

4. Vatnslagnir, vatnsstjórnun og dæling

Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðmundur Einarsson, Guðbergur Rúnarsson, Hjalti Bogason og Sigurgeir Bjarnason.

Efnisyfirlit

4.1 LAGNIR OG LOKAR.....	43
4.1.1 Lagnir	43
4.1.2 Uppsetning og frágangur á lögnum.....	45
4.1.3 Lokar og stokkar	46
4.1.4 Vatnstjórnun án loka	46
4.2 INNRENNSLI	47
4.2.1 Innrennsli hringlaga kar	48
4.2.2 Innrennsli í lengdarstraumskar	49
4.3 FRÁRENNSLI	49
4.3.1 Frárennsli í hringlaga kar	49
4.3.2 Frárennsli í lengdarstraumskar	52
4.3.3 Hæðastýring	54
4.3 BÚNAÐUR TIL AÐ LOSA FISK ÚR KARI	55
4.3.1 Hringlaga kör	56
4.3.2 Lengdarstraumskör.....	56
4.4 DÆLING	57
4.4.1 Vatnsdæling	57
4.4.2 Dæling með lofti	59
4.5 NIÐURSTÖÐUR OG TILLÖGUR	59
4.5.1 Lagnir og lokar.....	59
4.5.2 Innrennsli.....	60
4.5.3 Frárennsli.....	60
4.5.4 Dæling.....	60
VIÐAUKI 4.1. NOMOGRAM.....	61

4.1 Lagnir og lokar

4.1.1 Lagnir

Mismunandi gerðir af lögnum

Hægt er að skipta lögnum í fiskeldi í þrjár megingerðir en þær eru:

- Vatnslagnir, aðveitulagnir eða dælulagnir sem flytja vatn að eldisstöð. Hér er um að ræða lagnir sem þurfa að þola hærri þrýsting en aðrar lagnir í eldistöðinni.
- Dreifilagnir eru lagnir t.d. frá miðlunartanki eða loftararými að eldiskörum. Þær eru með stöðugan



Mynd 4.1. Í Silfurstjórnunni er allt vatn tekið inn um vatnslagnir í kör (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

þrýsting, en þó ekki mikinn.

- Frárennislagnir eru yfirleitt með lágan þrýsting en með mikið yfirborðsálag s.s. vegna uppsöfnunar úrgangsefna frá fiskinum sem getur dregið úr flutningsgetu.

Lokaðar eða opnar lagnir?

Kostur við lokaðar lagnir er að vatnið verður síður fyrir utanaðkomandi mengun en opnar lagnir eða stokkar (mynd 4.1 og 4.2). Þrýstingur í lokuðum lögnum er fjölbreyttari en í opnum stokkum og þarf að gæta að því við val á lagnaefnis. Kostur við lokaðar lagnir að hægt er að hafa hærri mettnarstig og flytja vatn yfirmettað súrefni. Opnar stokkar aftur á móti hafa þann möguleika að brjóta upp vatn til að jafna mettnarstig. Það er ekki hægt að yfirmetta vatnið, nema þá í innstremishólki ef hann er til staðar. Hætta á yfirmettun í lokuðum lögnum er alltaf til staðar ef ekki er rétt staðið að frágangi og hönnun lagna. Ef lokaðar lagnir eru langar er þörf á hæðarglasi til þess að fylgjast með flutningsgetu kerfisins.

Val á lagnaðarefni

Plaströr eru ráðandi og heppilegasta efnið fyrir vatnsleiðslur. Það er efnapolið, létt og meðfærilegt, endist vel og hefur litla núningsmótstöðu. Margar gerðir eru til af plastlögnum m.a. með mismunandi þrýsti-, álags-, síru- og hitapoli. Ágæt viðmiðun við



Mynd 4.2. Hjá Íslandsbleikja á Stað er vatnið leitt úr miðlunartanki um stökk í kör (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

val á lagnaðarefni er að nota lagnir sem hæfar eru til matvælaframleiðslu. PE (pólýethýlen) lagnir er besti valkostur fyrir vatnslagnir að körum, bæði sem aðveitulagnir og dreifilagnir, enda hafa þær mikið verið notuð strand- og landeðisstöðvum hér á landi (mynd 4.3, tafla 4.1). Rörin eru svört og yfirborð virðist fitukennt. PE lagnaefni hefur eftirtalda eiginleika;

- mjög sýrubolið,
- þó nokkuð brotþolið, meira enn flest önnur lagnaefni,

- með takmarkað hitaþol.

PE vatnslagnir eru óæskilegar fyrir meira en 35 til 40° C og einhvern þrýsting, ef hiti er meiri þá koma efni t.d PP (pólýprópýlen) eða PVC hörð, frekar til greina.

Í frárennsli er mælt með barkaröri sem uppbyggt er úr tveimur lögum af PP plastefnum. PE er einnig algengt og hentar vel við tengingu í kör. PVC (polyvínýl klóríð) lagnir, þ.e.a.s. “óranslituðu” rör sem notuð eru

Tafla 4.1. Val á lagnaefni, flutningsgeta og frágangur.

Aðveitulagnir

- PE lagnir.
- Mikið þrýstingsþol.
- Ef mishæðótt gera ráð fyrir loftþöppun í hæðatöppum.

Dreifilagnir

- PE lagnir.
- Lágur þrýstingur og jafnvel enginn þannig að þar getur auðveldlega safnast fyrir loft sem dregur úr flutningsgetu – vera með loftþöppun.

Frárennslislagnir

- Barkarör (PP efni) og PE lagnir.
- Mjög lágur þrýstingur.
- Hafa frárennslíð sverara en innrennslí vegna uppsöfnunar á úrgangsefnum frá fiskinum og vexti ásæta inn í lögnunum.



Mynd 4.3. Nokkrar gerðir af vatnslögnum. Fremst til hægri er barkarör, þar fyrir aftan er PVC “óranslituðu” rör. Svörtu rörin til vinstri eru PE vatnslagnir (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

fyrir frárennsli eru ekki viðurkenndar fyrir neysluvatn og óheimilt til notkunar í matvælaframleiðslu í mörgum löndum. Það getur því verið varhugavert að nota, sérstaklega í þeim tilfellum þegar vatnið er endurnýtt eða í hringrásarkerfum. Haft skal í huga að margar gerðir eru til af PVC efnum og til eru mörg lagnarkerfi úr þessum efnisflokki sem nothæf eru í þessum tilgangi. Í opnum lögnum geta steypa hentað vel þegar gert er ráð fyrir mikilli flutningsgetu (mynd 4.4). Einnig eru notaðar trefjaplastrennur fyrir opnar lagnir.

Burðargetu vatnslagnar

Leiðbeiningar um burðargetu vatnslagna er hægt að fá frá framleiðendum en einnig er þær að finna í Eldisbóndanum (www.holar.is/eldisbondi/eldisbondinn.html). Eftirfarandi atriði þarf að hafa í huga þegar rörastærð og gerð er valið:

- Vatnshraði má ekki vera of mikill svo þrýstítap verði sem minnst.
- Miða þarf gerð rörs við þann þrýsting sem lögnin á að þola.

Til að skoða hvaða áhrif vatnshraði og þvermál lagna hefur á burðargetu er nomogram notað (viðauki 4.1). Innanmál og þrýstiflokk lagna má finna með hjálp nomograms. Lykilþættir eru leyfilegt þrýstingstap og hve mikið vatn rörið á að bera. Mælt er með að hafa frárennislagnir sverari en innrennislagnir. Ástæðan er að úrgangsefni úr fiskinum safnast fyrir inn í vatnslögninni og einnig geta ásætur sem setjast inn í lögnina dregið úr flutningsgetu, sérstaklega þegar sjór er notaður.

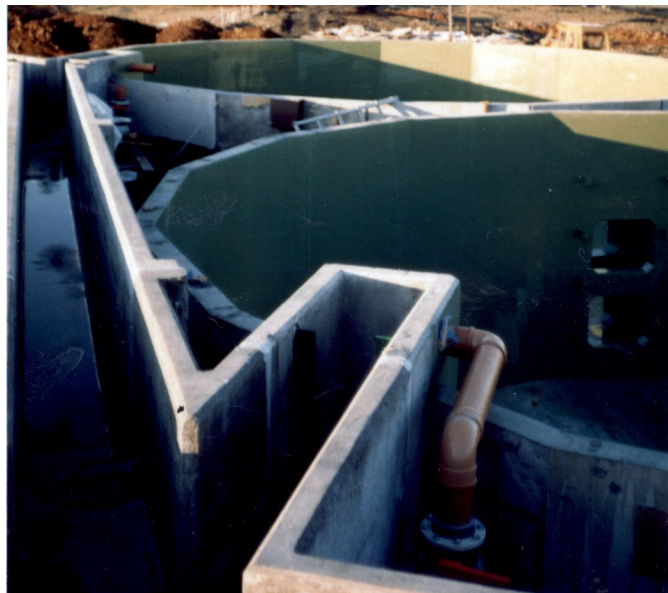
Vatnshraði í lögnum

Vatnshraði í lögnum skal vera að lágmarki 0,6 m/s til koma í veg fyrir að gruggagnir safnist saman í lögnunum. Til að forðast of mikið viðnám og iðustráum skal miða við að vatnshraðinn fari ekki yfir 1,5 m/s (Hosler og Piggott 2009). Við endurnýtingu er viðfangsefnið einnig að koma í veg fyrir að gruggagnir brotni mikið niður sem gerir alla hreinsun erfiðari og dýrari. Mikill vatnshraði brýtur í meira mæli niður gruggagnir. Við lítinn vatnshraða er hætta á sveppvöxtur eigi sér stað inn í lögnunum (Graham 2005).

4.1.2 Uppsetning og frágangur á lögnum

Samsetning lagna

Margt getur misfarist við frágang og samsetningu lagna og mikilvægt er að farið sé eftir verklagsreglum og stöðlum við vinnuna. Leiðbeiningar er hægt að fá frá framleiðendum og einnig t.d. í Eldisbóndanum (www.holar.is/eldisbondi/eldisbondinn.html) og í greinum og fyrirlestrum (Sigurgeir Bjarnason 1989, 2011). Hér skiptir miklu máli veðurfar, en flestar leiðbeiningar miða við logn og 20°C eða aðstæður inn í húsi. Ef kæling verður of mikil af völdum óhagstæðra



Mynd 4.4. Stokkur hjá Íslandsbleikju á Stað (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

aðstæðna utanhús getur suðan misheppnast og brotnað við minnsta átak (Sigurgeir Bjarnason 1989).

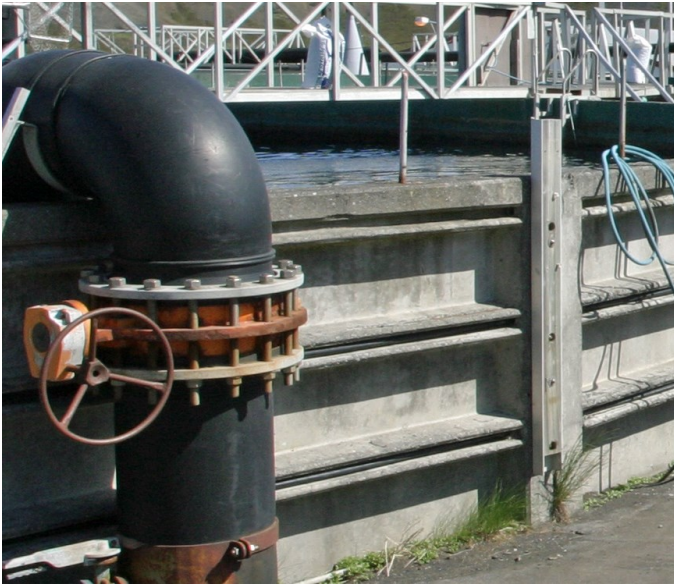
Hönnun

Rétt hönnun lagna og vatnstökustaðar hefur mikið að segja um hættu á lofttöppum. Loft í vatni hefur sömu samsetningu og andrúmsloft og er í jafnvægi við venjulegan loftþrýsting. Loft getur losnað úr vatninu ef þrýstingur fellur af einhverjum orsökum í lögnum. Loft í lögnum minnkar burðargetu umtalsvert og jafnvel lokar fyrir allt vatnsrennsli (tafla 4.2). Það er því mikilvægt við hönnun að sjá til þess að loft eigi greiða leið út m.a. með því að hafa loftúttak á hæðsta punkti lagnarinnar.

Með aukinni endurnýtingu eykst magn gruggefna í vatni og meiri hætta er á uppsöfnun í lögnum. Það er því mikilvægt við hönnun að velja rétta stærð á lögnum, hafa hæfilegan halla og möguleika að fluss eða opna og hreinsa hana að innan (Summerfelt o.fl. 2004b). Miðið skal við að halli á lögnum sé að lágmarki 0,5% til að auðvelda flutning gruggagna. Í þeim tilvikum sem mikið er af gruggögnum eins og t.d. lagnir sem flytja

Tafla 4.2. Loftappar í lögnum (www.holar.is/eldisbondi/eldisbondinn.html).

- Loftappar geta myndast við eftirtaldir aðstæður:
- Við þrýstingsfall í lögnum, eins og getur gerst ef leiðslan fer yfir hæð, þegar vatnið fer niður aftur verður þrýstingafall og loft losnar sem getur safnast á hæðartopp.
- Þegar verið er að fylla eða endurfylla tóma leiðslu of hratt eða loftventlar hafa ekki verið nægjanlega opnir á hæðartoppum.
- Ef vatnsmagnið sem berst úr vatnsbólum er minna en það sem lögnin getur flutt, en við það sogast loft inn í lögnina.
- Ef vatnsnot eru meiri en lögnin getur borið. Þetta getur átt sér stað ef dæla er notuð til að draga vatn gegnum of mjóar leiðslur.



Mynd 4.5. Spjaldloki með gir á kari hjá Silfurstjórnni (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.6. Stokkur hjá Íslandsbleikju á Stað (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

skolvatn frá tromlum er mælt með að hafa meiri halla á lögnum eða 1-2% (Hosler og Piggott 2009).

