

VATNS- OG RÝMISPÖRF Í FISKELDI.

Valdimar Gunnarsson

Reykjavík, febrúar 1988

VMST-R/88006



VEIÐIMÁLASTOFNUN
Hverfisgötu 116, Pósthólf 5252
125 Reykjavík.

Efnisyfirlit	bls.
1.0 Inngangur.....	1.
2.0 Vatnspörf.....	1.
2.1 Þættir sem stjórna vatnspörf í fiskeldi.....	1.
2.2 Súrefnistaka - eiturefni.....	2.
2.3 Endurnotkun á vatni.....	3.
2.4 Súrefnisbæting.....	3.
2.5 Vatnspörf í fiskeldi.....	4.
3.0 Rýmispörf.....	6.
3.1 Þættir sem stjórna rýmispörf.....	6.
3.2 Rýmispörf í fiskeldi.....	6.
4.0 Framleiðsluáætlun.....	8.
4.1 Vatns- og rýmispörf í seiðaeldi.....	8.
4.2 Vatns- og rýmispörf í matfiskeldi.....	9.
5.0 Tilvitnanir.....	10.

1.0 INNGANGUR.

Mikió og gott vatn ræður mestu um uppbyggingu í fiskeldi á landi. Gæði vatnsins og magn setja því mörk fyrir framleiðslugetu fyrirhugaðrar 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 ráðstöfunar þarf að liggja fyrir vitneskja um rýmisþörf fisksins.

Það hefur hent í allt of mörgum tilvikum að vatns- og rýmisþörf hefur verið vanáætluð við hönnun fiskeldisstöðva hér á landi. Það hefur aftur valdið því að rekstrarforsendur hafa ekki staðist.

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

2.0 VATNSÞORF.

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

Vatnspörf 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 vatnspörf eldisins með því að endurnýta vatnið.

2.1 ÞÆTTIR SEM STJÓRNA VATNSÞORF.

Eftirfarandi þættir stjórna vatnspörf eldisins:

1. **Súrefnisinnihald eldisvökvans.** Vatnspörfin 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 vatnspörf eldisins vegna aukinnar súrefnisnotkunar fiskanna og lækkandi súrefnisinnihalds eldisvökvans.

3. **Fiskstærð.** Með aukinni stærð fisksins lækkar súrefnisnotkun og þar með vatnspörfin. Það er að segja að súrefnisnotkun á hvert kíló fisks er minni hjá stærri fiskinum en smærri.

4. **Fóórun.** Með aukinni fóórun eykst súrefnisnotkun fiska og þar með vatnspörfin.

5. **Straumhraði.** Með auknum straumhraða eykst súrefnisnotkun fisksins og þar með vatnsnotkun eldisins.

Til betri útskýringa á þáttum sem stjórna vatnspörf fisksins vísast til greinar eftir Valdimar Gunnarsson (1987).

2.2 SUREFNISTAKA - EITUREFNI.

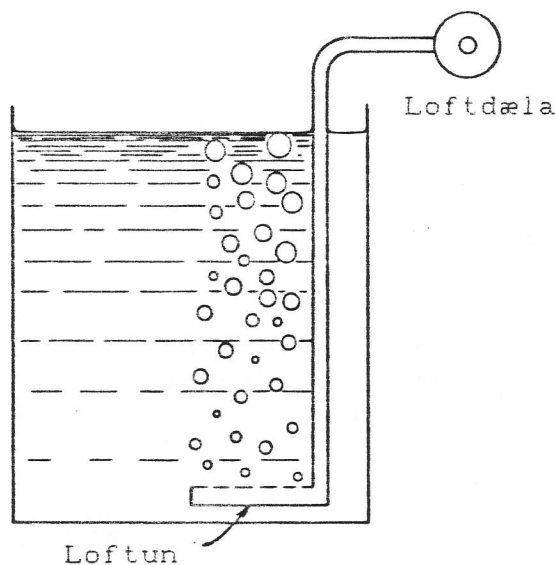
Því meira súrefni sem eldisfiskurinn tekur úr hverjum lítra af vatni verður meiri uppsöfnum af eiturefnum. Mest er hættan á uppsöfnun eiturefna þegar vatnið er súrefnisbætt eða endurnotað. Þau eiturefni sem valda mestum skaða eru koldíoxíð (CO_2) og ammoníak (NH_3) (Wilkins 1981; Alabaster og Lloyd 1982). Með auknu eiturefnainnihaldi í eldisvökva er hættan á að vöxtur minnki og aföll aukist. Virkni eiturefnanna fer mikið eftir gæðum vatnsins, t.d. eykst eiturefnavirkni ammoníaks með hækkandi sýrustigi (pH), seltu og hitastigi. Við þessar aðstæður verður hlutfallslega meira ammoníak (NH_3) í vatninu sem er eiturefni fyrir fiskinn, en ammoníakjónir (NH_4^+), sem hafa litla sem enga eiturvirkni (Trussell 1972; Alabaster og Lloyd 1982). Ráðlegt er að miða við að amoniaks (NH_3) innihald eldisvökvans sé vel undir 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 ráðlegt að miða við að fiskurinn taki ekki meira en 6-7 mg af súrefni úr hverjum lítra og að súrefnisinnihald vatnsins í fráfrenslu fari ekki undir 6.0 mg/l.

