

1. Att använda Kalkylen

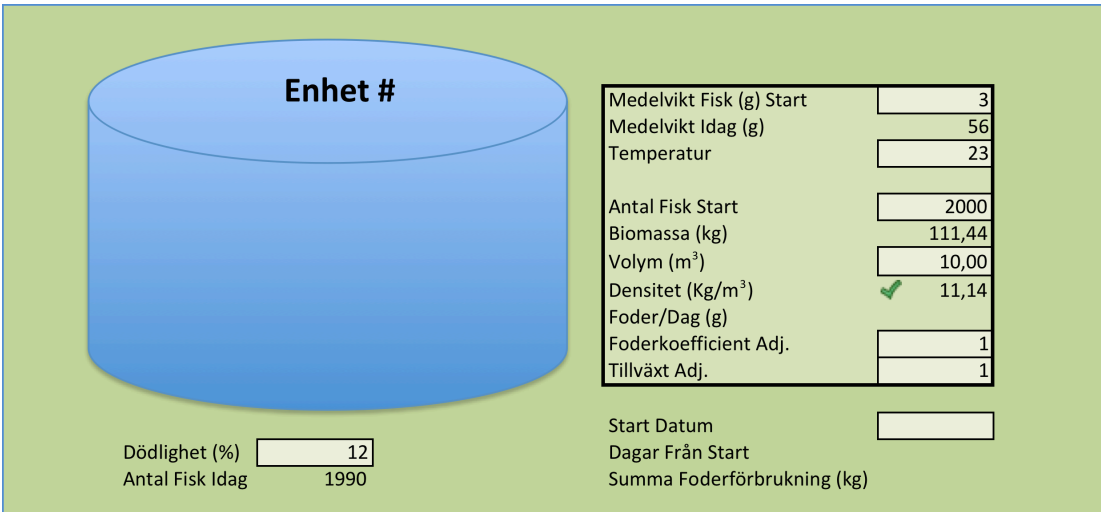
Kalkylen är uppbyggd som ett planeringsverktyg för uppstart av en abborre odling i Recirkulerande Akvatiska System (RAS). Den kan också anpassas till driftsplanering men det huvudsakliga målet för kalkylen var att kunna ge den intresserade ett verktyg som kan användas under planeringsfasen. Genom att kunna justera storlek på odlingen och tillåta input av alla tänkbara kostnader, får en potentiell odlare möjligheten att skapa en bild på hur en odling baserade på abborre skulle kunna se ut.

Denna ekonomiska kalkyl använder abborre som den odlade arten. Det går inte att använda en annan art i kalkylen eftersom tillväxtmodellen och utfodringskalkyler är anpassade till just abborre. Andra arter som utnyttjar foder och växer på ett annat sätt än abborre kommer att skapa en fel ekonomisk bild i planeringen och bör inte användas. Uppdaterade kalkyler är planerade för andra arter som skulle ge en mycket klarare bild på ekonomin.

Notera också att kalkylen utgår ifrån att den har max produktion även under första året. Detta är vanligtvis inte hur det fungerar i verkligheten med en ökande produktion skulle kunna byggas genom att använda t.ex. 3 kopior av kalkylen med 3 produktionsnivåer.

2. Fliken i Excelfilen

2a. Start



Medelvikt Fisk (g) Start	3
Medelvikt Idag (g)	56
Temperatur	23
Antal Fisk Start	2000
Biomassa (kg)	111,44
Volym (m ³)	10,00
Densitet (Kg/m ³)	✓ 11,14
Foder/Dag (g)	
Foderkoefficient Adj.	1
Tillväxt Adj.	1
Start Datum	
Dagar Från Start	
Summa Foderförbrukning (kg)	

Dödlighet (%)
Antal Fisk Idag 1990

På startsidan hittar man 12 enheter. Varje enhet kan anses som en bassäng/tråg/tank, eller flera stycken som är relaterade till varandra på något sätt. En enhet skulle kunna vara 10 tankar som är 10m³ styck t.ex. En enhet kan

t.o.m. vara en fiskodling om man vill, med alla inputvärden lika med hela produktionen.

