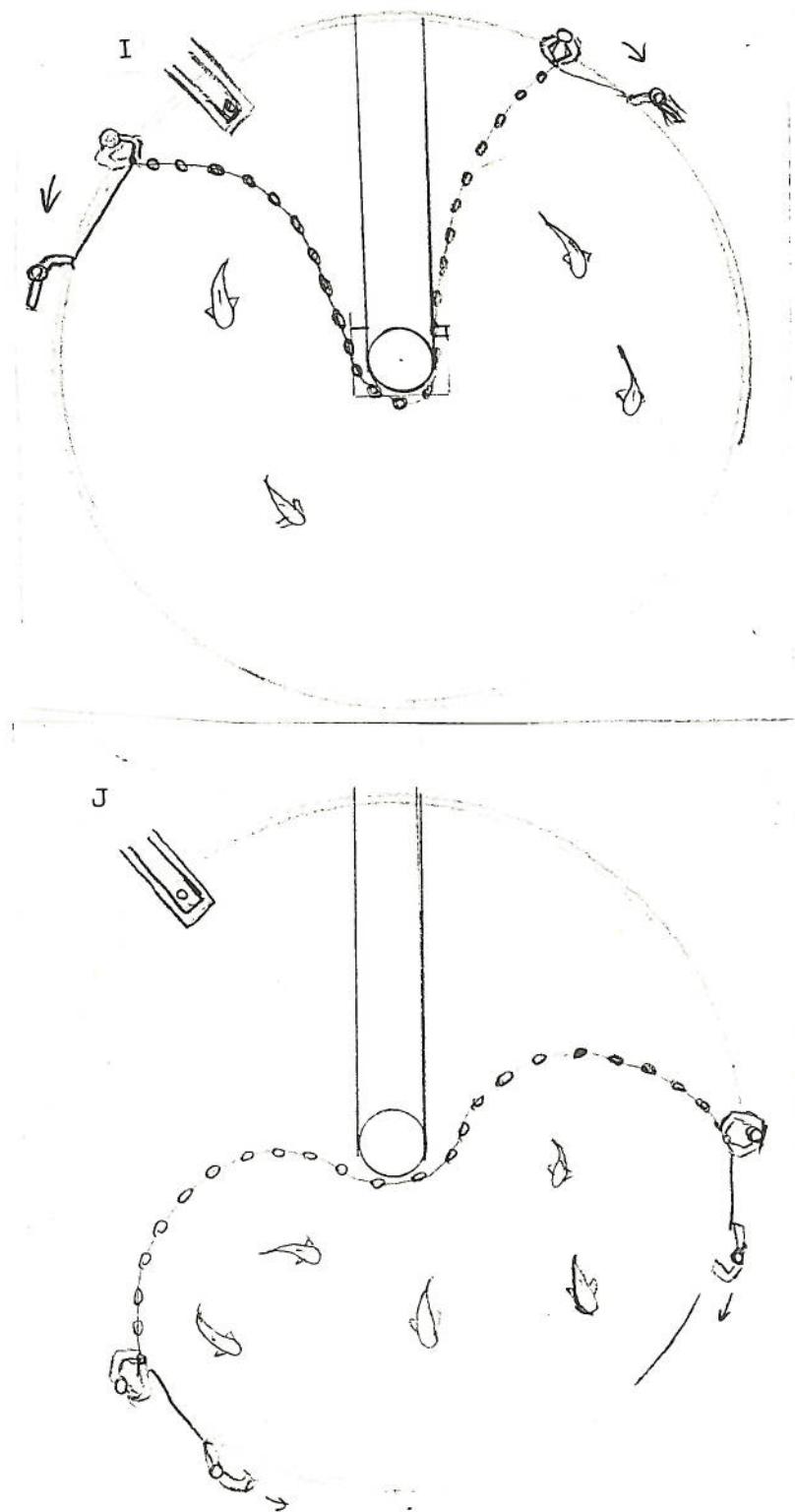
## C Stangarskór á hlíf af framan



Mynd 9.1. Þrengt að fiski í 26 metra breiðu keri hjá Íslands laxi (Teikningar Ingólfur Arnarson).



Mynd 9.1. (framh.) Þrengt að fiski í 26 metra breiðu keri hjá Íslandslaxi (Teikningar Ingólfur Arnarson).