4.1.3 Lokar og stokkar

Lokar í fiskeldi

Þeir lokar sem notaðir eru í fiskeldinu eru annars vegar; kúlulokar í 90 mm lagnir og minni og hins vegar spjaldlokar fyrir stærri lagnir (mynd 4.5). Í matfiskeldi í landeldisstöðvum má því gera ráð fyrir að eingöngu séu notaðir spjaldlokar en þeir eru bæði úr plasti og steypujárni. Spjaldloki er settur á milli flangsa og er æskilegt að hægt sé að festa á annan flangsinn þannig að lokin sitji fastur á honum. Fyrir loka stærri enn 200 mm er æskilegast að hafa gir, því það getur verið mjög varasamt að loka eða opna of hratt en við það geta sverar lagnir skemmst vegna þrýstingsbreytinga. Spjaldlokar sem notaðir eru í sjó og ekki eru úr plasti verða að hafa álbrons í spjaldinu eða 316 L stál.

Engir lokar

Það er mismunandi eftir karagerðum hvort þörf sé á

lokum. Í hefðbundnum lengdarstraumskörum eru lokar almennt ekki notaðir, vatnið fer úr einu kari yfir í það næsta eða það er um að ræða hringstreymi á samliggjandi lengdarstraums-körum með því að lyfta vatninu með dælingu.

Í þeim tilvikum sem notaðir eru steypfir stokkar eins og t.d. hjá Íslandsbleikju á Stað eru lokar ekki notaðir við flutning á sjó í eldiskörin. Vatnið er flutt með steypum aðrennslisstocki sem kemur úr miðlunartanki. Fyrir hvert kar er steyp hliðarúttak úr stokknum, hæðarstýring og lóðréttur innstremishólkur sem gengur niður úr honum (mynd 4.6). Vatnsrennli í karið er síðan stjórnað með hæðarstýringunni og ef vatnsrennlið er aukið minnkar það í önnur kör. Í sumum eldiskörum er möguleiki að taka inn í stokkin með vatnsrörum ferskt vatn eða heitt vatn (mynd 4.4).

Hægt er að vera án loka en samt hafa fulla stjórnun á vatnsfæðinu með að stjórna gatastærð á innstremishólk. Spjald er dregið upp á við eða ýtt niður til að stjórna stærð innstremmisops (mynd 4.7). Einnig er hægt að vera með hulsur sem settar eru að hluta fyrir innstremmisop eða einstökum opum lokað.

4.1.4 Vatnstjórnun án loka

Hugmyndin

Það má hugsa sér landeldisstöð sem skipt er niður í þrjár sjálfstæðar einingar og hver þeirra er með miðlunartank og nokkur hringlaga eldiskör (mynd 4.8). Það eru engir lokar eða hæðarstýring við hvert kar. Hér er farin sú leið að vera með eina hæðarstýringu fyrir öll körin í einingunni sem staðsett er við miðlunartank eða frárennli. Þar yrði hafður sá möguleiki að tæma úr körunum og einnig hleypa vatninu fram hjá yfir í næstu einingu í þeim tilvikum sem tæma þyrfti körin. Notuð yrði vatnsdæla til að lyfta vatninu á milli eininga í þeim tilvikum sem vatnshalli er ekki nægilegur. Við miðlunartank yrði síðan hreinsun og meðhöndlun á vatni áður en það fer áfram í eldiskörin í næstu einingu.

Vatnsrennli í körin yrði stillt í upphafi eldisins með að þrengja fyrir innrennslisopin eftir þörfum og síðan aldrei meir. Til að hafa jafnt vatnsflæði í öll körin þyrfti að vera mesta þrengingin í fyrstu körunum og minnsta í þeim sem eru lengst frá miðlunartanki. Miðað yrði við



Mynd 4.7. Innstremishólkur með stillanlegum götum (www.artec-aqua.com).

að hafa vatnsrennsli sem fullnægðilágmarks þéttleika í karinu þegar fiskurinn kæmi fyrst inn í það. Eftir því sem lífmassinn ykist í karinu yrði súrefnisþörf fíksins mætt með loftun eða súrefnisauðgun.

Kostur

Það eru bæði kostir og ókostir að vera án loka í landeðisstöðum (tafla 4.3). Kosturinn er að með rennslisstjórnun án loka eykst öryggið, engar stillingar eða hætta á að lokað sé fyrir loka og vatnið hættir að renna í karið. Jafnframt myndi kostnaður við kaup á lokum sparast og rekstrarkostnaður lækka þar sem starfsmenn þurfa ekki stilla vatnsrennsli í körin. Það myndu einnig sparast lagnir þar sem það er ekki gert ráð fyrir hæðarstýringu fyrir hvert eldiskar.

Ókostur

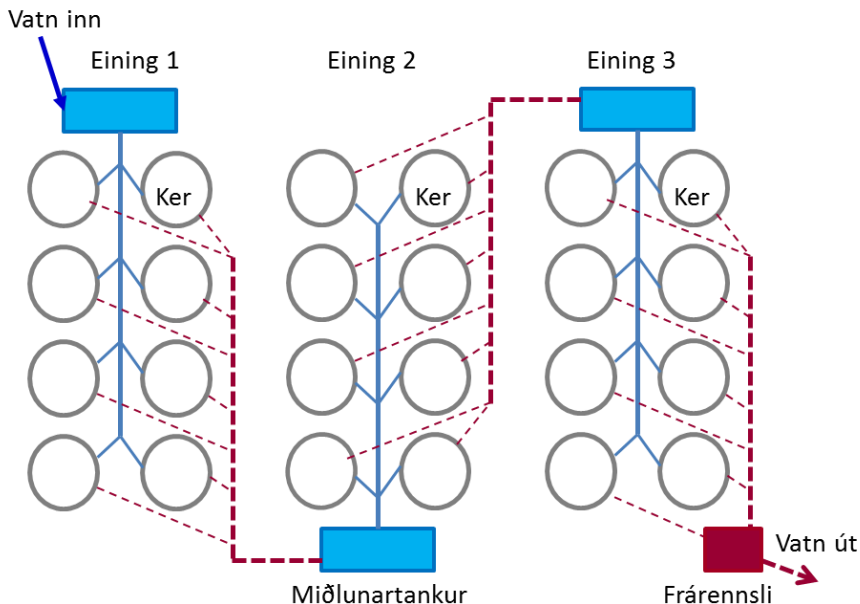
Ókosturinn er að það þarf að stoppa allt rennslið inn á eininguna ef tæma þarf eitt kar af einhverjum orsökum. Þessi ókostur er einnig í landeðisstöðvum þar sem vatnið rennur úr einu lengdarstraumskari yfir í það næsta. Einnig er sá ókostur að erfiðar verður að dæla fiski út um frárennsli og jafnvel þyrfti sérstaka lögn úr hverju kari til að dæla fiski upp úr því. Í körum með sjó er meiri þörf á að tæma og þrifa til að fjarlægja gróður og aðrar ásætur. Ef aftur á móti er hægt að lækka seltu tímabundið og drepa gróðurinn þarf ekki að tæma körin eins oft. Í fersku vatni er gróðurmyndun mun minna vandamál og hægt að hafa vatn í körunum í lengri tíma án þess að gróður sé til mikilla ama. Einnig er sá möguleiki að hreinsa körin á meðan fiskur er í þeim eins og tíðkast í sjókvíaldri (sjá kafla 9).

4.2 Innrennsli

4.2.1 Innrennsli hringlaga kar

Innrennsli

Setja má upp innstreymishólkin á þrjá vegu; lóðréttan (nær næstum niður á botn), láréttan og sem samsettan innstreymishólk (mynd 4.9). Beint innrennsli úr röri hentar ekki fyrir hringlaga kör og er því ekki meira fjallað um þá gerð innrennsli hér (kafla 3.2.1). Til eru fleiri gerðir af innrennsli og má í því sambandi nefna



Mynd 4.8. Landeðisstöð með þremur einingum þar sem engir lokar eru og vatnið rennur eða er dælt á milli eininga (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

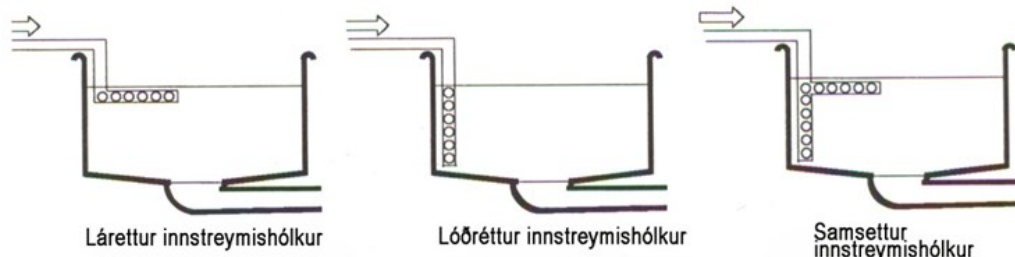
Tafla 4.3. Kostir og ókostir að hafa vatnsstjórnun í hringlaga kör án loka.

Kostir	Ókostir
<ul style="list-style-type: none"> Færri íhlutir – lægri stofn-kostnaður Meira rekstraröryggi Lægri rekstrar-kostnaður, engar endalausar stillingar 	<ul style="list-style-type: none"> Þarf að stoppa vatnsrennsli í öll körin ef framkvæma þarf viðhald Ekki hægt að dæla fiski um frárennslislögn Erfiðara í þeim tilvikum sem sjór er í kari.

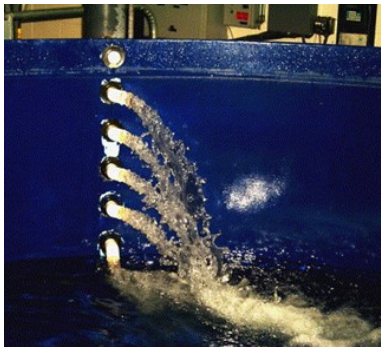
útfærslu þar sem lögnin er fast upp við karið að utanverðu, úttök eru tekin í gegnum kararvegg, tengt stútum sem hægt er að snúa (mynd 4.10).

Staðsetning lóðréttis innstreymishólks

Miðað er við að staðsetja lóðréttan innstreymishólk frá kararveggnum sem nemur það 0,2-0,3 sinnum raddius (r) karsins, en það þarf þó að prófa og aðlaga í hverju tilvik (Hem o.fl. 1987; Skybakmoen 1991). Með þessari staðsetningu er talið að straummyndun í karinu verði betri en á móti kemur meira óhagræði og kostnaður við að koma innstreymishólkinum fyrir í karinu (mynd 4.11). Hjá Silfurstjórnunni hefur inntakshólkur verið staðsettur frá karavegg er nemur u.þ.b. 0,3 sinnum raddius karsins í 1.500 m³ hringlaga kari. Betri straummyndun fékkst en þegar



Mynd 4.9. Lóðréttur, láréttur og samsettur innstreymishólkur fyrir hringlaga kar (Lekang og Fjæra 1997).



Mynd 4.10. Innstreymislögn utan við karið, úttök tekin í gegnum karavegg tengt stútum sem hægt er að snúa (Davidson og Summerfelt 2004).

innstreymishólkur var hafður upp við karavegg (Theodór Kristjánsson, munnl. uppl.). Ókosturinn við að hafa innstreymishólk vel frá karavegg er að hann gerir vinnuna í karinu erfiðari þegar þörf er á að nota nót eða annan búnað til að þrengja að fiski. Reyndin er einnig sú að í flestum tilvikum er innstreymishólkur

upp við karavegg. Til að draga úr áhrifum viðnáms frá karavegg er mælt með að hafa innstreymishólkinn aðeins frá veggnum og er þá hægt að miða við að fiskurinn geti synt inn á milli rörs og vegg kars.

Stjórnun á straumhraða

Styrk hringstraums í karinu er stjórnað með vatnsmagninu og jafnframt straumhraða og straumstefnu vatns út um innstreymisop hólksins. Talið er að styrkur hringstraums í karinu sé ákveðið hlutfall af hraða vatnsins sem streymir út um innstreymisopið og hafa verið nefndar tölur allt frá 15-30% fyrir lóðréttan innstreymishólk (kafla 3.2.1). Sjálfsagt er ýmsar skýringar á þessu eins og t.d. mismunandi straumstefna, stærð kars o.fl. Til að geta stjórnað straumhraðanum í karinu við stöðugt innrennsli þarf að vera hægt að:

- Snúa innstreymishólknum til að geta stjórnað straumstefnunni.
- Loka fyrir göt eða minnka innstreymisop á hólkinum til að auka straumhraðann.

Straumhraði í innstreymisopi

Mælt er með að straumhraðinn út um úttök á lóðréttum innstreymishólki sé að hámarki 0,6-1,0 m/s



Mynd 4.11. Lóðréttur innstreymishólkur staðsettur vel frá karavegg hjá Bæjarvík í Tálknafirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

(Skybakmoen 1991; Summerfelt o.fl. 2004b). Ef straumhraðinn er of mikill er hætt á að vatnið dreifist ójafnt út um úttök innstreymishólks inn í karið. Við mjög mikinn straumhraða fer megnið af vatninu út um neðstu opin á innstreymishólknum. Það er því mælt með að nota fleiri en einn innstreymishólk í stærri körum (Skybakmoen 1991). Hjá Íslandsbleikju hefur reynst best að hafa eingöngu göt neðst á innstreymishólknum til að fá sem besta straummyndun (botnstraum) í karinu. Hugsanleg skýring er að vatnsrennsli er tiltölulega lítið og innstreymishólkur þröngur. Það fæst því eingöngu viðunandi straummyndun þegar vatnið er tekið út neðst þar sem krafturinn er mestur. Flest allar rannsóknir á straummyndun í körum eru gerðar í litlum körum og er full þörf á að skoða hvernig best er að stjórna straumhraða í mjög stórum körum.

Stærð úttaka innstreymishólks

Í hringlaga kari er hægt að stjórna straumhraða með stærð gata á úttaki innstreymishólks. Vatnshraði út um göt á innrennsli-röri er reiknað með hjálp nomograms (viðauki 4.1).