Låt oss, för enkelhetens skull anse att en enhet är lika med en tank i en anläggning och att det finns 12 tankar totalt.

Celler som behöver input från användaren är klickbara. Celler som inte går att fylla i är inte heller klickbara och beräknar ut värden baserade på inputvärdena i andra celler.

Medelvikt Fisk (g): Fiskens startvikt (ett medelvärde på alla fisk i just denna tank)

Medelvikt idag: Beräknas baserade på fiskens startvikt, temperatur och när odlingen startades.

Temperatur: Vattnets temperatur i odlingen

Antal Fiskar vid Start: Antal fiskar i denna enhet vid start av odlingen

Biomassa: Totala vikten som finns i denna tank. Beräknas baserade på antal fiskar och fiskens medelvikt.

Volym: Tankens vattenvolym i m³. Detta är inte tankens totala volym utan den mängd vatten som finns i tanken.

Täthet: Antal kg fisk per kubik meter vatten. Detta är viktigt för att uppskatta om det finns plats i din odling för den mängd fisk du tänker odla. En pil pekar uppåt när kalkylen rekommendera en ökning i tätheten och nedåt när tätheten blir för hög.

Foder/Dag: Mängd foder som ska utfodras idag. Baserade på antal fiskar, storlek på fisken, samt fiskens energibehov.

Foderkoefficient Adj: En justeringsmöjlighet för foderkoefficient. Kalkylen byggs på tillväxtdata och foderomvandling i både kommersiella och försöksodlingar (se 3. Tillväxtmodellen nedan). Men foderkoefficient (FK eller Feed Conversion Ratio (FCR) på engelska) varierar i olika odlingsmiljöer och med t.ex. olika stammar av abborre. Därför finns det möjlighet att anpassa uträkningen av utfodringsmängden (Foder/dag) baserade på just *dina* fiskar i *din* odling. En FK Adj av 1 betyder att man beräknar utfodringen baserade på modellen som finns inbyggt i excel-filen. Att använda 0,9, t.ex. skulle betyda att man utfodrar en mindre mängd foder och att använda 1,1 skulle betyda en större mängd foder. En justering på 1,1 skulle alltså betyda att fiskarna i din anläggning behöver mer foder för att växa en viss mängd kroppsvikt än om justeringsvärde var 1.

Tillväxt Adj: På ett liknande sätt som för FK Adj så kan man justera tillväxthastigheten i odlingen. Ett justeringsvärde av 1 betyder att kalkylen använder sig av den inbyggda tillväxtmodellen som finns i beskrivningen nedan. Men om man vill justera tillväxten till snabbare tillväxt (>1) eller en långsammare tillväxt (<1) så finns den möjligheten.

Dödlighet: Procent dödlighet i odlingen per år. Den procenten justerar antal fiskar dagligen i odlingen. Dödlighet är dock linjärt över ett år så en odling med 1000 fisk och en dödlighet av 10% skulle förlora 100 fiskar över en period av 365 dagar jämt uppdelade. I verkligheten händer det inte alltid så, men denna procent anses som en *normal* dödlighet. Skulle fler fiskar dö p.g.a. en olycka eller driftstopp, bör man justera antal fiskar manuellt i startfliken för att undvika överutfodring.

Start Datum: Det datum som odlingen startades i denna enhet. Det kan innebära ett inköp av fisk eller att en flytt av fisk från en annan tank/enhet till denna enhet.

Dagar från start: Beräknar på antal dagar som har gått sedan odlingen startades i denna enhet.

Summa foderförbrukning: Den totala summan av fodret som har gått åt sedan start datumet för denna enhet.

2b. Foder

Här finns möjlighet att ändra på fodrets energiinnehåll. Kalkylen beräknar ut den smältbar energiinnehåll (DE="Digestible energy" på engelska) i fodret genom att använda protein, fett och kolhydratsvärden. Den uträknade värdet måste sedan skrivas in i raden där tillverkarens egen värde skulle i normala fall skrivas in. Beräkning av mängden foder per dag (foderbudget) använder alltså den information som finns i denna rad (gulfärgad) i foderfliken.