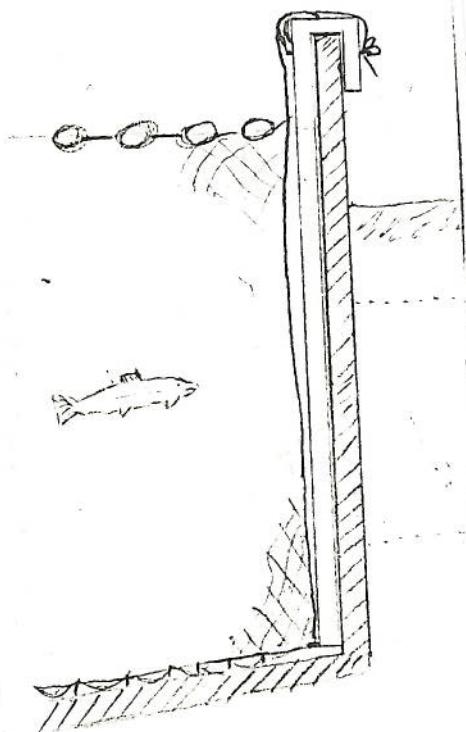


Mynd 9.1. (framh.) Þrengt að fiski í 26 metra breiðu keri hjá Íslandslaxi (Teikningar Ingólfur Arnarson).

