

RAÐUNAUTAFUNDUR 1988

VATNS- OG RÝMISÞÖRF Í FISKELDI

Valdimar Gunnarsson

Veiðimálastofnun

I. Inngangur

Mikið og gott vatn ræður mestu um uppbyggingu í fiskeldi á landi. Gæði vatnsins og magn setur því mörk fyrir framleiðslugetu fyrirhugaðar fiskeldisstöðvar. Til að geta áætlað framleiðslumagn stöðvarinnar út frá því vatnsmagni sem er til umráða þarf vatnspörf fisksins að vera þekkt. Til að áætla þörf á eldisrými miðað við það vatnsmagn sem er til ráðstöfunnar þarf að liggja fyrir vitneskja um rýmispörf fisksins.

Það hefur hent í allt of mörgum tilvikum að vatns- og rýmispörf hefur verið vanáætluð við hönnun fiskeldisstöðva hér á landi. Slíkt hefur orsakað að rekstrarforsendur hafa ekki staðist.

Í greininni verður fjallað um vatns- og rýmispörf í laxeldi, en niðurstöður má nota til viðmiðunar fyrir regnbogasilungs- og bleikjueldi. Þó ber að athuga að vatnspörf í regnbogasilungselldi er um 30% meiri en í laxeldi vegna meiri vaxtahraða regnbogasilungsins (Ingibrigtsen og Torrissen 1982). Gera má ráð fyrir að vatnspörf í bleikjueldi sé svipuð og í regnbogasilungselldi þar sem vöxtur þessara tegunda er svipaður (Baker og Ayles 1986). Varðandi rýmispörf sýnir reynslan að lax þarf meira rými en regnbogasilungur (Kittelsen 1986) og bleikja (Reinsnes 1984). Í umfjöllunni hér á eftir er eingöngu fjallað um lax. Í lokin er sýnt dæmi um hvernig áætla má vatns- og rýmispörf í laxeldi.

## II. Vatnsþörf

Þeir þættir sem ákvarða vatnsþörf í fiskeldi eru súrefnisinnihald vatnsins og súrefnisnotkun fisksins (Valdimar Gunnarsson 1987).

Vatnsþörf er hægt að minnka með því að súrefnisbæta vatnið með beinni dælingu á lofti eða með dælingu á hreinu súrefni í vatnið. Einnig er hægt að minnka vatnsþörf eldisins með því að endurnýta vatnið.

### 1. Þættir sem stjórna vatnsþörf

Eftirfarandi þættir stjórna vatnsþörf eldisins:

1. Súrefnisinnihald eldisvökvans. Vatnsþörfin eykst með auknu hitastigi og seltu eldisvökvans, þar sem súrefnisinnihald vökvans lækkar með auknu hitastigi og seltu. Súrefnisinnihald eldisvökvans lækkar einnig eftir því sem hæð frá sjó eykst.
2. Hitastig. Súrefnisnotkun (efnaskiptahraði) fiska eykst með auknum vatnshita. Við herra hitastig eykst vatnsþörf eldisins vegna aukinnar súrefnisnotkunar fiskana og lèkkandi súrefnisinnihald eldisvökvans.
3. Fiskstærð. Með aukinni stærð fisksins lækkar súrefnisnotkun og þar með vatnsþörfin. Það er að segja að súrefnisnotkun á hvert kíló fisk er minna fyrir stærri fisk.
4. Fóðrun. Með aukinni fóðrun eykst súrefnisnotkun fiska og þar með vatnsþörfin.
5. Straumhraði. Með auknum straumhraða eykst súrefnisnotkun fisksins og þar með vatnsnotkun eldisins.

Til betri útskýringa á þáttum sem stjórna vatnsþörf fisksins sjá Valdimar Gunnarsson (1987).