Göt á innrennsli geta verið ílöng eða hringlaga. Til að geta stjórnað hraða út um innrennsliop er hægt að hafa færnanlegt spjald sem dregið er upp til að minnka opið eða setja múffu utan um gatið að hluta eða alveg.

Láréttur innstreymishólkur

Láréttur innstreymishólkur er bæði hafður fyrir ofan vatnsborð og rétt undir vatnsborði. Oft er miðað við að lengd hólksins sé 1/3 af rásarsins. Það næst ekki jafn mikill straumhraði með láréttum innstreymishólki eins og lóðréttum innstreymishólki. Talið er að hraði hringstraumsins sé um 8-9% af hraða vatnsins sem kemur út úr úttaki lággréttis innstreymishólks og er þá miðað við að hann sé rétt undir yfirborði vatnsins (Skybakmoen 1988). Láréttur innstreymishólkur hefur verið notaður í tiltölulega litlum körum. Í stórum körum þarf að byggja undir lögnina trausta undirstöðu sem eykur kostnaðinn og einnig minnkar hún athafnarýmið í karinu. Til að bæta straummyndunina er hægt að nota samsett innstreymi (samsettur lóðréttur og láréttur innstreymishólkur). Það getur verið valkostur í minni körum í þeim tilvikum sem mikil áhersla er lögð á góða straummyndun í kari.

4.2.2 Innrennsli í lengdastraumskar

Innrennsli þvert yfir karið

Viðfangsefnið í lengdarstraumskari er að fá einstefnustraum þvert yfir karið. Til að það takist þarf vatnsrennslið að koma jafnt þvert yfir karið. Innrennsli getur verið buna eða vatnsfall í enda karsins (mynd 4.12). Vatnið getur einnig komið inn um rör eða stúta en þá þarf að gæta þess að vera með mörg úttök til að rennslið verði jafnt þvert á karið. Það er einnig hægt að vera með eina vatnslögn sem innrennsli og nota t.d.

innstreymisskilveg til að fá jafnt innrennsli þvert yfir karið (mynd 4.13).

Innrennsli á nokkrum stöðum

Í lengdarstraumskari eru vatnsgæðin berst fremst og lökust aftast í karinu. Til að jafna vatnsgæðin er inntakið haft þvert yfir karið á nokkrum stöðum (mynd 4.14). Ókosturinn við þess leið er að kostnaðurinn verður meiri og innstreymið getur flækst fyrir þegar unnið er í karinu. Hjá Fiskeldinu Haukamýri er innstreymið tekið inn öðrum megin á nokkrum stöðum í karinu. Það hefur eflaust áhrif á straummyndunina en óvíst í hve miklu mæli þegar mikill þéttleiki er hafður í karinu. Til að bæta straummyndunina er einnig notaður loftunarbúnaður í karinu til að stjórna straumstefnunni.

4.3 Frárennsli

4.3.1 Frárennsli í hringlaga kar

Frárennsli

Frárennsli skal flytja vatn, fóðurleifar og saur fiska út úr karinu ásamt því að stjórna vatnshæð. Jafnframt skal frárennsli vera þannig hannað að það tryggji góð vatnskipti í kari og sjálfhreinsun (kafla 3.2.1). Margar útfærslur eru af frárennsli og þar má nefna eftirfarandi:

- Einfalt frárennsli, með botnrist eða turni
- Stjörnufrárennsli
- Samsett miðjufrárennsli
- Hliðarúttak

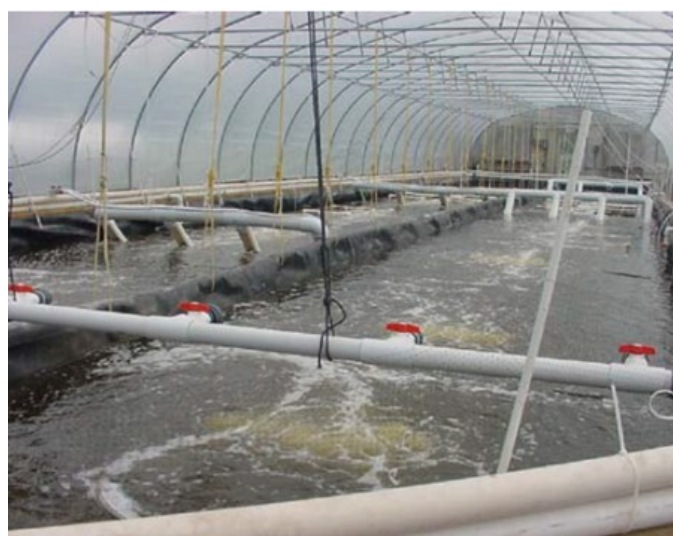
Einfalt frárennsli

Flestar gerðir kara eru með einfalt frárennsli, þ.e.a.s. eina vatnslögn sem flytur allt vatn út úr karinu (mynd 4.15 a,b,d). Ristar í frárennsli er skipt í lárétta botnrist og frárennslisturn. Þegar botnrist er notuð er hæðastýring utan við karið en með notkun frárennslisturna er bæði hægt að hafa hana inn í kari og utan við það. Botnrist eru algeng í minni körum en er yfirleitt ekki notuð ein og sér í stærri körum fyrir matfiskeldi. Undir rist er þró og er mikilvægt að nota hliðlægt frárennsli svo svelgur myndist undir rist en það tryggir að gruggagnir hreinsast vel út (mynd 4.15a). Ókosturinn við flatar botnristar er að meiri hætta er á því að þær stíflist ef aföll á fiski eru mikil. Þá er mikilvægt að hafa gott öryggisyrfirfall eða hliðarúttak til að koma í veg fyrir að það flæði upp úr karinu. Einnig



Mynd 4.12. Innrennsli í lengdarstraumskar sem vatnsfall þvert yfir karið

(<https://apps.acesag.auburn.edu/mediamax/pictures/935/raceway-culture-of-tilapia.html>).

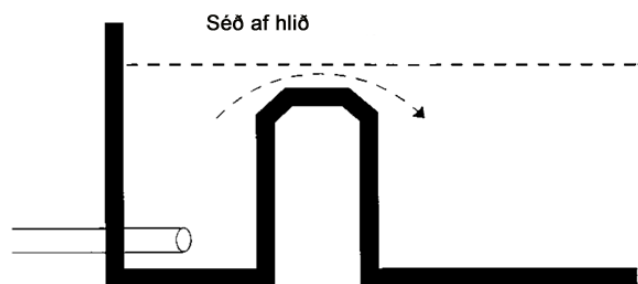
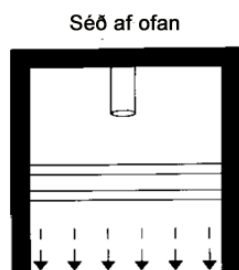


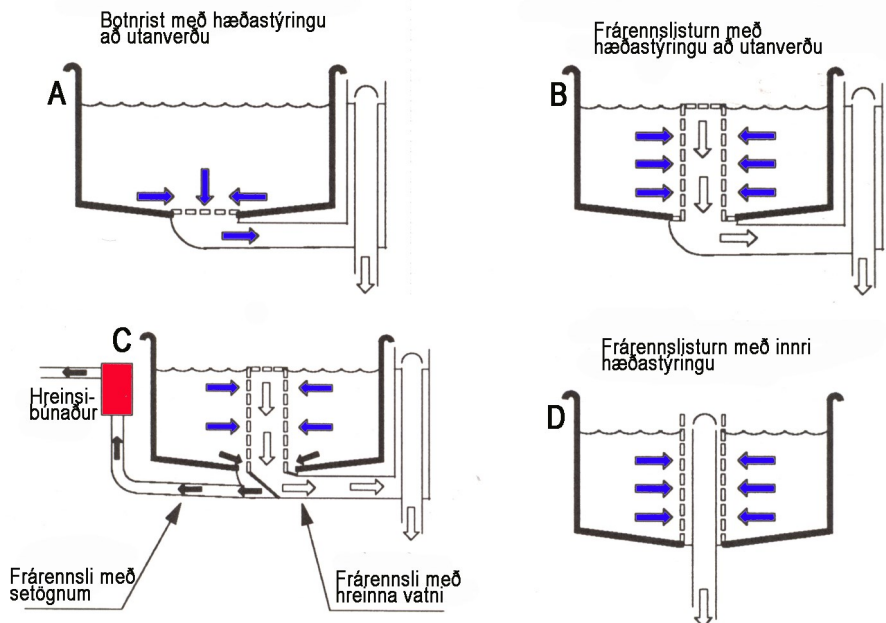
Mynd 4.14. Innrennsli á nokkrum stöðum í lengdarstraumskari (Li o.fl. 2009).

er hægt að láta botnristina þekja yfir stærri hluta botnsins án þess að auka flatarmál ristarinnar, s.s. með að minnka flatarmálið í miðjuopi og mynda stjörnu. Það bætir einn sjálfhreinsun í karinu (Skybakmoen 1988).

Hægt er að nota bæði háan og lágan frárennslisturn. Kosturinn að hafa lágan frárennslisturn fram yfir botnrist er að minni hætta er á að ristin stíflist. Jafnframt er straummyndun og vatnskipti betri (Hem

Mynd 4.13. Innrennsli í lengdarstraumskar með innstreymisskilveg til að tryggja jafnan straum inn í karið. Miðað er við að hæð kantsins sé um 85% af dýpt þess (Anon. 1998).





Mynd 4.15. Fjórar útfærslur af frárennslí á hringlaga kari (Legang og Fjæra 1997).

yfirborði (mynd 4.16).

Stjórnufrárennslí

Stjórnufrárennslí samanstendur af þremur láréttum ristum sem ganga út úr þró í miðju kari (Ulgenes 1992). Þróin er hringlaga og rennslíð inn í brunninn er hliðlægt (mynd 4.17) sem viðheldur góðri sjálfhreinsun. Stjórnufrárennslí dregur einnig úr hringiðju í miðju kari og styttr flutningsleið gruggagna. Ókosturinn er að fóðurkögglar sem falla til botns fara fyrir úr karinu þegar stjórnufrárennslí er notað.

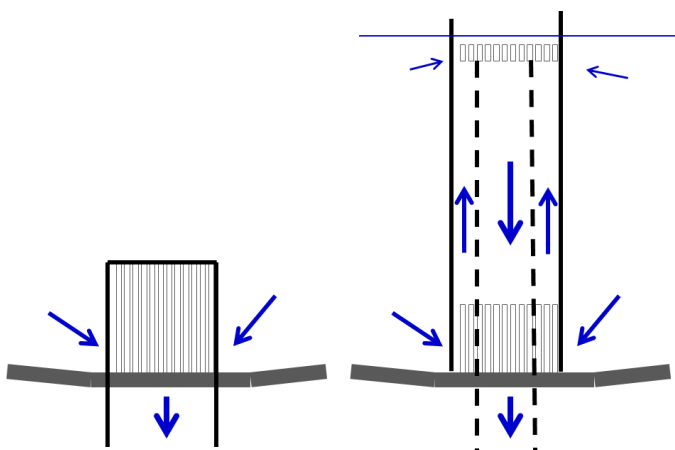
Stjórnufrárennslí er m.a. notað hjá Tungusilungi og Bæjarvík á Tálknafirði. Hér er um að ræða einfalda og ódýra útgáfu af

stjórnufrárennslí eða Magnúsarstjarna eftir Magnúsi Guðmundssyni sem hannaði frárennslíð. Magnúsarútgáfan er með PE lögnum sem lagðar eru út frá miðjufrárennslí því sem næst upp að karavegg (mynd 4.18). Í vatnslögnina að ofanverðu eru skornar raufar sem grugg getur farið niður um og þaðan inn að miðju kars. Í miðju kari er síðan hæðarstýring og ytri hluti hennar nær niður á botn karsins þannig að ekkert vatn kemst undir. Allt vatn sem fer út úr karinu fer því niður um raufar á PE lögnunum og þaðan að miðjufrárennslí (mynd 4.19). Rennslí inn í hæðarstýringuna er ekki hliðlægt og vill safnast þar grugg, sérstaklega þar sem þvermál hæðarstýringar er mikil (mest tæpir 4 m) og straumhraðinn því ekki nægilegur til að lyfta gruggögnum upp í innra rörið. Það þarf því að flussa reglulega til að hreinsa grugg af botni hæðarstýringar (Finnur Pétursson, munnl. uppl.).

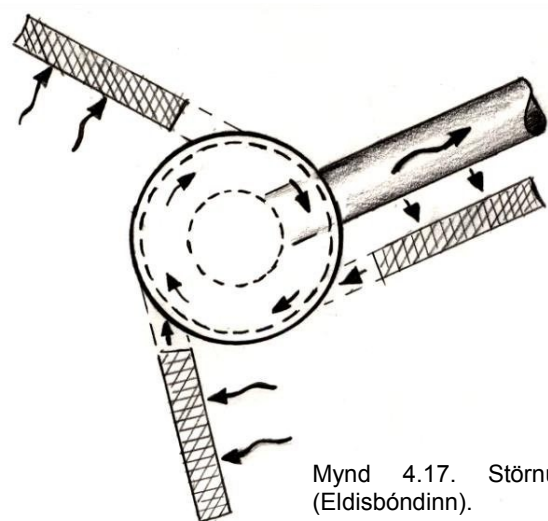
Samsett miðjufrárennslí

Í þeim tilvikum sem á að hreinsa vatnið í sjálfu karinu er notað samsett frárennslí. Öll hafa þau það sammerkt að óhreinna vatni er tekið niður við botn og hreinna vatnið ofar í karinu. Einfaldasta útgáfa af samsettu frárennslí er botnrist og turnfrárennslí (mynd 4.20). Þá er gruggagnir teknar út um botnrist og hreinna vatn út um frárennslíturninn að ofanverðu (Skybakmoen 1988).

Önnur útgáfan er Van Toever frárennslí, einkaleyfis venduð hönnun (mynd 4.21). Það er ekki vitað hvort þessi útfærsla sé í notkun í einhverju mæli eða hver reynslan er af búnaðinum. Í þessu tilviki fer allt vatn niður um frárennslisop niður við botn karsins. Gruggagnir sökkva niður og fara út um minna frárennslíð, en vatn með lágu hlutfalli gruggagna fer upp og síðan niður um sverara frárennslíð.



