

# FORMLER OG BEREGNINGER

I dette kapitlet tar vi for oss noen av de vanligste beregningene som omhandler vekst, fôrfaktor og utfôringsmengder, og viser hvordan disse regnes ut. Vi har tatt med noen eksempler slik at man kan følge utregningene i detalj.

Det er mange tall og beregninger som benyttes i akvakulturnæringen. Selv om de fleste beregningene blir gjort av datamaskiner i driftssystemer og fôringssystemer, er det nyttig for alle involverte å ha en viss forståelse av hva disse betyr og hvordan de regnes ut. Det er ikke dermed sagt at man skal gå rundt å huske alle ligninger i hodet.

## 4.1 TILVEKST

Tilvekst uttrykkes vanligvis som SGR (spesifikk vekstrate). En annen beskrivelse for SGR er ”prosent daglig tilvekst”. Man beskriver altså hvor mye den daglige vektøkningen, eller tilveksten, er i prosent av fiskevekten.

For å beregne SGR trenger man startvekt og sluttvekt (eventuelt startbiomasse og sluttbiomasse) og antall dager det er fra start til slutt i perioden.

Beregning av SGR følger ligningen:

$$SGR = \left( \left( \frac{\text{sluttvekt}}{\text{startvekt}} \right)^{\left( \frac{1}{\text{dager}} \right)} - 1 \right) \cdot 100$$

### Regneeksempel 1:

Fisken er 510 gram den 1. mars og 785 gram den 10. april. Vi ønsker å finne den daglige tilveksten denne fisken har prestert.

Først finner man ut hvor mange dager det er snakk om: Fra 1. mars til 10. april er det 40 dager.

Setter man så tallene inn i ligningen for SGR blir det:

$$SGR = \left( \left( \frac{785}{510} \right)^{\left( \frac{1}{40} \right)} - 1 \right) \cdot 100 = \left( (1.54)^{(0.025)} - 1 \right) \cdot 100 = 1.08$$

Det betyr at denne fisken har vokst med en hastighet på 1.08 % per dag i perioden fra 1. mars til 10. april.

Det er ikke avgjørende om man bruker gram eller kg som enheter på fiskevektene. Dersom man setter inn 0.51 kg og 0.785 kg i ligningen får man samme svar.

### Regneeksempel 2:

I dette eksempelet bruker vi biomasser i stedet for snittvekter på fisken.

En mær inneholder 2100 tonn med fisk og 70 dager senere er denne biomassen vokst til 2900 tonn:

Den daglige tilveksten her er:

$$SGR = \left( \left( \frac{2900}{2100} \right)^{\left( \frac{1}{70} \right)} - 1 \right) \cdot 100 = \left( (1.381)^{(0.01429)} - 1 \right) \cdot 100 = 0.46$$

Altså har fisken i denne mæren vokst med 0.46 % per dag i denne 70-dagers perioden. I dette eksempelet er det ikke tatt hensyn til eventuell dødelighet.

#### 4.1.2 AVANSERTE BEREGNINGER

Man kan snu på ligningen for SGR og beregne de andre parametrene i ligningen.

##### Sluttvekt

Dersom man har startvekt, tidsrom (antall dager) og spesifikk vekstrate så kan man finne sluttvekten ved å bruke denne ligningen:

$$Sluttvekt = Startvekt \cdot \left( 1 + \frac{SGR}{100} \right)^{Dager}$$

##### Regneeksempel 3:

Dersom en fisk på 1200 gram vokser med en daglig vekstrate på 0.85. Hvor stor vil fisken være etter 25 dager?

Setter man dette inn i ligningen over får man

$$Sluttvekt = 1200 \cdot \left( 1 + \frac{0.85}{100} \right)^{25} = 1483$$

Altså vil fisken ha vokst til å bli 1483 gram.

##### Startvekt

Startvekten kan beregnes etter ligningen:

$$Startvekt = \frac{Sluttvekt}{\left( 1 + \frac{SGR}{100} \right)^{Dager}}$$

##### Regneeksempel 4:

Dersom en fisk har vokst med en vekstrate på 0.61 % i 38 dager og nå er 4250 gram, hvor stor var den for 38 dager siden?

