

### 3. Eiginleikar eldiskara

Valdimar Ingi Gunnarsson og Guðmundur Einarsson

#### EFNISYFIRLIT

<b>3.1 KARAGERÐIR .....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Lögun.....	25
3.1.2 Efnisval.....	27
3.1.3 Stærð kara .....	31
3.1.4 Karagerðir og kostnaður .....	33
<b>3.2 STRAUMMYNDUN OG VATNSSKIPTI.....</b>	<b>34</b>
3.2.1 Hringlaga kör.....	34
3.2.2 Lengdarstraumskör .....	36
3.2.3 Aðrar karagerðir.....	38
3.2.4 Samanburður á karagerðum.....	39
<b>3.3 NIÐURSTÖÐUR OG TILLÖGUR.....</b>	<b>40</b>
3.3.1 Lögun kara.....	40
3.3.2 Efnisval.....	40
3.3.3 Stærð kara .....	41
3.3.4 Kostnaður.....	41

#### 3.1 Karagerðir

##### 3.1.1 Lögun

###### Karagerðir

Það hafa verið þróaðar fjöldi karagerða til notkunar í fiskeldi. Með því að styðjast við straummynstrið í karinu er hægt að skipta þeim í tvær megin gerðir:

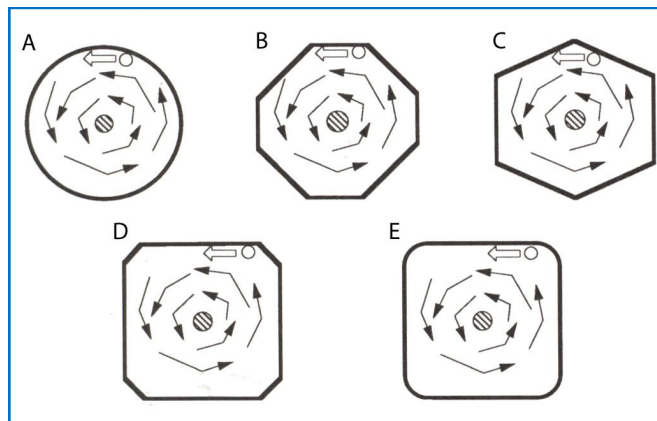
- Hringlaga kar með hringstraumi.
- Lengdarstraumskar með einstefnustraumi.

Fjöldi afbrigða er til að körum og verður fjallað um nokkur þeirra hér á eftir m.a. sem byggja að hluta til á eiginleikum beggja karagerðanna.

###### Hringlaga kar

Hringlaga kör eru algeng bæði í matfiskeldi og seiðaeldi. Undir hringlaga kör eru flokkuð fleiri karagerðir, áttkanta, sexkanta og ferköntuð kör sem byggja öll á hringstraumi (mynd 3.1). Það eru að vísu dæmi um hringlaga kör sem byggja ekki á hringstreymi en það heyrir til undantekninga.

Hringlaga kör sem notuð eru í matfiskaeldi eru oftast frá 12 til 42 metrum í þvermál. Hlutfall á milli dýpis og



Mynd 3.1. Kör sem byggja á hringstreymi. Hringlaga kar (A), áttkanta kar (B), sexkanta kar (C) og ferkantað kar með skörpum (D) og rúmuðum (E) brúnum (Lekang og Fjæra 1997).

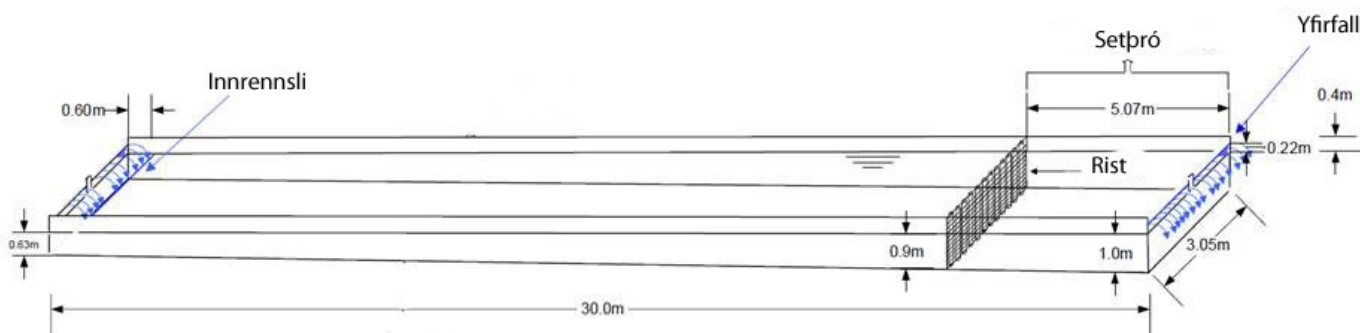
þvermáls er yfirleitt frá 0,1 – 0,33 (Summerfelt o.fl. 2000). Ráðlagt hlutfall á milli dýpis og þvermáls er frá 0,1 – 0,2 (Timmons o.fl. 2002). Gerðar hafa verið tilraunir með kör þar sem dýpi er meira en þvermál karsins og hafa þau reynst illa, bæði er sjálfhrensun og straummyndun lakari og erfiðara er að vinna við fiskinn (Rosenthal og Murry 1986). Hringlaga kör eru með mismunandi útfærslu af innstreymi og frárennsli (kafla 4). Almennt er þó innrennsli við karavegg og frárennsli í miðju kari (mynd 3.1).

Til að tryggja góða straummyndun í ferköntuðu kari þarf að rúna hornin að lágmarki 25% af karabreidd þá er miðað við að hlutfall dýpis og breiddar sé 0,15-0,4. Ef hlutfall dýpis og breiddar er meira en 0,4 þarf að rúna minnst 30% karabreidd (Hem o.fl. 1987).

Flest hringlaga kör hafa lítilsháttar botnhalla að frárennsli. Hallinn hefur engin áhrif á hreinsieiginleika karsins, þ.e.a.s. fjarlægja saur og fôðurleifar úr karinu sem alfarið er stjórnað af botnstraumnum (Lekland og Fjæra 1997). Mælt er með halla upp á 2-5 cm á hvern metra eða 1:50 – 1:20 til að auðvelda tæmingu á vatni (Tvinnereim 1989). Í þeim tilvikum sem fiski er dælt úr kari um frárennsli gæti hentað að vera með meiri halla á karabotni (kafla 7).

###### Lengdarstraumskar

Lengdarstraumskar er ílangt og byggir á



Mynd 3.2. Skýringarmynd af einni gerð af lengdarstraumskari (Huggins o.fl. 2004).

einstefnustraumi, þ.e.a.s. vatnið kemur inn í einum enda karsins og fer út um annan (mynd 3.2). Í Idaho fylki í Bandaríkjunum er algeng stærð lengdarstraumskara í regnboga-silungselði 3-5,5 m á breidd, 24-46 m á lengd og 0,8-1,1 metri á dýpt (Anon. 1998). Í Danmörku er dýpt karanna meiri eða 1-1,5 m (Svendson o.fl. 2008). Algengt hlutfall á milli breiddar og lengdar er 1:10 og dýpi í lengdarstraumskari er yfirleitt minna en einn metri. Lengdarstraumskör sem notuð eru fyrir hitakærar tegundir eru yfirleitt styttri eða 7-13 metrar að lengd (Summerfelt o.fl. 2000). Í bandarískum staðli er kveðið á að lengd hvernar einingar í lengdarstraumskari skuli vera að hámarki 100 fet (30 metrar). Engar viðmiðanir eru fyrir breidd karsins en hún ákvarðast m.a. af vatn sem er til ráðstöfunar og búnaði sem notaður er í körunum (NRCS 2009). Margar aðrar útfærslur eru á lengdarstraumskari og í því sambandi má nefna nýbyggt lengdarstraumskar hjá Fiskeldinu Haukamýri sem er rúmlega 2 metrar á dýpt. Lengdarstraumskör eru með mismunandi útfærslu á innrennsli (kaflí 4.2.2) og frárennsli (kaflí 4.3.2) og í flestum tilvikum er setþró í enda karsins þar sem grugg er látið botnfalla (mynd 3.2, kaflí 5). Ein megin ástæða fyrir því að lengdarstraumskör eru grunn er að hliðaveggur er langur og þarf því að hafa mikinn styrk í honum til að hann gefi ekki eftir. Hjá Fiskeldinu Haukamýri er þetta leyst með að hólfa lengdarstraumskarið niður með milliveggjum. Önnur ástæða fyrir að lengdarstraumskar er haft grunnt er að starfsmenn geti farið niður í það í vöðlum og unnið með fiskinn.

### Einingaskipt lengdarstraumskar

Botnstraumur í lengdarstraumskari er ekki nægilegur til að það sé sjálfhreinsandi (kaflí 3.2.2). Til að bæta úr því hafa verið hönnuð lengdarstraumskör skipt niður í nokkrar einingar þó án skilrúma (mixed-cell raceways) (Watten o.fl. 2000). Hugmyndin með þessari útfærslu er að sameina bestu eiginleika hringalaga kars og lengdarstraumskars. Hver eining er jafn löng og breidd lengdarstraumskarsins og hefur sitt eigið frárennsli við botn í miðju karsins (miðjufrárennsli) þar sem lítill hluti vatnsins

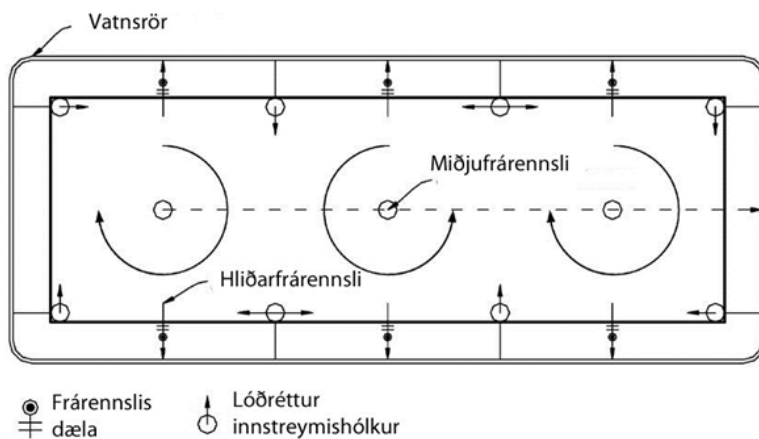
(15%) er tekinn út til að viðhalda sjálfhreinsun. Einnig eru úrtök ofarlega á hliðum karsins (hliðarfrárennsli) þar sem megnið af vatninu fer út (mynd 3.3). Í öllum hornum á hverri einingu er síðan lóðréttur innstremmishólkur sem tryggir gott hringstreymi (Labatut o.fl. 2007a).

Samskonar vinnuaðstaða er í einingaskiptu lengdarstraumskari og í hefðbundnu lengdarstraumskari. Ef inntak nær niður í vatnið er það tekið upp áður en vinna fer fram í karinu. Einnig er hægt að hafa lausa veggi til að aðskilja einingar sem teknir eru upp þegar unnið er í karinu (Summerfelt o.fl. 2000).

Fleiri útfærslur eru til af einingaskiptum lengdarstraumskörum. Í því sambandi má nefna ílangar einingar, þ.e.a.s. lengdin er meiri en breiddin en þá er hægt að hafa færri innrennsli og frárennsli. Góður árangur hefur náðst með að hafa hlutfall á milli lengdar og breiddar allt að 1.43, eitt innrennsli og spjald í einu horni karsins til að bæta straummyndunina (Oca og Masaló 2007; kaflí 3.2.2).

### Aðrar karagerðir

Þróaðar hafa verið nokkrar gerðir af ílögum körunum sem byggja á hringstreymi. Flestar þessara karagerða samanstanda af tveimur lengdarstraumskörum sem eru



Mynd 3.3. Séð ofan á einingaskipt lengdarstraumskar (mixed-cell raceway) (Labatut o.fl. 2007a).

tengd saman í endunum. Hér er t.d. um að ræða Foster – Lucas kar og Burrows kar (mynd 3.4). Þessar karagerðir hafa lakari straummyndun og sjálfhreinsun en hringlag kör (kafla 3.2.3) og hafa mjög takmarkað útbreiðslu.