Mynd 4.16. Hár og lágur frárennslisturn (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.17. Stjórnufrárennslí (Eldisbóndinn).

o.fl. 1987). Þegar notaður er hár frárennslisturn sem nær upp í vatnsyfirborð er megnið af vatninu tekið niður við botn til að viðhalda góðri sjálfhreinsun en úttakið í yfirborði tryggir að fjarlægðar eru flotagnir í

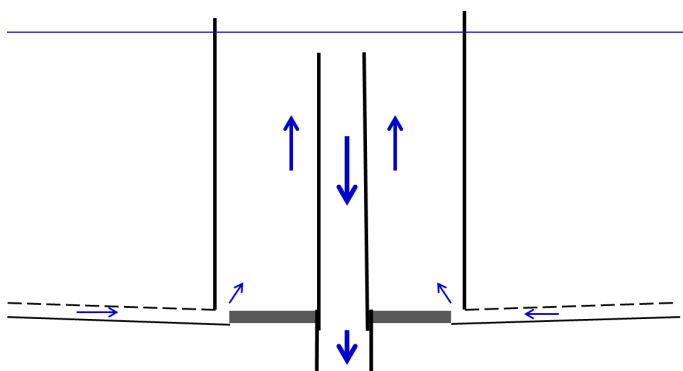


Mynd 4.18. Einföld útgáfa af stjörnufrárennsli hjá Bæjarvík í Tálknafirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

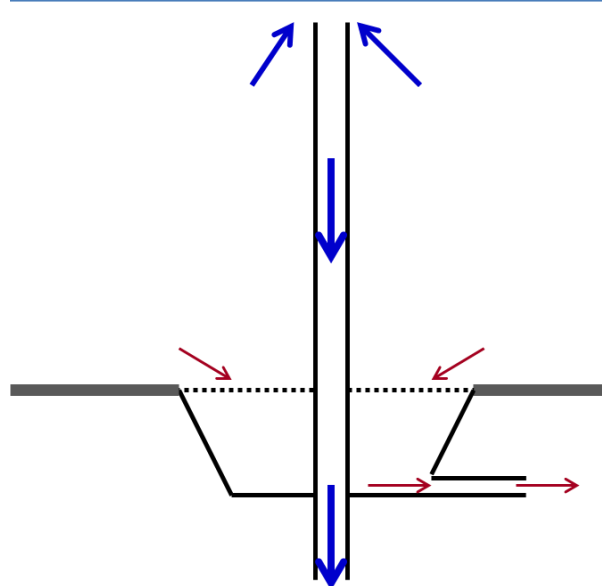
Þriðja útgáfan er ECO-TRAP eða grugggildra með diskri rétt fyrir ofan botn, þar á milli myndast sog sem dregur gruggagnir niður í brunn með hliðlægt frárennsli sem viðheldur hringstreymi. Lítið bil er haft á milli disksins og botnsins til að mynda sog, en við það dragast gruggagnir inn undir diskinn. Fyrir ofan er síðan turnrist þar sem vatn með tiltölulega lítið af gruggögnum fer út (mynd 4.22). Þessi útfærsla er notuð í mörgum eldisstöðvum og er einkaleyfisverndað og notuð í tiltölulega litlum körum. Sverleiki frárennslis er mest 250 mm með 70 lítra brunn og búnaðurinn hefur verið settar í kör sem eru allt að 300 m³ (www.aquaoptima.com).

Fjórða útgáfan er Hólalaxútgáfan en þar er diskur yfir tveimur litlum frárennslisrörum (mynd 4.23). Í miðjunni er síðan sverara frárennsli, með rist utan um þar sem vatn með lægra hlutfalli af gruggögnum fer út úr karinu.

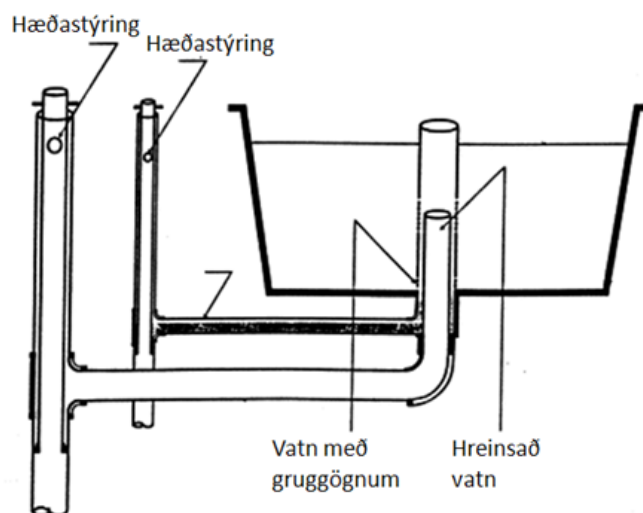
Hliðarúttak (Cornell Dual-Drain)



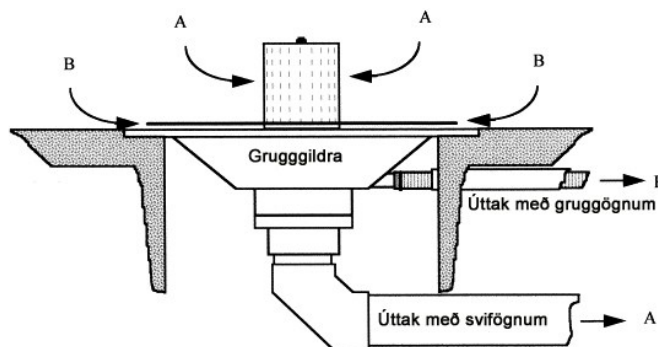
Mynd 4.19. Magnúsarstjarna, vatnslagnir með raufum tengdar við svera hæðarstýringu fyrir miðju kari (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).



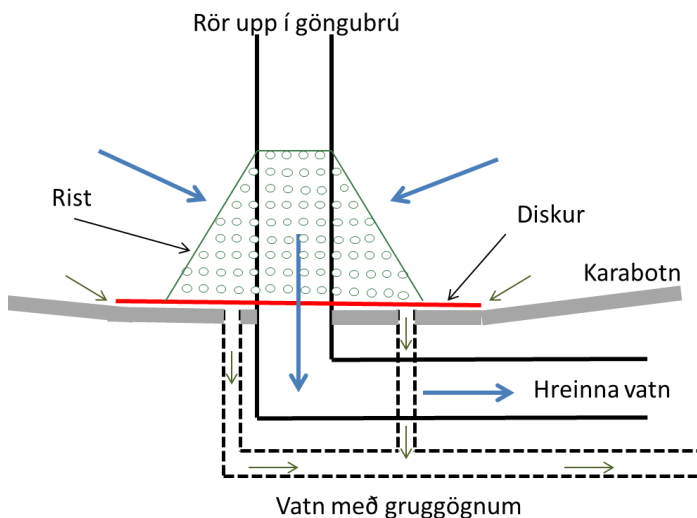
Mynd 4.20. Einfalt samsett frárennsli (Byggt á Losordo o.fl. 1999).



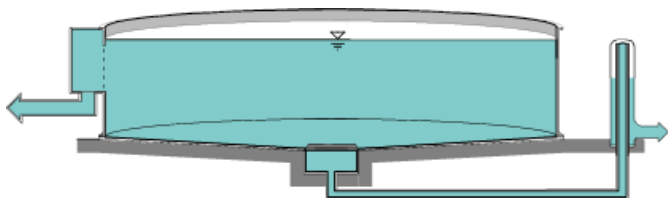
Mynd 4.21. Van Toever samsett frárennsli (Timmons o.fl. 1998).



Mynd 4.22. Samsett frárennsli með tvö úttök (ECO-TRAP eða grugggildra). Megnið af gruggögnum fara undir disk og út um mjorra frárennslid (B) og hreinna vatnið inn um turnrist og þaðan út um sverari lögnina (A) (Losordo o.fl. 2000).



Mynd 4.23. Samsett frárennsli af Hólalaxútgáfu (Teikning; Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 4.24. Kar með miðjufrárennsli og hliðarúttaki (Timmons o.fl. 2002).

Kar með hliðarúttak er önnur útfærsla af kari með tvö frárennsli (mynd 4.24). Hér safnar hringstreymi í karinu gruggögnum að miðjufrárennsli eins og telaufum í bolli sem hrært er í. Miðjufrárennsli tekur þá t.d. 10-15% af vatnsmagninu og ber með sér meginhluta gruggsins og hliðarúttakið tekur megnið af vatnsmagninu sem síðan má endurnýt. Við ákvörðun um vatnsrennsli um miðjufrárennsli skal haft til viðmiðunar (Timmons o.fl. 2002):

- að hafa 6 l/mín vatnsrennsli á hvern fermetra botnflatar.
- að það taki 200 mínútur að fylla karið, eða
- 10-15% af vatninu fari út um miðjufrárennsli.

Hliðarúttak er notað í fjölda eldisstöðva en yfirleitt er um lítil kör að ræða. Óljóst er í hve stórum körum hægt er að hafa hliðarúttak. Í nýlegri hönnun er gert ráð fyrir hliðarúttaki á körum sem eru 16 metrar í þvermál (Summerfelt 2011). Það er hægt að fara þá leið að vera með lögn sem nær frá karavegg inn í karið og jafnvel að miðju kars þar sem vatnið er sótt. Kosturinn við þessa leið er að vatnið er með lægra súrefnisinnihald og hærra hlutfall úrgangsefna þó munurinn sé ekki mikill. Ókosturinn er að lögnin hefur áhrif á straummyndunina og getur jafnframt verið til trafala þegar unnið er í karinu. Hliðarúttak getur einnig komið að góðu gagni í körum þar sem ummál lagna í miðjufrárennsli hefur verið vanáætlað.

Þrefalt frárennsli

Samsett miðjufrárennsli hefur eingöngu verið sett í lítil kör (< 300 m³). Í stórum körum flæðir mikið vatnsmagn út um miðjufrárennsli, straumhraði er mikill og hætt á að gruggagnir þyrlist upp. Óvíst er hvort samsett miðjufrárennsli virki við slíkar aðstæður. Til að minnka vatnsflæðið út um miðjufrárennslið er hægt að vera einnig með hliðarúttak þar sem megnið af vatninu yrði tekið út. Vatnsrennslið í gegnum hliðarfrárennsli og efra miðjufrárennsli er síðan stillt af til að fá góða straummyndun og sjálfhreinsun í karið (Despres og Couturier 2006). Með þessum móti er hægt að minnka rennsli um miðjufrárennsli í svipað magn og er í minni körum án hliðarúttaks.

Flutningsgeta frárennslis

Algennt er að sverleiki frárennslis séu of lítið sem valdið getur því að hringiða myndist í yfirborði í miðju kari (Tvinnereim 1987). Í slíkum tilvikum getur frárennslið stjórnað hraða á hringstreyminu í karinu (kafla 3.2.1). Fiskurinn forðar sér frá hringiðunni og við það nýtist rúmmál karsins ver. Það má einnig gera ráð fyrir því að mikill straumhraði við rist og út um frárennsli lagnir tæti í meira mæli niður gruggagnir. Mælt er með að straumhraði í frárennsli lögn sé 0,3-0,6 m/s og allt upp í 1,0 m/s meiri eftir því sem gruggagnirnar og fôðurleifar eru stærri og eðlisþyngri (Tvinnereim 1987; Timmons o.fl. 2002; Summerfelt o.fl. 2004b). Þegar ljóst er hvað mikið vatn þarf að renna í karið er hægt að reikna út sverleika frárennsli lagna með aðstoða nomodiagramms (viðauki 4.1).

Gatastærð á rist

Götin á ristinni þurfa ávallt að vera stærri en fôðurköggilarnir og ekki það stór að fiskurinn sleppi út. Mælt er með ílögnum götum á rist en þau stíflast síður en hringlaga göt og auðveldara að þrifa (Piper o.fl. 1982). Vatnið þarf að streyma hraðar gegnum göt ristar en svarar til hringstraums í karinu til að hreinsun verði góð, en ekki það mikill að fiskur festist á ristinni. Fyrir 50 m³ kar er t.d. miðað við yfirborð botnristar sé 0,6-0,8 m² og flatarmál gata í rist sér 4 dm² (0,04m²). Í þeim tilvikum sem notaður er turnfrárennsli er mælt með að um 75% af götunum sé neðarlega á turninum (Hem o.fl. 1987). Nauðsynlega gatastærð er hægt að ákvaða með hjálp nomodiagramms (viðauki 4.1).

4.3.2 Frárennsli í lengdarstraumskar

Endafrárennsli

Í hefðbundinni útgáfu af lengdarstraumskari fer allt eða megnið af vatninu út um enda á karinu. Að öllu jöfnu er setþró í enda karsins þar sem gruggagnir eru látnar botnfalla (mynd 4.25a,b og c). Til að tryggja jafnan einstefnustraum í lengdarstraumskari þarf vatnið að streyma jafnt yfir allan endann á karinu. Ef yfirfallið er eingöngu yfir takmarkað svæði hefur það neikvæð áhrif á straummyndun í karinu (kafla 3.2.2).

