

# VEIÐIMÁLASTOFNUNIN



Teitur Arnlaugsson

Aðferðir t.þ.a. meta lífsskilyrði  
laxfiska í ám.

Reykjavík  
des. 1980

Í aðalatriðum eru það þrjár höfuðþættir, sem ráða því, hversu vel ákveðin á er fallin til viðgangs þeim laxfiskastofni, sem hana byggir. Þessir þættir eru, botngerð árinna, hitastig hennar og fæðumagn. Verður hér fjallað um hvernig afla má gagna, til að meta þessa þætti, en það er unnt að gera án mikilla eða dýrra hjálpartækja. Áður en aðferðunum er lýst, er hér að neðan skýrt í fáum orðum, mikilvægi ofannendra þátta í líffræði laxfiskanna.

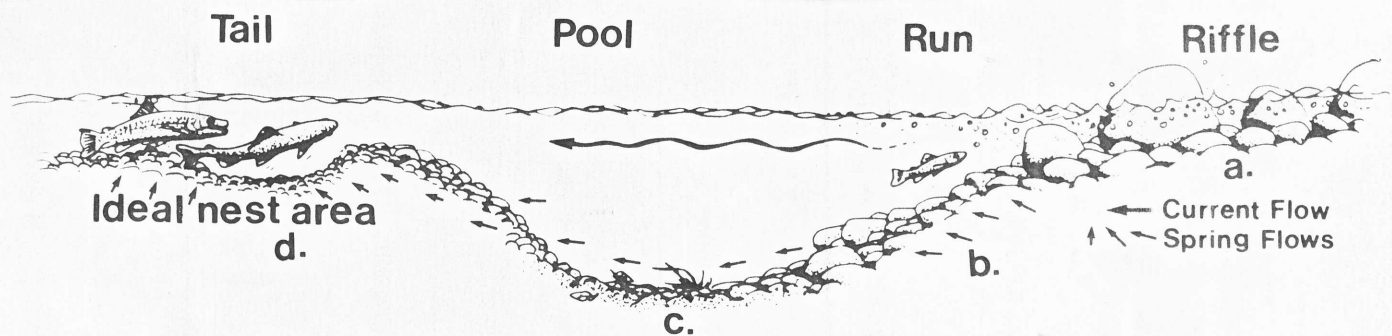
#### 1. Botngerð.

Áin verður að hafa mól fyrir fiskinn til þess að hrygna í, og grjótbötn fyrir seiðaeldið.

Fiskurinn grefur hrognin í árbotninn, en það er nauðsynlegt, því að öðrum kosti myndi árstraumurinn bera hrognin á haf út. Hrognin meiga þó ekki vera það vel grafin, að árvatnið nái ekki að leika um þau, því úr því þurfa þau að afla súrefnis til að þroskast. Hrygningarbotninn verður því að uppfylla þeim skilyrðum, að vera hvorki það fíngerður eða sandblendinn að árvatnið nái ekki að þrengja sér niður í hrygningarskurðinn, né það grófur að hann verji ekki hrognin straumnum. Hann má heldur ekki vera á þeim stað í ánni sem botnfrýs, né heldur þar sem flóð eða ís hreyfir botnefnin. Góður hrygningarstaður fyrir lax er í mól og grús (blanda af grjóti frá 1 til 10 cm í þvermál) þar sem straumurinn er frá 0,3 til 0,6 m/sek (sjá mynd bls.2). Sjóbirtingur velur sér sömu hrygningaraðstæður og laxinn, en bleikjan brygnir í fíngerðari mól og í minni straumi.

Til þess að geta fóstrað laxaseiði þarf áin að hafa grjótbötn. Steinarnir eru felustaðir seiðanna og veita þeim var fyrir straumum, en ekki síst, þá eru steinarnir forsenda þess, að þau skordýr sem seiðin lifa á, geti byggt ána, og verður vikið að því atriði síðar. Í mól og smágrjóti, þar sem er fremur grunnt og straumlítið, er að finna bestu skilyrðin fyrir smáseiðin, en eftir því sem þau stækka þurfa þau stórgrýttari bötn, meiri dýpi og straum (sjá bls.3). Smáseiðin geta t.d. ekki nýtt straumpunga árhluta (hafa ekki til þess sundorku) eða stór seiði fíngerðan malarbötn (þar skortir þau fylgsni).

Laxinn hrygnir yfirleitt á 30-80cm dýpi, þar sem  
straumur er 0.3-0.8m/sek.



The Natural Nest Areas That Most Spawning Salmonoids Use (Stream cross-section diagram)

- a. Water in riffle too swift and turbulent for safe egg deposit and is exhausting for adult fish to build nest and hold in.
- b. Water in run is usually too deep and contains many other fish and predators for nesting.
- c. Water in pool is too slow, silty, and deep for nest building and incubation of eggs. Usually infested with vegetation, decaying organic matter, fungus, and predators.
- d. Waters at tail area has even and ample flow. Gravels are silt-free and percolating with spring seepage flows from b and c areas. Most stable area for holding and incubating natural deposited or WVB eggs.

Skipting lax- og urriðaseiða á mismunandi straumhraða í Laxá. Straumhraði mældur í metrum á sekúndu.

Aldur	Hundraðshlutaskipting á mismunandi straumhraða m/s					Fjöldi fiska	
	<0.10 m/sek	0.11-0.50	0.51-1.00	1.01-1.50	>1.50 m/s		
LAX 1 sumars	10.3	13.8	41.3	34.4	0.0	44	
	2 sumra	4.6	13.6	63.6	18.2	0.0	33
	3 sumra	0.0	15.4	15.4	61.6	7.7	20
URRIÐASEIÐA 1 sumars	40.0	33.3	26.7	0.0	0.0	23	
	2 sumra	50.0	25.0	25.0	0.0	0.0	25

Urriða- og bleikjuseiðin nýta mikið til sömu botngerð og laxaseiðin, en eru hinsvegar ekki eins hæf að vera í miklum straumi. Þegar þessar þrjár laxfiskategundir eru saman í á, en það eru þær að meira og minna leyti í öllum okkar hlýrri ám, þá eru laxaseiðin afgerandi í straumþyngstu árhlutunum, urriðinn finnur sér staði á lygnum stórgrýttum stöðum, en bleikjan á lygnum stöðum yfir fíngerðum botni, svo og í síkjum og lækjum ásamt urriðanum.

## 2. Vatnshiti.

Laxaseiðin vaxa best við 14-16° hita, en vöxturinn fer síðan stigminnkandi eftir því sem hitinn nálgast þau hitamörk sem seiðin þola, það er 0° og 24°. Við neðri og efri hitaþolsmörkin er þó ekki lífvænlegt fyrir seiðin til lengdar, því við efri mörkin er hraði öndunnar og efnaskipta orðinn svo ör, að öll orkan fer í þá lífsstarfsemi, en við neðri mörk er meltingin hins vegar svo hæg, að það leiðir ekki til vaxtar (sjá bls. 5 og 6). Ef laxastofn á að geta þrífist í á, þarf hún að ná, að minnsta kosti 6-7° meðalhita í minnst 100 daga yfir sumarið. Í okkar betri laxveiðiám, er vatnshitinn lengstum um og yfir 10° yfir hlýjustu mánuði sumarsins (júni- júlí- ágúst). Hlýjustu og fæðuauðugustu árnar okkar skila af sér laxa gönguseiðum á 2-3 árum, meðalhlýjar á 3-4 árum, en þær rýrari á 5-6 árum.