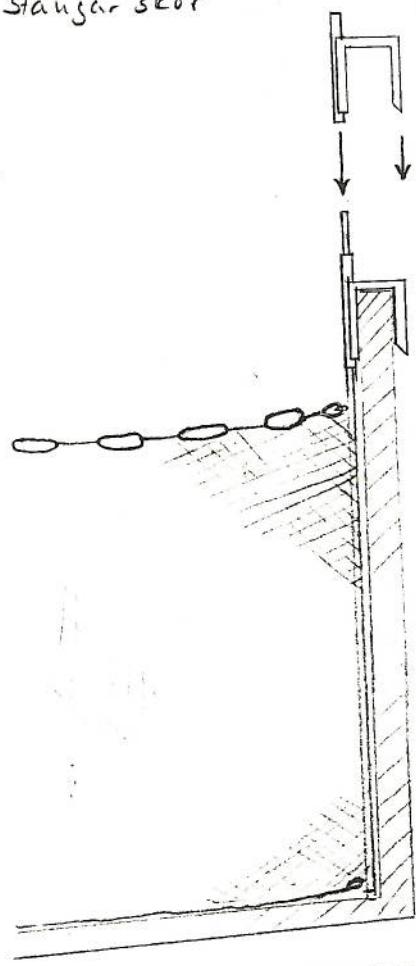
*Strandeldi*

K

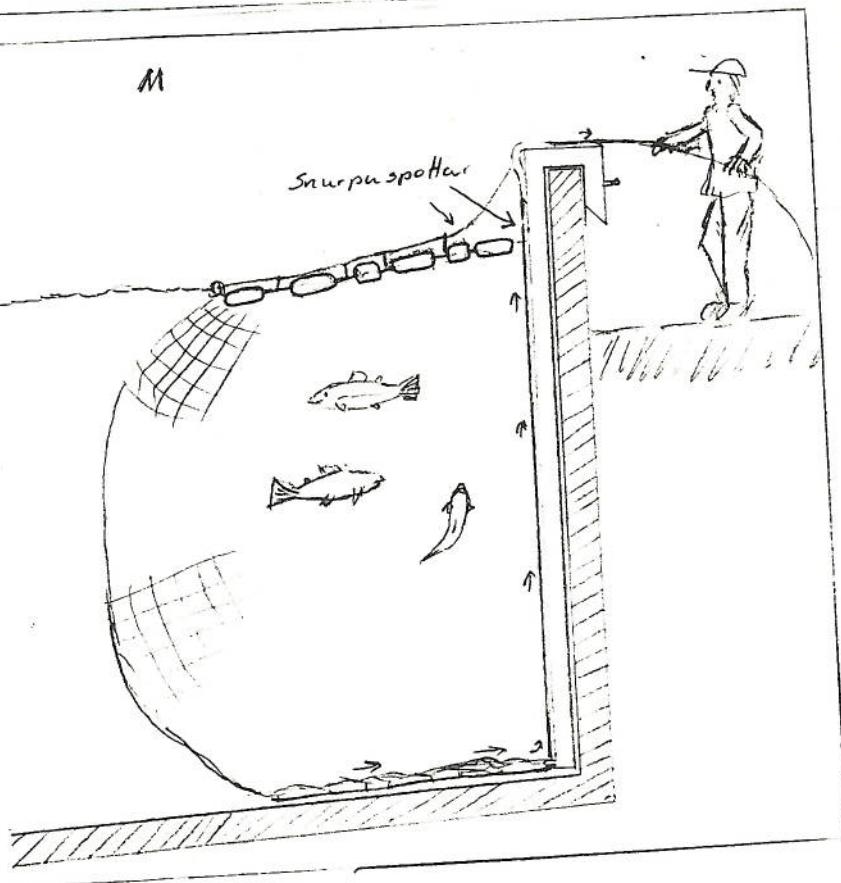
*Snurpu gálgí*



*Stangarskör I*



M



Mynd 9.1. (framh.) Þrengt að fiski í 26 metra breiðu keri hjá Íslandslaxi (Teikningar Ingólfur Arnarson).



Mynd 9.2. Þrengt að fiski með grind.

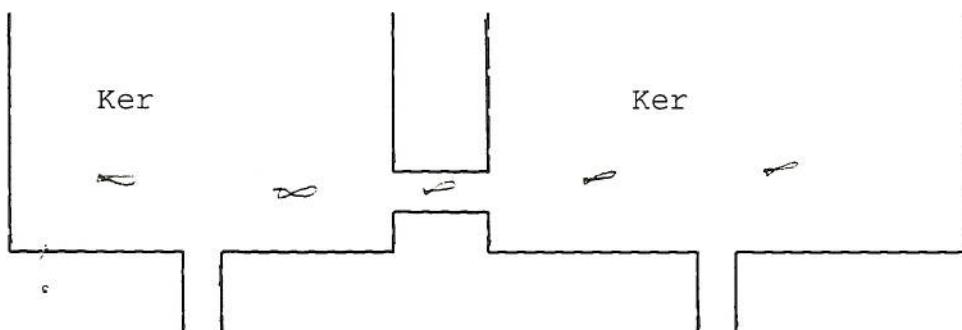
### 9.3 Flutningur á fiski milli kerja

Fiskur er fluttur í göngum á milli kerja (mynd 9.3). Þegar það er gert er rennslið stöðvað í það ker sem flytja á úr, en vatnsrennslið aukið í það ker sem fiskurinn á að fara í. Fiskurinn er síðan láttinn sjálfur synda yfir eða að það er þjappað að fiskinum með nót að opinu og fiskurinn láttinn synda yfir í hitt kerið. Ef það á ekki að tæma kerið af fiski er stundum hluti af fiskinum láttinn synda yfir í næsta ker í eina nótt án þess að notuð sé nót.

Kosturinn við þessa aðferð er að hún fer mjög vel með fiskinn. Ókosturinn er sá að mjög erfitt er að fylgjast með hversu margir fiskar fara úr kerinu yfir í hitt kerið, einnig eru þessir gangar mjög dýrir í byggingu.

Þessi aðferð hefur meðal annars verið notuð hjá Íslandslax þegar of mikið af fiski hefur verið komið í ker og þegar flytja á fiskinn í sláturker. Þá er hluti af fiskinum fluttur í næsta ker um göngin.

Flutningur á fiski á milli kerja um göng hefur reynst mjög misjafnlega. Forsendan fyrir því að þessi aðferð heppnist er að gatið sé alveg niður við botn kersins og það sé vel stórt. Þessi aðferð hentar mjög vel þegar á að flytja fisk sem á að slátra úr stóru keri yfir í smátt sláturker þar sem fiskurinn er svetur. Þá þarf ekki að svelta meira af fiski en því sem á að slátra. Þetta er gert hjá Íslandslax með góðum árangri.



Mynd 9.3. Flutningur á fiski á milli kerja.

### 9.4 Heimildir og ítarefni

Kristinn Karlsson, 1990. Strandeldi. Aðalverkefni. Hólaskóli. 15 bls.

Valdimar Gunnarsson, 1990. Sjókvíaeldi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 112 bls.