Þróuð hafa verið rörakör en í þeim er vatninu einnig hringrásað. Rörin eru lokuð að hluta og mynda U en við op þeirra er dammur og þar fer vatnið úr karinu. Inn í rörunum er síðan setþró til að safna saur og fódurleifum, fóðrarar og straumsetjarar (Flor 1989). Nú er verið að gera tilraunir með lokuð rör sem fljóta í sjónum og byggja á einstefnustraumi (www.preline.no). Rörakör eru ennþá á þróunarstigi og er ekki vitað til að þau séu í notkun í fiskeldisstöðvum.

### 3.1.2 Efnisval

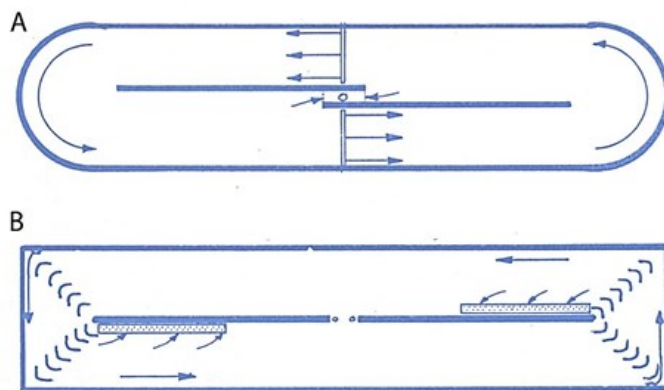
#### *Karagerðir og efnisval*

Þegar efni er valið í eldiskar er meðal annars haft til viðmiðunar; líftími efnisins, verð, viðhaldsþörf, áferð og hvað er hagkvæmast horft til lengri tíma. Hér á landi eru eldiskör sem notuð eru í matfiskeldi yfirleitt úr steypu, emeleruðu járn, trefjaplasti og dúkklaedd kör með stöðgrind úr galvaniseruðu bárujárn. Í stærri körum er yfirleitt notuð steypa en fyrir minni kör er efnisvalið fjölbreyttara. Hagkvæmasta efni í kar getur verið mismunandi á milli svæða og þar getur flutningskostnaður og gengi haft mikil áhrif. Eins og staðan er nú er val á innlendu hráefni og íslenski framleiðslu yfirleitt betri valkostur á meðan gengið er veikt. Steypa er því álitlegur kostur a.m.k. fyrir stærri kör.

Vegna lögunnar hringlaga kara er hægt að hafa minni styrk í veggjum, nýta létt efni eins og trefjaplast, stál eða ál. Styrkur sem þarf að hafa á löngum veggjum lengdarstraumskara gerir kröfu um steypu. Lengdarstraumskör sem byggð eru úr trefjaplasti eða öðru efni takmarkar stærð þeirra og byggingarkostnað verður mjög hár í þeim tilvikum sem byggð eru stór kör (Anon 2010).

#### *Forsteyptar einingar*

Hægt er að skipta steypnum körum í tvo flokka, þ.e.a.s. steyp á staðnum í mót og forsteyptar einingar fluttar á byggingarstað og settar þar saman (mynd 3.5 og 3.6). Botn er steypur á staðnum í báðum tilvikum. Flest stærri steyp hringlaga kör sem notuð eru til fiskeldis hér á landi voru byggð fyrir um 25 árum síðan úr forsteyptum einingum. Einingarnar eru 4,18 metrar á hæð og 2,4 metrar á breidd og 0.2 metrar á þykkt. Einingunum er raða upp á steinsteypnan botn og spennt saman með stálstrengjum (Kristján K. Sveinsson og Helgi Árnason 1986). Þessi útfærsla er m.a. hjá Íslandsbleikju á Stað við Grindavík og Vatnsleysuströnd (mynd 3.5). Körin hafa reynst vel og lítið sér á þeim þrátt fyrir langan notkunartíma. Einnig



Mynd 3.4. Ílöng kör sem byggja á hringstreymi. Foster – Lucas kar (A) og Burrows kar (B) (Senstad 1986).



Mynd 3.5. Forsteyptar einingar hjá Íslandsbleikju, Vatnsleysu (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

var notuð önnur gerð af forsteyptum einingum m.a. hjá Silfurstjörnunni (mynd 3.6).

Kostir við forsteypt kör er að þau eru fljót í uppsetningu, aðeins þarf að steypa á staðnum botninn í karið og sökkulinn undir einingarnar og steypa þær saman. Okosturinn við forsteyptar einingar er að þær eru dýrar, þungar og mikill kostnaður er að flytja þær sérstaklega þegar flutningsvegalengdir eru miklar og oft þarf öflugan krana til að lyfta einingunum (tafla 3.1).

#### *Steypt á staðnum*

Forsteyptar einingar eru framleiddar við bestu aðstæður og að öllu jöfnu má gera ráð fyrir að gæðin séu mikil, enda er reynslan sú. Ef sambærilegur árangur á að nást þegar steyp er á staðnum og byggja til framtíðar þarf að vanda til verka og fylgja öllum stöðlum og leiðbeiningum (tafla 3.1). Talið er að líftími steyptra kara geti verið meira en 100 ár (Landbø 2011). Það er ekki sjálfgefið að líftími steypunnar verði langur og er það alltaf ákveðið viðfangsefni að tryggja gæði steypunnar þegar nýtt er efni á svæðinu og hún framleidd í héraði (Rosten o.fl. 2011). Það er ekki mikið um útikör, steyp á staðnum sem eru meira en 20 ár. Dæmi eru um að steyp útikör séu byrjuð að láta mikið á sjá (mynd 3.7). Hugsanleg skýring er að



Mynd 3.6. Forsteyptar einingar hjá Silfurstjörnunni (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 3.7. Heilsteypt kar sem byrjað er að láta á sjá (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

gæðum steypu hafi verið ábótavant og einnig að karið hefur verið tomt megnið af tímanum.

Nú seinni árin hefur í meira mæli verið útbúið mót og körin steyppt á staðnum. Kosturinn er að í þeim eru engin samskeyti og minni hætt á lekavandamálum. Jafnframt sparast nokkur kostnaður sem fylgir tengingum á forsteyptum einingum.

### Steyppt kör hagkvæmur kostur

Almennt má segja að kostir steyptra kara sé að þau eru sterkari og þola meira hnjask en aðrar efnisgerðir af körum. Þau eru einnig mjög örugg og það þarf mikið að ganga á til að karið brotni og vatn og fiskur renni úr því. Líftíminn er langur, viðhald lítið og vinnuaðstaða tiltölulega góð þar sem hægt er að fylla jarðveg að körunum upp að brún. Steyppt kör eru almennt dýr, en kör steyppt í mót á staðnum er almennt talinn álitlegri kostur. Ef miðað er við að steyppt sé í mót á staðnum er kostnaðurinn 7.000 kr á hvern fermetri veggja og er þá miðað við að veggjaþykkt sé 20 cm. Inni í þessari tölu er kostnaður við steypu, keyrsla og steypuvinnu á staðnum. Forsteyptar einingar eru mun dýrari eða 44.000 kr/m<sup>2</sup> og er þá miðað við að þær séu komnar á

fyrirhugaðan eldisstað. Þessar tölur eru til viðmiðunar en eflaust er hægt að lækka forsteyptar einingar þegar um er að ræða stórar pantanir.

Þegar val á efni og byggingarkostnaður er metinn er jafnframt mikilvægt að taka tillit til líftíma. Steyppt kör hafa langan líftíma og þegar tekið er tillit til þess geta steyppt kör verið hagkvæmri kostur en margar aðrar karagerðir sem eru ódýrari í byggingu (tafla 3.2).

### Máluð steyppt kör

Flest steyppt kör sem byggð voru fyrir um 25 árum síðan voru máluð með tveggja þátta epoxy efni sem hefur yfirleitt reynst mjög vel. Hjá Íslandsbleikju á Stað við Grindavík sér t.d. lítið á málningunni þrátt fyrir mikið álag og langa notkun. Aftur á móti hjá Íslandsbleikju á Vatnsleysu er það misjafnt á milli kara hvernig epoxy málingin hefur reynst. Vitað er að það var vandað mjög til verka þegar körin á Stað við Grindavík voru máluð, tjaldað yfir þau og málingin látin þorna við kjöraðstaður og kann það að vera skýringin á mismunandi árangri.

Tafla 3.1. Leiðbeiningar um hönnun, val á steypu og framkvæmd.

### Hönnun og steypa

- Í eldiskör er notuð steypa sem þolir langvarandi bleytu og frost, þ.e.a.s. C35/45 XF4 D22 steypa (Kai Westphal, Steypustöðin ehf. munnl. uppl.).
- Nota skal sömu steypu tegund hvort heldur sem kerin innihalda sjó eða ferskvatn (Benedikt Guðmundsson, Steypustöðin ehf. munnl. uppl.).
- Körin eru jámbent skv. forskrift burðarþolshönnuðar.
- Við frágang á skilum á karabotni og vegg er notað "pvc waterstops" sem er plastgúmmiborði sem komið er fyrir þar sem veggir eiga að standa þegar botninn er steypur (sjá mynd).



### Staðlar

- Staðall fyrir steypu (IST EN 206-1:2000).
- Staðall fyrir steypuframkvæmdir (IST EN 13670:2009).
- Staðall fyrir hönnun steinsteypumannvirkja (IST EN 1992 -1-1:2004).

### Mót tekin af

- Þegar meta á hvenær steypumót eru slegin frá, skal fara eftir staðli: IST EN 13670:2009,
- Mjög slæmt er að ný steypa standi óvarin í mikilli sól, þá er nauðsynlegt að halda henni rakri fyrstu dagana eftir að slegið er frá.
- Ekki er talið ráðlagt að rífa utan af í miklu frosti -5°C eða meira.

Tafla 3.2. Samanburður á kostum og ókostum mismunandi efnisgerða eldiskara. Grænt telst til kosts, gult mitt á milli og rautt táknað ókost.

	Steypt kar	Forsteypt kar	Steypt kar með plasti-kápu	Trefjaplást kar	Emelerað járnkar	Bárujárns-kör	Dúkklaett kar	Dúk-Klæddar járdjarnir
Líftími								
Styrkleiki								
Viðhald								
Vinnuaðstaða								
Öruggi								
Verð								
Líftími og kostnaður								
Þús. kr. á hvern m <sup>2</sup> vegg*	7	44	26	16				



Mynd 3.8. Kar hjá Íslandsbleikju á Vatnsleysu málað með epoxy þrífið að innan (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

steypuna og lengir líftíma þess (mynd 3.8). Einnig fyllir málning upp í sprungur í steypunni og minni líkur eru á að járníð ryðgi. Hugsanlega er ávinningurinn minni við að mála kar með fersku vatni en sjó. Það kostar u.þ.b. 1.700 kr/m<sup>2</sup> að mála karið með epoxy málningu og er þá bæði tekið tillit til efniskaupa og vinnu við að mála karið.

Eftir 40 ára notkun á Burrow eldiskari var allt að 1-2 cm brotnir utan af steypunni fyrir neðan vatnsborð en ferskvatn var notað í karinu. Karið hafði ekki verið málað og yfirborðið var orðið hrjúft og erfitt að þrifa það. Til að draga úr vexti þörunga var karið hjúpað með sérstakri steypublöndu með trjákvöðu til að lengja líftíma þess (Maietta 2011).

**Steypt kar með plastkápu**

Erlendis eru notuð steyp körl með PVC kápu. Þá er notað plastmót sem fyllt eru með steypu (mynd 3.9). Talið er að með því að nota PVC kápu sé komið í veg fyrir að steypan ofþorni sem tryggir betri gæði og endingartíma hennar. Með því að nota PVC kápu eða plastmót þarf ekki að slá upp móti og fjarlægja eftir að steypan hefur náð að þorna. PVC hjúpurinn ver steypuna og kemur í staðinn fyrir málningu. Botninn er aftur á móti steypur á hefðbundinn hátt og gert er ráð fyrir að hann sé málaður (Piggott 2004). Hér er um að ræða nýja tiltölulega dýra lausn (tafla 3.2). Körlin þola væntanlega minna hnask en hefðbundin steyp körl og hugsanlega er erfitt að laga plastkápu ef hún skemmist. Það er einnig spurning hvernig plastið veðrast vegna sólar og annarra utanaðkomandi þátta.