### 2. Súrefnistaka - eiturefni

Því meira súrefni sem eldisfiskurinn tekur úr hverjum lítra af vatni verður meiri uppsöfnum af eiturefnum. Mest er hætta á uppsöfnum á eiturefnum þegar vatnið er súrefnisbætt eða endurnotað. Þau eiturefni sem valda mestum skaða er koldíoxíð ( $\text{CO}_2$ ) og amóníak ( $\text{NH}_3$ ) (Wilkins 1981; Alabaster og Lloyd 1982). Með auknu eiturefnainnihaldi í eldisvökva er hætta á að vöxtur minnki og aföll aukist. Virkni eiturefnanna fer mikið eftir gæðum

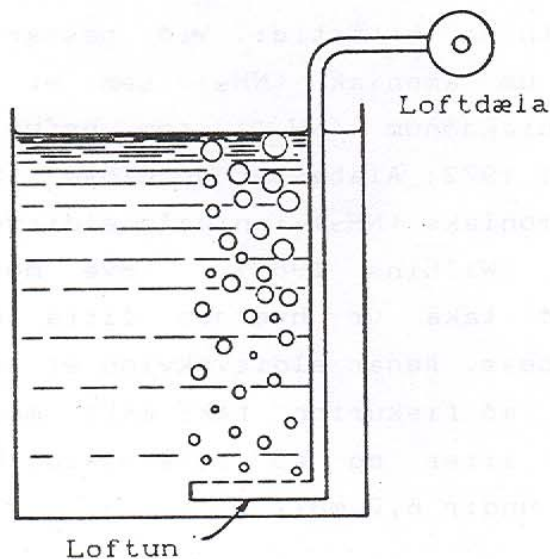
vatnsins. T.d. eykst eiturefnavirkni amoniaks með hækkandi sýrustigi (pH), seltu og hitastigi. Við þessar aðstæður verður hlutfallslega meira um amoniak ( $\text{NH}_3$ ) sem er eiturefni fyrir fiskinn en af amoniakjónum ( $\text{NH}_4^+$ ), sem hefur litla sem enga eiturvirkni (Trussell 1972; Alabaster og Lloyd 1982). Ráðlagt er að miða við að amoniaks ( $\text{NH}_3$ )-innihald eldisvökvans fari ekki yfir 0,1 mg í lítra (Wilkins 1981). Hve mörg milligröm af súrefni hægt er að taka úr hverjum lítra eldisvatnsins er algerlega háð gæðum þess. Þegar eldisvökvinn er súrefnisbættur er ráðlagt að miða við að fiskurinn taki ekki meira en 6-7 mg af súrefni úr hverjum líter og að súrefnisinnihald vatnsins í frárennsli fari ekki undir 6,0 mg/l.

### 3. Endurnotkun á vatni

Ein aðferð til að spara vatn er að endurnýta það. Sú aðferð hefur meðal annars verið mikið notuð við regnbogasilungs-, ála- og seiðaeldi erlendis. Vatnið er þá hreinsað áður en það er endurnotað. Hreinsunin fer t.d. fram í setpróm, skiljum, sand- og malarsíum, lífrænum síum, sótthreinsun með geislun og ósongasi. Erendis eru fiskeldisstöðvar oft byggðar í hallandi landslagi og er vatnið þá leitt úr einni eldiseinungunni yfir í þá næstu og á milli er staðsett setpró þar sem vatnið er hreinsað. Í Noregi eru seiðaeldisstöðvar sem endurnota hluta vatnsins eftir að það hefur verið hreinsað. Vatninu er þá dælt aftur til baka og blandað við nýtt vatn sem er tekið inn í eldisstöðina.