## 10 Ýmsir verkþættir

### 10.1 Hvernig er brugðist við vatnsskorti

Ef dæla bilar sem veldur minna rennsli í kerin, er hætta á því að afföll geti átt sér stað ef ekkert er gert. Það sem eldismaðurinn getur gert í slíkum tilvikum er að minnka súrefnisnotkun fisksins eða að vera með súrefnisdælingu í vatnið í kerinu. Þeir þættir sem hafa mest áhrif á súrefnisnotkun fisksins eru áhrif fóðrunar og straumhraða. Hægt er því að minnka súrefnisnotkun fisksins, og þá vatnsnotkun, með því að stöðva alla fóðrun og minnka straumhraðann. Straumhraðinn minnkar í flestum tilvikum sjálfkrafa um leið og rennslið í kerið minnkar. Sumar strandeldisstöðvar hafa kerjaloftun og er hægt að auka hana á þeim tínum sem vatnsrennslið er lítið.

### 10.2 Skráningar

Til að góður árangur náist er nauðsynlegt að hafa skráningar í góðu lagi. Mikilvægt er að hafa eftirlit með fjölda fiska í keri, afföllum, meðalþyngd, þéttleika, fóðrun, fóðurstuðli, vexti og holdstuðli. Vöxtur og holdstuðull gefa upplýsingar um viðgang fisksins á hverjum tíma og fóðurstuðulinn hvernig tekst til með fóðrunina. Dæmi um gott kerfi til að halda utan um skráningar og eftirlit er t.d. skráningarkerfi hjá Íslandslaxi (tafla 10.1). Þetta skráningarkerfi er hægt að gera í töflureikni og aðlaga það að hverri strandeldisstöð fyrir sig.

Tafla 10.1. Skráningarkerfi hjá Íslandslax.

VIKAN 23.01 – 29.01 1991

KER NR.	1	2	3	TOTAL
SETT ÚT DAGS	13/6 90	2/8 90	1/8 90	UWW
UPPHAFL. FJÖLDI	76,100	68,000	76,000	
UPPHAFL. MEDALP.	0.049	0.047	0.050	
GAMALL FJÖLDI	64,371	55,339	59,737	554,396
NÝR FJÖLDI	64,273	55,321	59,602	551,177
GÖMUL MEÐAL ÞYNGD	0.1438	0.1748	0.1431	0.663
NÝ MEÐAL ÞYNGD	0.1480	0.1801	0.1484	0.684
GAMALL LÍFFUNGI	9,257	9,670	8,529	367,399
NÝR LÍFFUNGI	9,515	9,965	8,847	376,789
DAUÐI A VIKU	98	18	135	1,904
DAUÐI A VIKU (%)	0.15	0.03	0.23	0.34
DAUÐI A MANUÐI (%)	0.61	0.13	0.90	1.37
FÓÐURSTUÐULL	1.1	1.1	1.1	
AÆTLAÐUR VÖXTUR A	0.82	0.82	0.82	
FÓÐURNOTKUN A DAG	42.9	46.4	50.0	1,478
AÆTLUÐ FÓÐURNOTKUN	85.8	89.9	79.8	1,826
VÖXTUR A DAG (%)	0.4167	0.4306	0.5246	0.4447
VÖXTUR A MANUÐI (%)	12.5	12.9	15.7	13.3
Kg/m3	22	24	21	18
FLUTT ÚR	0	0	0	8,315
MEÐALÞYNGD ÚR	0.000	0.000	0.000	
FLUTT I	0	0	0	7,000
MEÐALÞYNGD I	0.000	0.000	0.000	

### 10.3 Áætlun á fjölda fiska í keri

#### 10.3.1 Áætlað út frá fóðurnotkun

Ef misfarist hefur að telja fiskana sem settir hafa verið í kerið eða þá að fjöldi fiska er ekki þekktur af einhverjum öðrum orsökum er hægt að áætla hvað mikið af fiski er í kerinu út frá því hve mikið er fóðrað í kerið. Þetta er ekki mjög örugg aðferð, m.a. vegna þess að fóðurtakan getur breyst við að flytja fiskinn yfir í annað ker. Hún gefur þó sterka vísbendingu um fjölda fiska í keri.

Dæmi 1. Í ker nokkuð voru sett seiði að meðaltali 200 gr. Það misfórst að telja þau. Í fóðurtöflum finnum við út að þessi stærð af fiski við það hitastig sem er í stöðinni þurfi 1% af eigin þyngd á dag og er það sama og fundið hafi verið fyrir fiskinn fyrir flutninginn. Eftir flutning finnum við út að meðalfóðurtaka á dag er 15 kg. Hvað áætlað þú að margir fiskar séu í kerinu ?