Urriði og bleikja þola betur kulda en lax, einkum bleikja, og er líklegast vandfundin hérland á, sem ekki er nógu hlý fyrir bleikju. Kjörhiti bleikju er annars um 7-9°, og er algengt, að í okkar ám nái hún göngustærð laxaseiða (11-14 cm) á 2 árum.

Klaktími hrognanna ræðst einnig af vatnshitanum, og er hann þeim mun styttri sem hitinn er meiri. Í flestum okkar ám hrygna laxfiskarnir í október/nóvember og í hlýrri ánum á suður- og suðvesturlandi koma laxaseiðin úr hrogni í maí/júní, en í kaldari ánum í júní/júlí. Klaktími bleikju- og urriðahrognar er styttri en laxahrognar, og nemur sá munur nokkrum vikum í kaldari ánum (sjá bls. 7 ).

## 3. Fæða.

Laxfiskaseiðin lifa á smádyrum, sem í okkar ám eru aðallega púpur og lirfur, rykmýs, bitmýs og vorflugna. Þessi skordýr halda sig út í straumnum, með því að festa sig á steina, og lifa aðallega

BRETT AND HIGGS: TEMPERATURE RE FINGERLING SOCKEYE GASTRIC DIGESTION 1771

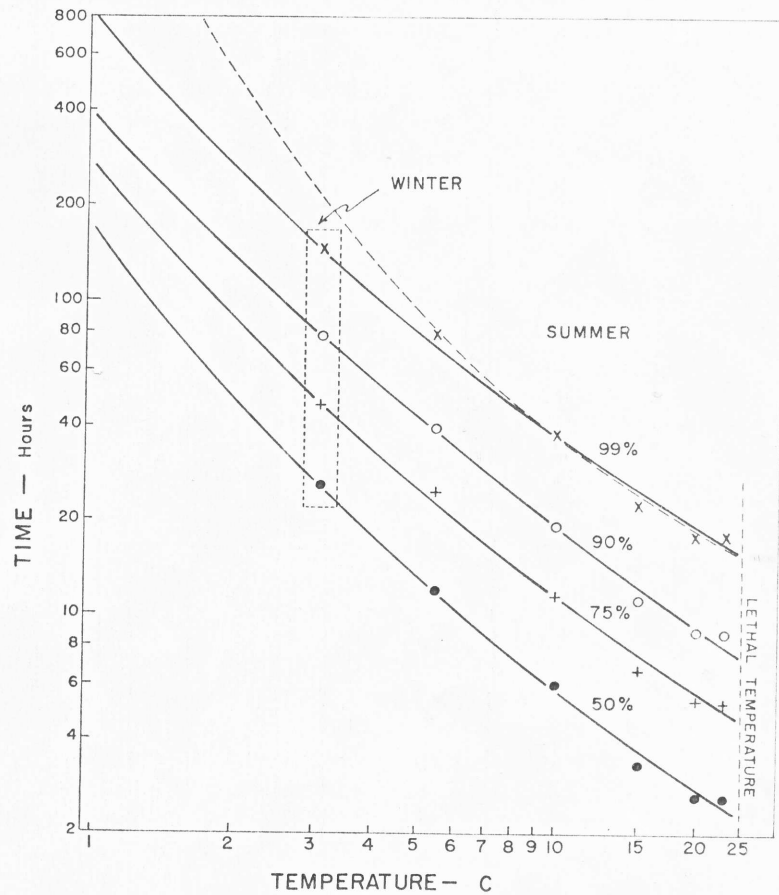


FIG. 3. Digestion time in relation to temperature. Experiments at 5.5 C and above were performed in the summer; that at 3.1 C was done in mid-winter. Extrapolation from the former (broken line) gives a higher estimate for low temperatures than the case observed (see text).

TABLE 1. Meal size and digestion times of yearling sockeye salmon at various temperatures.

Temp (C)	Total length (cm)	Wet wt (g)	Meal size (% body wt) <sup>b</sup>	Times to % digestion (hr)			
				50%	75%	90%	99%
3.1 <sup>a</sup>	17.8	41.1	2.51±0.92	25.6	45.5	74.0	147.0
5.5	16.3	36.2	1.52±0.47	12.0	23.7	39.5	79.4
9.9	15.6	30.1	2.42±1.13	6.0	11.6	19.2	37.8
14.9	15.6	30.7	2.61±0.76	3.35	6.75	11.3	22.6
20.1	15.8	34.6	2.69±0.50	2.66	5.34	8.82	17.7
23.0	15.4	30.0	1.98±1.08	2.62	5.30	8.80	17.8

<sup>a</sup>Average temperature in tank during digestion period was 3.1 ± 0.2 C — the only winter series.

<sup>b</sup>Dry organic contents (as percent dry body weight of) first sample of 10 fish 6 min after initial feeding (G.M. ± 2 SE).

BRETT AND HIGGS: TEMPERATURE RE FINGERLING SOCKEYE GASTRIC DIGESTION 1777

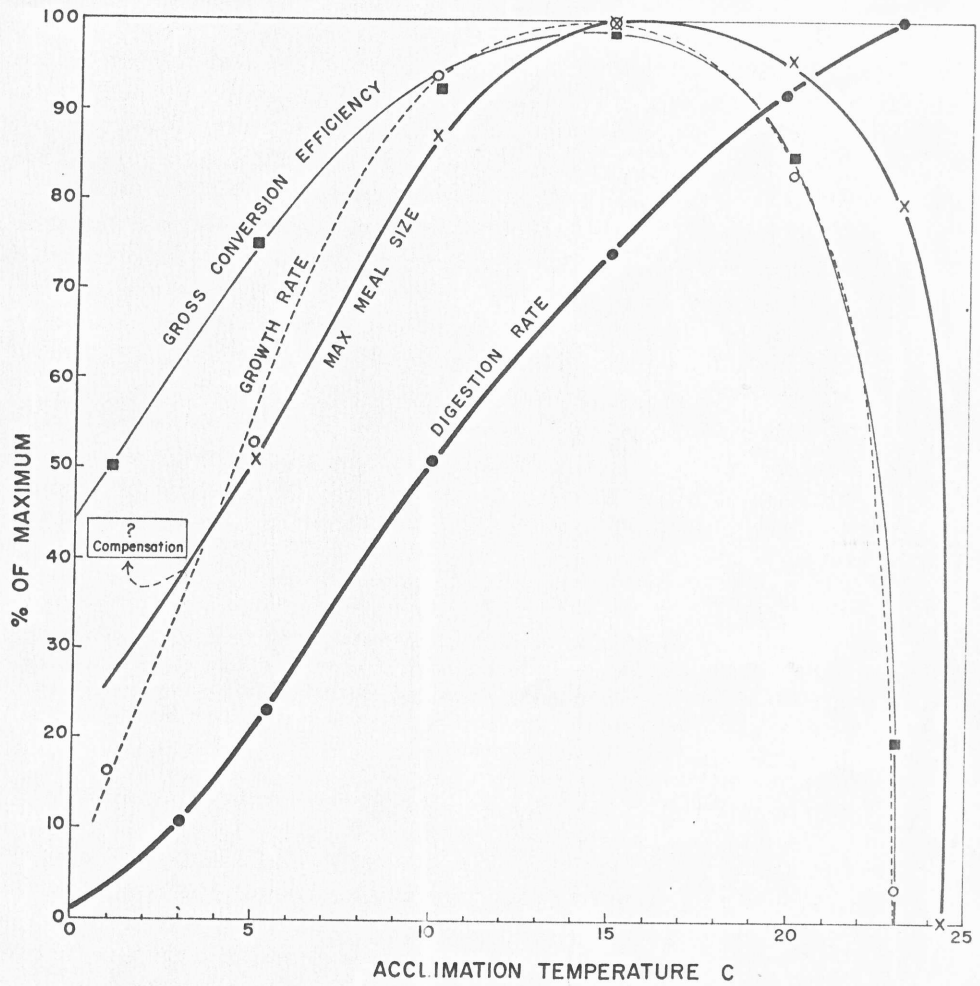


FIG. 6. Relative relation of various growth, food, and digestion parameters to acclimation temperature. Each rate has been expressed as a percentage of the maximum observed.