Mynd 4.25. Þversnið af mismunandi útfærslum af frárennsli í lengdarstraumskari. A. Allt vatn fer út um enda karsins. B. Megnið af vatninu fer út um enda karsins, en gruggögnum safnað í setþró sem er tæmd reglulega. C. Sama útfærsla og í B nema í setþró er trekt/V-renna sem safnar saman gruggögnum. D. Trekt/V-renna fyrir miðju lengdarstraumskari sem safnar gruggögnum og frárennsli til að tæma hana. E. Einfalt frárennsli með sírennsli fyrir miðju lengdarstraumskari sem safnar gruggögnum (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

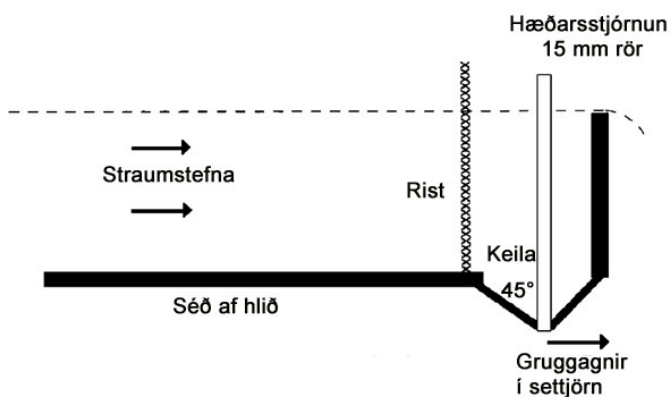
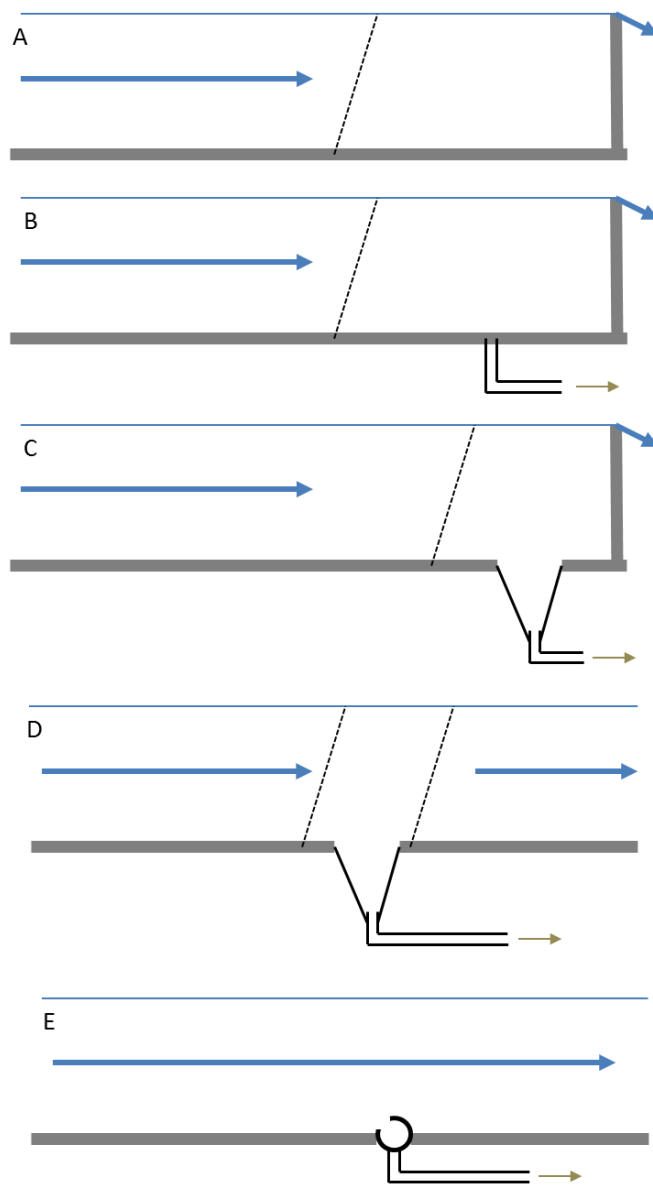
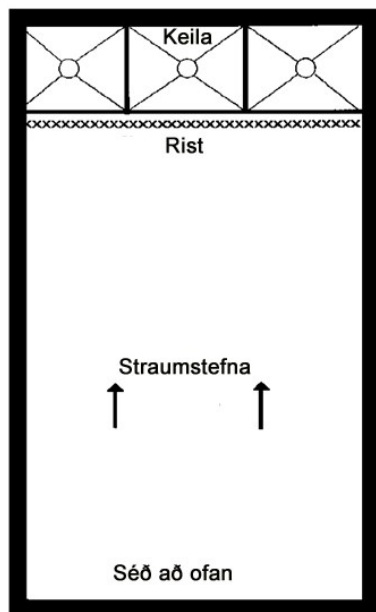
Nokkrar aðrar útgáfur eru á frárennsli lengdarstraumskara. Í einingaskiptu lengdarstraumskari er eitt miðjufrárennsli fyrir botni og tvö hliðarúttök (kafla 3.1.1). Í annarri útgáfu er miðjufrárennsli og hliðarúttök í hverri einingu en einnig fer mikið af vatninu út um enda á lengdarstraumskarinu. Jafnframt hefur verið þróað lengdarstraumskar með frárennsli á annarri hlið karsins en innrennsli á hinna (Wong og Piedrahita 2003). Þessar lausnir á frárennsli lengdarstraumskara er tiltölulega flóknar og dýrar og verður ekki fjallað nánar um þær.

Botnfrárennsli

Einfaldasta útgáfa af setþró í enda lengdarstraumskars er svæði aðskilið frá fiskhlutanum með rist og vatnið rennur yfir kantinn í enda karsins. Þær agnir sem botnfalla eru síðan sogaðar upp, en þessi aðferð er mjög mannaflsfrök (mynd 4.25a). Til að auðvelda losun er hægt að haft frárennslisrör á sléttum botni og gruggagnir flussaðar út reglulega úr setþrónni (mynd 4.25b). Aðeins lítill hluti af vatninu er tekið út um botnfrárennsli. Ókosturinn við þessa aðferð er að flussið rífur aðeins með sér agnir í næsta nágrenni við frárennslisopið og þarf því samtímis að sópa botninn (Anon. 1998).

Botnfrárennsli með keilu

Til að auðvelda vinnu við losun á gruggögnum úr enda lengdarstraumskars eru útbúnar trektar, með frárennsli í botninum (mynd 4.25c). Einnig er hægt að vera með V-rennur (kafla 5.4.2). Gruggagnir eru síðan tæmdar reglulega úr trektinni yfir í setkar eða annan hreinsibúnað (mynd 4.26 og 4.27). Í sumum tilvikum eru trektarnar hafðar í miðju lengdarstraumskarinu (mynd 4.25d) og geta verið nokkrar trektar í einu og sama kari. Þar sem halli er á landslagi er flussað reglulega og nota þyngdaraflið til að losa gruggagnir úr karinu (mynd



Mynd 4.26, Trekt í frárennsli enda lengdarstraumskars til að auðvelda söfnun og losun á gruggögnum (Anon. 1998).

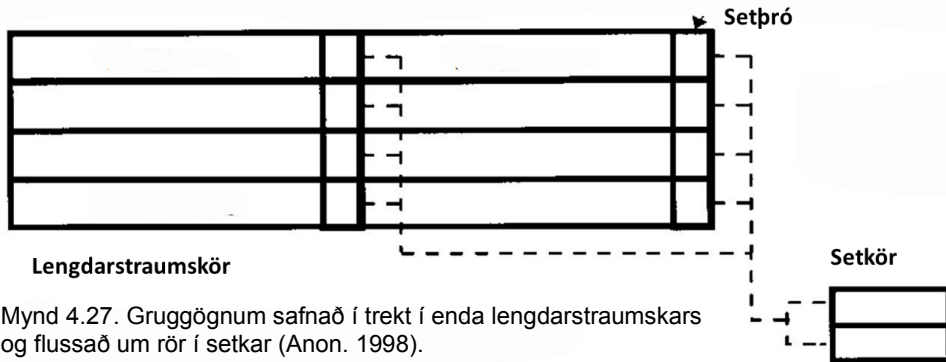
4.26). Þar sem halli er ekki til staðar er hægt að vera með hraðtengi sem tengt er við frárennslisrör og t.d. dælt upp í haugsugu. Einnig er mögulegt að hafa dælu sem losar upp úr setþrónni með reglulegu millibili.

Botnfrárennsli með sírennsli

Töluverður kostnaður er því samfara að setja trektar í botn lengdarstraumskars. Hugsanlega er hægt að vera með einfaldari útgáfu, þ.e.a.s. vera með plaströr sem skorið er ofan af að hluta (mynd 4.25e). Sírennslið myndar sog og dregur með sér stærstu gruggagnirnar og flytur út úr karinu. Það er ekki vitað til að þessi hugmynd hafi verið reynd í lengdarstraumskari og þarf að sannreyna ágæti hennar með tilrunum. Ökostur við útfærsluna eins og reyndar aðrar útfærslur í miðju lengdarstraumskari er að fóður sem sekkur til botns berst fljótt að frárennslinu.

Botnfrárennsli með sírennsli og hringstreymi í setþró

Gerðar hafa verið tilraunir með að hafa sömu útfærslu á frárennsli lengdarstraumskars og í hringlaga kari. Þ.e.a.s. í enda lengdarstraumskarsins er myndað hringstreymi með að hafa þvervegg með opnum við hliðarvegg þar sem vatnið streymir inn í setþróna (Wong og Piedrahita 2003a). Við það myndast hringstreymi og hluti af vatninu og megnið af gruggögnum fer út um miðjufrárennsli í botni karsins



Mynd 4.27. Gruggögnum safnað í trekt í enda lengdarstraumskars og flussað um rör í setkar (Anon. 1998).

en megnið af vatninu út um yfirfall í enda karsins. Það er ekki vitað til að þessi útfærsla sé í notkun.

Ristar

Stærð rauða á rist þarf að vera það mikil að fóður komist í gegn en fiskur haldist inni. Ristar geta til dæmi verið úr áli, stáli eða ódýrara efni eins og galvaníseruðu járni eins og hjá Fiskeldinu Haukamýri (mynd 4.28). Til að auðvelda og einfalda þrif á ristum eru hafðar langar raufar í þeim.

Í lengdarstraumskörum eru ristar hafðar á milli eininga og við setþrær. Hjá Fiskeldinu Haukamýragili er steiptur burðaveggur á milli eininga í lengdarstraumskari með rist neðst og efst (mynd 4.29). Megnið af gruggögnum fer um neðri ristina inn í næstu einingu og hlutverk efri ristar er að hleypa fljótandi óhreinindum áfram niður eftir lengdarstraumskarinu.

4.3.3 Hæðastýring

Öryggið fyrir öllu

Í nokkrum strandeldisstöðvum hér á landi er ekki hægt að hleypa öllu vatninu niður úr karinu. Það er gert af öryggisástæðum. Þó að það gleymist að setja hæðastillinguna upp tæmist karið aldrei alveg. Til að tæma karið þarf að nota dælu til að dæla vatninu upp úr því. Einnig er hægt að hafa lítið úttak sem er opnað til að tæma karið, en svo lítið að það nær ekki að tæma sig nema í þeim tilvikum sem vatnrennsli í það er stöðvað (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991).

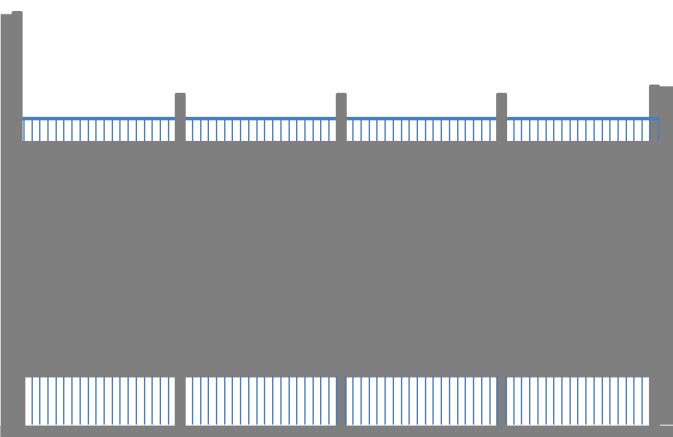
Hæðarstýring inn í kari

Þá er yfirleitt tvö rör, en ytra rörið er notað til að hald upp brú og á því neðanverðu er rist. Innra rörið er styttra og utan um það er hulsa sem dregin er upp og niður til að stilla vatnshæð í karinu (mynd 4.30). Það þarf að hafa rúmt bil á milli hulsu og frárennsliorr til að hulsan renni auðveldlega upp og niður. Vatnið kemur inn á milli ytra og innra rörs neðst í kari og streymir upp að efra borði innra rörs og þaðan út úr karinu.

Önnur útfærsla á hæðarstýringu er að innra rörið samanstendur af nokkrum bútum sem renna niður í hvern annan. Efri búturinn gengur niður í þann neðri. Þegar lækka á vatnsborið er efsti búturinn tekinn ofan



Mynd 4.28. Rist á milli eininga (eldisþróa) í lengdarstraumskari hjá Fiskeldinu Haukamýri (Ljósmynd: Fannar Helgi Þorvaldsson).



Mynd 4.29. Þversnið af lengdarstraumskari hjá Fiskeldinu Haukamýri. Steiptur burðaveggur með ristum neðst og efst (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

af og síðan sá næsti. Neðsti búturinn er fastur og gengnir því hlutverki að vera hæðaröruggi (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Þessi útfærsla er m.a. að finna í strandeldisstöð Íslandsbleikju Vatnleysu og Ísþór í Þorlákshöfn. Betrubætur hafa verið gerðar á hæðarstýringunni og nú er efra rörið ekki tekið upp úr því neðra. Þegar efra rörinu er lyft upp opnast gat sem frárennslisvatnið rennur út um.

Hæðastýring utan við kar

Hjá Íslandsbleikju, Stað í Grindavík er hæðastýringin utan við karið. Frárennslisrörið gengur út í stökk þar sem hæðarstýringu er að finna (mynd 4.31). Frárennslisrörið stendur upp úr botni stokksins og er 2-3 metrum fyrir ofan botn karsins. Utan yfir frárennslisrörið er hulsa sem hægt er að færa upp og niður til að hækka eða lækka vatnsborðið í karinu. Hulsan er síðan við slá fyrir ofan stokkin til að halda stillingunni.

Kosturinn að hafa hæðarstýringu fyrir utan kar er að auðveldara er að fylgjast með yfirföðrun, losa dauðan fisk, mæla vatnsgæðin og fiskurinn verður fyrir minna áreiti. Hjá Íslandsbleikju á Stað er brú út í mitt kar. Hún er meðal annars notuð til að lyft rist þegar dauður fiskur er losaður úr karinu, einnig auðveldar brúin allt eftirlit. Í sjálfum sér þarf ekki að hafa brú og t.d. er hægt að vera með stýribúnað utan við kar til að losa dauðan fisk út um frárennslid (kafla 4.3.1).