2.3 ENDURNOTKUN A 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 setþróm, skiljum, sand- og malarsíum, lífrænum síum, og með sótthreinsun með geislun og ósongasi. Erendis eru fiskeldisstöðvar oft byggðar í hallandi landslagi og er vatnið þá leitt úr einni eldiseiningu yfir í þá næstu og á milli er staðsett setþró 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.

2.4 SUREFNISBÆTING.

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.

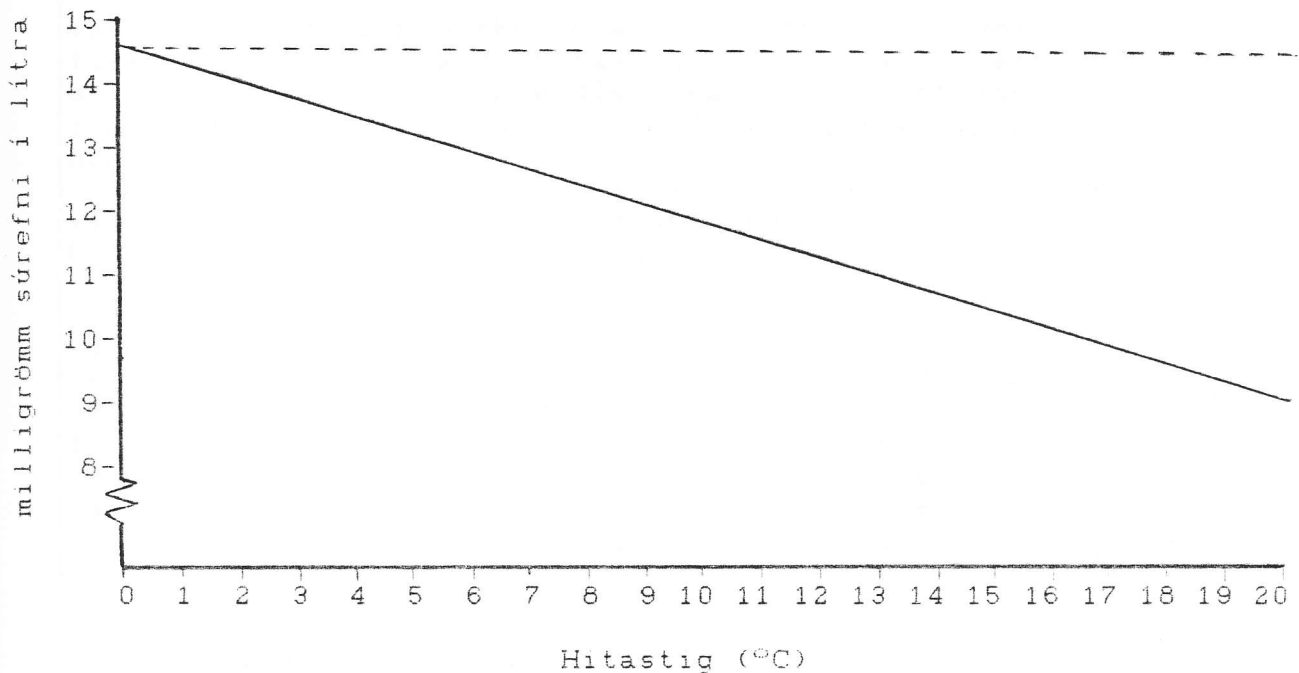


Mynd 1. Bein loftun í eldiskeri (frá Wheaton 1985).