### 4. Súrefnisbæting

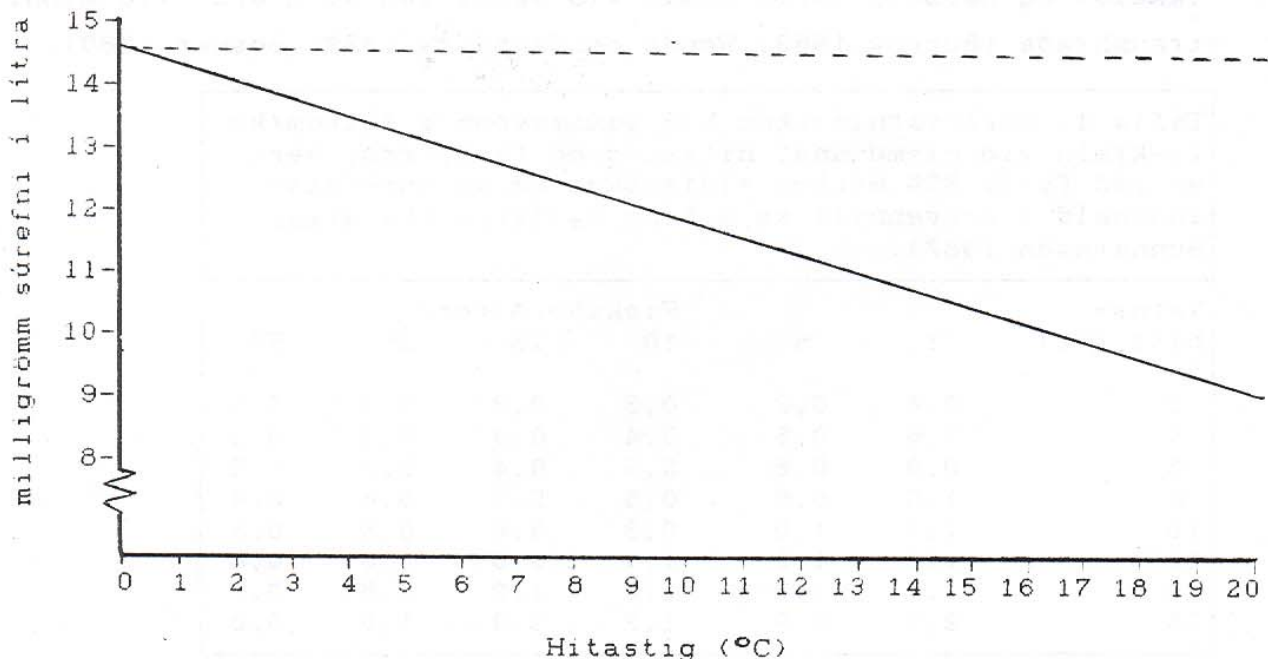
Til að fá betri nýtingu á eldisvatni er hægt að súrefnisbæta það. Hægt er að súrefnisbæta eldisvökva með beinni dælingu á lofti í eldiskerið eða dæla hreinu súrefni í eldisvatnið. Á mynd 1 er sýnt hvernig bein loftun á sér stað í eldiskeri.



Mynd 1. Bein loftun í eldiskeri (frá Wheaton 1985).

Bein loftun í eldiskeri súrefnisbætir eldisvökvann því meira sem súrefnismettunin í eldiskerinu er lægri. Loftunin minnkar sveiflur í súrefnisinnihaldi eldisvatnsins sem getur orðið vegna breytinga á súrefnisnotkun fisksins eða vatnsinnstreymi. Bein dæling á lofti yfirmettar vatnið ekki eins og súrefnisdæling getur gert.

Með því að dæla hreinu súrefni í eldisvökvann er hægt að auka súrefnisinnihald hans langt yfir það sem finnst venjulega við náttúrulegar aðstæður. Súrefnisbæting er sérstaklega nytsöm þar sem hátt hitastig er notað. Eftir því sem eldisvökvinn er heitari því minna inniheldur hann af uppleysanlegu súrefni. Með súrefnisgjöf er hægt að hafa súrefnisinnihald í innrennsli óháð hitastigi eldisvatnsins, eins og sýnt er á mynd 2.