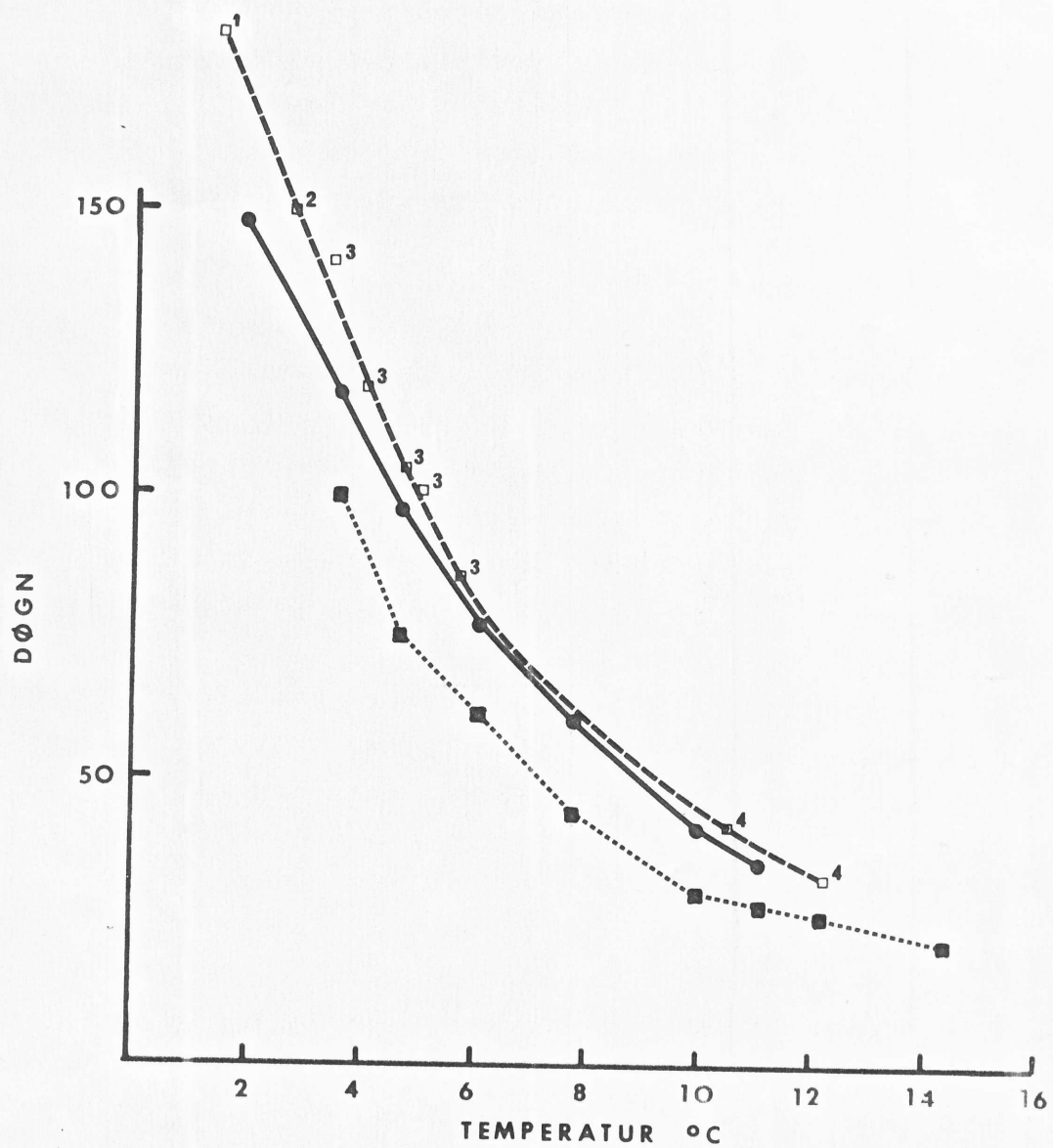


Fig. 7. Klekketidens avhengighet av temperaturen.

- ..... Regnbueaure
- Aure
- - - - Laks

(Etter data fra G.C. Embody, 1934

(Etter data fra: 1. H.J. Battle, 1944, 2. Bestyrer Mathisen ved Lundesokna-anlegget, 3. Fr. Tove Karlsen, A/S MOWI, fiskeoppdrett 4. H.C. Markus, 1962.

Foreløpig mangler data for inter-  
vallet 6-10°C.)



á smásæjum þörungum, sem straumurinn ber niður ána. Þörungarnir framleiða lífræn efnasambönd úr ólífrænum (frumbjarga) og eru þeir undirstaða alls annars lífs í ánni, og þá jafnan fyrsti hlekkurinn í fæðukeðju laxfiskaseiðanna. Þörungamagn árinna ræðst af því, hversu auðug hún er af uppleystum steinefnum.

### Aðferðir t.þ.a. meta lífsskilyrðin í ánni.

#### 1. Lýsa ánni.

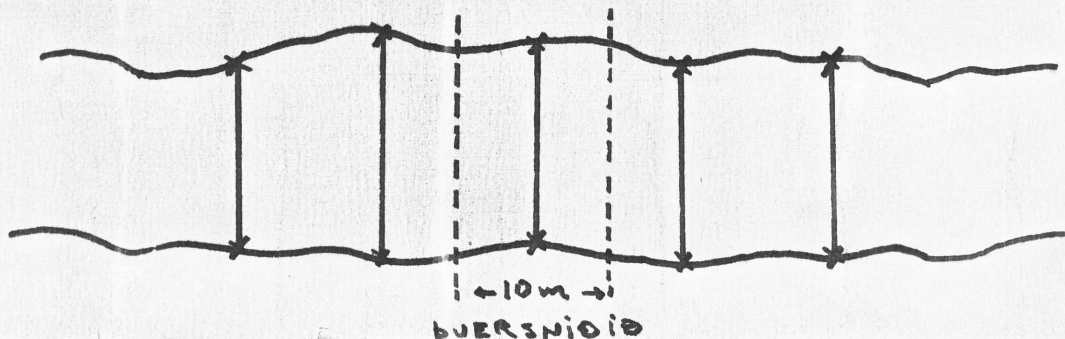
Hér skiptir mestu að kanna og lýsa ánni með tilliti til botngerðar og straumlags, eða með öðrum orðum, hvort áin hefur næg hrygningarskilyrði, og hversu stórt uppeldissvæðið er fyrir seiðin svo og hvernig það nýtist hinum ýmsu stærðarhópum seiðanna.

Það liggur í augum uppi, að ógjörningur er, að kanna og lýsa hverjum fermeter í ánni. Venja er, að framkvæma þetta á þann veg, að taka þversnið af ánni, með jöfnu millibili, lýsa einkennum árinna innan þeirra, og leggja þau síðan til grundvallar árlýsingunni. Þversmiðin eru höfð 10 m að lengd, og þau mega ekki vera færri en 15 (hversu stutt sem áin er), en æskilegt er að hafa þau ekki færri en 30. Á bls. 9 er sýnt eyðublað, sem hagkvæmt er að nota við slíka könnun, og hér að neðan er farið í einstaka liði þessa eyðublaðs.