Vatnsrennslí og hönnun

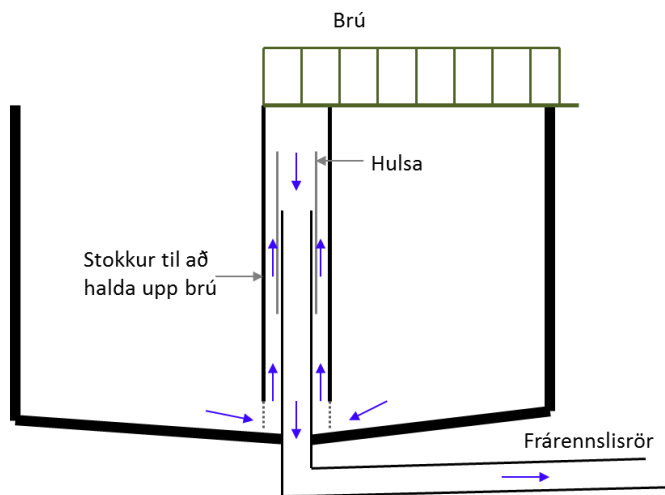
Þyngri agnir fara auðveldlega undan straumi í láréttu röri, meiri kraft þarf til að lyft þeim lóðrétt upp hæðarstýringu. Það þarf því að gæta þess að hæfilegt bil sé á milli innra og ytra rörs í hæðastýringu til að tryggja hæfilegan straum. Uppstreymið þarf að vera meira en sökkhraði fóðurköggla til að tryggja að þeir lyftist upp hæðarstýringuna. Straumhraðann upp úr hæðarstýringunni er t.d. hægt að finna með því að reikna út flatarmál ytra og innra rörsins. Flatarmál innra rörsins er þá dregið frá flatarmáli ytra rörsins og ef það er t.d. $0,3 \text{ m}^2$ er straumhraðinn um 33 cm/s ef vatnsrennslid er $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3 Búnaður til að losa fisk úr kari

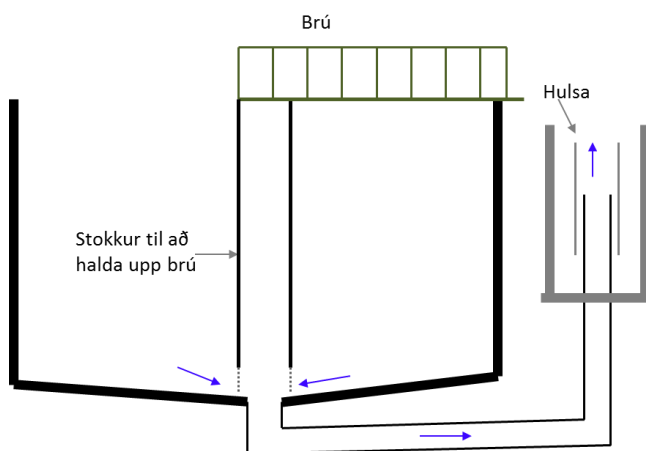
4.3.1 Hringlaga kör

Fiskur háfaður úr kari

Í flestum landeldisstöðvum er háfurinn einn þarfasti þjóninn og fiskurinn háfaður upp úr karinu. Það er tiltölulega auðvelt í grunnum litlum körum þar sem straumhraði er lítill. Í stærri körum með mikinn straumhraða, hringiðu og sog fyrir miðju kari er þetta tímafrekt verk og erfitt. Hægt er að auðvelda háfunina með því að hækka yfirfallsrörið og losa dauðan fisk á



Mynd 4.30. Hæðarstýring inn í kari (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

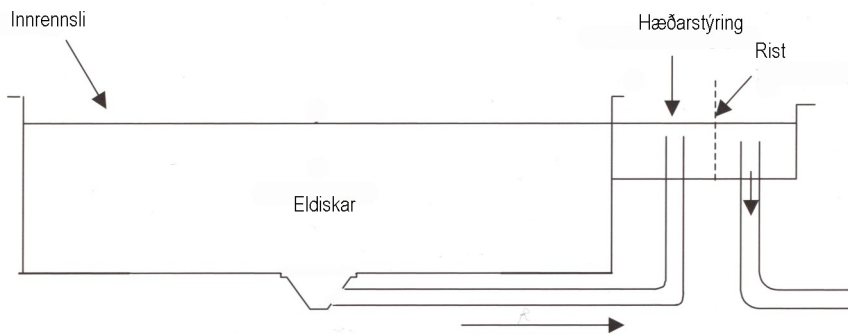


Mynd 4.31. Hæðarstýring utan við kar (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

meðan það rennur ekki úr karinu. Hjá Íslandsbleikju á Vatnleysu er reynslan sú að það þarf að stöðva fóðurgjöf í um klukkustund eftir losun á dauðum fiski. Það getur haft áhrif á fóðurtöku sérstaklega í skammdeiginu þegar birtutíminn er stuttur. Einnig stressast fiskinn, súrefnisinnihald vatnsins lækkar sem leiðir til sveiflukennt ástands í karinu.

Eitt frárennslí og dauðfiskalosun

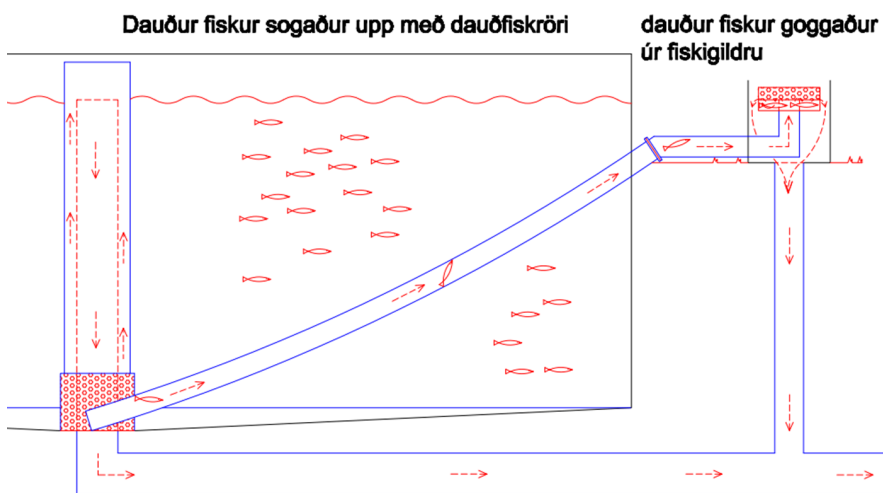
Lifandi laxfiskar halda sig að öllu jöfnu frá frárennslí kars en þegar þeir drepast flyst fiskurinn með straumi upp í kassa við hæðarstýringu og stöðvast við rist þar sem hann er fjarlægður (mynd 4.32). Til að hafa betri stjórn og koma í veg fyrir að lifandi fiskur berist út úr karinu er hægt að hafa færanlega rist sem lyft er upp þegar tæma á dauðan fisk úr karinu, t.d. útfærslu eins og er hjá Íslandsbleikju, Stað við Grindavík. Það er síðan tekið á móti fiskinum með háfi þegar hann kemur út um frárennslí utan við karið (mynd 4.33). Ókosturinn við þennan losunarbúnað er að það þarf tvo menn til að fjarlægja dauðan fisk, annar lyftir upp ristinni en hinn tekur á móti fisk og háfar úr frárennslinu.



Mynd 4.32. Kar án botnristar með utanálíggjandi hæðarstýringu og rist þar sem dauðum fiski er safnað (Byggt á Timmons o.fl. 2002).



Mynd 4.33. Dauður fiskur losaður út um frárennsli með að lyfta upp rist hjá Íslandsbleikju á Stað (Teikning: Guðmundur Einarsson).



Mynd 4.34. Dauður fiskur losaður út um sérstaka frárennislögn (fiskirör) hjá Íslandsbleikju á Vatnsleysu (Teikning: Guðmundur Einarsson).

Til að fiskur berist út úr karinu um frárennislögn þarf að gera ráð fyrir að straumur sé tiltölulega mikill til að stærri fiskar geti lyfst upp og út um hæðarstýringuna. Þennan búnað er einnig hægt að nota við losun á lifandi fiski en þá eru notaðar fiskidælur (kafla 7.2.3).

Sjálfvirk losun – fiskirör

Í þeim tilvikum sem dauðfisklosun er ekki í eldri kórum er einfalt að koma slíkum búnaði fyrir, einfaldlega með að bora gat á hliðarvegg og leiða rör frá miðjufrárennsli upp í fiskgildru (mynd 4.34 og 4.35). Fiskgildran stendur neðan við vatnsfirborð og myndast því nægur þrýstingu til að vatn og fiskur streymi stöðugt upp í kassann. Í fiskgildrunni er týndur úr dauður fiskur og einnig berst með lifandi fiskur sem oft er með skertan lífsþrótt. Helstu vandkvæðin með virkni þessa búnaðar er þegar nýr smár fiskur er settur í karið, en hann leitar fyrst mikið niður á botn og berst í meira mæli upp í fiskgildruna. Einnig getur fiskirörið flækst fyrir þegar verið er að vinna í karinu.

Sjálfvirk losun – tvö frárennsli

Hér er hægt að vera með tvær útfærslur. Í fyrsta lagi vera með sameiginlegt frárennislisop fyrir báðar frárennislagnirnar og búnað til að skipta á milli lagna. Þegar það á að fjarlægja dauðan fisk er lokað fyrir frárennslid og opnað fyrir fiskirörið (Timmons o.fl. 1998). Í öðru lagi getur hefðbundna frárennslid verið fyrir miðju kari með rist utan um og fiskirör fast upp við rist til að losa dauðan fisk. Hægt er að hafa fiskirörið opið þannig að dauður fiskur streymi stöðugt upp í fiskigildru. Fiskrörið er einnig notað til að dæla lifandi fiski upp úr karinu og er þá tengd fiskidæla við rörið (mynd 4.36).

Sjálfvirk losun – þrjú frárennsli

Í kórum sem eru bæði með hliðarúttak og samsett miðjufrárennsli má nýta miðjufrárennsli bæði til að fjarlægja megnið af gruggögnum og einnig dauðan fisk (mynd 4.37). Dauður fiskur er losaður úr kari með því að lyfta upp botnplötu sem síðan er lokað þegar verkinu er lokið. Vatn með háu hlutfalli gruggagna rennur síðan út um þregra rör út úr karinu.

4.3.2 Lengdarstraumskör

Fiskur háfaður úr kari

Í lengdarstraumskörum er háfurinn ennþá þarfur þjónn. Lengdarstraumskör eru yfirleitt grunn, mjó, hægur straumur og takmarkað sog við frárennsli. Það er því

mun auðveldara að losa dauðan fisk úr lengdarstraumskari en hringlaga kari. Á þessu kann þó að vera einhver breyting með stærri og dýpri lengdarstraumskörum.

Sjálfvirk dauðfiskalosun í hefðbundnum lengdarstraumskörum

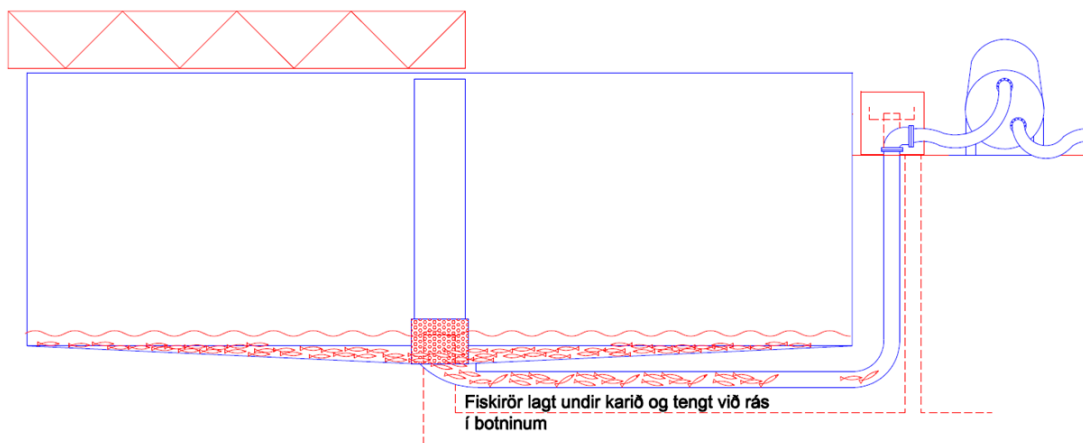
Nú er að öllu jöfnu rist sem heldur fiski frá frárennsli og þarf að fjarlægja hana eða lyfta henni upp til að hleypa dauðum fiski í frárennslið. Þessar grindur ná yfirleitt þvert yfir karið, eru þungar og því erfitt að lyfta þeim upp. Það er því enginn hæðarleikur að koma fyrir dauðfiskalosun í hefðbundnum útfærslum af lengdarstraumskörum. Í lengdarstraumskörum er straumhraðinn lítil niður við botn og berst því dauðfiskur hægar að frárennsli en í hringlaga körum, sérstaklega í þeim tilvikum sem straumhraði er mjög lítil og stór fiskur er í karinu.



Mynd 4.35. Dauður fiskur losaður út um fiskirör hjá Íslandsbleikju á Vatnsleysu upp í fiskgildru sem er við hlið karsins (Ljósmynd: Guðmundur Einarsson).

Sjálfvirk losun – ný útfærsla

Til að vera með sjálfvirka losun á dauðfiski þarf að fjarlægja allar grindur yfir frárennsli. Hér er lagt til að þróa losunarbúnað þar sem haft er við botn rör með gati sem nær þvert yfir karið (mynd 4.26e). Niður í rörið fer síðan dauður fiskur og gruggagnir sem streyma upp í fiskgildru þar sem fiskur verður eftir (mynd 4.38). Vatnið fer síðan í frárennsli eða til hreinsunar.