Men om man vill använda sig istället av tillverkarens egen DE, kan man skriva in det i raderna "DE (Enligt tillverkare)" (gulfärgade).

Det finns två sorters foder i kalkylen baserade på fiskens storlek. Fiskar under 21g använder den första sorts foder. Fiskar över 20g använder den andra sorts foder. Dessa brukar ha olika innehåll.

2c. Produktionsplanering

Produktionsplaneringsbladet tillåter användaren att, precis som namnet tyder på, planera sin produktion över en produktionscykel. Man kan, t.ex. dela upp sin anläggning i olika grupper. Som exempel är det uppdelat just nu i fyra grupper med tre enheter per grupp.

En viktig del av planeringen är storleksmålet, d.v.s. den slaktstorlek för fisken, alternativ när fisken når den vikt då den ska flyttas. Storleksmålet kommer att påverka rapportbladet eftersom den tiden (antal dagar) som det tar att nå storleksmålet ingår i uträkningen på rapportsidan (antal dagar till slaktvikt).

Andra inputsvärden i produktionsplaneringen inkluderar försäljningspris och procent utbyte av filé eller rensad fisk. Försäljningspris lämnas tom om fisken inte ska säljas när storleksmålet är uppnådd (t.ex. för flytt av fisk).

2d. Rapporter

Rapport-bladet visar alla 12 enheter samt den totala produktionen för olika intressanta parametrar. Rapporten visar också produktionen uppdelat i 30-dagars intervaller.

2e. Tillväxt Figurer

Bladet visar stapelfigurer som använder data från tillväxtkurvan och baseras på 90-dagars perioder. Osäkerheten baseras på 95% credible intervaller.

Tillväxtbladet visar också 4 figurer från enheterna 1, 4, 7, och 10. Dessa figurer visar tillväxten och osäkerheten runt median tillväxtkurvan. Det betyder att, även om median tillväxt borde vara det som kan uppnås, det kan också vara individer som växer mycket bättre och mycket sämre än mediantillväxtlinjen visar (heldragen linje), men alla individer borde vara inom det intervallet med 95% säkerhet. (Se nedan för en mer utförlig beskrivning av credible intervaller och Bayesian modellering.)

2f. Ekonomi

Ekonomibladet beräknar resultatet utifrån inputparametrar. Den använder sig av produktionen och kostnader för att räkna fram ett uppskattat resultat. Input parametrar är dem följande:

Anläggning (låg/hög): Anläggningskostnader för RAS. Detta är beräknat baserat på en kostnad per kg producerat fisk per år.

Byggnader: Om en byggnad behövs så kan kostnaden skrivas in här.

Avskrivningar/Ränta: Här skriver man avskrivningstiden och ränta för byggnader och RAS anläggningen.

Försäljning:

Utbytesprocent: Den procent utbyte man får för försäljning av rensad abborre och /eller filé.

Procentförsäljning: Hur mycket i procent av den totala försäljning är rensad hel fisk och hur mycket är filé.

Försäljningspris: Pris för rensad fisk och filé.

Kostnader: Här kommer de tänkbara kostnader som kan uppkomma från odling av abborre i RAS. Vissa parametrar (t.ex. bikarbonat eller syre) är beräknade baserade på mängd fisk producerat per år. Kostnad för alla parametrar skrivs in i de blåa cellerna.

Täckningsbidrag (TB1, TB2, TB3): Täckningsbidrag är ett mått som värdera hur olika produkter bidrar till företagets lönsamhet. TB1, TB2 och TB3 är tre nivåer av hur mycket produkten bär av olika typer av kostnader och visas både som kr/kg och procentuellt.

TB1: Visar vilket bidrag produkten ger när den bara behöver bära sina egna direkta kostnader, t ex foder, yngel, syre, bikarbonat och kostnader vid försäljning. På den här nivån har man inte räknat in några gemensamma kostnader (som kan delas med andra produkter).

TB2: Inkluderar TB1 plus el, bil, personal, försäkring, och andra kostnader.