Útreikningur:

$$\text{Fjöldi kg í keri} = \frac{F}{(P/100)} = \frac{15 \text{ kg}}{(1\% / 100)} = 1500 \text{ kg}$$

F = Fóðurnotkun á dag

P = Fóðrun á dag í % af fisksins þyngd

$$\text{Fjöldi fiska í keri} = \frac{H}{M_p} = \frac{1500 \text{ kg}}{0,2 \text{ kg}} = 7,500 \text{ stk.}$$

H = Heildarlífsþungi í keri      M<sub>p</sub> = Meðalþyngd fisks

#### 10.3.2 Áætlað út frá súrefnisnotkun

Ef gleymst hefur að telja fjölda fiska sem hafa verið settir í ker er hægt að nálgast fjölda þeirra ef súrefnisnotkun þessarar stærðar af fiski er þekkt. Í þessu tilviki þarf fyrst að byrja á því að finna meðalþyngd fiskanna í kerinu, mæla súrefnismettun í inn- og frárennsli, mæla vatnsrennsli í kerið, síðan er hægt að reikna út fjölda fiska. Þetta er ekki nákvæm aðferð en ætti að gefa sterka vísbendingu ásamt því að finna út fjölda fiska út frá fóðurmagni sem er fóðrað hverjum degi að gefa viðunandi nákvæmni.

Dæmi 5. Vatnsrennsli í kerið er 900 l/mín, súrefnisinnihald, inn 11,0 mgO<sub>2</sub>/l, út 7,5 mgO<sub>2</sub>/l. Meðalþyngd fisksins er 200 gr. Með tilraunum hefur verið fundið út að fiskurinn við þessar aðstæður notaði 2,5 mgO<sub>2</sub>/kg fisk/min. Hver er fjöldi fiska í kerinu ?

Útreikningar:

A) Fyrst er fundin út heildarsúrefnisnotkun í kerinu.

$$\text{Heildarsúrefnisnot.} = V \times S = 900 \text{ l/min} \times 3,5 \text{ mgO}_2/\text{l} = 3.150 \text{ mgO}_{2/\text{min}}$$

B) Næst er fundið út fjöldi kg í kerinu

$$\text{Fjöldi kg í keri} = \frac{H}{SF} = \frac{3.150 \text{ mgO}_2}{2,0 \text{ mgO}_2/\text{kg fisk/min}} = 1.575 \text{ kg}$$

H = Heildarsúrefnisnotkun (mgO<sub>2</sub>/min)

SF = Súrefnisnotkun fisks (mgO<sub>2</sub>/kg fisk/min)

C) Að lokum er fundinn út fjöldi fiska í kerinu.