Mynd 2. Súrefnisinnihald ferskvatns og súrefnisbæting. Heila línan táknar súrefnisinnihald ferskvatns og brotalínan súrefnisinnihald vökvans þegar hann hefur verið súrefnisbættur.

#### 5. Varnspörf í fiskeldi

Þegar vatnspörf í fiskeldi er áætluð er mjög mikilvægt að gera sér grein fyrir þeim straumhraða sem fiskurinn kemur til með að lifa við. Í kerjældi þar sem mikill straumhraði er hafður er vatnspörf/súrefnisþörf fisksins að stórum hluta til vegna sunds. Til dæmis ef straumhraðinn er aukinn frá 0,5 fisklengdum/sek í 1,0 fisklengd/sek eykst súrefnisnotkunin um 50%. Þess vegna er mjög mikilvægt að gera sér grein fyrir straumhraða í eldiskerjum áður en vatnsnotkunin er áætluð (Valdimar Gunnarsson 1987).

#### Seiðaeldi

Ráðlagt er að gera ráð fyrir að í seiðaeldi á laxi sé vatnspörfin eins og fram kemur í töflu 1. Þetta gefur möguleika á að hafa straumhraða um 1,0 fisklengd/sek sem gefur betri hreinsun í eldiskerinu. Rannsóknir hafa sýnt að seiði sem alin eru við mikinn straumhraða (1,0-2,0 fisklengdum/sek) standa sig betur í

laxeldi og hafbeit borið saman við seiði sem alin eru við minni straumhraða (Burrow 1969; Wendt og Saunders 1973; Besner 1980).

Tafla 1. Ferskvatnsnotkun hjá laxaseiðum í lítrum/kg fisk/mín við mismunandi hitastig og fiskstærð. Gert er ráð fyrir 95% mettun eldisvökva og að súrefnisinnihald í frárennsli sé 6,5 mg O<sub>2</sub>/lítra (Valdimar Gunnarsson 1987).

Vatns- hiti (°C)	Fiskstærð (gr)					
	1	5	10	15	25	50
2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
6	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3
8	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4
10	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,5
12	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,6
14	2,1	1,7	1,3	1,0	0,8	0,7
16	2,7	2,2	1,7	1,3	1,0	0,8

#### Matfiskeldi

Lítið hefur verið gert af því að mæla súrefnisnotkun í matfiskeldi (lax), en reynslan hér á landi og erlendis sýnir að það þarf að meðaltali 1,5-2,0 mg O<sub>2</sub>/kg fisk/mín fyrir alla stærðarflokka, allt eftir hitastigi eldisvökvans og straumhraða í eldiskeri. Ef miðað er við meðalhita 7,5 °C og straumhraða 0,5 fisklengdum/sek er áætlað að súrefnisnotkun laxins sé 1,5 mg O<sub>2</sub>/kg fisk/mín. Við meðalhita 10 °C og straumhraða 0,5 fisklengdum/sek er súrefnisnotkunin um 1,75 mg O<sub>2</sub>/kg fisk/mín. Í matfiskeldi lækkar súrefnisnotkun fisksins lítið með aukinni fiskstærð. Ástæðan fyrir því er sú að stærsti hluti af súrefnisnotkun fisksins er tilkomin vegna sunds. Oftast er straumhraðinn (sm/sek) í eldiskerjum aukinn með aukinni fiskstærð, þannig að allir stærðarflokkar eru við svipaðan straumhraða mældir í fisklengdum/sek (Valdimar Gunnarsson 1987).

Vatnspörf í matfiskeldi, þar sem meðalhiti er 7,5 °C og straumhraði í eldiskerjum 0,5 fisklengdir/sek, er 0,27 lítrar/kg fisk/mín (súrefnisnotkun/súrefnisinnihald eldisvökva = 1,5/5,5) þegar ferskvatn er notað og 0,5 lítrar/kg fisk/mín (1,5/3,0) þegar sjór með 35‰ seltu er notaður. Vatnsnotkunin miðast við að súrefnisinnihald í frárennsli sé 6,5 mg O<sub>2</sub>/lítra (Valdimar Gunnarsson 1987).