TB3: Inkluderar administration och avskrivningar.

Figurer:

Visar resultatet över ett 10-års period.

Tårtdiagrammen visar vilket procent av den totala som alla kostnader utger.

2g. Känslighetsanalys

Känslighetsanalys tillåter en procentuell justering av olika parametrar i den ekonomiska kalkylen för att se vilken utfall det har i resultatet. Man kan, t.ex. se

vad som händer om foderpriset skulle öka med 10% genom att skriva in 10% i foderfältet av känslighetsanalysbladet.

Figuren som visas är baserade på försäljning av rensad fisk och resultatet över ett 10-års period.

2h. Nollpunktsanalys

Denna Excel-flik liknar känslighetsanalys men visar istället utfall i resultat kring 3 av de viktigaste parametrar – försäljningspriset, foderkostnad och antal anställda. Den tar värden som användaren skriver in i ekonomibladet och räknar på olika scenarier runt dessa värden. Det för att visa, t.ex. hur hög foderkostnad får vara som max för att fortfarande gå med plus på resultatet.

2i. Egna Beräkningar

Bladet är till för att hjälpa med beräkningar av egen tillväxthastighet, foderkoefficient osv. Den underlättar uträkningen av bl.a. justeringar av FK och Tillväxt som kan skrivas i *Startbladet*.

3. Tillväxtmodellen

Det finns en accepterad tillväxtmodell baserade på energibehov för abborre (Strand *et al.*, 2011). Dock för att anpassa denna modell till kommersiella RAS odlingar av abborre så var den modifierade med input från RAS odlingsdata runt om i Europa. Data från Irland, Polen, Tyskland och Danmark samlades och data för fisk över 20g var inkluderat i modellen. Eftersom data från Polen var för väldigt små fiskar (runt 1g startvikt) så användes inte den i modelleringsprocessen. Den resterande data var använt i processen för att undersöka om modellen från Strand *et al.* (2011) skulle bli uppdaterade.

Den tillväxt-data som användas för att uppdatera tillväxtmodellen finns i Tabell 1.

Bayesian statistik var använt för att uppdatera modellen från Strand *et al.* (2011). Den original tillväxtmodell var:

$$TGC_{mod.} = 0,373 + 8,024/W_1 \quad (1)$$

Där TGC är thermal unit growth coefficient och W_1 är fiskens startvikt.

Förutom en tillväxtmodell så behöver man ett sätt att räkna ut energibehov för at växa en viss mängd varje tidsperiod. Strand *et al.* (2011) utvecklade en modell

som kopplar temperatur till fiskens vikt enligt den följande:

$$TER=0,039 \cdot T \cdot W_1^{0,614-0,014/T} \quad (2)$$

Där TER är Theoretical Energetic Requirement, T är temperatur och W_1 är fiskens vikt. Eftersom det inte fanns tillräckligt med bra data som mäter födointag (en förutsättning för att räkna på den smältbara energi som behövs) så använder den slutliga beräkningskalkylen TER från Strand *et al.* (2011).

När det gäller Bayesian modellering så tar man tidigare information (i det här fallet modellen från Strand *et al.*, 2011) och uppdatera den med ny information (i det här fallet data från RAS-odlare inom Europa). Baserade på data från original modellen så sätter man så kallade "priors" på varje parameter i modellen (Tabell 2). Bayesian modellering är annorlunda från vanlig sannolikhets modellering inom att tidigare sannolikhets värden är viktade med "prior" sannolikhet för att ge "posterior" sannolikhet för varje parameter i modellen. Ett problem med Bayesian modellering skulle då kunna vara om den som modellerar använder priors som är för "snäva" och tillåter inte data att uppdatera modellen. Alla priors är givna i Tabell 2 och är breda i sina fördelningar även om grunden för fördelningarna var tagen från original data och statistiska resultat från Strand *et al.* (2011).