Vi setter tallene inn i ligningen og får:

$$Startvekt = \frac{4250}{\left( 1 + \frac{0.61}{100} \right)^{38}} = 3373$$

Fisken var altså 3373 gram for 38 dager siden.

##### Tid (antall dager)

Dersom vi snur på ligningen igjen slik at den regner ut tiden (antall dager) ser den slik ut:

$$Dager = \frac{\log\left(\frac{Sluttvekt}{Startvekt}\right)}{\log\left(1 + \frac{SGR}{100}\right)}$$

##### Regneeksempel 5:

Dersom en fisk dobler vekten sin fra 300 gram til 600 gram med en vekstrate på 1.62 % per dag, hvor lang tid tar dette?

$$Dager = \frac{\log\left(\frac{600}{300}\right)}{\log\left(1 + \frac{1.62}{100}\right)} = \frac{\log(2)}{\log(1.062)} = 43$$

Det tok 43 dager for fisken å vokse fra 300 gram til 600 gram med en SGR på 1.62 %.

#### 4.2 VEKSTFAKTOR 3

I noen sammenhenger støter man på vekstfaktor 3 (VF3) som mål på fiskeveksten. På engelsk heter det "Thermal Growth Coefficient 3" forkortet TGC3. Denne enheten tar inn vanntemperatur som en del av beregningen i form av døgngader.

En døgngradsum er summen av temperaturene for hver dag fisken vokser. 20 dager med 12°C vil tilsvare en døgngradsum på  $20 \cdot 12 = 240$  døgngrader. Dersom fisken opplever 4 dager med 8°C deretter 6 dager med 9°C vil dette være  $4 \cdot 8 + 6 \cdot 9 = 86$  døgngrader.

Vekstfaktor 3 beregnes med denne ligningen:

$$VF_3 = \frac{(\sqrt[3]{\text{Sluttvekt}} - \sqrt[3]{\text{Startvekt}})}{\text{Døgngradsum}} \cdot 1000$$

Vekstfaktor 3 ble mye brukt tidligere, men er i mindre grad benyttet i dag. Skretting anbefaler generelt at man bruker SGR i stedet for VF3.

#### 4.3 RELATIVE GROWTH INDEX (RGI)

For å vurdere om fisk har vokst godt eller dårlig, må man ha en forventning om hvordan fisken normalt skulle ha vokst. Veksttabeller forteller oss hva normal eller forventet daglig tilvekst er for ulike fiskestørrelser ved ulike temperaturer (se side 25. Flere tabeller finner du i Skrettings fôrkatalog).

Den relative forskjellen mellom observert og forventet daglig tilvekst kalles relativ vekst indeks (RGI).

##### Eksempel:

Du har laks som er 1500 gram, sjøtemperaturen er 10°C og laksen vokser med en SGR på 0.85 % per dag. Er dette god eller dårlig vekst? Og hvor god er den i så fall?

Ved å se på veksttabellen finner man at normal tilvekst (SGR) for denne fisken burde vært 0.78 % per dag. Altså vokser laksen bedre enn tabellen.  $0.85/0.78 = 1.09 = 109\%$ .

Vi sier da at RGI er 109%. Det betyr at fisken vokser 9% bedre enn forventet.

Dersom man observerer en RGI på 95% vil det bety at fisken vokser 5% dårligere enn forventet.

#### 4.4 FORFAKTOR

Forfaktor (FF) (på engelsk: FCR som står for Feed Conversion Ratio) er et uttrykk som sier noe om hvor godt fôret utnyttes av fisken. Man skiller mellom biologisk fôrfaktor og økonomisk fôrfaktor.

I sin enkleste form kan man uttrykke fôrfaktor som

$$\frac{\text{fôr (kg)}}{\text{biomasseøkning (kg)}}$$

Fôrfaktoren kan leses som ”hvor mange kg fôr trenger jeg for å produsere 1 kg fisk”

##### 4.4.1 ØKONOMISK FÔRFAKTOR:

En økonomisk fôrfaktor beregnes med følgende ligning (BM står for biomasse)

$$FF_{\text{øko}} = \frac{\text{utforet mengde}}{BM_{\text{slutt}} - BM_{\text{start}}} = \frac{\text{utforet mengde}}{(BM_{\text{slakt}} + BM_{\text{i sjø}}) - BM_{\text{start}}}$$

En økonomisk fôrfaktor er påvirket av dødeligheten. Dersom dødeligheten er stor, vil dette øke den økonomiske fôrfaktoren.