**Trefjaplást körl**

Trefjaplástkörl eru handhæg þar sem þau eru að mestu leyti tilbúin til uppsetningar. Minni körl eru heilsteypt með botni en í stærri körl er hægt að kaupa veggi og festa á steyptan botn (mynd 3.10). Trefjaplástkörl eru auðveld í uppsetningu, auðvelt að þrifa og gera við ef göt koma á þau. Ókosturinn við trefjaplástkörl er að ekki er hægt að setja jarðveg upp að þeim nema takmarkað og þau eru tiltölulega dýr (tafla 3.2). Þau eru einnig viðkvæm og brotna auðveldlega við högg. Hér á landi hafa almennt verið notuð lítil trefjaplástkörl en erlendis



Mynd 3.9. Plastmót fyllt með steypu (www.octaform.com).

Erlendis eru steyp lengdarstraumskörl yfirleitt ekki máluð. Hér á landi er að öllu jöfnu notaður sjór eða hálfaltur sjór í steypum körlum en á meginlandi Evrópu er ferskvatn í körlunum. Það kann að vera að þörfin á að mála körl sé mismunandi allt eftir því hvort það er notaður sjór eða ferskvatn. Sjávargróður festir sig t.d. fastar á undirlagið en ferskvatnsgróður. Með því að mála, verður erfiðara fyrir gróður að festast á það, auðveldara er að þrifa karið og málingin ver



Mynd 3.10. Trefjaplastkór hjá Silfurstjörnunni (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 3.11. Emelerað járnkar hjá Miklalaxi í Fljótunum (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 3.12. Bárújárnskar hjá Silfurstjörnunni (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

eru dæmi um stærri kór sem eru 20 metrar í þvermál ([www.boknplast.no](http://www.boknplast.no)).

### Emelerað járnkar

Þessi gerð af körum er með steypnan botn og hliðar eru úr emeleraðu járn. Körin eru auðveld í uppsetningu með slétt yfirborð sem auðvelt er að þrifa. Hægt er að setja meiri jarðveg upp að þeim en trefjaplastkörum.

Ókosturinn við emelerað kar er að þau eru viðkvæm fyrir höggi og ryðga ef emeleringin brotnar og erfitt er að gera við þau. Eldisstöðvar með emeleraðum járnkörum voru byggðar hér á landi í fyrir rúmum 20 ár síðan en þau hafa ekki verið í notkun megnið af tímanum og reynslan af líftíma karana því takmörkuð (mynd 3.11).

### Bárújárnskór

Í nokkrum landdisstöðvum hér á landi eru notuð hringlaga kór með heit sinkhúðuðu bárustáli í hliðunum og með steypnan botn. Járníð er yfirleitt það þykk að hægt er að moka upp að kórnum að hluta (mynd 3.12). Hér er þó um að ræða tiltölulega lítil kór 13 metrar í þvermál eða minni sem upphaflega voru í stranddisstöðvum og þá dúkklaedd að innan. Þegar stranddisstöðvar hættu rekstri voru körin tekin niður og flutt yfir í landdisstöðvar, notuð án dúks, máluð og kittað í plötusamskeytin til að gera þau vatnshelt. Körin eru um 25 ára gömul og hafa verið tóm stóran hluta af tímanum. Hjá Fiskeldinu Haukamýri hafa körin verið í notkun í meira en tíu ár og verið án lekavandamála. Körin hafa byrjað að ryðga þar sem brot hefur komið á þau. Erfitt er að meta líftíma þessara kara þar sem þau hafa verið í takmarkaðan tíma í notkun, en gera má ráð fyrir að líftíminn sé töluvert styttri en steypu.

Heit sinkhúða stál hefur mjög langan endingartíma. Dæmi eru um ljósastaura sem eru 70-80 ára gamlir. Líklegt er að endingartíminn sé töluvert styttri á körum með vatni í og þá sérstaklega sjó. Jafnframt má gera ráð fyrir meira viðhaldi á kórnum en steypum körum.

### Dúkklaedd kór

Stoðgrindin í dúkklaeddum körum hér á landi hefur yfirleitt verið galvaníserað bárújárni eða bert járn. Botninn er oftast sand- eða malarbotn og dúkur settur inn í karið til að gera það vatnshelt. Á Ítalíu er ein stór stranddisstöð eingöngu með dúkklaedd lengdarstraumskör og hringlaga kór. Lengdarstraumskarið er með steypnan endum, sandbotni og tréverki í hliðunum (myn 3.13).

Dúkklaedd kór eru viðkvæm og líftími þeirra getur verið stuttur. Það er alltaf hætta á að viðkvæmur dúkur verði fyrir hnaski og karið byrji að leka. Dæmi eru um að dúkklaedd hringlaga kór, með krossvið í hliðum hafi verið í notkun í meira en 20 ár án mikils viðhalds hjá Fiskeldinu Haukmýri. Erlendis eru dæmi um að eftir 30 ár notkun voru engin göt á 0,5 mm dúki (PVC Geomembrane) (Newman o.fl. 2004).

Það má gera ráð fyrir að viðhald sé almennt meira í dúkklaeddum körum en t.d. steypnan körum, sérstaklega þar sem mikið er unnið í þeim og álag mikið. Stoðgrindin er viðkvæm og því ekki hægt að fylla upp að karinu og vinnuástaða getur því verið

erfiðari. Dúkklaedd kör eru ódýr í byggingu en þegar horft er til lengri tíma og tekið tillit til liftíma og viðhalds er ekki víst að þessi karagerð sé ódýrasti kosturinn.

Erlendis er algengt að notaðar séu dúkklaeddar jarðtjarnir við eldi á s.s. rækju og eldisfiski. Jarðvegurinn er grafinn upp og undir dúknunum er hafður sandur eða jar-vegsdúkur ofan á óslétt undirlag til að varna því að gat komi á dúkinn (Firestone 2011). Hliðar tjarnarinnar er hallandi og botninn oftast sléttur (mynd 3.14).

### 3.1.3 Stærð kara

#### *Karastærð og fiskstærð*

Almennt er hafður stærri fiskur í stórum körum en litlum (tafla 3.3). Ástæðan er m.a. sú að fiskurinn þolir meiri straum eftir því sem hann er stærri. Það þarf ákveðinn straumhraða í hringlaga körum til að þau nái því að vera sjálfhreinsandi (tafla 3.4). Einnig ef mikill fjöldi smárra fiska er hafður í stóru kari er mun erfiðara að eiga við fiskinn og meðhöndla en þegar höfð eru mörg lítil kör. Hjá Íslandsbleikju er t.d. notuð 8-15m<sup>3</sup> kar fyrir bleikju sem er minna en 10 g og 70 m<sup>3</sup> kar fyrir 10-100 g. Fiskurinn er síðan fluttur í 270 m<sup>3</sup> kar og þar er hann alinn upp í 400 g og þaðan yfir í 2.000 m<sup>3</sup> kar og alinn upp í u.þ.b. 1500 g (mynd 3.15).

Í lengdarstraumskari er mun hægari straumur en í hringlaga kari sem setur minni takmarkanir fyrir fiskstærð. Jafnframt er hægt að hólfa niður lengdarstraumskar í hæfilegar einingar sem henta hverri fiskstærð. Í litlum fiskeldisstöðvum er því mögulegt að vera með mismunandi fiskstærðir í einu og sama lengdarstraumskari. Sumir telja þó að betra sé að hafa smáan fisk í litlum hringlaga körum og þegar hann hefur náð hæfilegri stærð er hann fluttur yfir í lengdarstraumskar.

#### *Karastærð og þéttleiki*

Með því að auka þéttleikan er hægt að framleiða meiri magn af fiski í kari upp að ákveðnu marki. Jafnframt lækkar stofnkostnaður og það þarf færri kör til að framleiða ákveðið magn af fiski. Ökosturinn við mikinn þéttleika er að hætta er á að það hafi neikvæð áhrif á gæði fisksins s.s. meiri uggaslit og afföll aukist. Jafnframt er meiri hætta á óhöppum og tjón verða stærri við aukinn þéttleika.

Hjá Íslandsbleikju er farið allt upp í 60 kg/m<sup>3</sup> þéttleika í 8-70 m<sup>3</sup> kari. Þéttleikinn minnkar síðan eftir því sem notuð eru stærri kör og í 270 m<sup>3</sup> kari er hámarks þéttleiki 54 kg/m<sup>3</sup> (mynd 3.15). Algengur þéttleiki á seiðastigi hér á landi er 60 - 90 kg/m<sup>3</sup> og 40 - 70 kg/m<sup>3</sup> fyrir stærri fisk (kafli 2). Hjá Íslandsbleikju er miðað við hámarks þéttleika 48 kg/ m<sup>3</sup> í 2.000 m<sup>3</sup> kari (mynd 3.15). Þegar notuð eru mjög stór kör geta verið miklar sveiflur í súrefnisinnihaldi sem gera það að verkum að



Mynd 3.13. Dúkklaett lengdarstraumskar á Ítalíu (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).



Mynd 3.14. Dúkklaedd jarðtjörn (Firestone 2011).

Tafla 3.3. Tillaga að stærð hringlaga kars fyrir hinar mismunandi fiskstærðir.

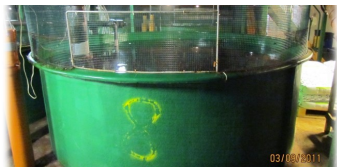
Stærð fisks í g.	Stærð kars í m <sup>3</sup>
50 - 100	100 - 200
100 - 400	200 - 500
400 - 1500	500 - 2000 eða stærri

Tafla 3.4. Það sem breytist með aukinni stærð hringlaga kars.

- Með aukinni karastærð:
- Lækkar stofnkostnaður og þar með kostnaður á hvern rúmmetra.
- Er hafður stærri fiskur í karinu.
- Er allmennt hafður minni þéttleiki á fiski á hvern rúmmetra.
- Minnkar vinnan, minni vinna við eitt stórt en mörg lítil kör.
- Þarf að auka straumhraðann til að karið hreinsi sig nægilega vel.
- Er erfiðar að koma í veg fyrir sveiflur í súrefnisinnihaldi vatns sérstaklega þegar vatnsrennsli er lítið.
- Verða tjónin stærri ef slysa eiga sér stað
- Þarf sverara frárennsli og innrennsli og jafnvel fleiri ein eitt innrennsli.
- Þarf meiri styrk í vegg, sérstaklega í djúpum körum.

**Kar í seiðaeldisstöð**

Stærða kars: 8-15 m<sup>3</sup>  
Stærð fisks: 1-10 g  
Þéttleiki: 10-60 kg/m<sup>3</sup>



**Kar í seiðaeldisstöð**

Stærð kars: 70 m<sup>3</sup>  
Stærð fisks: 10-100 g  
Þéttleiki: 10-60 kg/m<sup>3</sup>  
 Fiskurinn bólusetur og stærðarflokkaður



**Yfirbyggð kör í millistöð**

Stærð kars: 270 m<sup>3</sup>  
Stærð fisks: 100-400 g  
Þéttleiki: 12-54 kg/m<sup>3</sup>

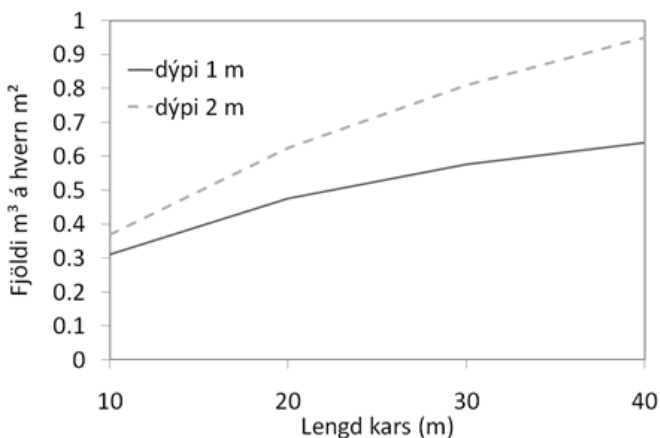


**Kör í útistöð „fleanum“**

Stærð kars: 2000 m<sup>3</sup>  
Stærð fisks: 400-1500 g  
Þéttleiki: 15-48 kg/m<sup>3</sup>



Mynd 3.15. Stærð kara sem nýtt eru hjá Íslandsbleikju, Stað við Grindavík fyrir hinar mismunandi fiskstærðir og þéttleika (Ljósmyndir: Guðmundur Einarsson).