#### Árbreidd.

Hún er mæld milli bakka, í miðju þversmiðinu. Oft eru þó teknar fleiri mælingar t.d. 5 mælingar með 10 m millibili, og er þá meðaltal þeirra lagt til grundvallar útreikningum á heildarbotnfletti árinna.

Dæmi:

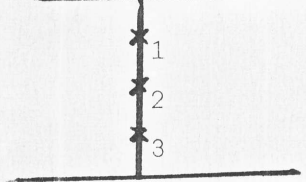




### Vatnsdýpi.

Vatnsdýpið er mælt á þremur stöðum, í miðri ánni og mitt á milli miðju og bakka. Ef áin er t.d. 20 m breið, þá eru mælistaðirnir 5, 10 og 15 m frá öðrum bakkanum. Meðaldýpið fæst með því að leggja saman þessar þrjár mælingar og deila í summuna með 4.

Dæmi: Þversniðið



$$x_1 = 40 \text{ cm}$$

$$x_2 = 70 \text{ cm}$$

$$x_3 = 30 \text{ cm}$$

$$140:4 = 35 \text{ cm meðaldýpi.}$$

### Hyljir.

Ef hylur er innan þversniðsins, þá er stærð hans mæld (flatarmál) eða sá hluti hans, sem liggur innan þversniðsins. Einnig er þess getið, hvort hylurinn veiti fullorðnum fiski skjól, það er, hvort hann er grýttur, með yfirslúttandi bökkum, gróðri eða á annan þann veg, að fiskur eigi auðvelt með að leynast í honum.

Stórir og djúpir hyljir eru auðgreindir, en hvort telja beri "heldur dýpra vatn" og "dýpri straumstrengi" til hylja eða ekki, verður rannsakandinn að leggja eigið mat á. Ég hef unnið eftir þeirri reglu, að telja ekki "heldur dýpra vatn" til hylja, nema um sé að ræða nokkuð vel afmarkað svæði, með að minnsta kosti tvöfalt vatnsdýpi aðliggjandi svæðis.

### Straumur.

Til eru sérstakir mælar, til þess að mæla straumhraðann. Algengara, og alveg fullnægjandi, er að nota til þess flot, það er, að mæla tímann sem flotið fer ákveðna vegalengd, t.d. 20-30 m. Flotmælingar gefa yfirborðsvatnshraðann, en yfirleitt er það hann, sem vitað er til í sambandi með áhrif straums á laxfiska. Út frá yfirborðshraðanum má einnig fá grófa mynd að meðalhraðanum og botnhraðanum með eftirfarandi stöðlum:

Meðalhraði = yfirborðshraði x 0,8 (yfir grjótbotni)  
x 0,9 (yfir leðju/sandbotni)  
botnhraði = meðalhraði x 0,75 (yfir grjótbotni).

Sjálfsgagt er einnig að mæla rennsli (vatnsmagn) árinna á einum stað.

Rennsli ( $m^3/sek$ ) = árbreidd (m) x meðaldýpi (m) x meðalstraumhraði (m/sek).

Þegar rennsli er mælt ber að viðhafa meiri nákvæmni í mælingum en venjulega, t.d. að leggja 5 mælingar til grundvallar árbreiddinni og straumhraðanum og fjölga mjög vatnsdýpismælingum.

#### Botnefni.

Botnefnin eru greind í eftirfarandi flokka:

L = leðja  
S = sandur  
M = mól 0,2-2 cm í þvermál  
Gr = grús 2-10 cm í þvermál  
St<sub>1</sub> = minna grjót 10-20 cm í þvermál  
St<sub>2</sub> = stærra grjót 20-40 cm í þvermál  
St<sub>3</sub> = hnullungar > 40 cm í þvermál  
K = klöpp.

Botnefnin eru metin í prósentum.

#### Gróðurþekja.

Yfirleitt er lítið af rótstöfum gróðri í okkar ám. Aðallega er um að ræða slí í lygnum árhlutum, og svo mosi á steinum í ám sem hafa stöðugt rennsli (lindár). Hávaxinn gróður eins og slí veitir seiðum ákveðið skjól eða felustaði, en lítið er um heppilega fæðu fyrir laxaseiði á slíkum lygnustöðum, en skilyrði geta verið talsverð fyrir bleikjuseiði.

Gróðurinn er metinn í prósentum, það er, hvað hann þekur stóran flöt af árbotninum.

#### Bakkar.

Á eyðublaðinu eru tveir reitir undir yfinskriftinni Bakkar,

annar er ætlaður fyrir aðdjúpan grasbakka (G) en hinn fyrir aðdjúpan klapparbakka (K), og er bakkalengd metin í prósentum. Algengast er hins vegar, að á sé bakkalaus í þeim skilningi að hún smágrynnist til landsins og er þess þá ekki getið sérstaklega.

Á eyðublaðinu (1) er sýnt dæmi um mælingar á á, sem er 16 km að lengd og hafa 15 þversnið verið tekin af ánni með 1 km millibili. Á bls.13 er sýnd mynd af prófíl árninnar, en af honum má oft ráða í botngerðina, enda ræðst hún mikið til af því hversu brött áin er. Af prófílnum má sjá, að frá ósi að upptökum eru misbrattir árhlutar, og mætti lýsa ánni í orðum á eftirfarandi veg:

1) Árhlutinn frá ósi og 4,5 km upp eftir (þversnið 1-4).

Áin er breið og lygn, neðantil með leðjubotn gróin slíi, en ofantil er sandbotn. Hrygningarskilyrði eru engin, uppeldisskilyrði fyrir laxaseiði rýr til engin, en á gróna leðjubotninum nokkur skilyrði fyrir bleikjuseiði.

2) Árhlutinn milli 4,5 og 8,5 km (þversnið 5-8).

Möl og smágrýti neðan og ofantil, en straummeiri og stórgrýttari um miðbikið. Góð hrygningarskilyrði og einnig eru uppeldisskilyrðin góð fyrir seiðin, einkum smáseiði.

3) Árhlutinn milli 8,5 km og 9,5 km (þversnið 9).

Áin er lygn og sandur og klöpp í árbotninum. Engin hrygningarskilyrði, né heldur uppeldisskilyrði fyrir seiði.