Bayesian Markov Chain Monte Carlo med Gibbs provtagning utgjordes i WinBUGS (v.1.4.3). WinBUGS var i sin tur kallade från R (v.2.13.1) genom att använda R2WinBUGS paketen (cran.r-project.org). Konvergens och modell diagnostik gjordes i R med Bayesian Output Analysis (BOA) library. Modellen var kört med 250 000 iterationer och en "inbränning" av 75 000. Uttunningen var 10 för att minska effekten av autokorrelation.

Outputen från denna process finns i Tabell 2 och Figurer 1-4.

Original modellen från Strand *et al.* (2011) var uppdaterade till den följande:

$$TGC=0,389+12,0425/W_1 \quad (3)$$

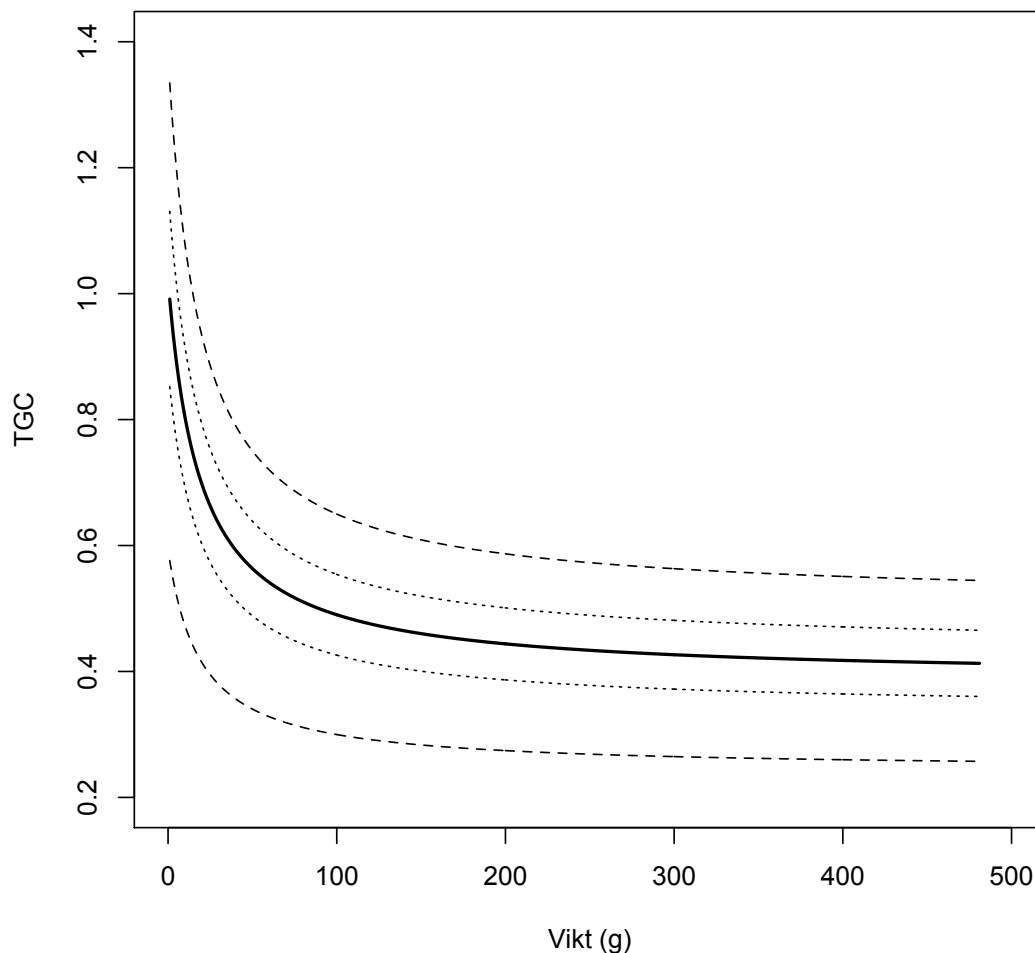
Där TGC är thermal unit growth coefficient och W_1 är fiskens startvikt. Modellen visas med 50% och 95% credible intervaller i Figur 1.