##### 4.4.2 BIOLOGISK FÔRFAKTOR:

Når man skal beregne den biologiske fôrfaktoren må man trekke fra død fisk (og eventuelt utsortert fisk og svinns). Den biologiske fôrfaktoren forteller oss hvor godt fisken har utnyttet fôret biologisk.

Ligningen for biologisk fôrfaktor ser slik ut:

$$FF_{\text{bio}} = \frac{\text{utforet mengde}}{(BM_{\text{slakt}} + BM_{\text{i sjø}} + BM_{\text{døde}} + BM_{\text{utkast}} + BM_{\text{svinn}}) - BM_{\text{start}}}$$

Det er viktig at de ulike biomassetallene har samme enhet slik at alle tall er enten rundvekt eller levende vekt, men ikke en blanding. Det vanligste er å bruke levende vekt biomasser. Resultatet blir da en levende vekt fôrfaktor.

## 4.5 FÔRINNTAK/RASJON

For å beregne fôrresasjonen (FR) kan man multiplisere tilveksten (SGR) med biologisk fôrfaktor (FF<sub>bio</sub>). Man får da den mengden fôr som tilsvarer veksten og fôrfaktoren:

$$FR = SGR + FF_{bio}$$

Det er nyttig å kunne beregne hva fisken normalt vil ha som dagsrasjon. Dette kan vi beregne ved hjelp av ligningen over og bruke SGR- og FF-verdier som vi leser ut av tabellverket du finner bakerst i dette heftet.

La oss ta et eksempel:

Situasjonen er som følger. En mærr med 60 000 fisk som nå har en snittvekt på 2,75 kg. Vanntemperaturen er 9°C. Vi ønsker å finne ut hvor mye fôr denne fisken normalt bør spise på en dag.

For å finne ut dette trenger vi å finne tabellverdiene for SGR og FF<sub>bio</sub> som tilsvarer denne fisken. SGR for 2,75 kg fisk i 9°C er 0.52 % per dag, og daglig FF<sub>bio</sub> for denne størrelsen fisk er 1.02.

Setter vi disse tallene inn i ligningen over finner vi:

$FR = 0.52\% * 1.02 = 0.5304\%$  per dag. Det bør altså føres ut en mengde som tilsvarer 0.53 % av biomassen i mærra.

Biomassen finner man med å gange snittvekt med antall:  
 $2.75\text{kg} * 60\ 000 = 165\ 000\ \text{kg}$

$0.53\% \text{ av } 165\ 000\ \text{kg} = 0.53 * 165000 / 100 = 875\ \text{kg fôr.}$

Det er viktig å huske at appetitten varierer mye fra dag til dag, slik at fisken godt kan spise mer eller mindre enn den utregnete mengden. Man må altså forstå et slikt tall som retningsgivende.

## 4.6 VEKTENHETER PÅ FISK

I det daglige møter man på flere vektbennevelser. Man oppgir fiskevekter og biomasser som "levende", "rund" eller "sløyd". Levende vekt er vekten (eller biomassen) av levende svømmende fisk. Rund vekt er vekten av en sultet og bløgget fisk. Sløyd vekt representerer vekten av en sultet, bløgget, sløyd fisk med hodet på.

Flere av disse benevelsene har flere navn med ulike forkortelser. Følgende tabell oppsummerer de vanligste på norsk og engelsk:

<b>Levende vekt</b>	Live fish equivalent (LWE)		
<b>Rund vekt</b>	Round weight equivalent (RWE)	Whole fish equivalent (WFE)	
<b>Sløyd vekt</b>	Gutted weight	Gutted weight equivalent (GWE)	Head on gutted (HOG)

Det finnes ingen absolutt bransjestandard for hvordan disse vektenhetene er i forhold til hverandre, men det er vanlig å bruke disse omregningsfaktorene:

Rund vekt = 93 % av levende vekt.

Sløyd vekt = 84 % av levende vekt.