Mynd 3.16. Fjöldi rúmmetra eldisrými á hvern fermetra veggja og botns eftir lengd og dýpt lengdarstraumskars. Miðað er við að hlutfall breiddar og lengdar sé 1:10.

erfitt er að hafa mikinn þéttleika. Með því að auka vatnskiptin í karinu og viðbótar súrefnisgjöf er mögulegt að auka þéttleikann (Helgi Thorarensen og Farrell 2010).

**Karagerðir og þéttleiki**

Með notkun hringlaga kara er þéttleikinn fyrst minnstur og eykst síðan eftir því sem fiskurinn stækkar. Í lengdarstraumskari hólfaskipt með grindum, er hægt að hafa mismunandi stærðahópa í hverju hólf og þrengja eða vikka rými fyrir hvern hóp til að hafa hæfilegan þéttleika hverju sinni. Með þessu móti er hægt að hafa hærri meðaltalsþéttleika í lengdarstraumskari en í hringlaga kari.

**Karastærð og stærð eldisstöðvar**

Eldiskör eru mun minni en sjókvíar. Í norsku laxeldi er orðið algengt að nota eldiskvíar sem eru allt að tæpir 60.000 m<sup>3</sup> og 157 metrar í ummál. Í túnfiskeldi er byrjað að nota eldiskvíar sem eru 300 metrar í ummál (Anon. 2010b). Til samanburðar er eldiskar sem er 26 metrar í þvermál og um 2.000 m<sup>3</sup> aðeins um 82 metrar í ummál.

Stærð hringlaga kara ákvarðast af stærð eldisstöðvar. Til að fá skynsama nýtingu á körungum þurfa þau að vera minni í smærri landeldisstöðvum. Í stöð sem framleiðir um 200 tonn mættu körung varla vera stærri en 125 m<sup>3</sup> og er þá miðað við hringlaga kör. Ástæðan fyrir því er sú að til að geta nýtt eldisrýmið nægilega vel þarf að vera ákveðinn fjöldi kari til að hægt sé að stærðarflokka fiskinn. Ef notuð eru fá stór kör tekur lengri tíma að ná kjör þéttleika en bleikja þrífst illa við lítinn þéttleika (< 15-20 kg/m<sup>3</sup>). Í stórum eldisstöðvum sem framleiða t.d. 1.000-2.000 tonn gæti karastærð eins og hjá Íslandsbleikju hentað (mynd 3.15). Engin reynsla er af stærri körungum en 2000 m<sup>3</sup> í bleikjueldi og er því ekki hægt að útiloka að þau gætu hentað fyrir stærsta fiskinn.

Þegar ákveðið er stærð kar þarf einnig að hafa til viðmiðunar tíma sem tekur að slátra fiski upp úr því. Í norsku sjókvíaeldi hefur orðið vart við að aukna tíni sára á fiski og minn gæði sláturfisks þegar slátrun tekur nokkrar vikur og endurtekið er verið að þrengja að fiskinum (Anon. 2010b). Ágæt viðmiðun er að það taki ekki meira en eina viku að slátra úr hverju kari.

Ef um er að ræða lengdarstraumskör, geta þau verið stærri þar sem auðvelt er að skipta þeim niður í smærri einingar með grindum eða öðrum búnaði. Þannig er hægt að stækka og minnka einingar allt eftir því sem hentar í hverju tilviki og aðskilja eldishópa. Þessi tækni er m.a. notuð í brunnbátum til að aðskilja ólíka hópa af fiskum (Sunde o.fl. 2003).

**Karastærð og kostnaður**

Eftir því sem karið er stærra lækkar stofnkostnaður á hvern rúmmetra eldisrými. Í fyrsta lagi þarf minna flatarmál af veggjum og karabotni á hvern rúmmetra eldisrými með aukinni stærð eldiskars (mynd 3.16). Ef miðað er við lítið lengdarstraumskar (10 m x 1 m x 1 m) gefur hver fermetri veggjar og botns 0,31 m<sup>3</sup> eldisrými. Aftur á móti gefur stórt og dýpra lengdastraumskar (40 m x 4 m x 2 m) 0,95 m<sup>3</sup> eldisrými á hvern fermetra (mynd 3.16). Hver rúmmetri í stærra lengdastraumskarinu er því u.þ.b. þrisvar sinnum ódýrari ef miðað er við sömu veggjabykkt. Þó svo veggjabykktin sé höfð helmingi meiri í stærri karinu er efniskostnaður þrátt fyrir það lægri. Á móti kemur að minni vinnu þarf við að byggja eitt stórt lengdarstraumskar en mörg lítil. Í útreikningunum er miðað við að hlutfall á milli breiddar og lengdar sé 1:10



en með því að lækka það niður í 1:5 gefur hver fermetri 1.25 m<sup>3</sup> eldisrými í staðinn fyrir 0.95 m<sup>3</sup> þegar miðað er við stórt lengdarstraumskar (40 m x 4 m x 2 m).

Í öðru lagi er kostnaður í stærri eldiseiningu minni vegna kaupa og viðhalds á íhlutum og í því sambandi má nefna fóðrara, innrennsli, frárennsli, teleskóp, krana og súrefnismæla. Að öllu jöfnu fylgja fleiri íhlutir hringlaga körum og lækkar því kostnaður á hvern rúmmetra með aukinni karastærð meiri en í lengdarstraumskari.

Í þriðja lagi þarf að taka tillit til þess að þéttleiki minnkar með aukinni karastærð. Þessi þáttur hefur ekki áhrif á stofnkostnað á hvern rúmmetra eldisrýmis en dregur úr framleiðslu á hvern rúmmetra eldisrýmis. Þannig að hagkvæmnin af því að auka karastærð er minni þegar þéttleiki er tekinn með í dæmið.

### 3.1.4 Karagerðir og kostnaður

#### Val á karagerð

Það getur farið mikið eftir aðstæðum á hverjum stað, stærð og uppbyggingu eldisins hvaða karagerð hentar best í hverju tilvikum og er jafnframt hagkvæmasti valkosturinn. Þegar eingöngu er metið út frá stofnkostnaði skiptir mestu máli; efnisnotkun, hve einfalt karið er í hönnun og smíði, fjöldi íhluta sem þurfa að fylgja því, landnýting og hve auðvelt er að byggja yfir körin ef þörf er á því (tafla 3.5).

#### Efnisnotkun og kostnaður

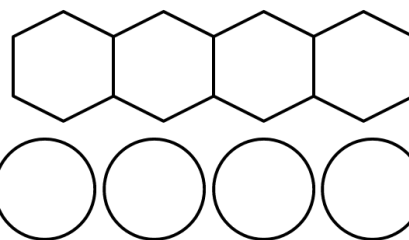
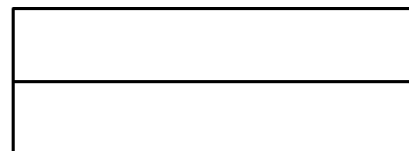
Veggir á lengdarstraumskari eru 1,5-2,0 sinnum lengri en á hringlaga kari (Summerfelt o.fl. 2000). Út frá valkostum í efnisvali, efnismagni og styrk eru hringlaga kör besti valkosturinn. Þrýstingurinn á hliðarnar er jafnari og hægt er að nota þynnra og veikara efni. Þegar notuð eru kör með nokkrum hornum eins og í sexkanta körum er mikið álag á hornin og þörf er á meiri styrk (Lekland og Fjæra 1997). Kostnaður vegna efniskaupa er því alltaf meiri þegar notuð eru lengdarstraumskör (tafla 3.5). Það er þó hægt að minnka þennan mun þegar lengdarstraumskör eru byggð hlið við hlið og sami milliveggur nýttur (mynd 3.17). Einnig er hægt að fara þá leið að vera t.d. með 45° halla á veggjum en við það minnkar kröfur um styrk og efnisnotkun verður minni.

Stofnkostnaður á körum er mjög mismunandi eftir efni sem valið er hverju sinni. Ódýrasti valkosturinn er að nota dúkklaedd kör eða tjarnir. Kostnaður af dúkklaeddri hringlaga tjörn er ¼ af kostnaði að koma upp trefjaplakari með steiptum botni (Næss 1989). Í íslenskum samanburði var niðurstaðan að stofnkostnaður dúkklaeddrar jarðtjarnar væri um 1/6 af kostnaði að koma upp hringlaga trefjaplakari með steiptum botni (Sveinbjörn Oddsson og Trausti Steindórsson 2009).

#### Hönnun og smíði

Tafla 3.5. Samanburður á kostnaði á einstökum hlutum lengdarstraumskars og hringlaga kars. Grænt táknar að kostnaður er talinn minnstur, rautt mestur og gult þar á milli.

	Hringlaga kar	Áttkanta kar	Lengdarstraumskar
Efnisnotkun	Grænt	Gult	Rautt
Hönnun og smíði	Rautt	Gult	Grænt
Íhlutir	Gult	Gult	Grænt
Landnýting	Gult	Grænt	Rautt
Yfirbygging	Rautt	Gult	Grænt



Mynd 3.15. Landnýting hringlaga kars, sexkanta kars og lengdarstraumskar.

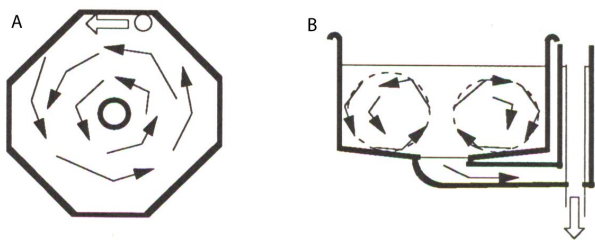
Lengdarstraumskar eru einfaldari í hönnun og smíðum en hringlaga kar (tafla 3.5). Í þeim tilvikum sem þau eru byggð á staðnum er hægt að nota hefðbundin steypumót. Þegar hringlaga kör eru steipt á staðnum þarf að útbúa sérstakt mót fyrir karið. Aftur á móti er hægt að nota hefðbundin mót þegar sex- og áttkanta kör eru steipt.

#### Íhlutir – rör og kranar

Lengdarstraumskör eru algeng á svæðum þar sem mikið magn er af fersku vatni. Í hallandi landslagi getur vatnið farið úr einu lengdarstraumskari yfir í það næsta eins t.d. í stærstu regnbogasilungs eldistöð í heiminum í Idaho í Bandaríkjunum (Anon. 1998). Í einföldustu mynd eru engin rör eða kranar í lengdarstraumskari, vatn rennur úr einni einingu í þá næstu. Oft eru einu lagnirnar í setþrónni í enda karsins þar sem saur og fóðurleifum er safnað saman og tæmt út um frárennslisrör. Í hringlaga kari fylgja oftast fleiri íhlutir, lögn inn í karið oftast með krana og önnur lögn út úr karinu (tafla 3.5). Til að hreinsa gruggagnir úr vatni er notað tvöfalt miðjufrárennsli og/eða kar með miðjufrárennsli og hliðarfrárennsli (kafla 4).

#### Íhlutir – brýr og fóðrarar

Almennt eru notaðar brýr í öll stærri hringlaga kör til að geta farið út í mitt kar og hreinsað dauðan fisk. Einnig eru brýr notaðar sem festingar fyrir fóðrara. Það er þó vel hægt að komast af með brýr í stórum hringlaga körum þegar allur dauður og lifandi fiskur er tekinn út



Mynd 3.18. Í hringlaga kari er hringstraumur (A) og hliðarstraumur (B) (Lekang og Fjæra 1997).

um frárennsli. Að öllu jöfnu er ekki þörf á brúm fyrir lengdarstraumskör, nema í mjög breiðum körum.

Talið er að það þurfi færri úrtök fyrir fóðrara í hringlaga kari en lengdarstraumskari. Straumurinn er meiri í hringlaga kari og heldur fóðrinu lengur svífandi í vatnsmassanum og dreifir betur en í lengdarstraumskari. Í lengdarstraumskari er þó meiri möguleikar að hafa flotföður, fóðra við innrennsli og láta það reka að frárennsli (kafla 8).