### III. Rýmisþörf

#### 1. Þættir sem stjórna rýmisþörf

Það er erfitt að gefa nákvæmar tölur um þéttleika sem er hægt að miða við. Hámarks þéttleiki sem gefur góðan vöxt getur verið mjög mismunandi eftir umhverfisaðstæðum sem fiskurinn lifir við. Eftirfarandi þættir sem hafa áhrif á hámarks þéttleika eru:

1. Stærð fisksins: Hægt er að hafa fleiri kíló á rúmmetra af stórum fiski en litlum.
2. Straumur: Góð straummyndun og jöfn dreifing á fiski hækkar hámarks þéttleika.
3. Stærð kerja: Hámarks þéttleiki lækkar eftir því sem eldiskerið er stærra og dýpra. Í 500 m<sup>3</sup> kerri sem er með 4 metra vatnsdýpi er t.d. erfitt að fylgjast með og fóðra fiskinn ef þéttleikinn er mikill.
4. Hitastig: Við kjörhitastig er yfirleitt hægt að hafa hærri þéttleika, en við lágt hitastig (<4°C). Ef þéttleiki er hár við það hitastig er mikil hætta á uggaskemmdum. Við hátt hitastig (> 15°C) er erfitt að koma nægu vatnsmagni í gegnum kerrið, þar sem súrefnisinnihald vökvans er lágt og súrefnisnotun fisksins mikil. Ef vatnið er súrefnisbætt er möguleiki að hafa meiri þéttleika og hærri hitastig.
5. Umhverfi: Umhverfisaðstæður eins og mikil og mismunandi birta, mikil umgengni og aðrir streytuvaldandi þættir gera það að verkum að ekki er unnt að hafa hámarks þéttleika.

#### 2. Rýmisþörf í fiskeldi

Eftir því sem hærri þéttleiki er í eldisstöðinni eykst framleiðslumagnið, ef engin teljandi áföll eiga sér stað. Aukin framleiðsla lækkar framleiðslukostnaðinn og eykur þar með hagnað eða lækkar tap fyrirtækisins. Viss áhætta er tekin með því að hafa háan þéttleika. Eftir því sem þéttleikinn er hærri er erfiðara að fylgjast með velferð einstaklinganna. Streyta eykst og meiri hætta er á að sjúkdómar komi upp í stöðinni. Það getur minnkað framleiðsluna eða valdið því að ekkert verði framleitt.

### Seiðaeldi

Í Noregi er miðað við að hafa þéttleika eins og kemur fram í töflu 2. Þéttleikinn í norskum stöðvum er þó mjög mismunandi og getur verið mun hærri hjá sumum stöðvum. Ekki er ráðlagt hér að hafa hærri þéttleika en kemur fram í töflu 2.

Tafla 2. Þéttleikatölur á laxaseiðum miðað við mismunandi fiskstærð (Kittelsen 1986).

Þyngd fisks	Kg fisk pr. rúmmetra
< 2 gr	4 - 6
2 - 5 gr	6 - 10
5 - 10 gr	10 - 15
10 - 30 gr	15 - 20
Gönguseiði	20 - 30

### Matfiskeldi

Mun minni reynsla er kominn á matfiskframleiðslu í eldiskerjum miðað við seiðaeldi. Í sjókvíaeldi í Noregi er oftast miðað við að setja 20-30 gönguseiði á rúmmetra á vorin, þetta samsvarar 1-1,5 kg á rúmmetra miðað við 50 gr seiði (Refstie og Kjönnöy 1986). Er hér miðað við að fiskurinn geti verið í ró um sumarið og fram á haustið þegar hitatig fer að lækka, og er þá fiskurinn flokkaður eða dreifður í fleiri sjókvíar. Þar sem eldisker eru mun dýrari en sjókvíar er ráðlagt að hafa mun hærri þéttleika á gönguseiðum og flytja og flokka fiskinn oftar. Í sjókvíaeldi er ráðlagt að hafa ekki meiri þéttleika en 20-25 kg á rúmmetra (Refstie og Kjönnöy 1986). Reynslan í kerjaeldi sýnir að vöxtur fisksins byrjar yfirleitt að minnka þegar þessum meðalþéttleika er náð. Í töflu 3 eru tillögur um þéttleika við mismunandi fiskstærð í land- og strandeldisstöðvum.