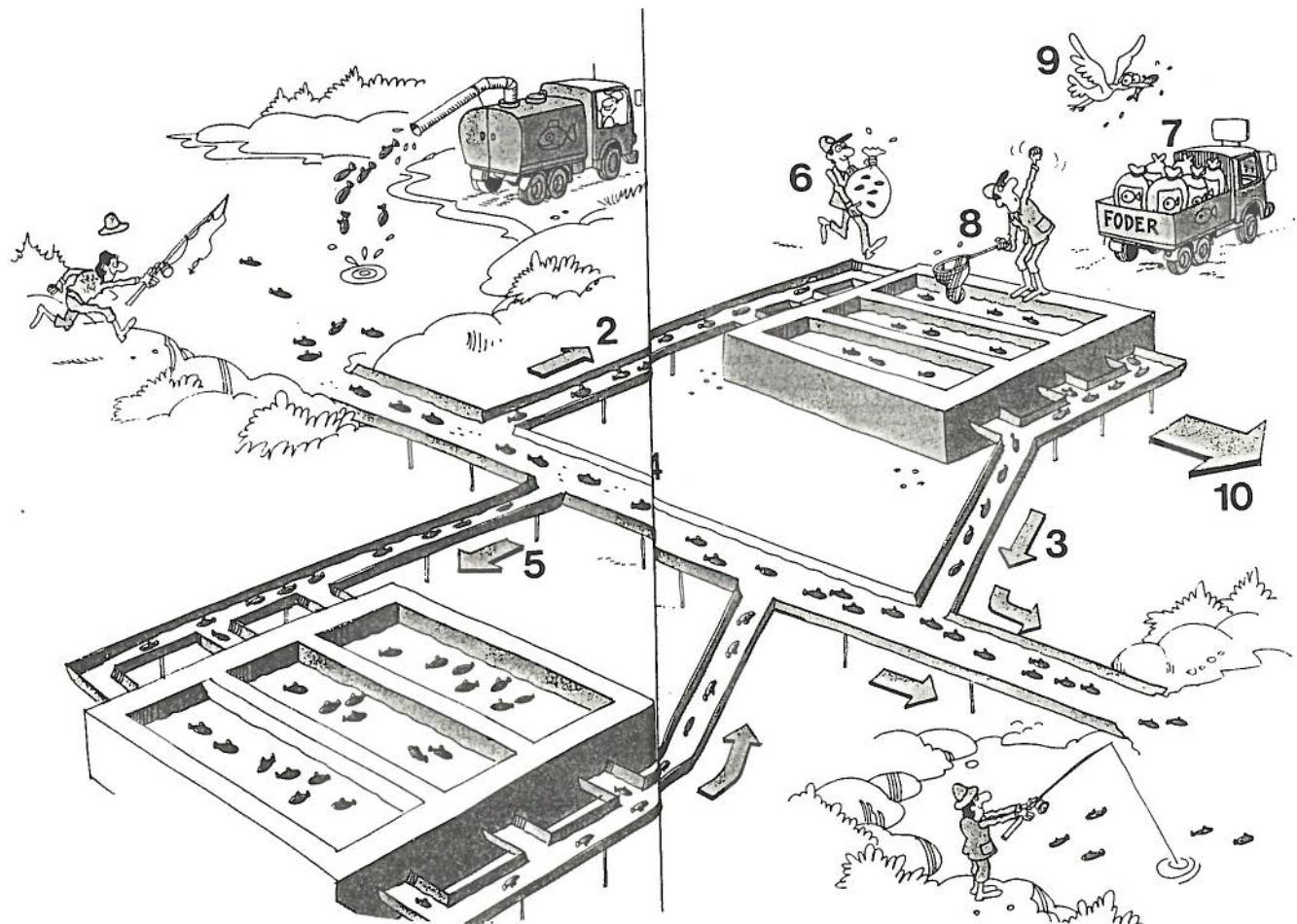
$$\text{Fjöldi fiska í keri} = \frac{L}{M} = \frac{1.575 \text{ kg}}{0,2 \text{ kg}} = 7.875 \text{ stk}$$

L = Lifþungi i keri (kg)  
 M = Meðalþyngd (kg)

#### 10.4 Heimildir og ítarefni

Valdimar Gunnarsson, 1990. Sjókvíaeldi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 112 bls.

Valdimar Gunnarsson, 1991. Vatns- og súrefnisnotkun í laxeldi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 23 bls.



## 11 Slátrun

### 11.1 Undirbúningur

Kostir strandeldis fram yfir sjókvíaeldi eru þeir að veður koma ekki í veg fyrir að hægt sé að slátra fiski, nema um aftakaveður sé að ræða. Það er því hægt að ákveða slátrun upp á dag. Áður en fiskinum er slátrað er nauðsynlegt að svelta hann. Sá tími sem svelta þarf fiskinn fer eftir hitastigi vatnsins sem fiskurinn er hafður í. Ef fiskurinn er hafður í mjög köldu vatni þarf að svelta hann að lágmarki í 14 daga. Í strandeldisstöðvum hér á landi er hitastigið yfirleitt um 7°C og þarf að svelta fiskinn við þetta hitastig í minnst 8-10 daga miðað við að fiskurinn sé sendur aðgerður á markaðinn. Fiskur sem fer á markað óaðgerður þarf alltaf lengra svelti en aðgerður fiskur. Sumar stöðvar hafa sérstök sveltiker. Áður en byrjað er á því að svelta fiskinn er hann stundum fluttur í sveltikerið um op sem er á milli kerja eins og t.d. hjá Íslandslax eða háfaður á milli. Með því að hafa lítil sveltiker er hægt að komast hjá því að svelta mikil magn í einu í langan tíma sem hefði þurft ef slátrað hefði verið úr stórum kerjum (rúmlega 2.000 rúmmetrar). Í stórum kerjum getur verið 60 tonn og meira, og heyrir það til undantekninga ef svo miklu magni er slátrað á einni viku í strandeldisstöðvum hér á landi.