Bein loftun í eldiskeri súrefnisbætir eldisvökvann því meira sem súrefnismettunin í eldiskerinu er lægri. Loftunin minnkar sveiflur í súrefnisinnihaldi eldisvatnsins sem geta 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 umfram það sem finnst venjulega við náttúrulegar aðstæður. Súrefnisbæting er sérstaklega nytsöm þar sem hátt hitastig er notað. Eftir því sem eldisvökvinn er heitari þeim mun 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 brotalinan súrefnisinnihald vökvans þegar hann hefur verið súrefnisbættur.

2.5 VATNSÞÖRF Í FISKELDI.

Þegar vatnsþörf 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 vatnsþörf/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).

SEIDAELDI.

Ráðlegt er að gera ráð fyrir að í seiðaeldi á laxi sé vatnspörfin eins og fram kemur í töflu 1. Þá möguleikt 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 fisklengdir/sek) standa sig betur í laxeldi og hafbeit en 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_2 /lítra (Valdimar Gunnarsson 1987).

Vatns- hiti ($^{\circ}C$)	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_2 /kg fisk/mín fyrir alla stærðarflokka, allt eftir hitastigi eldisvökvans og straumhraða í eldiskeri. Ef miðað er við meðalhita 7.5 $^{\circ}C$ og straumhraða 0.5 fisklengdir/sek er áætlað að súrefnisnotkun laxins sé 1.5 mg O_2 /kg fisk/mín. Við meðalhita 10 $^{\circ}C$ og straumhraðanum 0.5 fisklengdir/sek er súrefnisnotkunin um 1.75 mg O_2 /kg fisk/mín. Í matfiskeldi lækkar súrefnisnotkun fisksins lítið með aukinni fiskstærð. Ástæðan fyrir því er sú að stærsti hluti af súrefnisnotkun fisksins er tilkominn vegna sunds. Oftast er straumhraðinn (sm/sek) í eldiskerjum aukinn með aukinni fiskstærð, þannig að allir stærðarflokkar eru aldir við svipaðan

straumhraða mælt 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 O₂/lítra (Valdimar Gunnarsson 1987).

3.0 RYMISÞÖRF.

3.1 ÞÆTTIR SEM STJÖRNA RYMISÞÖRF.

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 m³ 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 kerio, þar sem súrefnisinnihald vökvans er lágt og súrefnisnotkun fisksins mikil. Ef vatnið er súrefnisbætt er mögulekt að hafa meiri þéttleika og herra hitastig.
5. **Umhverfi:** Umhverfisaðstæður eins og mikil og mismunandi birta, mikil umgengni og aðrir streituvaldandi þættir gera það að verkum að ekki er unnt að hafa hámarks þéttleika.

3.2 RYMISÞÖRF Í FISKELDI.

Eftir því sem þéttleiki í eldisstöðinni er hærri 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, streita 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 þann þéttleika sem 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. Þéttleiki seiða í eldiskerjum 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 en 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 honum dreift í fleiri sjókvíar. Þar sem eldisker eru mun dýrari en sjókvíar er ráðlegt að hafa mun hærri þéttleika á gönguseiðum í kerjum og flytja og flokka fiskinn oftár. 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. Þéttleiki 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

4.0 FRAMLEIDSLUAÆTLUN.

4.1 VATNS- OG RYMISÞÖRF Í SEIÐAELDI.

Seiðaeldisstöð sem framleiðir 100 þús. 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 vatnspörfin 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 frumfóðrunar á sama tíma að vetrinum 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 vatnspörf er á vorin myndi fiskinum vera skipt upp í hópa, þannig að hluti fisksins er í kælingu með lágmarks vatnspörf og hluti með hækkað hitastig til að framkalla gönguseiðamyndun.