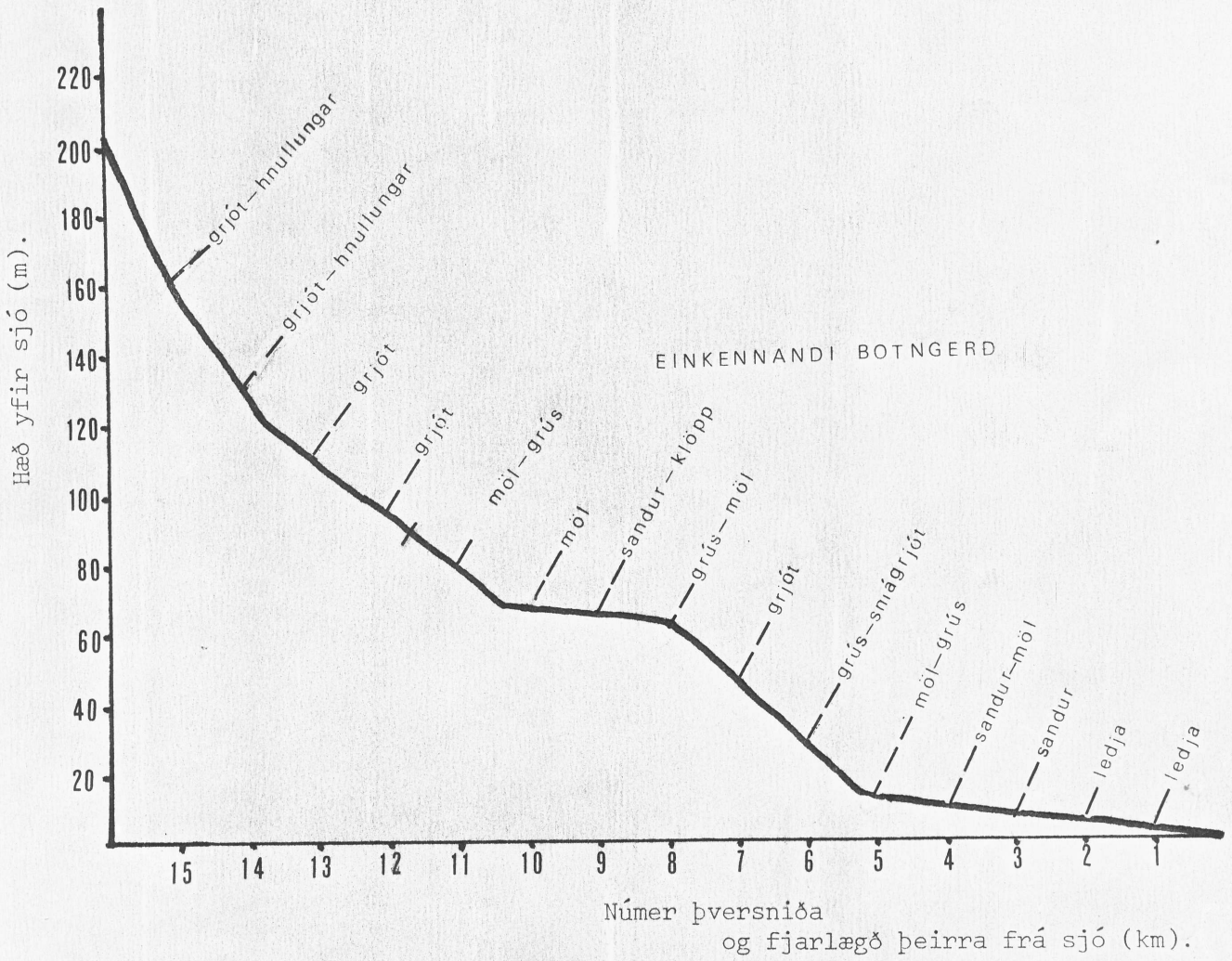
4) Árhlutinn milli 9,5 og 13,5 km (þversnið 10-13).

Möl og grús neðantil en verður smágrýtt er ofar dregur. Hrygningarskilyrðin eru góð og einnig uppeldisskilyrðin fyrir seiðin.

5) Árhlutinn frá 13,5 km að upptökum (þversnið 14 og 15).

Áin er þarna mjög brött og straumhörð, og í árbotninum stærra grjót, hnullungar og klöpp. Þarna eru engin hrygningarskilyrði, en ágæt uppeldisskilyrði fyrir stór seiði (laxaseiði).

Ár prófíllinn.



Á eyðublaði 2 bls.15 er sýnd töluleg samantekt mælinganna af eyðublaði 1, og á bls. 16 er gerð grein fyrir útreikningunum. Árbotn árinna mælist 24,2 ha, þar af er 29,8% (7,2 ha) hans leðja, sandur og klöpp, sem ekki nýtist til seiðauppeldis. Hyljir eru 9,7% (2,3 ha), en þeir eru rýr svæði hvað seiðauppeldi varðar, en eru hins vegar nauðsynlegar fyrir fullorðna fiskinn. Grýtt straumbrot (möl-St<sub>3</sub>) eða uppeldissvæðið fyrir seiðin, eru 60,5% (14,7 ha). Á eyðublaðinu er síðan kannað nánar grófleiki grjótbotsins (uppeldissvæðisins), það er, hvort hrygningarskilyrðin eru nægjanleg, og hvort rétt hlutföll eru á milli búsvæða fyrir smá og stór seiði. Möl þarf að vera fyrir hrygningarfiskinn og í henni dvelja seiðin fyrstu vikurnar eða mánuðina, fara sig síðan yfir í grúsina, en stóru (eldri) seiðin þurfa grófari botn. Æskileg samsetning árbotnsins er á eftirfarandi veg:

Möl	10-15%
Grús	30-20%
St <sub>1-2</sub>	50-60%
Hnullungar	10- 5%.

Í dæminu sem hér er tekið, er möl og grús um helmingur botnefna grýtta svæðisins. Sem almenna umsögn um ána, þá eru næg hrygningarskilyrði neðantil í ánni, en þau vantar í efsta hlutann (efstu 2,5 km). Uppeldisskilyrði fyrir smáseiði eru víða, og eru þau tiltölulega mun meiri en fyrir stór seiði, og má sterklega átla að framleiðsla árinna (gönguseiðaframléðslan) takmarkist við getu hennar að fóstora stór seiði. Þar sem í efsta hlutanum eru góð uppeldisskilyrði fyrir stór seiði, en hins vegar engin hrygningarskilyrði, þarf að kanna það sérstaklega (með seiðaveiðum- rafmagnsveiðum) hvort árhlutinn nýtist fullkomlega til seiðaframléðslu af þeim sökum (t.d. geta flúðir og smáir fossar valdið því, að seiðin komast ekki upp ána, þótt fullorðinn fiskur eigi ekki í neinum erfiðleikum með þær hindranir).

Hér að neðan er skýrt nánar hvernig botngerðin og straumlagið getur takmarkað gönguseiðaframléðsluna, og einnig hvaða seiðasleppingar geta bæt þar um.

Eyðublað 2 fyrir árrannsóknir.

Á: Laxá

Dagur: 14.08.80

Rannsóknarm: T.A.

Fjöldi þversniða	15
Árlengd..... km	16.0
Meðal breidd ..... m	15.1
Stærð árbrotsins..... ha	24.2
Grýtt straumbrot..... %	60.5
Hyljir..... %	9.7
Leðja/sandur/klöpp..... %	29.8

Hlutfall botnefna  
grýttra straumbr.

M-möl..... %	24.4
Gr-grús ..... %	23.9
St <sub>1</sub> - minna grjót ..... %	27.4
St <sub>2</sub> - stærra grjót ..... %	15.9
St <sub>3</sub> - hnullungar..... %	8.4

Hlutfall hylja

Skjólgóðir..... %	100
Berir ..... %	

Gróðurþekja

Lygnur ..... %	38.5
Straumur ..... %	

Meðaldýpi..... cm	17
Halli (Gradient)..... %	



Útreikningar eyðublaðs 2.

Árlengd : Hún er mæld eftir kortum eða loftmyndum. Stundum er unnt að mæla hana með kílómetrateljara bíls.

Stærð árbotsins : Árlengd x meðalbreidd árinna.

Gerð árbotsins :

(þ.e. hlutfall hylja, grýtttra straumbrota og svo leðju/sands/klappar).

Byrjað er á því, að reikna út flatarmál hins rannsakaða botns. Botnflötur hylja er síðan reiknaður og hann dreginn frá hinum rannsakaða botnfleti, og því sem af gengur, er síðan skipt á milli hinna tveggja flokka botngerðar.

Rannsakaður botnflötur : (15 þversnið, 10m löng, 15,1m meðalbreidd) = 2265m<sup>2</sup>

Hyljir (liður 4, eyðubl. 1) : ( 12,5m x 17,1m ) = 219m<sup>2</sup>

---

2046m<sup>2</sup>

Botnefni (liður 6, eyðubl. 1) :

Þar sem tekin voru 15 þversnið er prósentuleg summa botnefnanna 1500 og botnflöturinn 2046m<sup>2</sup> (2265-219m<sup>2</sup>). Botnflötur grýtttra straumbrota ( M, Gr, St<sub>1</sub>, St<sub>2</sub>, St<sub>3</sub> = 1005% ) er þá 1376m<sup>2</sup> og leðju/sandur/klöpp (495%) 678m<sup>2</sup>.