Tafla 3. Þéttleikatölur á laxi í land- og strandeldi miðað við mismunandi fiskstærð.

Fiskstærð	Kg fisk pr. rúmmetra
20 - 150 gr	4 - 8
150 - 500 gr	8 - 12
500 - 1.000 gr	12 - 16
1.000 - 2.000 gr	16 - 20
> 2.000 gr	20 - 30



#### IV. Framleiðsluáætlun

##### 1. Vatns- og rýmisþörf í seiðaeldi

Seiðaeldisstöð sem framleiðir 100.000 gönguseiði sem eru að meðaltali um 35 gr, þarf 20-25 lítra/sek af 12 °C heitu vatni. Vatnsnotkunin miðast við að seiðin séu 20-25 gr þegar þau eru sett í kaldara vatn að hausti og 35 gr á stærð sem gönguseiði að vori. Mesta vatnsþörfin er því í júní eða 29,2 lítrar/sek af 8 °C heitu vatni og 3,8 lítrar/sek af 12 °C heitu vatni. Seiðaeldisstöð sem framleiðir 100 þúsund 35 gr gönguseiði þarf skv. þessu 30-35 l/sek af 4 °C heitu vatni og um 3 l/sek af 80 °C heitu vatni til að hita 25 l/sek í 12 °C. Þessi framleiðsluáætlun miðast við að allur fiskur sé tekinn til frumfóðrunnar á sama tíma á vetri og settur í kælingu á sama tíma á haustin. Einnig er miðað við að hitastig sé hækkað á öllum hópnum á sama tíma á vorin til að framkalla gönguseiðamyndun. Bent skal á að ef fiskinum í stöðinni er skipt í hópa til að fá sem besta nýtingu á vatninu er hægt að framleiða sama magn af um 50 gr gönguseiðum með sama vatnsmagni og orku. Þar sem mest vatnsþörf er á vorin myndi fiskinum vera skipt upp í hópa, þannig að hluti fisksins er á kælingu með lámarks vatnsþörf og hluti með hækkað hitastig til að framkalla gönguseiðamyndun.

Miðað við þann þéttleika sem gert er ráð fyrir í töflu 4, er mesta rýmisþörf í júní, 159 rúmmetra fyrir fyrsta árgang og 35 rúmmetrar fyrir annan árgang, samtals 194 rúmmetrar. Framleiðslan er því um fimm hundruð 35 gr seiði á rúmmetra á ári.

Tafla 4. Framleiðsluáætlun fyrir laxaseiði. Allar tölur miðast við byrjun hvers mánaðar.