### Íhlutir – Búnaður til að meðhöndla fisk

Því er almennt haldið fram að erfiðara sé að þrengja að fiski í hringlaga kari en lengdarstraumskari. Í lengdarstraumskari eru notaðar grindur til að þrengja að fiskinum sem auðvelt er að koma fyrir og vinna með. Grindur er einnig hægt að nota til að stærðaflokka fiskinn (kafla 7). Vegna lögunar hringlaga kars er erfiðara að koma fyrir grindum og er því oft notuð net til að þrengja að fiskinum. Aftur á móti þegar fiski er dælt út um frárennsli á hringlaga kari er meðhöndlunin auðveldari en í lengdarstraumskari og enginn kostnaður vegna aukabúnaðar. Þessari aðferð er að vísu einnig hægt að beita í lengdarstraumskari en þá þarf að koma fyrir sérstakri lögnum í enda karsins til að geta dælt fiskinum.

### Landnýting

Þegar gengið er út frá nýtingu á flatarmáli þá nýta lengdarstraumskör landið best (mynd 3.17). Hringlaga kör nýta landið verst, en hægt er að hafa sexkanta kör fast upp við hvert annað og nýta þannig rýmið betur. Oftast eru hringlaga kör dýpri og þó svo að flatarmálsnýting þeirra sé lakari en hjá lengdarstraumskörum getur fjöldi rúmmetra eldisrými verið meira á afmörkuðu svæði. Líklega næst þó besta landnýtingin með notkun á djúpum sexkanta körum raðað fast upp við hvert annað (mynd 3.17). Hægt er að dýpka lendastraumskör til að þau nýti landið betur en við það þarf að auka þykkt veggja eða hafa milliveggi en við það eykst kostnaðurinn.

### Yfirbygging

Í sumum tilvikum getur verið kostur að byggja yfir körin s.s. til að minnka áhrif sólar á fiskinn, verjast afræningjum og bæta vinnuástöðu starfsmanna. Auðveldara er að byggja yfir lengdarstraumskör og

jafnvel er hægt að nota ystu veggina sem grunn eða undirstöðu fyrir yfirbyggingu (tafla 3.4). Sexkanta kör nýta landið best með minnstri yfirbyggingu sem getur verið mikill kostur t.d. þegar nýtt er dýrt húsnæði. Aftur á móti þarf að útbúa sérstakan grunn fyrir yfirbyggingu sem getur aukið kostnaðinn umtalsvert.

### Karagerðir m.t.t. stærðar eldisstöðvar

Með því að byggja mjög stórar eldisstöðvar verður kostnaður á hvern rúmmetra minni en í litlum stöðvum a.m.k. þegar um hringlaga kör er að ræða. Fyrir litlar bleikjueldisstöðvar kann það að vera hagkvæmari kostur að byggja eitt hólfaskipt stórt lengdarstraumskör í staðinn fyrir mörg lítil hringlaga kör.

## 3.2 Straummyndun og vatnsskipti

### 3.2.1 Hringlaga kör

#### Straummyndun

Í hringlaga kari er inntak sett við hliðarvegg og úttökin látin snúa samhliða vegg svo vatnið nái snúningi í karinu og myndi hringstraum. Hringrásin myndar miðflóttar afl sem þrýstir vatninu út að karaveggjum. Vatnshæðin verður því meiri út í jöðrum karsins en í miðjunni. Við þetta myndast annar straumur sem er nefndur hliðarstraumur sem fer með botni að miðju og út á við að útveggjum við yfirborð (mynd 3.18). Hliðarstraumur við botn (botnstraumur) ber agnir að frárennsli og gefur karinu sjálfhreinseiginleika. Þetta fyrirbæri má glögg sjá í tebolla með telaufum. Ef hrært er í bollanum þvingast þau að miðju bollans (Timmons o.fl. 2002).

Ferkantað kar hefur lakari straummyndun en hringlaga kar þar sem það myndast „dauð svæði“ í hornunum. Úr þessu má bæta með að hafa afbrúnuð horn. Með að nota kör með sex eða átta hornum fæst góð straummyndun (Hem o.fl. 1987; Lekland og Fjæra 1997).

#### Straumhraði

Flestar mælingar sem gerðar hafa verið á straumhraða eru gerðar í litlum körum. Fyrst eftir að stór kör voru tekin í notkun hér á landi bar á því að straumhraði var ekki nægilegur til að tryggja sjálfhreinun. Nægileg góð sjálfhreinun náðist í körum sem voru 13 metrar í þvermál en ekki í stærri körum sem voru 26 metrar í þvermál. Í 26 metra körunum var straumhraðinn aðeins u.þ.b. 5-15 cm/s en það tókst að auka hann upp í 25-40 cm/s með því að koma í veg fyrir að loft sogaðist inn í lóðrétt innstreymi karsins en við það mynduðust loftbólurnar sem drógu úr straumhraðanum. Einnig var tekinn í notkun jektor en í gegnum hann var dælt u.þ.b. 15% er nam innrennslinu í eldiskarið. Í mælingum kom fram að straumhraðinn var mestur upp við karavegginn en minnkaði eftir því sem nær dró miðju en jókst aftur

Tafla 3.6. Áhrif innstreymis á straummyndun, vatnskipti og sjálfhreinsun. Lóðréttur og láréttur innstreymishólkur eru með götum sem vatn streymir út um, en á rörinu streymir vatn út um endann (Hem o.fl. 1987; Tvinnereim og Skybakmoen 1989).

	Straummyndun	Vatnskipti	Sjálfhreinsun
Lóðrétt	Góður hringstraumur og botnstraumur.	Svæði í karinu með hægari vatnskipti.	Góð sjálfhreinsun
Lárétt	Lakari hringstraumur og botnstraumur en við notkun lóðréttis innstreymis.	Góð vatnsskipti.	Aðeins lakari sjálfhreinsun en með notkun lóðréttis innstreymis.
Rör	Lakari hliðarstraumur og meiri straumhraði út við karavegg en lóðréttu og láréttu innstreymi. Botnstraumur er einnig töluvert lakari.	Vatnskipti góð upp við karavegg en lök í miðju kari.	Lakari sjálfhreinsun.

við frárennsli (mynd 3.19). Fast upp við karavegginn var þó straumhraðinn tiltölulega lítill vegna viðnáms (Grímur Kjartansson o.fl. 1995; Skúli Skúlason o.fl. 1995; Teitur Arnlaugsson o.fl. 1995). Nú er jektorinn ekki lengur notaður í körunum. Vandamálið hefur einnig verið að dælingin er mismunandi allt eftir því hvort það er flóð og fjara. Með því að setja hraðastillir á dælurnar hefur tekist halda jafnri dælingu og betri straummyndun í körunum.

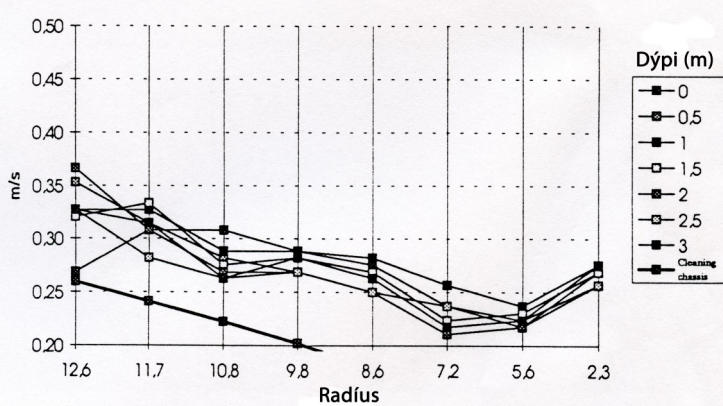
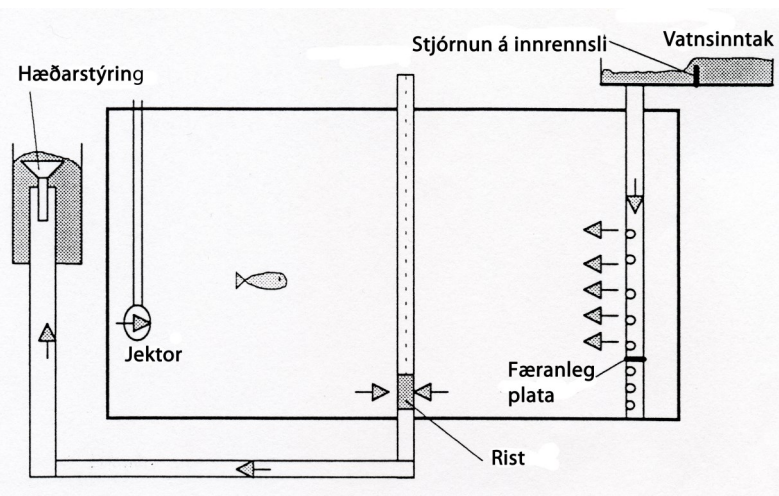
Vatnsrennsli í stóru körin er allt frá tæpum 100 l/s upp í 250 l/s. Körin ná að hreinsa sig nægilega vel þó að straumhraðinn fari niður í tæpa 100 l/s. Í þeim er alin bleikja allt frá 0,3 kg upp í 1,5 kg, en á þeim árum sem sjálfhreinsun var lök var alinn lax sem var mun stærri, þ.a.l. með þyngri skít sem þurfti meiri straumhraða til að fjarlægja. Jafnframt er nú mun meiri þéttleiki í körunum eða allt upp í 50 kg/m<sup>3</sup> sem hjálpar til við hreinsunina (kafla 5.2).

**Vatnsskipti**

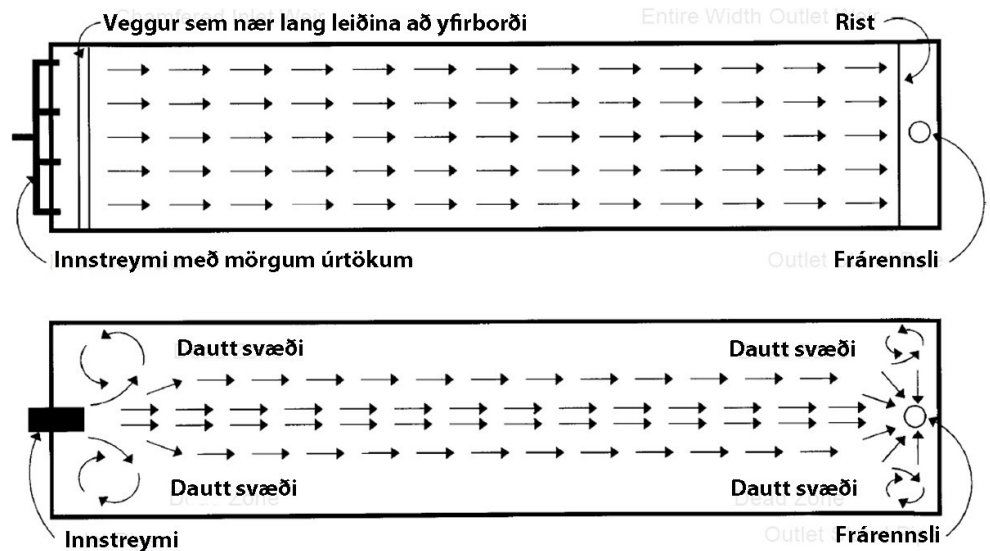
Fræðileg vatnsskipti í kari er stysti tími sem tekur að skipta út öllum vatnsmassanum með nýju vatni, nokkuð sem tilsvavar tíma sem tekur að fylla tómt kara af vatni við ákveðið vatnsrennsli. Fræðilegir útreikningar fyrir hringlaga kar sýna að hámarki 63,2% af vatninu er skipt út yfir tímalengd sem nemur að fylla tómt kar. Hægt er að hafa áhrif á vatnsskipti á einstökum svæðum í karinu með vali á innstreymi og gefur láréttur innstreymishólkur (kafla 4.2.1) jafnari vatnsskipti en lóðréttur innstreymishólkur (tafla 3.6). Vatnsskipti eru mismunandi eftir staðsetningu í karinu og minnst ofan við miðjufrárennsli (mynd 3.20; Hem o.fl. 1987; Davidson og Summerfelt 2004). Hreyfingar fisksins hafa áhrif á vatnsblöndunina sem eykst með auknum þéttleika af fiski í karinu (Lunger o.fl. 2006; Rassmussen o.fl. 2005). Einnig er hægt að bæta vatnsblöndunina með loftun frá botni karsins (Burley og Klapsis 1988).