For omregning fra en vektenhet til en annen kan man benytte følgende omregningstabell:

		Fra		
		Levende vekt	Rund vekt	Sløyd vekt
Til	Levende vekt	1	1.075	1.190
	Rund vekt	0.930	1	1.107
	Sløyd vekt	0.840	0.903	1

Noen eksempler på bruk av omregningstabellen:

**Eksempel 7:** Dersom man har en fisk på 5.3 kg levende vekt og ønsker å finne sløydvekten av denne fisken, finner man omregningsfaktoren "fra levende til sløyd" i tabellen (0.84). Denne multipliseres (ganges) med vekten slik at sløyd vekt for denne fisken blir  $5.3\ \text{kg} * 0.84 = 4.37\ \text{kg}$

**Eksempel 8:** En biomasse på 4300 tonn sløyd fisk skal omregnes til rund vekt. Man finner da faktoren "fra sløyd til rund" i tabellen (1.107). Rund vekt biomasse blir da  $4300\ \text{tonn} * 1.107 = 4760\ \text{tonn}$

## MATFISK

### Atlantisk laks

Tilvekst (% per dag) og biologisk førfaktor for Atlantisk laks (basert på resultater fra Skretting Rmax-databasen)

Temperatur (°C)																						
gram	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	FF <sub>bio</sub>	Akk. FF <sub>bio</sub>
30	0,17	0,33	0,51	0,70	0,89	1,09	1,29	1,49	1,69	1,89	2,08	2,26	2,42	2,57	2,68	2,75	2,78	2,74	2,63	2,42	0,81	0,81
100	0,12	0,29	0,48	0,67	0,86	1,06	1,25	1,44	1,62	1,79	1,95	2,09	2,21	2,31	2,38	2,41	2,39	2,32	2,18	1,98	0,81	1,16
200	0,12	0,28	0,45	0,62	0,80	0,98	1,15	1,32	1,49	1,64	1,77	1,89	1,99	2,07	2,12	2,14	2,12	2,05	1,93	1,75	0,82	0,96
300	0,11	0,25	0,41	0,57	0,73	0,90	1,06	1,21	1,36	1,49	1,61	1,72	1,81	1,88	1,92	1,94	1,91	1,85	1,74	1,57	0,83	0,91
400	0,10	0,23	0,37	0,52	0,67	0,83	0,97	1,12	1,25	1,37	1,48	1,58	1,66	1,72	1,76	1,77	1,75	1,69	1,59	1,44	0,84	0,89
500	0,09	0,21	0,34	0,48	0,62	0,77	0,90	1,04	1,16	1,27	1,37	1,46	1,54	1,59	1,63	1,63	1,61	1,56	1,47	1,32	0,84	0,88
600	0,08	0,19	0,32	0,45	0,58	0,71	0,84	0,97	1,08	1,19	1,28	1,36	1,43	1,48	1,51	1,52	1,50	1,45	1,36	1,23	0,85	0,88
700	0,07	0,18	0,29	0,42	0,54	0,67	0,79	0,91	1,02	1,12	1,20	1,28	1,34	1,39	1,42	1,42	1,41	1,36	1,27	1,15	0,86	0,87
800	0,06	0,16	0,27	0,39	0,51	0,63	0,75	0,86	0,96	1,05	1,14	1,21	1,27	1,31	1,34	1,34	1,32	1,28	1,20	1,08	0,87	0,87
900	0,05	0,15	0,26	0,37	0,48	0,60	0,71	0,81	0,91	1,00	1,08	1,14	1,20	1,24	1,26	1,27	1,25	1,21	1,13	1,02	0,88	0,87
1000	0,05	0,14	0,24	0,35	0,46	0,57	0,67	0,77	0,87	0,95	1,03	1,09	1,14	1,18	1,20	1,20	1,19	1,15	1,07	0,97	0,88	0,87
1100	0,04	0,13	0,23	0,33	0,44	0,54	0,64	0,74	0,83	0,91	0,98	1,04	1,09	1,12	1,14	1,15	1,13	1,09	1,02	0,92	0,89	0,88
1200	0,04	0,12	0,22	0,32	0,42	0,52	0,62	0,71	0,79	0,87	0,94	1,00	1,04	1,07	1,09	1,10	1,08	1,04	0,98	0,88	0,90	0,88