Hyljir : 219m<sup>2</sup> = 9,7%

Grýtt straumbrot : 1371m<sup>2</sup> = 60,5%

Leðja/sandur/klöpp : 675m<sup>2</sup> = 29,8%

---

2265m<sup>2</sup>

Aðrir útreikningar eru auðskildir.

1. Hrygningarskilyrðin takmarkandi.  
Skert gönguseiðaframleiðsla, þar sem áin nær því aldrei að verða fullsetin seiðum. Úrbætur, smáseiðasleppingar ("start fóðruð" eða sumaralin).
2. Búsvæði fyrir smá seiði takmarkandi (straumhörð á).  
Skert gönguseiðaframleiðsla, þar sem of fá smáseiði komast á legg, að öll búsvæði fyrir stór seiði nýtist. Úrbætur, sleppa stórum sumaröldum seiðum.
3. Búsvæði fyrir stór seiði takmarkandi (smágrýtt á).  
Skert gönguseiðaframleiðsla miðað við framleiðslugetuna á smáseiðum. Ef hrygningarstofninn fer yfir æskilega stærð, er hætt á því, að slíkt á "ofmettist" af smáseiðum, það er að segja, smáseiðin yfirtaki þau búsvæði sem stór seiði geta jafnframt nýtt, sem leiðir þá til frekari framleiðslu-  
rýrnunnar. Úrbætur, einu seiðasleppingarnar sem að gagni koma til þess að auka fiskgengd í ánni eru gönguseiði.

Í sumum tilvikum er hægt að bæta vankanta af þessu tagi með öðrum ræktunaraðgerðum en seiðasleppingum, það er, að búa til hrygningarstaði og auka búsvæði fyrir ákveðna seiðahópa, með því að aka í ána grjóti af rétttri stærð.

## 2. Vatnsgæðin.

Fyrir hefðbundnar efnarannsóknir á vatni, er nóg að taka vatnssýni í 1/2 l gler- eða plastflöstu (tárhreina) stútfylla hana, og loka henni með loftþéttum tappa. Flöskuna ber að geyma í myrkri og æskilegast á köldum stað. Iðntæknistofnun Íslands er svo sá aðili sem hægt er að leita til í sambandi við efnagreiningarnar. Þau atriði sem mest er um vert að kanna eru þessi:

Sýrustig (PH): Hátt og lágt sýrustig skaðar súrefnisnýtingu fiska. Fyrir laxfiska er æskilegt að sýrustigið sé á bilinu 6,5-8,5, en það má ekki fara niðurfyrir 5,4 eða uppfyrir 9,2.

Næringarsölt: Mikilvægustu næringarsöltin sem frumbjargalífverur þurfa eru nítrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og fosfat

( $\text{PO}_4^{3-}$ ), og þá jafnframt þau mikilvægustu fyrir allt lífríki árinna.

Leiðni (micromhos/cm v/25°):

Leiðni vatnsins er mæling á heildarmagni uppleystra efna, svo sem klóríðs ( $\text{Cl}^-$ ), natríums ( $\text{Na}^+$ ), Kalíums ( $\text{K}^+$ ), kalsíum ( $\text{Ca}^{2+}$ ) magnesíums ( $\text{Mg}^{2+}$ ) karbónats ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bikarbónats ( $\text{HCO}_3^-$ ), súlfats ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), nítrit ( $\text{NO}_2^-$ ) auk fyrrnefndu næringarsalta o.fl. Lítil leiðni gefur til kynna lítið magn uppleystra efna, og þá lágt næringargildi vatnsins. Í okkar rýrustu ám er leiðnin um 20, en í þeim bestu um 200.

Til eru mælar, sem mæla má sýrustigið og leiðnina á staðnum ("ferðamælar"), og gefa þær tvær mælingar ágæta hugmynd um vatnsgæðin fyrir fiskalíf.

Eitt efni sem ekki hefur verið minnst á hér að ofan, verður einnig að vera til staðar, en það er uppleyst súrefni ( $\text{O}_2$ ), sem öll dýr þurfa á að halda til öndunnar. Fyrir laxfiska má magnið ekki fara niðurfyrir 6 mg/l. Ekki er vitað til þess, að í hérlendri á hafi orðið fiskadauði vegna súrefnisskorts. Erlendis kemur slíkt fyrir í ám sem eru lygnar og gróðurmiklar og fá í sig mikið af lífrænum úrgangi (t.d. skolp og lauf), því bæði gróðurinn (á nóttunni) og lífræn rotnunarefni eyða súrefni vatnsins.

Á bls. 19 eru sýndar efnagreiningar á vatni nokkurra sunnlenskra áa. Í þeim rannsóknum eru uppleyst steinefni greind til fleiri flokka en almennt er viðhaft í fiskirannsóknum. Einnig hefur verið framkvæmd permanganatmæling ( $\text{KMnO}_4$ ), en hún gefur til kynna magn lífrænna rotnunarefna. Lág permanganattala gefur þannig til kynna að lítið sé af lífrænum efnasamböndum í ánni. Á bls. 20 er sýnt magn Coligerla af sauruppruna í vatni þessara sömu áa. Geta má þess að í drykkjarvatni má ekki finnast neinn Coligerill í  $100 \text{ cm}^3$ . Á bls. 21 er sýndur drykkjarvatnsstaðall Alþjóða Heilbrigðismálastofnunarinnar.

### 3. Vatnshiti.

Vatnshitann ber að mæla í straumi, en aldrei í lygnum.

Efnaflokkur	Sýru eittg PH	KjH <sub>4</sub>	mg / l										µg / l					Uppleyfingstíðni mín	Væðing V/25 C	
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SiO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	F <sup>-</sup>				
Varmá Höfnagengi	X 7,95	S 0,20	4,41	85,6	23,7	4,23	16,1	1,74	15,5	17,4	15,2	133	4,51	56,3	21,0	173	110	4808	214,3	174,03
Varmá Ljósleifar	X 7,95	S 0,20	4,00	82,0	3,10	1,40	3,55	0,72	4,11	7,60	4,21	39,0	2,07	36,3	22,4	30,0	51,2	12000	78,7	74,42
Varmá Dyrjandi	X 7,76	S 0,45	4,47	30,4	6,54	0,69	3,16	0,42	3,78	5,30	10,3	130	6,16	33,9	24,1	61,0	49,1	12777	67,6	63,83
Varmá Eftastaal	X 8,84	S 0,17	1,25	4,57	0,53	0,13	0,17	0,16	1,07	0,07	4,00	22,0	1,21	14,5	11,3	23,2	2,59	639	54	51,44
Varmá Faxi	X 7,32	S 0,11	3,32	25,3	6,50	0,91	2,48	0,50	6,50	4,03	10,4	175	2,37	36,2	29,5	70,3	43,4	13340	53,6	49,92
Varmá Jadar	X 7,53	S 0,27	5,34	39,0	8,08	2,45	5,26	0,77	4,89	7,34	15,8	98,3	3,25	42,3	39,0	126	68,4	11832	84,5	68,21
Varmá Hvítá Gullfoss/Brannhlá	X 7,46	S 0,10	5,36	32,5	8,12	1,31	3,66	0,58	5,04	3,86	10,2	92,9	3,01	32,9	34,2	99,0	54,2	14156	70,6	63,56

Handwritten notes and calculations at the bottom of the page, including values like 214.3, 174.03, 78.7, 63.83, 74.42, 54, 51.44, 53.6, 49.92, 84.5, 68.21, 70.6, 63.56.