Man kan se i Figurer 2 att osäkerheten kring den uppdaterade modellen har minskat. Både parametrar, $\alpha = 0,389$ och $\beta=12,0425$, har nu uppdaterats så att "Credible" Intervaller har minskat. Här är det kanske läge att nämna att i Bayesian statistik räknar man ut så kallade "credible intervals" istället för "confidence intervals" och skillnaden är inte bara semantisk. En "95% credible interval" betyder att man kan med 95% sannolikhet säga att den riktiga värden finns inom denna intervall. En "95% confidence interval" behöver inte ha den riktiga värden med 95% sannolikhet. Istället baseras "95% confidence intervaller" på en oändlig antal provtagningar. Det betyder att, om man gjorde om försöket ett oändligt antal gånger och gjorde konfidens intervaller för alla

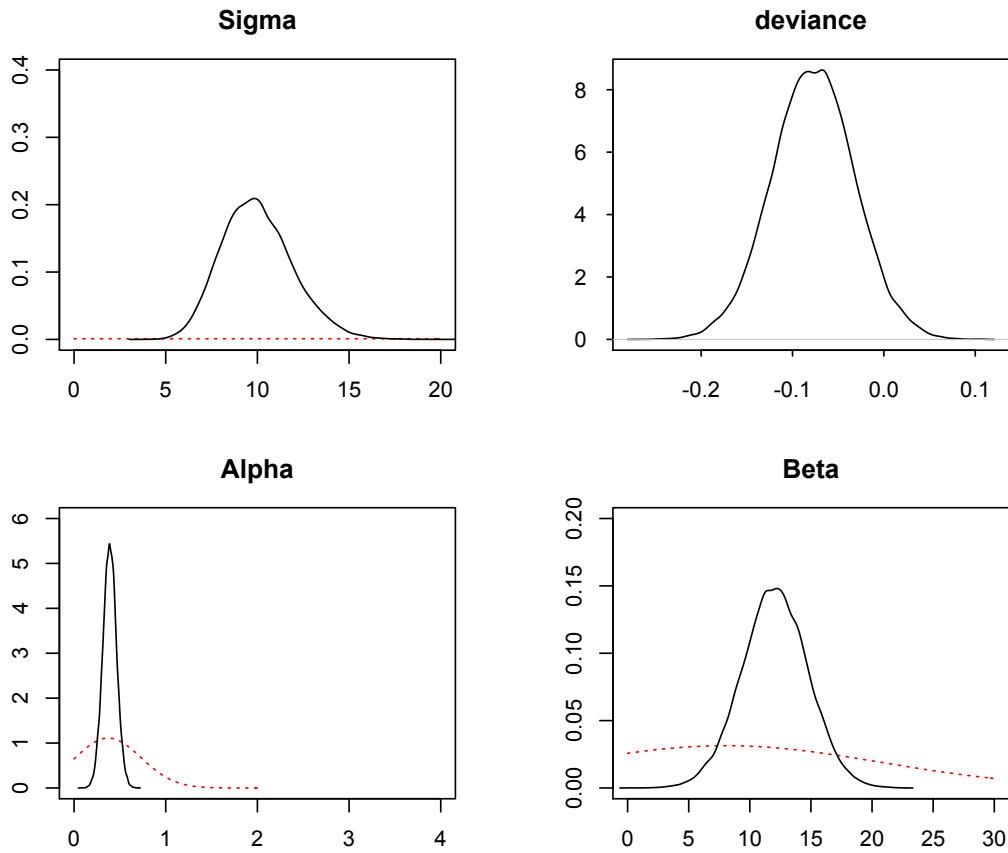
dessa försök, så skulle 95% av dessa konfidens intervaller inkludera den riktiga värden.

I många fall är konfidens intervaller och "credible intervaller" lika eller nästan lika om man använder sig av samma data. Men i vissa situationer kan de resultera i helt olika svar. I dessa fall är det vanligtvis bättre att ha använt sig av Bayesian statistik och "credible" intervaller eftersom svaret från vanliga frekventistiska statistik kan vara helt ologiskt.