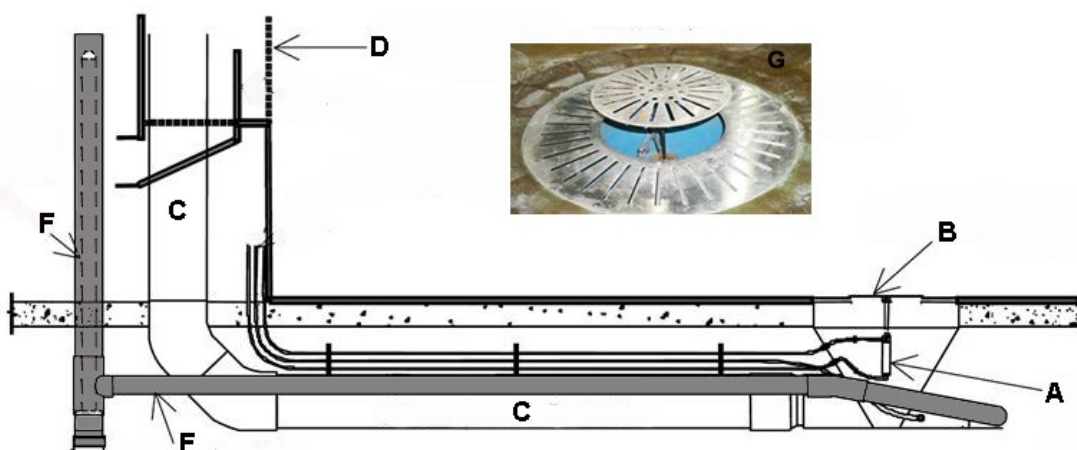
Mynd 4.36. Dauður fiskur losaður út um sérstaka frárennslisögn hjá Íslandsbleikju á Vatnsleysu upp í fiskgildru sem er við hlið karsins. Á myndinni er tengd fiskidæla við fiskrörið og verið er að dæla lifandi fiski upp úr því (Teikning: Guðmundur Einarsson).

4.4 Dæling

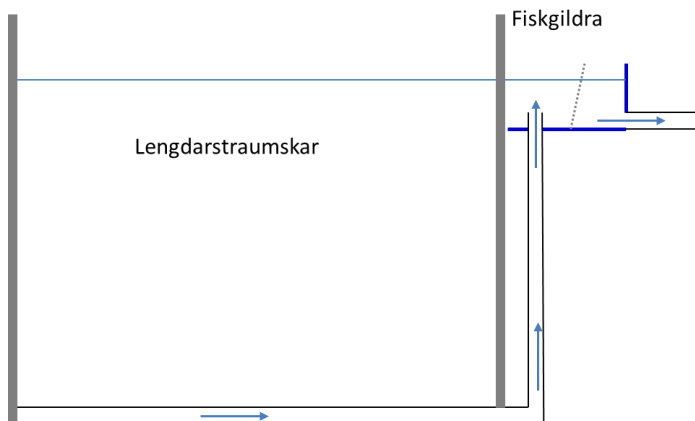
4.4.1 Vatnsdæling

Fjölbreytt val á dælum

Í fiskeldi eru það helst skrúfudælingur og miðflóttuafldsælingur sem eru notaðar. Einnig koma til greina snigildælingur, loftdælingur og borholudælingur (mynd 4.39). Hvaða dæling verður fyrir valinu fer mikið eftir vatnsmagni og lyftihæð. Við val á dælum er



Mynd 4.37. Kar með hliðarúttaki og miðjuúttaki með lofttjakk (A) sem lyftir plötu (B) til að hleypa út dauðum fiski sem fluttur er um rör (C) upp í fiskgildru tengt hliðarúttaki (D). Gráa rörið (F) er notað til að flytja gruggagnir út úr karinu (Byggt á Sumnerfelt o.fl. 2004b).



Mynd 4.38. Losunarbúnaður fyrir dauðan fisk í lengdarstraumskari (Teikning: Valdimar Ingi Gunnarsson).

rekstrarkostnað settur í fyrsta sæti, stofnkostnaður getur verið hár, það kostar en getur skilað sér þegar til lengri tíma er litið.

Dælur og rekstraröryggi

Rekstraröryggi er einnig mikilvægt en dælur eru hjarta hveðrar stöðvar og ekkert má út af bera. Reglan er sú að ef ein dæla bilar, þá sé önnur reiðubúin að taka við. Jafnframt því að dreifa áhættunni með fleiri dælum, verður allt viðhald auðveldar.



Mynd 4.40. Skrófudæla (www.etecsa.com).

Snigildæla

Snigildæla hentar vel þegar dælingarhæð er undir einum metra. Notuð til að dæla skolpi en getur hentað í fiskeldi þar sem lyftihæð er lítil og vatnsmagn mikið. Dælan er mjög hægeng, með 50-70 sn/mín og hagkvæm í rekstri. Áhugi er fyrir að taka þessa dælu í notkun í dönsku landeldi. Þessi dæla getur hentað við dælingu á vatni á milli eldiseininga við endurnýtingu. Ókosturinn við dæluna er að lyftihæðin er vart nóg til að fá viðunandi loftun á vatninu.

Skrúfudæla

Hentar vel við lyftihæð allt upp í 8 metra, mikið rekstraröryggi og mjög afkastamiklar dælur (5000 l/sek). Orkunýtingin betri eftir því sem dælan er stærri og skrófan snýst hægar. Einfaldur búnaður sem byggist á

skrófu, öxli og hólki utan um. Mótörinn stendur á þurru og hægt er að velja mótör frá mörgum framleiðendum (mynd 4.40). Hólkurinn getur verið úr plasti eða öðrum efnum allt eftir því sem hentar hverju sinni (tafla 4.4). Skrófudælu henta vel til að lyfta og viðhalda hringrás í lengdarstraumskari og lyfta vatni upp í 1-2 metra hæð til loftunnar.

Miðflóttaaflsdælur

Hægeng miðflóttaaflsdæla er hentug við lyftihæð allt að 15 metrum og fyrsti valkostur eftir skrófudælu. Ókosturinn við miðflóttaaflsdælu er að rekstraröryggið er minna, orkunotkun og viðhald meira en á skrófudælum (tafla 4.4). Ef hægt er að koma því við er alltaf ódýrast að nota öxuldælu og hafa mótörinn upp úr vatni (ódýrari mótöror). Varast að nota miðflóttaaflsdælur sem sogdælur, áspætti vilja gefa sig og einstefnulokar verða óþéttir. Ef dælan dregur falskt loft getur það valdið því að dæling stöðvist, minnki mikið og jafnvel að fiskur drepist vegna yfirmettunar á



Skrúfudæla



Snigildæla



Miðflóttaaflsdæla



Borholudæla

Mynd 4.39. Fjórar gerðir af dælum.

Tafla 4.4. Kostir og ókostir skrófudælu og sökkvanlegrar miðflóttaaflsdælu (www.sterneraqua.no)*.

Skrúfudæla	Miðflóttaaflsdæla
<p>Kostir</p> <ul style="list-style-type: none"> Mikið rekstraröryggi Mótör ekki í vatninu Hægt að velja um framleiðendur mótor Lítill orkunotkun Engar þéttingar Lítill viðhaldskostnaður <p>Ókostir</p> <ul style="list-style-type: none"> Hár stofnkostnaður 	<p>Kostir</p> <ul style="list-style-type: none"> Lágur stofnkostnaður Hægt að lyfta og slaka niður í brunn <p>Ókostir</p> <ul style="list-style-type: none"> Árlegt viðhald Minna rekstraröryggi Mótör samfastur dæluhúsi Mikil orkunotkun Þéttingar

*www.sterneraqua.no/files/Artikler/Riktigere%20pumpe%20til%20akvakultur.pdf

köfnunarefni. Mun hættuminnna er að hafa sökkvanlega dælu eða láta vatn flæða undan þrýstingi að dælu (inntak undir vatnsborði).

Borholudælur

Borholudælur eru notaðar í borholum þegar ekki er hægt að koma við öxuldælum til vatnsdælingar. Velja hæggengan mótur ef hægt er að koma því við, það eykur rekstraröryggið. Flestir móturframleiðendur framleiða eingöngu 3000sn mótora í dag. Velja eins þreps dælur ef hægt er. Upphaflegu 75kw 1400 sn/mín Aturia dælurnar eru enn í notkun hjá Íslandsbleikju á Vatnsleysu eftir rúmlega 20 ára notkun og eru teknar upp á 8 ára fresti.

Stýribúnaður

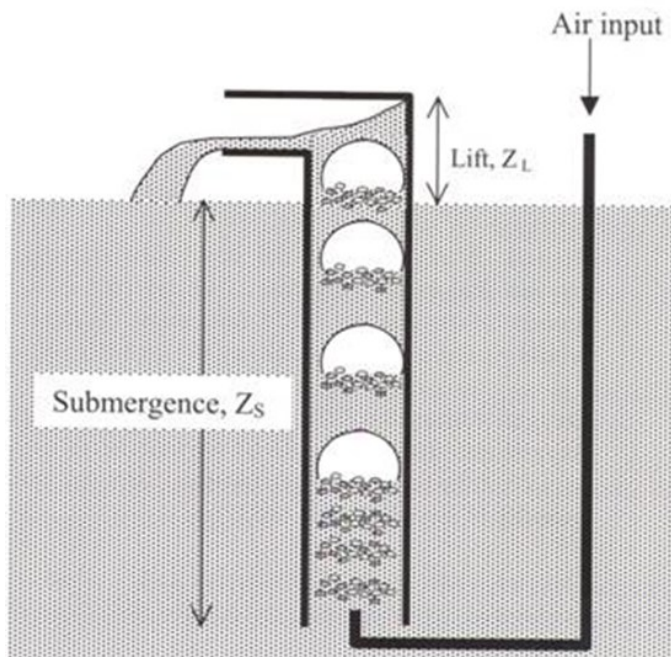
Mjúkræsar eru notaðir til ræsingar á stærri dælum. Hraðabreytar hafa lækkað mjög í verði á seinni árum og hafa leyst mjúkræsana af í einhverju mæli. Eru samt mun dýrari en innihalda góðan varnarbúnað og ýmsa möguleika til stjórnunar. Með hraðabreytum er hægt að finna heppilegustu afköst dælnnar og hafa þannig áhrif á orkunotkun og rekstrarkostnað hennar.

Þegar verið er að dæla vatni á milli eldiseininga eða upp í loftara er að jafnaði alltaf sami þrýstingurinn. Aftur á móti þegar um sjóðælingu er að ræða gætir flóðs og fjöru. Til að halda jafnri dælingu upp í körin er hægt að hafa hraðabreytir.

4.4.2 Dæling með lofti

Dæling með lofti hefur það fram yfir hefðbundnar vatnsdælur að til viðbótar að lyfta vatninu loftast það, súrefnisinnihald eykst og magn koltvísýrings minnkar (kafla 6.2). Lyftihæð loftdælingar er lítil eða aðeins 10-15 cm sem takmarkar notagildi aðferðarinnar (mynd 4.41). Jafnframt minnkar virkni dælnnar þegar lækkað er í karinu. Til að virkni dælnnar verði viðunandi má loft ekki vera meira en 25% á móti vatni en þá eru loftbólur smáar og stakar. Þegar loftmagn fer yfir 25% á sér stað samruni á loftbólum og stórar loftbólur myndast en við það minnkar dæligeta loftdælnnar (Timmons o.fl. 2002). Afkastageta loftdælu er ekki mikil og í samanburði við skrúfudælu lyftir hún aðeins vatninu um 25% af því sem skrúfudæla gerir við sömu orkunotkun (Laursen o.fl. 2008).

Loftdæling er m.a. notuð í lengdarstraumskörum í Danmörku til að lyfta og knýja vatnið áfarm í körnum. Miðlæg stöð með öflugum loftpressum dælir loftinu um lagnir út í lengdarstraumskörin (mynd 4.42). Við dælingu á lofti í vatn á 2-4 metra dýpi myndast köfnunarefnisyfirmettun og mælist hún allt upp í 10% í lengdarstraumskörnum. Ástæðan fyrir því að köfnunarefnisyfirmettunin hefur ekki umtalsverð neikvæð áhrif á fiskinn er sú að súrefnismettun í lengdarstraumskörnum fer sjaldan yfir 80% og heildaryfirmettun allra lofttegunda fer því ekki yfir 3-



Mynd 4.41. Loftdæla (Timmons o.fl. 2002).



Mynd 4.42. Loftpressur í danskri landeðisstöð (Ljósmynd: Sören Jøker Trachsel).

4%. Á því gæti þó orðið breyting ef súrefnisinnihald vatnsins yrði haft hærra í lengdarstraumskörnum (Skov o.fl. 2011).

4.5 Niðurstöður og tillögur

4.5.1 Lagnir og lokar

Niðurstöður

- *Lagnarefni:* Lokaðar lagnir eru taldar betri valkostur en opnir stokkar. Í aðveitu- og dreifilögnum er best að nota PE lagnir. Mælt er með að nota barkarör í frárennsli.
- *Flutningsgeta lagna:* Framleiðendur gefa leiðbeiningar varðandi flutningsgetu lagna en einnig er hægt að nota nomogram. Gæta þarf að því að sverleiki frárennislagna þarf að vera meiri en aðveitu- og dreifilagna, jafnframt þarf vatnshallinn að vera meiri.

- *Uppsetning og frágangur lagna:* Mikilvægt er að fara eftir verklagsreglum og stöðlum til að tryggja sem best gæði við samsetningu lagna. Gæt þarf að því að lofttappar myndist ekki í lögnum og þörf getur verið á að vera með loftöppun.
- *Lokar:* Kúlulokar eru notaðir fyrir 90 mm lagnir og minni en spjaldlokar fyrir stærri lagnir. Fyrir lagnir sverari en 200 mm er mælt með að nota gir til að koma í veg fyrir skemmdir á lögnum vegna þrýstingsbreytinga.

Tillögur

- Landeldisstöðvar með lengdarstraumskör eru að jafnaði ekki með loka. Mælt er með að skoðaður verði sá möguleiki að hanna landeldisstöð með hringlaga kör þar sem engir lokar eru notaðir.