Tafla II.

4.2 Colligerlar af sauruppruna í 100 cm<sup>3</sup> M.P.N. (most probable number).

Nr.	Stöð	Dags	25/4 1973	6/6 1973	29/6 1973	26/7 1973	17/8 1973	21/9 1973	30/10 1973	27/11 1973	Meðaltal	Vatnshiti meðaltal
1	Varmá, brú		2.800	3.500	920	3.500	1.600	540	5.400	110	2.296	12.9
2	Sog, brú		13	5	11	2	33	0	23	5	12	6.1
3	Brúará, Dynj.		2	17	0	8	5	17	79	8	17	5.7
4	Brúará, Efstadal		0	4	2	7	0	7	7	4	4	3.9
5	Tungufljót, n.v. Far		5	33	2	8	13	2	49	5	15	6.3
6	Fossá, Jaðar		130	49	1.700	49	70	8	170	400	322	8.4
7	Hvítá, Brúarhlöð		2	0	920	2	17	0	49	2	124	6.4
8	Stóra Laxá, Brú		2	33	5	2	23	0	130	5	25	7.0
9	Þjórsá, Urriðafoss		11	7	17	5	8	13	33	0	12	7.1
10	Ölfusá, Self.		540	220	21	540	49	31	70	1.100	321	7.0
11	Ellidáar			23	13							
	Meðaltal <sup>‡</sup>		87	45	333	77	26	8	72	191		
	Vatnshiti meðaltal		4.5	5.7	8.6	10.7	10.0	6.9	3.3	0.5		

<sup>‡</sup> nr. 1, 9 og 11 sleppt.

# NEYSLUVATNS STAÐALL

STANDARDS OF QUALITY FOR WATER SOURCES  
(WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1963)

*Physical Quality* *Limiting Value*  
Colour 300 units (Hazen)

*Compounds Affecting the Potability of Water*

<i>Substance</i>	<i>Maximum allowable limit</i>
Total dissolved solids	1500 mg/l
Iron	50 mg/l
Manganese (assuming that the ammonia content is less than 0.5 mg/l)	5 mg/l
Copper	1.5 mg/l
Zinc	1.5 mg/l
Magnesium plus sodium sulphate	1000 mg/l
Alkyl-benzyl-sulphonates (ABS)	0.5 mg/l

*Components Hazardous to Health*

<i>Substance</i>	<i>Maximum allowable limit</i>
Nitrate as NO <sub>3</sub>	45 mg/l
Fluoride	1.5 mg/l

*Toxic Substances*

<i>Substance</i>	<i>Maximum allowable limit</i>
Phenolic substances	0.002 mg/l
Arsenic	0.05 mg/l
Cadmium	0.01 mg/l
Chromium	0.05 mg/l
Cyanide	0.2 mg/l
Lead	0.05 mg/l
Selenium	0.01 mg/l
Radionuclides (gross beta-activity)	1000 μμc/l

*Chemical Indicators of Pollution*

<i>Indicator</i>	<i>Minimum* limit of pollution</i>
Chemical oxygen demand (COD)	10 mg/l
Biochemical oxygen demand (BOD)	6 mg/l
Total nitrogen exclusive of NO <sub>3</sub>	1 mg/l
NH <sub>3</sub>	0.5 mg/l
Carbon-chloroform extract (CCE: organic pollution)	0.5 mg/l
Grease	1 mg/l

\* Shown thus in WHO (1963).

Vatnshitinn ræðst af veðurfarinu (sólfari og vindum) og skal því veðurlýsing fylgja mælingunum. Á bls.23 er sýnt eyðublað sem notað er við vatnshitamælingar. Einstakar mælingar gefa mjög ófullkomna mynd af hitafari árs, en þær greina þá lindár frá dragám, og af tiltölulega fáum mælingum má sjá hvort dragáin er í flokki kaldra eða hlýrra dragáa (bls. 24 ). Í kviklyndri veðráttu eins og hér er, getur hitafar ánná verið mjög breytilegt frá ári til árs, og þá jafnframt klak- og vaxtarskilyrði seiðanna. Æskilegt er því, að fylgst sé náið með þessum þætti, t.d. að vatnshitinn sé mældur daglega og þá á sama tíma dags. Til eru sjálfvirkir vatnshitamælar, síritamælar, sem draga upp á pappír línurit af vatnshitanum og gefa fullkomna mynd af hitafarinu, og "elektrónískir" mælar, sem skrá vatnshitann á segulbandsspólu og má stilla tíma og fjölda mælinga að vild.

Þegar nákvæmar hitamælingar eru gerðar er venja að lýsa hitafari árs í "gráðudögum" (Degree-days). Í sambandi við klakið er miðað við gráðudaga yfir  $0^{\circ}$ , en í sambandi við afkomu seiðanna (laxaseiða) gráðudagar  $\approx 7^{\circ}$ . Meðað er við  $7^{\circ}$ , þar sem það er lágmarkshiti, sem hægt er að tala um, að einhver vöxtur eigi sér stað hjá laxaseiðunum.

Dæmi:

Gráðudagar (eða vaxtardagar) laxaseiða.

1. júlí	meðalhiti	$7^{\circ}$	=	1	gráðudagur
2.	"	"		$8^{\circ}$	= 2 "
3.	"	"		$9^{\circ}$	= 3 "
4.	"	"		$10^{\circ}$	= 4 "
<hr/>					
1.-4. júlí			=	10	gráðudagar.

Gengið er út frá því, sem viðmiðunartölu, að laxaseiði þurfi 500 gráðudaga (miðað við  $7^{\circ}$ ) að ná göngustærð (11-13 cm). Sjá nánar bls.25 .

Fæðumagn.

Í ánum er lífið að mestu bundið við botninn. Kemur það til af því, að aðeins við botn og bakka geta lífverurnar fest sig þannig að straumurinn hrifsi þær ekki með sér. Eins og áður er getið, þá er aðalfæða laxfiskanna (seiðanna) í okkar ám, púpur og





ÍSLENZK VÖTN X

STÖÐUVÖTN og ár úr stöðuvötnum

Sumarhiti: Yfir 10°C í 3-4 mánuði  
 Einkenni: Jafnt rennsli og jafn hiti yfir sumarið  
 Fiskteg: Lax, urriði og bleikja  
 Dæmi: Elliðaár, Langá, Laxá á Ásum

STRAUMVÖTN

BERGVÖTN

LINDÁR

Sumarhiti: 4-7°C í 3-4 mánuði  
 Einkenni: Jafnt rennsli, lítið um flóð  
 Fiskteg: Bleikja  
 Dæmi: Brúará, Rangá, Eldvatn

JÖKULVÖTN

Sumarhiti: Sjaldan yfir 10°C  
 Einkenni: Jökullitur og aukið rennsli á sumrin  
 Fiskteg: Bleikja, urriði, lax  
 Dæmi: Skeiðará, Jökulsá á Fjöllum o.s.frv.