**Áhrif innstreymis**

Gerð innstreymis getur haft töluverð áhrif á straummyndun, vatnsskipti og sjálfhreinsun kars. Gerður var samanburður á þremur útfærslum af innstreymi; láréttur innstreymishólkur með hliðargötum og vatn látið falla 30° niður í karið, lóðréttur innstreymishólkur með hliðargötum öll undir vatnsborði og innstreymisrör þar sem vatn streymir út um endann þess með 15° halla. Lóðréttur innrennslishólkur kemur betur út en láréttur í straummyndun og sjálfhreinsun en er lakari í



Mynd 3.19. A. Uppbyggingu á kari hjá Íslandslaxi, Stað við Grindavík sem notað var í tilraunina. B. Mældur straumhraði eftir staðsetningu í karinu (Grímur Kjartansson o.fl. 1995).



Mynd 3.21.

Efri mynd: Einstefnustraumur (laminar flow) sem flæðir jafnt í gegnum lengdarstraumskarið. Neðri mynd: Ójafn einstefnustraumur með „dauðum svæðum“ vegna rangrar hönnunar á inn og frárennsli (Anon. 1998).

vatnsskiptum (tafla 3.6). Til að bæta vatnsskiptin er mælt með að hólknun sé komið fyrir nokkuð frá kanti karsins (Hem o.fl. 1987; Skybakmoen 1991; kafli 4.2.1). Einnig er hægt að nota samsett innstreymi þ.e.a.s. bæði láréttan og lóðréttan innstrey mishólk til að bæta vatnsskiptin (Skybakmoen 1989, 1991). Láréttur innstrey mishólkur er bestur í vatnsskiptum en innstreymi úr enda rörs er lakasti kosturinn í öllum tilvikum (tafla 3.6).

Straumhraðinn í hringlaga kari ákvarðast af kraftinum á vatninu sem kemur út úr úttakinu á innstreyminu, þ.e.a.s. hraðann á vatninu og magninu. Einnig hafa þættir eins og lögun karsins áhrif straumhraðann (Masaló og Oca 2008). Miðað við sama vatnsmagn er hægt að auka straumhraðann í karinu með að þrengja úttakið á innstreyminu. Það skiptir miklu máli hvaða gerð af innrennsli er notað. Þegar notað er lóðréttur innstrey mishólkur er hringstraumhraðinn í karinu 25-30% af vatnshraðanum í innrennsli en aðeins 8-9% við notkun á láréttum innstrey mishólki skv. niðurstöðum tilrauna (Hem o.fl. 1987). Til viðmiðunar er þó almennt notað hlutfallið 15-20% fyrir lóðréttan innstrey mishólk (Timmans o.fl. 1998). Ofanefndar niðurstöður miðast við að innstrey mið sé samhliða karavegg og með því að breyta stefnunni er dregið úr straumhraðanum.

#### Áhrif miðjufrárennsli

Það hafði lítil áhrif á straummyndun hvort það var notuð slétt rist eða turn í frárennsli (sjá kafla 4.3.1). Aftur á móti voru vatnsskipta betri þegar notaður var turn (Hem o.fl. 1987). Svö framarlega sem frárennslið er rétt hannað er straumhraðanum í karinu stjórnað með innstreyminu. Í þeim tilvikum sem frárennslið er of lítið myndast hringiða í miðju karsins sem stjórnað að mestu straumhraðanum í karinu. Lofttappi í innrennsli og/eða of lítið frárennsli geta í versta tilfalli komið á stað bylgjuhreyfingum í karinu (Hem o.fl. 1987). Til að koma í veg fyrir hringiðu í miðju kari sem fiskurinn

forðast er hægt að vera með hliðarúttak og taka megnið af vatninu út um það. Þá dreifist fiskurinn, nýtir karið betur og hægt er að hafa meiri þéttleika.

#### Áhrif hliðarúrtaks

Í sumum tilvikum er megnið af vatninu tekið út um hliðarúttak ofarlega í karinu og aðeins lítill hluti tekinn út um frárennsli fyrir miðjum botni (kafli 4.3.1). Í tilraun kom fram að magn vatns sem tekið var út um miðjufrárennsli hafði áhrif á styrk hringstraumsins og jókst hann eftir því sem meira var tekið út um miðjufrárennslið en mest nam það um 12% af heildarmagni. Niðurstaðan var sú að mælt var með að straumur næmi 1,3-1,7 hringjum á mínútu og að miðað væri við að vatnsmagn sem færi út um miðjufrárennsli væri 5-6 L/mín á hvern m<sup>2</sup> botnsflatar en þá næðist góð sjálfhreinsun í karinu. Það vatn sem þarf að taka út um miðjufrárennsli er háð vatnsrennslinu í karið en í tilrauninni tók 15-32 mínútur að fylla 10 og 150 m<sup>3</sup> kór sem notuð voru í tilrauninni. Ef miðað er við að það taki einn klukkutíma að fylla karið þarf 15-30% af vatninu að fara út um miðjufrárennsli til að karið nái að hreinsa sig (Davidson og Summerfelt 2004).

### 3.2.2 Lengdarstraumskör

#### Straummyndun

Í lengdarstraumskari kemur nýtt vatn inn um endann og ýtir því eldra á undan sér út um hinn endann á karinu (mynd 3.21). Hér er um að ræða flæði eins og í straumvötnum, þ.e.a.s. einstefnustraumur (plug flow). Straumhraði í lengdarstraumskari ákvarðast alfarið af vatnrennslinu. Það skiptir miklu máli hvernig vatnið kemur inn í karið og innrennslið getur haft verulega áhrif á straummyndunina og hvort „dauð svæði“ myndist í karinu (mynd 3.21).

#### Straumhraði

Straumhraði í lengdarstraumskörum er yfirleitt 2-4 cm/s sem er ekki nægilegt til að karið sé sjálfhreinsandi

(Summerfelt o.fl. 2000). Meðalstraumhraði í lengdarstraumskari er reiknaður með eftirfarandi formúlu  $v = Q/b*d$ , en Q stendur fyrir vatnsrennsli (l/s), b fyrir breidd og d fyrir dýpt. Það er ekki sami hraðinn á einstefnustráminum í öllu karinu vegna mótstöðu í hliðarveggjum og botni. Straumurinn er mestur efst og minnkar eftir því sem nær dregur botni (mynd 3.22). Niðurstöður straummælinga í fimm landeldisstöðvum er að meðaltali 5,7 cm/s á 20 cm dýpi og um 5,0 cm/s á 60-80 cm dýpi. Mun minni straumhraði mældist á um 2,5 cm fyrir ofan botn eða aðeins 2,1 cm/s (True o.fl. 2004a; mynd 3.22). Þar sem straumhraði er lítill í lengdarstraumskari geta utankomandi þættir eins og vindar haft umtalsverð áhrif á straummyndunina efst í karinu (Wheaton 1977).

Til að lengdarstraumskar verði sjálfhreinsandi þarf mun meira vatnsmagn en þörf er á til að fullnæga súrefnisþörf fiskins. Með að lækka vatnsborðið í lengdarstraumskari þannig að þverflatarmálið minnkar (og þéttleiki fisks eykst) er hægt að auka straumhraðann þannig að vatnsstreymið ásamt hreyfingum fiskins kemur ögnunum á hreyfingu og flytur að frárennsli.

**Vatnskipti**

Í lengdarstraumskari þar sem vatnið hagar sér eins og í straumvatni er minni blöndun á nýju og gömlu vatni en í hringlaga kar. Nákvæmlega hve hátt hlutfall skiptist út fer mikið eftir myndun hvirfla í karinu eða „dauðra svæða“. Meiri hætta er á „dauðum svæðum“ með lítil vatnskipti þegar notað er eitt innstreymi í enda karsins en þegar notuð eru mörg innstreymi (Oca o.fl. 2004; mynd 3.23). Vatnsblöndun og vatnskipti eru einnig háð hreyfingum fiskins og eykst með auknum sundhraða og þéttleika (Masaló og Oca 2008). Vatnsblöndunin eykst jafnframt eftir því sem vatnsdýpið er minna (Øiestad 1999).

**Áhrif innstreymis**

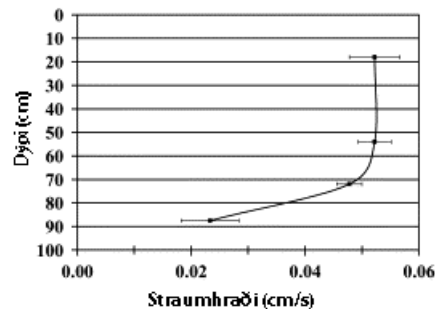
Innstreymi getur haft verulega áhrif á straummyndun í lengdarstraumskari (mynd 3.23). Sýndur er straumhraði í báðum endum lengdarstraumskar og er straumhraðinn mestur á ljósum svæðum og minnstur á þeim dökku. Lengdarstraumskar með tvö vatnsföll er með jafnastan straumhraða. Mestur er straumhraðinn við vatnsföllin en dregur fljótt úr honum með aukinni fjarlægð. Meiri munur er á straumhraða í lengdarstraumskari með eitt vatnsfall eða eitt lárétt innstreymi. Við innstreymi eru hvirflar áberandi en eftir því sem lengra kemur frá því verður straumurinn einsleitari (Oca o.fl. 2004). Þessar rannsóknir voru gerð án fiskis í kari en hreyfingar hans hafa veruleg áhrif á straummyndunina.

Mælt er með að hafa innstreymið sem eitt vatnsfall sem nær þvert yfir karið (kafla 4.2.2).

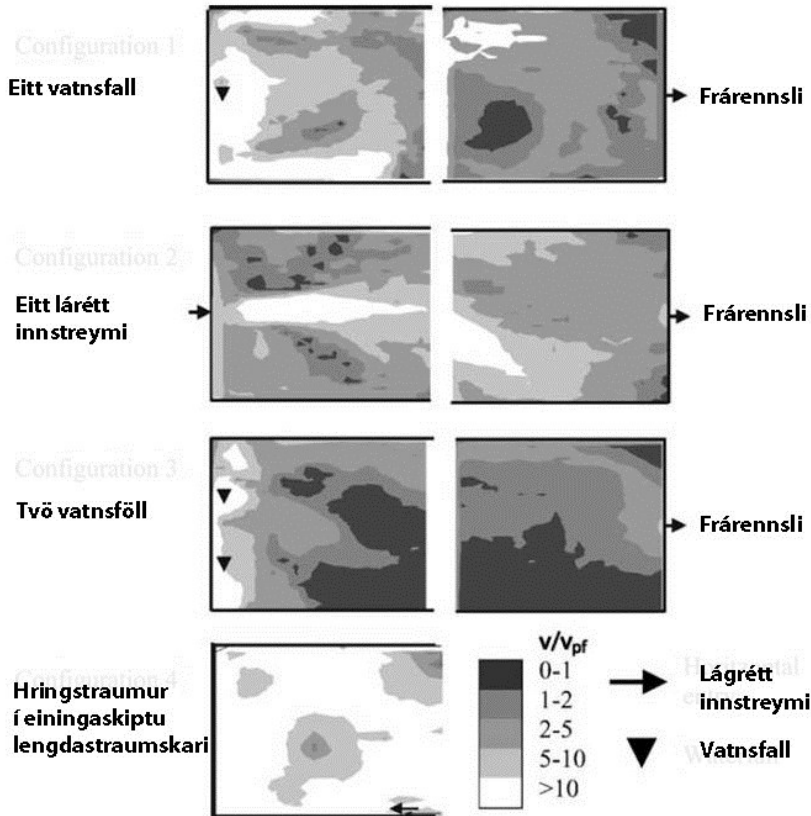
**Spjöld til að auka straumhraða**

Til að auka straumhraðann niður við botn og þar með sjálfhreinsun karsins er í sumum tilvikum notuð laus spjöld