4.5.2 Innrennsli

Niðurstöður fyrir hringlaga kar

- *Gerð innrennsli:* Lóðréttur innstreymishólkur er besti valkosturinn. Mælt er með að hægt sé að snúa hólknum og stjórna gatastærð á innstreymisopi. Samsett innstreymi (samsettur lóðréttur og láréttur innstreymishólkur) getur verið valkostur í minni körum þar sem áhersla er lögð á góða straummyndun.
- *Staðsetning innstreymishólks:* Betri straummyndun fæst með að hafa hólkinn töluvert frá karavegg. Því fylgir ýmist óhagræði og kostnaður og mælt er með að hafa hólkinn upp við karavegg en þó ekki nær en það að fiskur geti auðveldlega synt á milli.
- *Straumhraði í innstreymisopi:* Mælt er með að straumhraði út um göt á innstreymishólki sé að hámarki 0,6-1,0 m/s.

Niðurstöður fyrir lengdarstraumskar

- *Gerð innrennsli:* Mynda skal einstefnustraum með að taka vatnið jafnt þvert yfir karið.
- *Staðsetning innstreymis:* Allt vatn skal tekið inn í fremri enda lengdarstraumskar. Í þeim tilvikum sem markmiðið er að jafna vatnsgæðin er hægt að hafa innrennslið þvert yfir karið á nokkrum stöðum.

Tillögur

- Rannsóknir á innstreymi á hringlaga körum hafa nær eingöngu verið gerðar á litlum körum. Lagt er til að rannsóknir verði gerðar í stórum körum til að besta hönnun og stillingu á lóðréttum innstreymishólki.

4.5.3 Frárennsli

Niðurstöður fyrir hringlaga kar

- *Einfalt frárennsli:* Fyrir matfiskeldi á bleikju er turnfrárennsli talinn betri valkostur en botnrist.
- *Stjörnufrárennsli:* Það getur hentað í stórum körum til að draga úr hringiðju fyrir miðju kari. Það styttr einnig flutningsleið gruggagna að frárennsli.
- *Samsett miðjufrárennsli:* Það er góður valkostur í

þeim tilvikum þar sem á að hreinsa gruggagnir úr vatni í karinu sjálfu. Nokkrar útgáfur eru af samsettu miðjufrárennsli og er vitað að það virka vel í körum upp í 300 m³ stærð.

- *Kar með hliðarúttak:* Einnig góður valkostur þegar það á að hreinsa grugg í karinu sjálfu. Óvíst hve stór körin geta verið en í smíðum er allt að 900 m³ kar.
- *Þrefalt frárennsli:* Fyrir mjög stór kör er samsett miðjufrárennsli ásamt hliðarúttaki sennilega besti valkosturinn.
- *Hæðarstýring:* Kostur við að hafa hæðarstýringu utan við karið er að fiskurinn verður fyrir minna áreiti og jafnframt er auðveldara að taka bæði dauðan og lifandi fisk út um frárennslið.
- *Dauðfiskalosun:* Góð reynsla er komin af því að losa dauðfisk út um miðjufrárennsli. Einnig er hægt að hafa sérstaka opna lögn fast upp við miðjufrárennsli þar sem dauðfiskur er tekinn út.

Niðurstöður fyrir lengdarstraumskar

- *Endafrárennsli:* Til að tryggja sem bestan einstefnustraum í lengdarstraumskari þarf að hafa frárennslið jafnt yfir allan endann á karinu.
- *Botnfrárennsli:* Til að auðveldara verði að tæma gruggagnir úr setþró er mælt með að hafa trekt eða rennu í henni. Með því að vera með botnfrárennsli með sírennsli er hægt að hafa einfaldari útgáfu af frárennsli.
- *Dauðfiskalosun:* Tiltölulega auðvelt er að losa dauðan fisk út úr lengdarstraumskörum, á því getur þó orðið breyting eftir því sem körin stækka og dýpka.

Tillögur

- Þróa og prófa stjörnufrárennsli fyrir stór kör. Hér er miðað við að steypa vatnslögn í botninn með raufum að ofanverðu þvert yfir karið.
- Prófa þrefalt frárennsli fyrir stór hringlaga kör. Nýta þekktar útfærslur af samsettu miðjufrárennsli og hliðarúttaki. Viðfangsefnið er að finna hæfilega stærð á einstökum frárennslum, viðhalda góðri straummyndun og sjálfhreinsun í karinu.
- Þróa ódýra útgáfu af botnfrárennsli í lengdarstraumskari með sírennsli til að fjarlægja stærstu gruggagnirnar úr karinu.
- Þróa sjálfvirkan búnað til að losa dauðan fisk út stórum og djúpum lengdarstraumskörum.

4.5.4 Dæling

Niðurstöður

- *Val á dælum:* Skrúfudæla og snigildæla eru taldar besti valkosturinn til að lyfta vatni á milli eldiseininga við endurnýtingu.
- *Snigildæla:* Fram að þessu hefur snigildæla lítið verið notuð í fiskeldi en er talinn geta verið valkostur þegar það þarf ekki að lyfta vatninu meira en einn metra.

- *Skrúfudæla*: Þessi dæla er töluvert mikið notuð í fiskeldi þar sem lyftihæð er allt að 8 m og er talinn góður valkostur m.t.t. rekstraröryggis og rekstrarkostnaðar.
- *Miðflóttaaflsdæla*: Lakari valkostur en skrufudæla. Besti er að nota öxuldælu og hafa mótörinn upp úr vatninu.
- *Borholudæla*: Notuð í borholum þegar það er ekki hægt að koma öðrum dælum fyrir. Velja hæggingar borholudælur.
- *Stýribúnaður*: Með notkun hraðabreyta má lækka rekstrarkostnað við dælingu. Hraðabreytar eru einnig mikilvægir við dælingu á sjó þar sem gætir flóðs og fjöru til að tryggja jafnt rennsli í körin.
- *Dæling með lofti*: Mjög lítil dælingarhæð, aðeins 10-15 cm og mikill orkukostnaður. Hefur það fram yfir hefðbundna vatnsdælingu að vatnið er einnig loftað. Getur verið valkostur í lengdarstraumskörum til að knýja vatnsrennslið á milli kara og lofta vatnið samtímis.

Tillögur

- Afla frekari upplýsinga um snigildælu; hvort hún geti verið fyrsti valkostur við dælingu á vatni allt upp í eins metra hæð.

Viðauki 4.1. Nomogram

Til að skoða hvaða áhrif vatnshraði og lagnastærð hefur á burðargetu lagna eru svokallað nomogram notað - sjá nánar í Eldisbóndanum (www.holar.is/eldisbondi/eldisbondinn.html). Hér er um að ræða grófa útreikninga en framleiðendur lagna geta gefið nákvæmari upplýsingar.

Dæmi 1: Sverleiki lagna

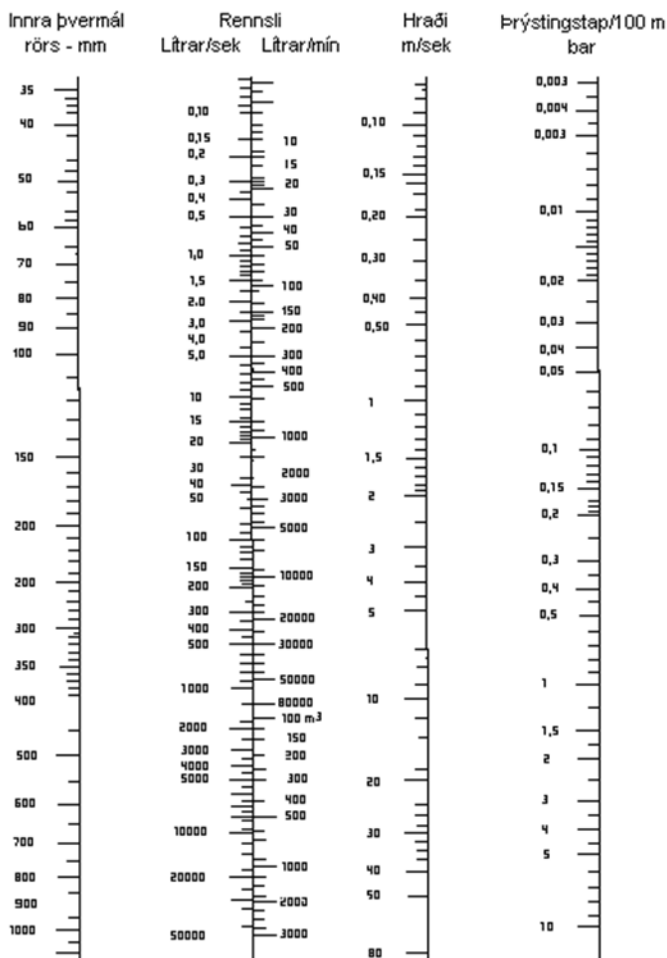
Það þarf að leggja 1000 metra langa leiðslu með 30 metra hæðarmun sem á að bera 80 L/sek. Þrýstifallið á hverja 100 metra er því 3 metrar að jafnaði eða 0,3 bör sem þið finnið á þrýstitapsöxli. Finnið flæðið (80 L/sek) á flæðisöxli og setjið reglustriku milli þessara punkta. Nú finnið þið að vatnshraði í röri yrði um (3 m/sek) og innanmál verður að vera 185 mm.

Dæmi 2: Sverleiki innstreymisopa

Sem dæmi má nefna að ef við viljum fá 10 L/sek inn í kar setjum við reglustriku á straumhraðann ($\approx 1,5$ m/sek) og það flæði sem óskað er. Innanmál reiknast okkur að verði aðeins undir 100 mm. Ef 8 holur eru boraðar í hliðar rörsins verður hver þeirra að bera 1,25 L/sek á hraðanum 1 m/sek. Með því að nota nomogramið aftur komumst við að því að holurnar þurfa að vera um 42 mm. Vegna þess að alltaf er um eitthvert þrýstifall að ræða, á skörpum brúnum þurfa þær eflaust að vera aðeins stærri.

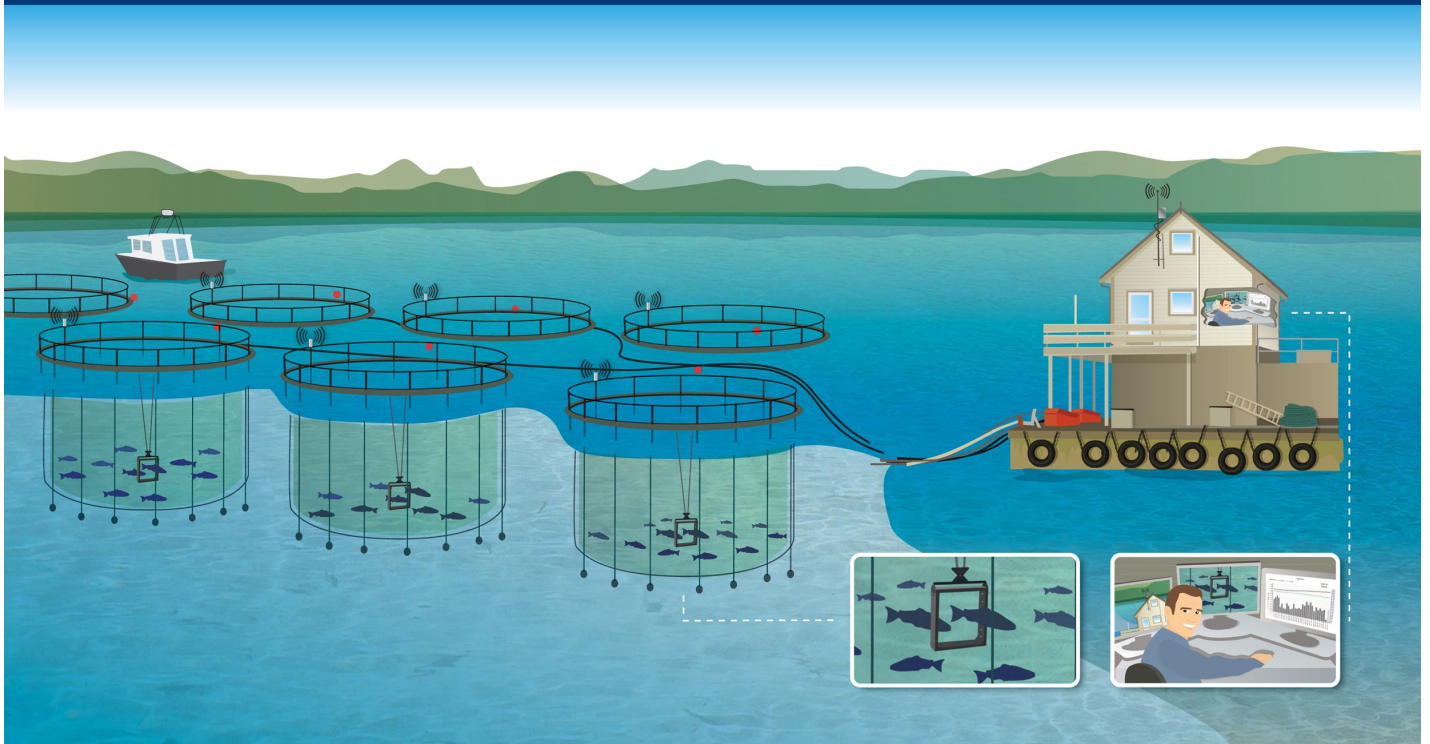
VATNSRÖR - PEH

Rennsli - Þrýstingstap



Biomass Daily

a revolution in biomass measurement



With a VAKI frame

placed permanently in each cage fish are continually measured with pinpoint accuracy. Data is transmitted wirelessly to the shore base or feed barge. For every site and every cage the daily overview of average weight, size distribution, condition-factor and fish growth is available 24hrs.

Main points

- Total overview of all the cages on a screen
- Daily size measurements from each cage
- Larger samples give more accurate average weight, size distribution and condition factor
- Daily growth over selected time period
- Automatic reporting of data and system status via VAKI based report and e-mail
- Better Information - motivation for operators
- Automated sampling
- Real time comparisons between cages and sites

Accurate data ensures optimal decisions

- Select optimum cages and dates for harvest
- Planning for the highest sales price for each time
- Appropriate delivery, better customer relations
- Lower feed conversion ratio with better utilization of feed
- Change in the growth patterns detected as soon as they occur
- Accurate reports for authority inventory management
- Optimise grading and splitting