DRAGÁR

KALDAR DRAGÁR

Sumarhiti: Undir 10°C allt árið  
 Einkenni: Falla bratt ofan af fjöllum  
 Fiskteg: Bleikja, Urriði  
 Dæmi: Margar Vestfirzkar og Austfirzkar ár

HLÝJAR DRAGÁR

Sumarhiti: 10-15°C í 3-4 mánuði  
 Einkenni: Ójafnt rennsli, flóðahætta  
 Fiskteg: Lax, urriði, bleikja  
 Dæmi: Fitjá, Stóra-Laxá, Reykjadalssá

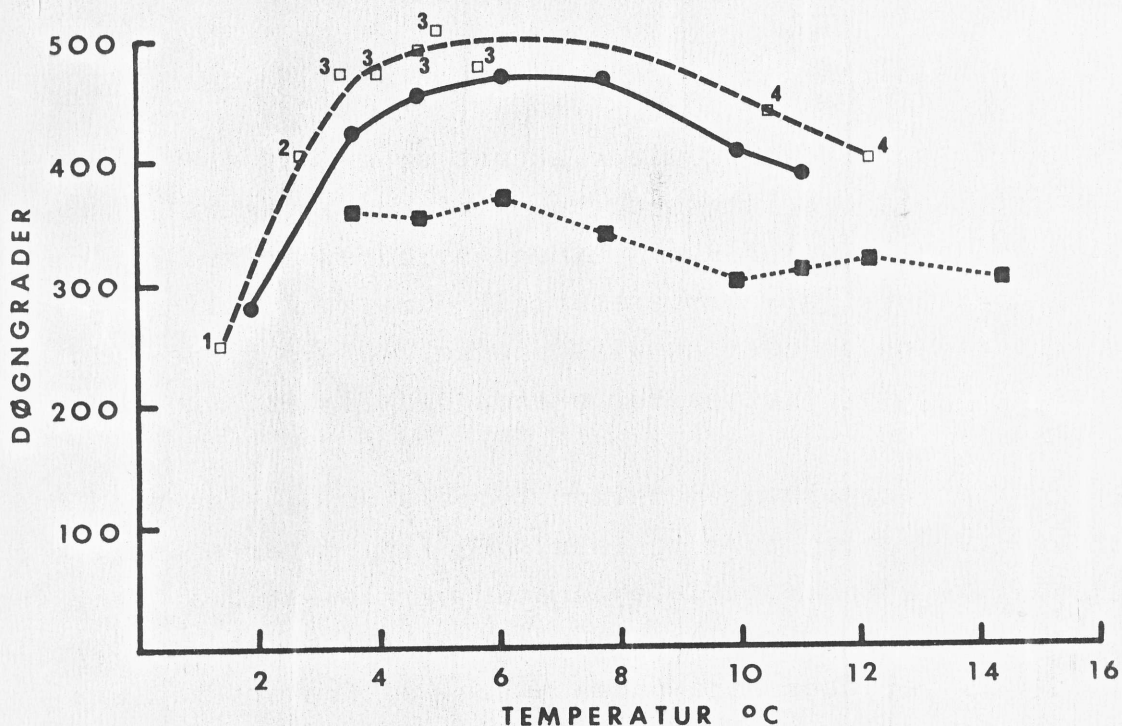


Fig. 8. Klekkesetid i døgngrader, som funksjon av temperaturen.

- ..... Regnbueaure
- Aure
- Laks

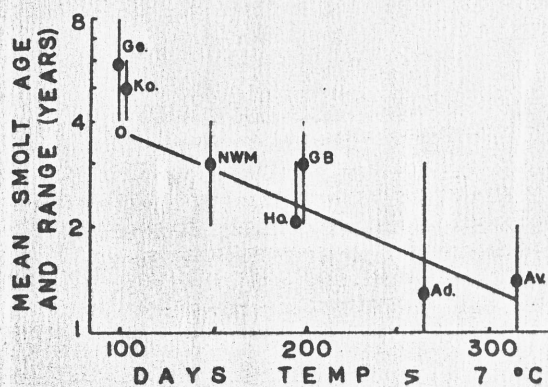


Fig. 4. Mean smolt age (●), and range in ages (|) at various lengths of growing season defined as days per year in which water temperatures reached or exceeded 7°C. Age of Ungava salmon 15 cm long, the usual length of smolts from other rivers (○). Data for Ungava rivers (George River, Ge., and Koksoak River, Ko.), Canada, from Power (1969); for northwest Miramichi River (NWM), Canada, smolt-ages Forsythe (1967, 1968); river temperatures P. F. Elson, St. Andrews, N.B., Canada, personal communication; for Høgvädsen River (Ho.), Sweden, G. Edman, Falkenberg, personal communication; for Girnock burn (GB), Scotland, R. J. G. Buck, Agriculture and Fisheries, Aberdeenshire, personal communication; for River Adour (Ad.), France, smolt age, Vibert (1950), river temperatures, M. Heland, Station d'Hydrobiologie, Biarritz, personal communication; for Avon River, England, A. S. Gräter, Avon and Dorset River authority, personal communication.

lirfur rykmýs (Chironomidae), bitmýs (Simuliidae) og vorflugna (Trichoptera), og nota þær grjótið til þess að verja sig straumnum. Lífsferlar þeirra eru sýndir á bls. 56-61 í kennslubókinni. Fjöldi þessara skordýra getur verið geysimikill, t.d. hafa rykmýs- og bitmýslirfur í efnaauðugum ám hér á landi fundist í tugþúsunda tali á fermeter.

Þar sem í ánum okkar eru fá önnur smádýr, sem er aðgengileg fæða fyrir laxfiska, en ofantalin skordýr, þá miðast fiskifræðilegar fæðurannsóknir á ánum fyrst og fremst að því, að meta magn þeirra skordýra. Gögnum má safna á eftirfarandi veg:

Taka steina úr ánni og þvo af þeim dýrin með uppþvottabursta í fötu með vatni. Fínriðnum háfi (0.25mm möskvastarð) er haldið undir steinunum á meðan verið er að lyfta þeim upp úr ánni, þannig að dýr sem kynnu að skolast af þeim lendi í háfnum. Mælt er flatarmál steinanna (mesta lengd og breidd) til að fá stærð söfnunarsvæðisins. Að lokum er svo vatninu í skolfötunni helt í gegnum háfinn, dýrin tínd úr honum í ílát (t.d. 20-40ml glös) með rotvarnarlegi. Algengast er að rotverja sýnin með vínanda (40%), ísóprópanóli (70%) eða formalíni (3-4%). Ísóprópanól og formalín má fá í öllum lyfjabúðum. Ísóprópanól er yfirleitt selt í 70% styrkleika en formalín í 35-40% styrkleika og þarf þá að blanda það vatni í hlutföllunum 1:10.

Ef greina á allar lífverur í sýnunum verður að skoða þau undir smásjá. Aðalfæðudýrin fyrir laxfiska, þ.e. lirfur og púpur fyrrnefndra skordýra, eru hinsvegar það stórar, að fullvaxnar eru þær auðgreinanlegar með berum augum, og komast má langt með að greina þær á yngri stigum með góðu stækkunargleri.

Einnig má geta annarrar leiðar, til þess að afla vitneskju um fæðumagn árinna, en hún byggir einfaldlega á því, að taka upp steina og telja hvað maður finnur mörg dýr á ákveðinni tímalengd, t.d. 5 mínútum. Aðferðin er ekki eins nákvæm og sú fyrri, gefur megin línurnar, en hefur þann kost að vera mjög fljótgerð. Í báðum tilvikum verður að safna gögnum á mörgum stöðum í ánni (t.d. 10) og velja staðina þannig að þeir endurspegli sem best straumeinkenni árinna (þ.e. yfir grýtta hluta hennar).

Í bókinni "Veröldin í vatninu" eftir Helga Hallgrímsson, náttúrufræðing (útgefandi Ríkisútgáfa námsbóka, Reykjavík 1979) er öllum algengari vatnalífverum sem finnast hér á landi gerð skil, bæði í orði og myndum. Einnig er greint frá því hvernig sýnum er safnað, þau tilreidd og skoðuð.