(baffles). Þau eru sett lóðrétt í lengdarstraumskarið með ákveðnu millibili (mynd 3.24). Á milli botns og neðri enda lausa spjaldsins er haft þröngt bil til að mynda mikinn straum (20-30 cm/s) sem flytur gruggagnir að frárennsli. Staðsetja þarf lausu veggina með ákveðnu millibili til að karið verði sjálfhreinsandi, en staðsetning þeirra getur verið mismunandi eftir stærð kara, vatnsrennsli og fiskstærð. Ókosturinn við þennan búnað er að hann þarf að fjarlægja áður en vinna hefst í karinu (Anon.1998; Summerfelt o.fl. 2000). Einnig er hægt nota hreyfanleg laust spjald sem flyst hægt niður karið

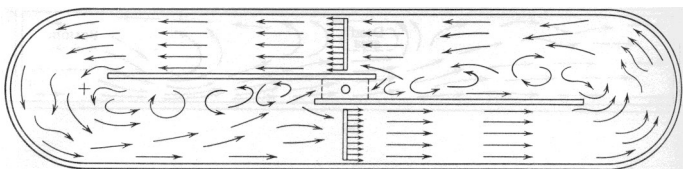
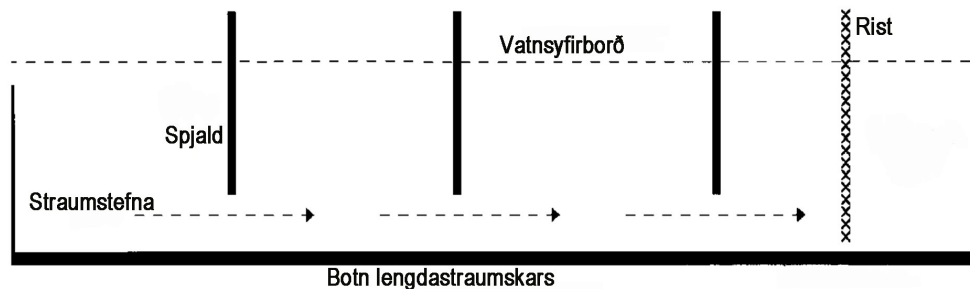


Mynd 3.22. Straumhraði í lengdarstraumskari í einni landeldisstöð í Bandaríkjunum. Dýpi 0 táknar vatnsyfirborð, en karið var 90 cm djúpt og straumhraði við botn var tekinn 2,5 cm fyrir ofan botn (True o.fl. 2004).



Mynd 3.23. Áhrif innstreymis á straummyndun fremst og aftast í lengdarstraumskari. Hvítt táknar svæði þar sem straumhraði er mestur og minnkar eftir því sem svæðið er dekkra (Oca o.fl. 2004).

Mynd 3.24. Lausir veggir notaðir til að auka botnstraum og sjálfhreinsun lengdarstraumskars (Anon. 1998).



Mynd 3.26. Straummyndun í Foster – Lucas kari (Wheaton 1985).

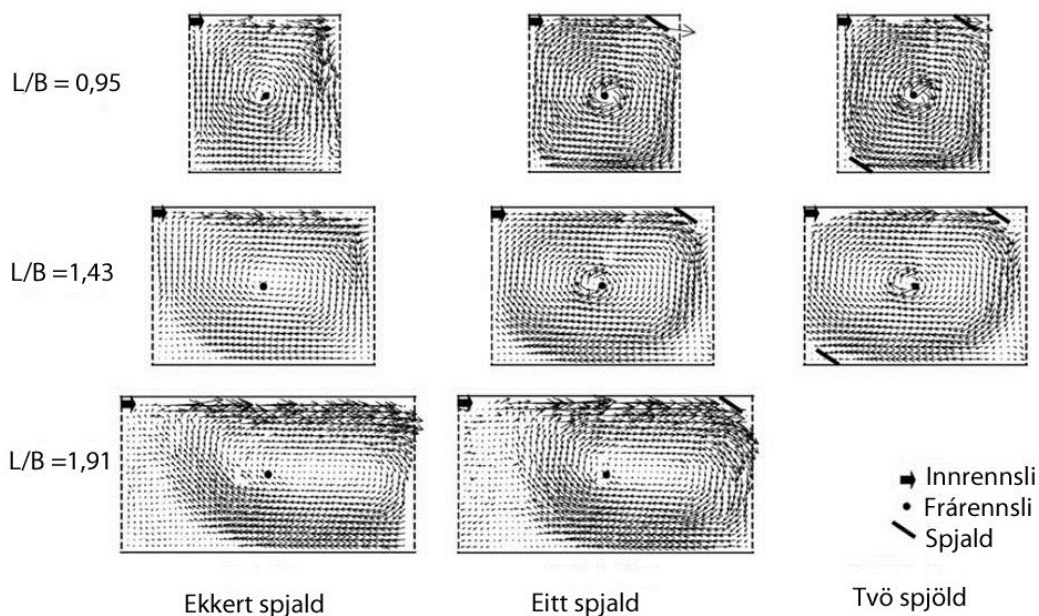
undan straumi eða er fært reglulega af starfsmönnum (True o.fl. 2004b).

**Þverstraums lengdarstraumskar (cross-flow) og önnur afbrigði**

Til að auka botnstraum og sjálfhreinsun lengdarstraumskars hefur verið hannað kar með þverstraumi. Þá er innstreymið tekið um rör sem er meðfram annarri hlið karsins með fjölda úrtaka, en hinum megin er frárennslið. Með þessari aðferð myndast hringstraumur þvert á karið (Watten og Johnson 1990; Wong og Piedrahita 2003a). Ókosturinn við þessa útfærslu er að breidd karsins getur ekki verið mikil til að botnstraumurinn einn og sér nái að mynda sjálfhreinsun. Önnur útfærsla er að vera með falskan botn og innstreymi með reglulega millibili til að botnstraumurinn sé nægilegur til að tryggja sjálfhreinsun (Boge 1986). Það er ekki vitað til þess að þessar lausnir séu notaðar landeldisstöðvum.

Einingaskipt lengdarstraumskar (mixed – cell raceway) Ein aðferð til að bæta straummyndun og sjálfhreinsun lengdarstraumskars er að nota einingaskipt kar með hringstreymi í hverri einingu (mynd 3.3 og

Mynd 3.25. Straummyndun í einstökum einingum lengdarstraumskars með mismunandi hlutfalli á milli lengdar og breiddar og eitt til tvö spjöld til að stýra hringstreymi. Örvarnar tákna straumstefnu og straumstyrk (Oca og Masaló 2007).



3.23). Með því að hafa lóðrétt innrennsli í hverju horni og miðjufrárennsli þar sem hluti af vatninu er tekinn út hefur náðst að mynda hringstreymi og sjálfhreinsun á karinu (Labatut o.fl. 2007a,b). Einnig hafa verið gerðar tilraunir með einingaskipt lengdarstraumskar með einu innstreymi, notkun á spjöldum í hornum og mismunandi hlutfalli á milli lengdar og breiddar. Svipaðar niðurstöður fengust á straummyndun og í hringlaga kari þegar hlutföllin á milli lengdar og breiddar voru 0,95 og 1,43, en mun lakari straummyndun var þegar hlutfallið var 1,91 (mynd 3.25; Oca og Masaló 2007).

**3.2.3 Aðrar karagerðir**

Foster – Lucas kar og Burrows kar eru ílöng kör sem nota hringrásarprinsippið og er hægt að auka straumhraðann án þess að auka við innrennslið (mynd 3.4). Foster – Lucas kar er með tvö innstreymi fyrir miðju kari, frárennsli er síðan á milli tveggja veggja (mynd 3.26). Þetta er gömul gerð af kari sem hefur ekki nægilega góða straum- og hreinsieiginleika. Burrow kar er nýrri gerð þar sem reynt hefur verið að bæta helstu agnúa Foster – Lucas karsins. Ristar hafa verið færðar á svæði þar sem mestu hvirflarnir eru í karinu og við það hefur sjálfhreinsun karsins batnað. Jafnframt hefur innstreymi og blöðkur verið settar í enda karsins til að bæta straummyndunina. Blöðkur eru notaðar á Burrow

Tafla 3.7. Samanburður á sjálfhreinsun, vatnskiptum og vatnsgæðum í lengdarstraumskari og hringlaga kari. Grænt táknar betri eiginleika, rautt lakari og gult táknar að frekari rannsókn sé þörf til skera úr hvort og þá hve mikill munur er á milli þessara tveggja karagerða.

	Sjálfhreinsun	Vatnskipti	Vatnsgæði
Hringlaga kari	Góður botnstraumur (hliðarstraumur) sem tryggir sjálfhreinsun.	Vatnið fer hring eftir hring og fræðilega er hægt að skipta út um 63% af vatninu á þeim tíma sem tekur að fylla tómt kari.	Hærra hlutfall uppleystra lofttegunda (O <sub>2</sub> og CO <sub>2</sub> ) og vatnsuppleysanlegra úrgangsefna frá fiskinum.
Lengdarstraumskari	Lítill botnstraumur og fiskurinn sér um hreinsunina sem er betri við meiri þéttleika.	Ef fullkominn einstefnustraumur tekur svipaðan tíma að skipta út öllu vatni og það tekur að fylla karið.	Lægra hlutfall uppleystra lofttegunda og vatnsuppleysanlegra úrgangsefna frá fiskinum, en hugsanlega hærra hlutfall uppleysanlegra efna úr saur og fódurleifum.

kari sem er með hornréttum endum en einnig eru notaðar útfærslur með D enda án blaðka. Ef straumhraðinn er ekki nægilegur er notaður straumsetjari til að fá meiri hreyfingu á vatnið. Einnig eru notaðir stefnumótandi loftari sem eykur straumhraðann og loftar jafnframt vatnið (Burrow og Chenoweth 1970; Wheaton 1985).

### 3.2.4 Samanburður á karagerðum

#### *Straummyndun og sjálfhreinsun*

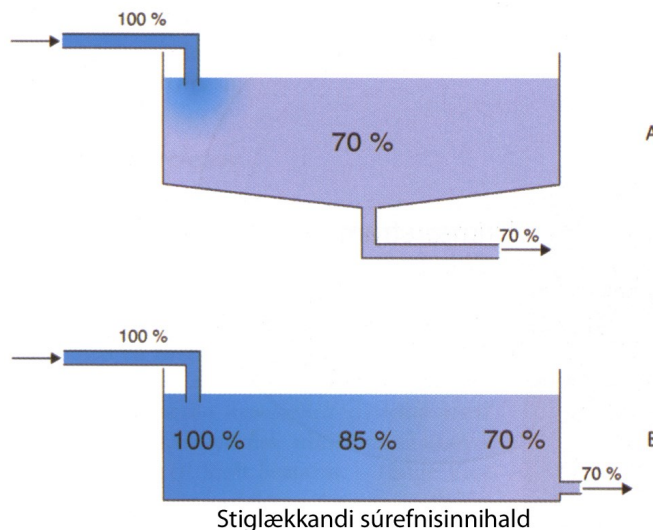
Það er mikill munur á straummyndun í hringlaga kari og lengdarstraumskari. Straummyndun í hringlaga kari byggist á hringstraumi og hliðarstraumi með góðum botnstraumi sem hreinsar gruggagnir af botni karsins. Straummyndun í lengdarstraumskari er mun einfaldari, þ.e.a.s. einstefnustraumur sem er það veikur að hann nær ekki að bera gruggagnir að frárennsli. Hreinsieiginleikar karsins byggja því alfarið á hreyfingum fisksins sem ýta saur og fódurleifum að frárennsli og hreinsunin er betri eftir því sem meiri þéttleiki er í karinu (kafla 5.2).