Mánuður	feb.	Mars	Apr.	Mai	Júní	Júlí	Agú.	Sep.	Dkt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mars	Apr.	Mai	Júní
Hiti (°C)	12	12	12	12	12	12	12	12	8	4	4	4	4	4	4	4	10
Meðalþyngd (gr)	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	12,0	20,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	32,0	35,0
Fjöldi x 1000	150	130	120	115	110	105	104	103	102	101	100	100	100	100	100	100	100
Heildarþyngd (kg)	15	26	48	92	176	336	666	1236	2040	2525	2600	2700	2800	2900	3000	3200	3500
Vatnspörf (l/kg/min)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,3	1,3	1,0	1,0	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
Vatnsnotkun (l/sek)	0,4	0,7	1,3	2,5	3,8	7,3	11,1	20,6	17,0	12,6	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	16,0	29,2
Þéttleiki (kg/m <sup>3</sup> )	4	4	4	4	5	6	10	15	17	17	18	18	19	19	20	21	22
Rýmispörf (m <sup>3</sup> )	4	6	12	23	35	56	67	82	120	148	144	150	147	152	150	152	159
									Hiti (°C)		12	12	12	12	12		
									Meðalþyngd (gr)		0,1	0,2	0,4	0,8	1,6		
									Fjöldi x 1000		150	130	120	115	110		
									Heildarþyngd (kg)		15	26	48	92	176		
									Vatnspörf (l/kg/min)		1,6	1,6	1,6	1,3	1,3		
									Vatnsnotkun (l/sek)		0,4	0,7	1,3	2,5	3,8		
									Þéttleiki (kg/m <sup>3</sup> )		4	4	4	5	6		
									Rýmispörf (m <sup>3</sup> )		4	6	12	23	35		
Samtals																	
Fjöldi x 1000	150	130	120	115	110	105	104	103	102	101	100	100	250	230	220	215	210
Heildarþyngd (kg)	15	26	48	92	176	336	666	1236	2040	2525	2600	2700	2815	2926	3048	3292	3676
Vatnsnotkun (l/sek)	0,4	0,7	1,3	2,5	3,8	7,3	11,1	20,6	17,0	12,6	13,0	13,5	14,4	15,2	16,3	18,5	33,0
Rýmispörf (m <sup>3</sup> )	4	6	12	23	35	56	67	82	120	148	144	150	151	158	162	175	194

## 2. Vatns- og rýmispörf í matfiskeldi

Áætlun yfir vatnsnotkun í lítilli matfiskeldisstöð sem framleiðir lax og hefur 1100 m<sup>3</sup> eldisrými til ráðstöfunar, er að finna í töflu 5. Í stöðinni eru alltaf tveir árgangar og 20 gr seiði eru sett í kerin í október ár hvert. Fiskurinn er hafður í 10-20‰ sjóblöndu allan eldistímann. Gert er ráð fyrir að framleidd séu um 35 tonn á ári, eða 32 kg/m<sup>3</sup>. Meðalþéttleiki á tímabilinu er tæp 16,0 kg/m<sup>3</sup>. Mestur meðalþéttleiki er í febrúar eða 19,0 kg/m<sup>3</sup> og minnstur í júlí-september, 13,0 kg/m<sup>3</sup>.

Mesta vatnsrennsli í stöðinni sé hún í fullum rekstri er í febrúar, 163,0 l/sek og minnstur í október 109 l/sek. Framleiðsla á hvern sekúndulíter (10-12 °C) á ári er 217 kg miðað við hámarksrennsli 163,0 l/sek og 35.343 kg framleiðslu.