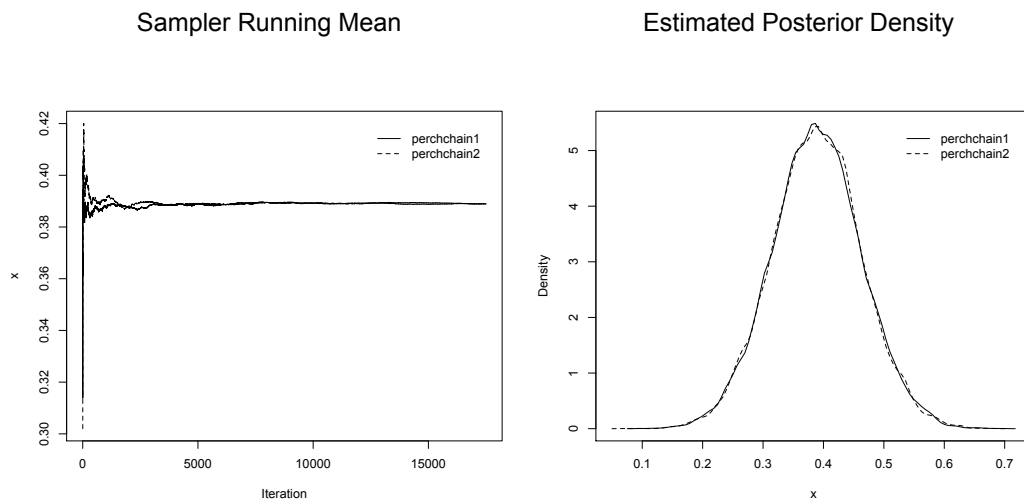
Modellen kördes med två "kedjor" från olika startpunkter. Dessa kedjor borde konvergera på samma värden om uppdateringen är klar och parametrar är stabila. Figurer 3 och 4 visar att båda kedjor konvergerar för parametrar *alpha* och *beta* i modellen.



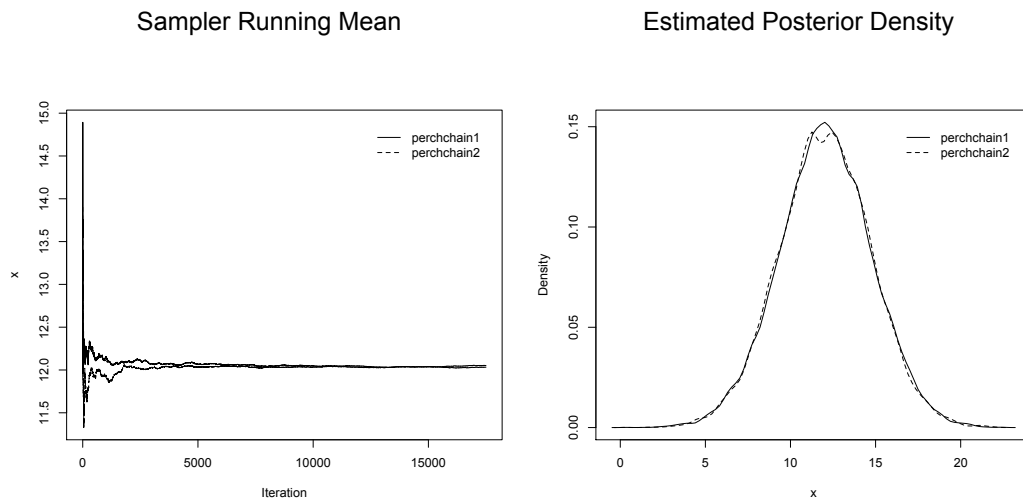
Figur 1: Tillväxtmodellen för abborre i RAS. Den hel-linjen är median-värden för modellen. Brutna linjerna representerar 50% och 95% credible intervaller.



Figur 2: Posterior (svart linje) och prior (röd linje) fördelningar för sigma (process error), α (tillväxt modell parameter) och β (tillväxt modell parameter). Här visas också deviance fördelningen från modelleringsprocessen.



Figur 3: Figuren till vänster visar båda kedjor för α från tillväxtmodellen ($TGC = \alpha + \beta/W_1$) och indikerar konvergens. Figuren till höger visar fördelning av båda kedjor för α .