#### *Vatnskipti*

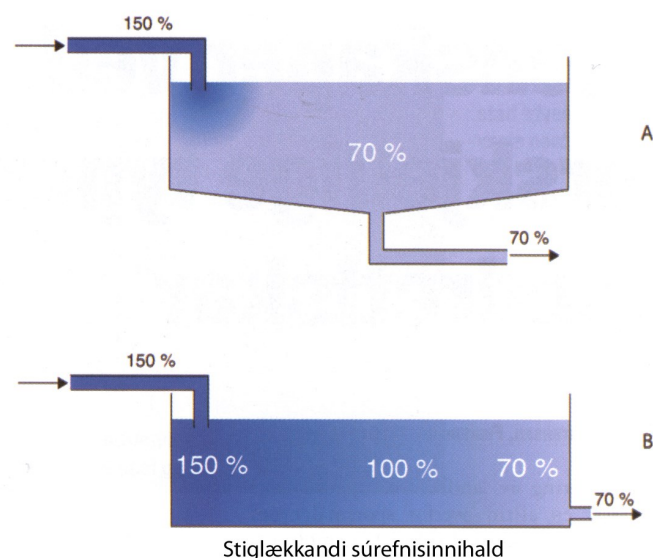
Í hringlaga kari blandast nýtt vatn með því vatni sem er fyrir í karinu og rennur út úr því sem vatnsblanda með gömlu og nýrra vatni. Súrefnisinnihald vatns er því sem næst það sama í öllu karinu og aðeins fast upp við innrennsli sem það er hærra (mynd 3.27). Það eru þó ávallt einhver frábrigði allt eftir straummyndun í hringlaga karinu. Í mælingum á súrefni í sjó í kari sem var 26 metrar í þvermál mældist svipað súrefnisinnihald frá karavegg að miðju en hæst var innihaldið við botn og lækkaði eftir því sem nær dró yfirborði (Grímur Kjartansson o.fl. 1995). Í lengdarstraumskari þar sem vatnið kemur inn um einn endann og fer út um annan er súrefnisinnihald hæst við innrennsli og lægst við frárennsli (mynd 3.27).

#### *Súrefnisblöndun*

Ef súrefni er bætt í innrennsli í hringlaga kari, t.d. með 150% súrefnismettun er aðeins hægt að mæla yfirmettun upp við innrennsli. Vegna blöndunar á nýju og gömlu vatni verður súrefnismettunin fljótt sú sama í öllu karinu (mynd 3.28). Fiskur í hringlaga kari mun

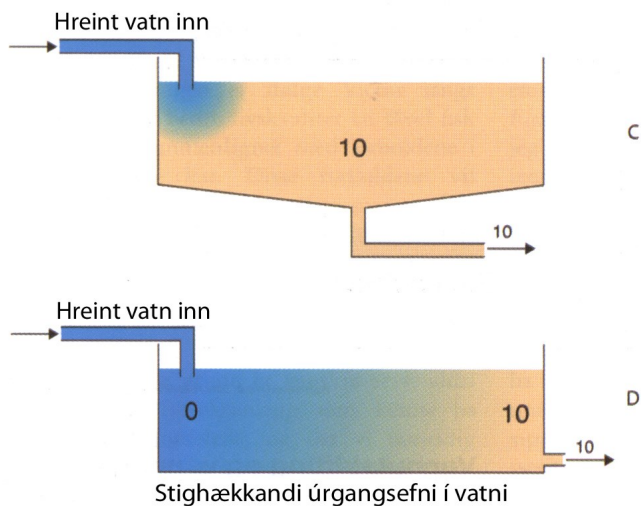


Mynd 3.27. Súrefnismettun í hringlaga kari (A) og í lengdarstraumskari (B) þegar innrennslið er 100% mettað af súrefni og frárennslið er 70% mettað (Mortensen 2006).



Mynd 3.28. Súrefnismettun í hringlaga kari (A) og í lengdarstraumskari (B) þegar innrennslið er 150% yfirmettað af súrefni (Mortensen 2006).

því ekki synda um í yfirmettuðu vatni svo framarlega að súrefnismettunin sé undir 100% í frárennsli.



Mynd 3.29. Dreifing af vatnsuppleysanlegum úrgangsefnum í hringlaga kari (A) og lengdarstraumskari (B) (Byggt á Mortensen 2006).

Þegar súrefnisyfírmettað vatn t.d. 150% er látið renna í lengdarstraumskar er vatnið yfírmettað fremst í karinu en metnunin lækkar síðan og er lægst við frárennsli um 70% í þessu dæmi (mynd 3.28). Metnunin er yfir 100% í 62% af karinu og þar á eftir lækkar súrefnismettunin úr 100% í 70% við frárennsli (Mortensen 2006). Ef fiskur er hafður of lengi í súrefnisyfírmettuðu vatni er hætt á að það hafi áhrif á velferð hans (kaflí 2). Annað neikvætt við að nota súrefnisyfírmettað vatn í innrennsli lengdarstraumskars er að vegna yfírmettunar er flæði súrefnis úr vatninu yfir í andrúmsloftið. Hve mikið tapast er þó óþekkt (Mortensen 2006).

### Vatnsgæði

Fiskurinn í karinu nýtir súrefni og gefur frá sér koltvísýring, ammoníak, saur og þvag. Til viðbótar leysast upp efni úr fôðrinu sem hafa áhrif á vatnsgæðin. Í hringlaga kari með blöndun á nýju og gömlu vatni er lítill munur á vatnsgæðum eftir staðsetningu í karinu svo framarlega sem það er rétt hannað. Vatnsgæði í frárennsli er því svipað og á öðrum stöðum í hringlaga kari (mynd 3.29; Websters 1994). Vatnsgæði í lengdarstraumskari eru mjög mismunandi eftir staðsetningu í karinu. Þar sem vatni kemur inn í karið er það tiltölulega hreint en magn úrgangsefna eykst eftir því sem nær dregur frárennsli (mynd 3.29).

Að öllu jöfnu tekur lengri tíma að skipta út vatninu í hringlaga kari en lengdarstraumskari og er því líklegt að hlutfalls uppleystra lofttegunda (O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>) og vatnsuppleysanlegra úrgangsefna frá fiskinum sé hærra í hringlaga kari (Websters 1994; Mortensen 2006). Það er þó ekki vitað til að samanburðarrannsóknir hafa verið gerðar. Á móti kemur að saur og fôðurleifar eru lengur að veltast um í lengdarstraumskari, brotna niður og það myndist því í meira mæli vatnsuppleysanleg úrgangsefni.

Mismunandi vatnsgæði eftir staðsetningu í kari hefur eflaust áhrif á dreifingu fisksins. Þar sem vatnsgæðin eru einsleit í hringlaga kari hefur það ekki áhrif á dreifingu fisksins í kerinu. Aftur á móti í lengdarstraumskari þar sem vatnsgæði eru best fremst má gera ráð fyrir að sterkasti og árásargjarnasti fiskurinn safnist við innrennsli og veikari einstaklingar safnast fyrir ofan frárennsli og þar sem vatnsgæði eru lökust.

### Dreifing á fiski

Allnokkur munur er á dreifingu á fiski í hringlaga kari og lengdarstraumskari við lítinn þéttleika. Mestur þéttleiki af fiski var í enda lengdarstraumskar við innrennsli og minnstur við frárennsli. Í hringlaga kari var þéttleikinn mun jafnari en mestur nær karavegg þar sem straumhraði var mestur. Lítill munur var á vatnsgæðum eftir staðsetningu í kari og var því dregin sú ályktun að fiskurinn héldi sig í mestu mæli á svæðum þar sem straumur og umrót á vatninu er mest (Duarte o.fl. 2011). Með auknum þéttleika verður munurinn minni á milli þessara tveggja karagerða þar sem fiskurinn dreifir sér betur með auknum þéttleika í lengdarstraumskörum (Ross o.fl. 1998).

## 3.3 Niðurstöður og tillögur

### 3.3.1 Lögur kara

#### Niðurstöður

- *Karagerðir*: Það eru til margar karagerðir en þær sem koma helst til greina fyrir matfiskeldi á bleikju eru:
  - Hringlaga, áttkanta og sexkanta kör sem byggja á hringstreymi.
  - Lengdarstraumskör sem byggja á einstefnustræmi.
- *Straummyndun*: Bæði straumhraði og sjálfhreinsun er betri í hringlaga kari en lengdarstraumskari.
- *Vatnskipti*: Það tekur lengri tíma að skipta út vatni í hringlaga kari en lengdarstraumskari.
- *Vatnsgæði*: Þau eru jafnari í hringlaga kari, en í lengdarstraumskari eru þau best fremst og lökust aftast.
- *Þéttleiki*: Hægt er að hafa hærri meðaltalsþéttleika í hólfaskiptu lengdarstraumskari en í hringlaga kari.

#### Tillögur

- Mæla straummyndun í 2.000 m<sup>3</sup> kari við mismunandi aðstæður og nota niðurstöður við hönnun á stærri körum.

### 3.3.2 Efnisval

#### Niðurstöður

- *Efnisval*: Fjölbreytt efnisval í körum hér á landi, en steypt kör eru algengust.
- *Efnismagn*: Vegna lögunnar hringlaga kara er hægt



að hafa minni styrk í veggjum en í lengdarstraumskörum.

- *Steypt kör:* Þegar tekið er tillit til líftíma er steypa kör góður valkostur, sérstaklega á meðan gengi er óhagstætt fyrir innflutning á vörum til Íslands. Til að halda kostnaði í lágmarki er ódýrasti valkosturinn að steypa í mót á staðnum.
- *Dúkkældd kör:* Ódýrasti valkosturinn, en eru mjög viðkvæm og hafa jafnframt tiltölulega stuttan líftíma. Getur t.d. hentað í dúkkældum jarðtjörnum sem í rennur kalt lindarvatn.
- *Máluð kör:* Þegar sjór og sjóblanda er í kari er mikilvægt að mála karið til að:
  - o Fylla upp í sprungur og minnka líkur á að jánið ryðgi.
  - o Draga úr gróðurvexti og auðveldara þrif á kari.
  - o Lengja líftíma karsins.
- Það er ekki sama þörf á að mála kör með ferskvatni enda gróðurinn lausari og auðveldara að losa af.

### Tillögur

- Aflað verði upplýsingar um hönnun og reynslu af notkun dúkkælddar jarðtjarna erlendis. Hönnuð verði dúkkældd tjörn fyrir matfiskeldi á bleikju.

### 3.3.3 Stærð kara

#### Niðurstöður

- *Hvaða karastærð hentar í hverju tilviki?:*
  - o Stærð hringlaga kara ákvarðast af stærð eldisstöðvar. Til að fá skynsama nýtingu á körum þurfa þau að vera minni í smærri eldisstöðvum.
  - o Ef um er að ræða lengdarstraumskör, geta þau verið stærri þar sem auðvelt er að skipta þeim niður í smærri einingar með grindum eða öðrum búnaði.

- *Hve stór geta körin orðið?:*

- o Vel hefur gengið að ala 0,4-1,5 kg bleikju í 2.000 m<sup>3</sup> hringlaga körum hjá Íslandsbleikju.
- o Engin reynsla er af stærri hringlaga körum og hvort þau henta fyrir bleikjueldi.

### Tillögur

- Með það að markmiði að lækka stofnkostnað, byggja stærri kör en 2.000 m<sup>3</sup> og próf fyrir mismunandi stærðir af bleikju.

### 3.3.4 Kostnaður

#### Niðurstöður

- *Kostnaður:* Viðfangsefnið er að byggja stærri kör til að lækka kostnað á hvern rúmmetra. Á móti kemur að almennt er hafður minni þéttleiki í stærri körum en minni sem dregur úr ávinningi af stækkun.
- *Lögun kars:* Samanburður á kostnaði á hringlaga kari og lengdarstraumskari:
  - o Efniskostnaður er meiri á lengdarstraumskari
  - o Hönnun og smíði er einfaldari á lengdarstraumskari.
  - o Það eru færri íhlutir í lengdarstraumskari en hringlaga kari.
  - o Auðveldara er að byggja yfir lengdarstraumskar.
  - o Hægt er að byggja eitt stórt lengdarstraumskar og hólfa það niður í smærri einingar og draga þannig úr kostnaði á hvern rúmmetra með aukinni stærð kars.

### Tillögur

- Framkvæma þarf kostnaðargreiningu m.t.t. mismunandi karagerða, efnisvals og stærð kar.

# Accuracy

## VAKI Fish Counter

- Fish size from 0.2g to 400g
- Over 99% accuracy
- Up to 200.000 smolts per hour
- Average weight and size distribution
- Images are saved for verification of the counting
- Counting report
- Multi channel options
- Special Wellboat version



vaki.is



size matters

H-N markaðsaskipti / SIA

Competitive advantage comes from reliable knowledge. Knowing exactly the size and number of your fish means you can make the right decisions about feeding, harvesting and delivery.

Biomass Daily – The fish measuring system giving accurate size every day.

[www.vaki.is](http://www.vaki.is)