### 11.2 Framkvæmd

Byrjað er að þrengja að fiskinum og er það gert á ymsa vegu eins og kemur fram í kafla 9.0. Síðan er fiskurinn annað hvort háfaður eða notuð er svo kölluð sogdæla sem sýgur bæði fisk og vatn upp úr kerinu. Nánari lýsing um framkvæmd er að finna í greinum í heimildum og ítarefní.

### 11.3 Áreiðanleiki slátturtíma

Eins og áður hefur komið fram er með nokkuð mikilli vissu hægt að skipuleggja slátrun með löngum fyrirvara. Því er hægt að hafa framboð á fiski mun jafnara og áreiðanlegra en í sjókvíaeldi þar sem veður hamla slátrun í mun minni mæli. Hér á landi hefur stöðugleiki í framboði verið mun meiri hjá strandeldisstöðvum og hafa þær yfirleitt getað útvegað fisk á umsöndum tíma. Hjá sjókvíaeldisstöðvum hefur verið erfitt að halda samninga m.a. vegna þess að of kalt hefur verið í sjónum eða of hvasst til að hægt sé að athafna sig við kvíarnar þegar að sláturnadegi hefur komið. Áreiðanleiki í framboði hefur í mörgum tilvikum skilað hærra verði hjá strandeldisstöðvum.

### 11.4 Gæði strandeldisfisks

Einn af þeim þáttum sem hægt er að stjórna í strandeldi er straumhraði í eldiskerjum. Með því að stjórna straumhraðanum er hægt að hafa áhrif á gæði fisksins (kafli 4.7). Fiskur alinn við kjör straumhraða hefur að jafnaði flokkast í hærri gæðaflokka en fiskur sem hefur verið alinn þar sem lítill straumur hefur verið. Með því að hafa fiskinn við kjör straumhraða verður hann meðal annars:

- A) Holdmeiri (hlutfallslega vöðvameiri).
- B) Stinnari á holdið.
- C) Með meira glykogen (þar með meira geymslubol eftir slátrun).
- E) Minna af sárum á holdi.
- F) Silfraðri.

Lax úr strandeldisstöðvum hefur komið nokkuð vel út í samanburðarrannsóknum. Í einni rannsókn voru neytendur látnir meta gæði atlantshafslax úr sjókvíaeldisstöð, strandeldisstöð, villtan atlantshafslax og kyrrahafslax. Niðurstöður úr þessari rannsókn var að neytendum líkaði best við lax úr strandeldisstöð meðal annars vegna betri bragðgæða.

Í sumum tilvikum hefur borið á því að fiskur úr strandeldisstöðvum sé frekar dökkur eða ljósbrunn. Íslenska fiskinum er mjög hætt við að taka brúnan lit þó svo að hann sé ekki kynþroska. Brúna litartöku hjá ókynþroska fiskinum má sennilega í flestum ef ekki öllum tilvikum rekja til dökks umhverfis, sem meðal annars er til staðar þegar mikill þéttleiki er hafður í kerinu. Meira ætti því að vera um dökkan fisk þar sem þéttleikinn er meiri. Einnig hefur það komið fram að fiskur úr kerjum sem eru dökkt á litinn er að jafnaði dekkri en fiskur úr ljósari kerjum.

**11.6 Heimildir og ítarefni**

Bartos, G.E., 1989. A comparison study of the physiochemical and sensory properties of four salmon types, based on method of cultivation. Master of Science. The Pennsylvania State Univ. Dep. of Food Sci. 150 bls.

Leifur Eiríksson, 1990. Geymsluþol lax og markaðsstaða. Eldisfréttir 6(5):11 og 13.  
Kuiper, J., 1982. Salmon thrive on exercise. Fish Farmer 5(4):9-10.

Totland, G.K., Kryvi, H., Jördestöl, K.A., Christiansen, E.N. Tangerås, A. and Slinde, E., 1987. Growth and composition of the swimming muscle of adult atlantic salmon (*Salmo salar L.*) during long-term sustained swimming. Aquaculture 66:299-313.

Valdimar Gunnarsson, 1989. Gæðastjórnun, slátrun og pökkun á eldisfiski. Eldisfréttir 5(5):5-17.

Valdimar Gunnarsson, 1990. Sjókvældi. Kennsluhandrit við Hólaskóla. 112 bls.