Figur 4: Figuren till vänster visar båda kedjor för β från tillväxtmodellen ($TGC = \alpha + \beta/W_1$) och indikerar konvergens. Figuren till höger visar fördelning av båda kedjor för β .

Tabell 1: Data för grupper av fiskar från RAS odlare runt om Europa. TGC är tillväxten. Wi och Wf är startvikt (g) respektiv slutvikt (g). Dagar är antal dagar mellan vägningar. Temperatur är vattentemperatur. Källa indikerar det land där RAS anläggningen ligger.

TGC	Wi	Wf	Dagar	Temperatur	Källa
0,941	29,3	47,4	30	19	Irland
0,922	62,6	90,9	30	19	Irland
0,683	82,6	106,8	30	19	Irland
0,632	68,3	88	30	19	Irland
0,772	37,4	54,2	30	19	Irland
0,639	83,7	106,4	30	19	Irland
0,952	43,5	66,9	30	19	Irland
0,833	71,7	99,2	30	19	Irland
0,716	86,3	112,5	30	19	Irland
0,487	54,65	83,9	63	19	Irland
0,683	67,11	116,3	63	19	Irland
0,572	32,94	58,9	63	19	Irland
0,497	119,2	150,4	42	19	Irland
0,713	116,9	152	33	19	Irland
0,261	100	107,9	24	19	Irland
0,673	31,25	61,9	63	19	Irland
0,264	147,7	162	33	19	Irland
0,713	50,9	65,5	24	19	Irland
0,584	88,3	119	42	19	Irland
0,813	21,6	48	55	19	Irland
0,528	178,6	212	33	19	Irland
0,203	114	135	73	19	Irland
0,563	22,3	38,3	52	19	Irland
0,566	39,1	116	138	19	Irland
0,572	65,9	97,6	52	19	Irland
0,629	25,5	45,3	52	19	Irland
0,717	19,2	23,6	14	19	Irland
0,243	126,2	141,4	42	19	Irland
0,325	72,7	87,11	42	19	Irland
1,499	19,2	37,2	22	20	Danmark
0,925	37,2	54,9	25	20	Danmark
1,205	54,9	89,6	28	20	Danmark
0,976	89,6	119,4	23	20	Danmark
0,396	119,4	135	26	20	Danmark
1,296	19,6	34,9	22	20	Danmark
1,279	34,9	56,2	22	20	Danmark
0,281	56,2	64,2	31	20	Danmark
0,216	64,2	69,1	23	20	Danmark
0,287	69,1	76,9	26	20	Danmark
0,229	76,9	88,4	44	20	Danmark
1,882	23,7	47,7	20	20	Danmark

1,239	47,7	76,5	25	20	Danmark
0,847	76,5	105,1	28	20	Danmark
0,172	105,1	110,5	23	20	Danmark
0,426	110,5	126,5	26	20	Danmark
0,056	126,5	130,3	44	20	Danmark
1,260	22,6	45,1	29	20	Danmark
0,770	45,1	59,2	22	20	Danmark
0,501	59,2	71,9	26	20	Danmark
0,359	71,9	89,5	44	20	Danmark
0,515	59,3	72,3	26	20	Danmark
0,378	72,3	91,1	44	20	Danmark
0,245	47,9	102,9	205	21	Tyskland
0,225	52,8	105,2	205	21	Tyskland
0,236	48,5	101,5	205	21	Tyskland

Tabell 2: Prior- och posterior-fördelningar för tillväxtmodellen. Posterior resultaten är givna som medelvärde och 95% credible intervaller i parentes.

Parameter	Description	Prior Fördelning	Posterior Fördelning
Sigma	Process error	Uniform (0,1)	10,00 (6,60 – 14,16)
alpha	Parameter 1	dnorm ($\mu=0.373$, $sd=0.359$)	0,389 (0,244 – 0,535)
beta	Parameter 2	dnorm ($\mu=8,024$, $sd=12,714$)	12,04 (6,64 – 17,31)