Tafla 5. Framleiðsluáætlun fyrir matfiskeldi. Allar tölur miðast við upphaf hvers mánaðar.												
Mánaður	Okt.	Nóv.	Des.	Jan.	Feb.	Mars	Apríl	Mai	Júní	Júlí	Agúst	Sept.
Hiti (°C)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10
Meðalþyngd (gr)	20	30	45	67	101	151	212	298	416	583	816	1061
Fjöldi	12000	11500	11300	11100	10900	10800	10700	10600	10500	10400	10300	10200
Heildarþyngd (kg)	240	345	495	723	1081	1631	2268	3159	4368	6121	8486	11034
Slátrað (kg)												
Vatnsþörf (l/kg/mín)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Vatnsnotkun (l/sek)	3	5	7	10	13	19	26	37	44	61	85	110
Þéttleiki (kg/m <sup>3</sup> )	4	4	5	5	6	8	9	10	11	13	14	16
Rýmispörf (m <sup>3</sup> )	60	86	90	145	180	204	252	316	397	471	606	690
Hiti (°C)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Meðalþyngd (gr)	20	30	45	67	101	151	212	298	416	583	816	1061
Fjöldi	12000	11500	11300	11100	10900	10800	10700	10600	10500	10400	10300	10200
Heildarþyngd (kg)	240	345	495	723	1081	1631	2268	3159	4368	6121	8486	11034
Slátrað (kg)												
Vatnsþörf (l/kg/mín)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Vatnsnotkun (l/sek)	3	5	7	10	13	19	26	37	44	61	85	110
Þéttleiki (kg/m <sup>3</sup> )	4	4	5	5	6	8	9	10	11	13	14	16
Rýmispörf (m <sup>3</sup> )	60	86	90	145	180	204	252	316	397	471	606	690
Samtals	12000	11500	11300	11100	10900	10800	10700	10600	10500	10400	10300	10200
Fjöldi	240	345	495	723	1081	1631	2268	3159	4368	6121	8486	11034
Heildarþyngd (kg)												
Slátrað (kg)												
Vatnsþörf (l/kg/mín)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Vatnsnotkun (l/sek)	3	5	7	10	13	19	26	37	44	61	85	110
Þéttleiki (kg/m <sup>3</sup> )	4	4	5	5	6	8	9	10	11	13	14	16
Rýmispörf (m <sup>3</sup> )	60	86	90	145	180	204	252	316	397	471	606	690

V. TILVITNANIR

Alabaster, J.S. og Lloyd, R., 1982. Water quality criteria for freshwater fish. University Press, Cambridge, 361 pp.

Baker, R.F. and Ayles, G.B., 1986. Effects of temperature, size and rations on the growth of strains of arctic charr in intensive aquaculture. I: Genetic in aquaculture II. (eds. G.A.E. Gall and C.A. Busack), pp.360. Elsevier Amsterdam - Oxford - New York - Tokyo.

Besner, M., 1980. Endurance training: An affordable rearing strategy to increase food conversion efficiency, stamina, growth and survival of coho salmon smolts (*Oncorhynchus kisutch*). Ph.D. Thesis. Univ. of Washington, Seattle, WA, 200 pp.

Burrow, R.E., 1969. The influence of fingerlings on adult salmon survivals. Trans.Am.Fish.Soc. 98:777-84.

Ingebrigtsen, O. og Torrissen, O., 1982. Utstyr, metoder og tabeller - Vannbehov og dimensjonering. I: Akvakultur -Oppdrett av laksefisk. (red. Oscar Ingebrigtsen). side 278-81. NKS-Forlaget, 359 sider.

Kittelsen, A. 1986. Settefiskanlegg. IN: Fiskeoppdrett med framtid. (eds. T. Gjødrem), side.75-113. Landbruksforlaget.

Refstie, T. og Kjønneøy, M., 1986. Matfiskanlegg. IN: Fiskeoppdrett med framtid. (eds. T. Gjødrem), side.114-138. Landbruksforlaget.

Reinsnes, 1984. Sjørøye som oppdrettsfisk Del II. Norsk fiskeoppdrett 9(5):24-25.

Trussell, R.P., 1972. The present un-ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at different pH levels and temperatures. J.Fish.Res.Bd.Can. 29:1505-1507.

Valdimar Gunnarsson, 1987. Vatns- og súrefnisnotkun í laxeldi. Veiðimálastofnun, VMST-R/87031, 11 bls.

Wendt, C.A.G. and Saunders, R.L., 1973. Changes in carbohydrate metabolism in young Atlantic salmon in response to various forms of stress. Int.Atl.Salm.Symp.Spec.publ.Ser. 4:55-88.

Wheaton, F.W., 1985. Aquacultural engineering. Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 708 pp.

Wilkins, J.F., 1981. Water quality requirements for intensive aquaculture: A review. From Proc. World Symp. on Aquaculture in Heated Effluents and Recirculations Systems. pp. 17-37. Stavanger 28 - 30 May. 1980. Vol I. Berlin 1981.