Miðað við þann þéttleika sem gert er ráð fyrir í töflu 4. er mesta rýmispörf 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.	Okt.	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
Vatnsþörf (l/kg/mín)	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 ³)	4	4	4	4	5	6	10	15	17	17	18	18	19	19	20	21	22
Rýmispörf (m ³)	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		
									Vatnsþörf (l/kg/mín)		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 ³)		4	4	4	5	6		
									Rýmispörf (m ³)		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 ³)	4	6	12	23	35	56	67	82	120	148	144	150	151	158	162	175	194

4.2 VATNS- OG RÝMISÞÖRF I MATFISKELDI.

Ætlun yfir vatnsnotkun í lítilli matfiskeldisstöð sem framleiðir lax og hefur 1100 m³ eldisrymi 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 10-20% sjóblöndu allan eldistímann. Gert er ráð fyrir að framleidd séu um 35 tonn á ári, eða 32 kg/m³. Meðalþéttleiki á tímabilinu er tæp 16.0 kg/m³. Mestur meðalþéttleiki er í febrúar eða 19.0 kg/m³ og minnstur í júlí-september, 13.0 kg/m³.

Mesta vatnsrennsli í stöðinni, sé hún í fullum rekstri, er í febrúar, 163.0 l/sek og minnst í október 109 l/sek. Framleiðsla á hvern sekúnduliter (10-12 °C) á ári er 217 kg miðað við hámarksrennsli 163.0 l/sek og 35.343 kg framleiðslu.

Mánuður		Okt.	Nóv.	Des.	Jan.	Feb.	Mars	Apríl	Maí	Júní	Júlí	Agúst	Sept.
Tafla 5. Framleiðsluáætlun fyrir matfiskeldi. Allar tölur miðast við upphaf hvers mánaðar.													
Hiti (°C)	12	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	1379
Fjöldi	12000	11500	11300	11100	10900	10800	10700	10600	10500	10400	10300	10300	10300
Heildarþyngd (kg)	240	345	495	723	1081	1631	2268	3159	4368	6121	8486	11034	14023
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	0,6
Vatnsnotkun (l/sek)	3	5	7	10	13	19	26	37	44	61	85	110	133
Þéttleiki (kg/m ³)	4	4	5	5	6	8	9	10	11	13	14	16	17
Rýmispörf (m ³)	60	86	90	145	180	204	252	316	397	471	606	690	835
Hiti (°C)													
Meðalþyngd (gr)													
Fjöldi	12000	11500	11300	11100	10900	10800	10700	10600	10500	10400	10300	10300	10300
Heildarþyngd (kg)	240	345	495	723	1081	1631	2268	3159	4368	6121	8486	11034	14263
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	0,6
Vatnsnotkun (l/sek)	3	5	7	10	13	19	26	37	44	61	85	110	133
Þéttleiki (kg/m ³)	4	4	5	5	6	8	9	10	11	13	14	16	17
Rýmispörf (m ³)	60	86	90	145	180	204	252	316	397	471	606	690	835
Hiti (°C)	12	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	1379
Fjöldi	12000	11500	11300	11100	10900	10800	10700	10600	10500	10400	10300	10300	10300
Heildarþyngd (kg)	240	345	495	723	1081	1631	2268	3159	4368	6121	8486	11034	14263
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	0,6
Vatnsnotkun (l/sek)	3	5	7	10	13	19	26	37	44	61	85	110	133
Þéttleiki (kg/m ³)	4	4	5	5	6	8	9	10	11	13	14	16	17
Rýmispörf (m ³)	60	86	90	145	180	204	252	316	397	471	606	690	835
Samtals	12000	11500	11300	11100	10900	10800	10700	10600	10500	10400	10300	10300	10300
Fjöldi	240	345	495	723	1081	1631	2268	3159	4368	6121	8486	11034	14263
Heildarþyngd (kg)	861	4136	2482	4467	3574	4110	2336	5000	2650	2800	2900	2900	2900
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	0,6
Vatnsnotkun (l/sek)	3	5	7	10	13	19	26	37	44	61	85	110	133
Þéttleiki (kg/m ³)	4	4	5	5	6	8	9	10	11	13	14	16	17
Rýmispörf (m ³)	60	86	90	145	180	204	252	316	397	471	606	690	835

5.0 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. Gjedrem), side.75-113. Landbruksforlaget.

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

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

Trussell, R.P., 1972. The percent 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.