1300	0,04	0,12	0,21	0,30	0,40	0,50	0,59	0,68	0,76	0,84	0,90	0,96	1,00	1,03	1,05	1,05	1,03	1,00	0,93	0,84	0,91	0,88
1400	0,03	0,11	0,20	0,29	0,38	0,48	0,57	0,65	0,73	0,80	0,87	0,92	0,96	0,99	1,01	1,01	0,99	0,96	0,90	0,80	0,91	0,88
1500	0,03	0,11	0,19	0,28	0,37	0,46	0,55	0,63	0,71	0,78	0,84	0,89	0,93	0,95	0,97	0,97	0,96	0,92	0,86	0,77	0,92	0,89
1600	0,03	0,10	0,18	0,27	0,36	0,45	0,53	0,61	0,68	0,75	0,81	0,86	0,89	0,92	0,94	0,94	0,92	0,89	0,83	0,74	0,93	0,89
1700	0,03	0,10	0,18	0,26	0,35	0,43	0,51	0,59	0,66	0,73	0,78	0,83	0,86	0,89	0,90	0,91	0,89	0,86	0,80	0,72	0,94	0,89
1800	0,03	0,09	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,57	0,64	0,71	0,76	0,80	0,84	0,86	0,88	0,88	0,86	0,83	0,77	0,69	0,95	0,89
1900	0,03	0,09	0,16	0,24	0,33	0,41	0,49	0,56	0,63	0,69	0,74	0,78	0,81	0,84	0,85	0,85	0,83	0,80	0,75	0,67	0,95	0,90
2000	0,03	0,09	0,16	0,24	0,32	0,40	0,47	0,54	0,61	0,67	0,72	0,76	0,79	0,81	0,82	0,82	0,81	0,78	0,73	0,65	0,96	0,90
2250	0,02	0,08	0,15	0,22	0,30	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63	0,67	0,71	0,74	0,76	0,77	0,77	0,75	0,72	0,68	0,60	0,98	0,91
2500	0,02	0,08	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,48	0,54	0,59	0,64	0,67	0,70	0,72	0,72	0,72	0,71	0,68	0,63	0,56	1,00	0,92
2750	0,02	0,07	0,13	0,20	0,27	0,33	0,40	0,46	0,52	0,56	0,60	0,64	0,66	0,68	0,68	0,68	0,67	0,64	0,60	0,53	1,02	0,93
3000	0,02	0,07	0,13	0,19	0,26	0,32	0,38	0,44	0,49	0,54	0,58	0,61	0,63	0,64	0,65	0,65	0,63	0,61	0,56	0,50	1,04	0,94
3250	0,02	0,07	0,12	0,18	0,25	0,31	0,37	0,42	0,47	0,52	0,55	0,58	0,60	0,62	0,62	0,62	0,60	0,58	0,54	0,48	1,06	0,95
3500	0,02	0,07	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,41	0,46	0,50	0,53	0,56	0,58	0,59	0,60	0,59	0,58	0,55	0,51	0,46	1,08	0,96
3750	0,03	0,06	0,11	0,17	0,23	0,29	0,34	0,40	0,44	0,48	0,51	0,54	0,56	0,57	0,57	0,57	0,56	0,53	0,49	0,44	1,10	0,97
4000	0,03	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,33	0,38	0,43	0,47	0,50	0,52	0,54	0,55	0,55	0,55	0,54	0,51	0,47	0,42	1,12	0,98
4250	0,03	0,06	0,11	0,16	0,22	0,27	0,33	0,37	0,42	0,45	0,48	0,51	0,52	0,53	0,54	0,53	0,52	0,49	0,46	0,41	1,14	0,99
4500	0,03	0,06	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,37	0,41	0,44	0,47	0,49	0,51	0,52	0,52	0,51	0,50	0,48	0,44	0,39	1,16	1,00
4750	0,03	0,06	0,10	0,15	0,21	0,26	0,31	0,36	0,40	0,43	0,46	0,48	0,50	0,50	0,51	0,50	0,49	0,46	0,43	0,38	1,18	1,01
5000	0,03	0,06	0,10	0,15	0,20	0,26	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,47	0,48	0,49	0,49	0,49	0,47	0,45	0,42	0,37	1,20	1,02
5250	0,03	0,06	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,46	0,44	0,41	0,36	1,22	1,03