Dokumentation av fiskemodellen

Torbjörn Jansson och Staffan Waldo

# Vad är fiskemodellen?

# Primal optimeringsmodell

Reviderat efter bearbetningarna 2013-08-15 till 2013-08-16 i Lund

## Målfunktion

Fiskarna antas maximera vinsten, vilken definieras som differensen mellan intäkter och rörliga och fasta kostnader.

Dimension: Skalär

## Fångst

I litteraturen förekommer skattade fångstfunktioner med Cobb-Douglas (CD) där det ingår både fiskeansträngning, kapital och beståndsstorlek. I modellen utgår vi från att kapital och bestånd är konstanta vilket ger följande fångstfunktion

Eftersom fångstfunktionen är icke-linjär, och fångsten ingår i restriktioner i modellen, så blir hela optimeringsproblemet ett icke-linjärt problem med icke-linjära restriktioner. Det betyder att det är möjligt att flera lokala optima existerar. Det kan alltså finnas olika nivåer på fiskeansträngning som är ekonomiskt optimala inom ett begränsat intervall. Vilken lösning som väljs kan bero på små och till synes obetydliga förändringar i lönsamhet, liksom av utgångssituationen (startvärdena). Detta är inte en teknisk artefakt, utan borde gälla i både i verkligheten och i simulationsmodellen.

## Sortering av fångst inom- respektive utom kvot

Syfte: fångsten kan få olika priser beroende på om den är inom eller utom kvot. Vi kallar det *sortA* (inom kvot) och *sortB* (utom kvot). Vad som är inom respektive utom kvot bestäms av optimeringen med hjälp av kvotrestriktionen och olika priser i målfunktionen.

Lagrangemultiplikator:

Lagrangemultiplikator:

## Effortrestriktion per segment

Definition: Effort constraint, total annual fishing days possible per segment (days per vessel and year)

Dimension: seg matrix of effort

Lagrange multiplier:

## Effortrestriktion per fiske

Definition: Effort constraint per fishery, limiting total number of days per vessel in each fishery (computed based on length of season and season overlap).

Dimension: f matrix of effort

Lagrange multiplier:

## Fångstkvoter

Kvoter definieras delvis över andra arter och havsområden än de vi har i modellen. Det gäller t.ex. arterna *rödtunga* och *bergtunga* där det finns en gemensam kvot, och liknande för vissa havsområden. Därför behöver fångsten summeras över alla arter som regleras av en viss kvot, och över alla områden som hör till ett visst kvotområde. Landningsobligatorium kommer in i denna ekvation: finns ett obligatorium (*LO*) så räknas även *sortB* med i kvoten, annars inte (utkast). Kvoten justeras av den skattade faktorn *TACadj*, som beskrivs mer i detalj i avsnittet om parameterskattningar.

Dimension: Quotaspecies\*Quotaarea matrix

Lagrange multiplier:

## Icke-negativ fiskeansträngning

Definition: Annual effort cannot be negative for any fishery

Dimension: f matrix

Lagrange multiplier:

Equation:

# Indata

Modellen kalibreras till data från ett enda år. Den huvudsakliga datakällan är havsmyndighetens (HaV) loggboksdata, samt filer som definierar de koder som används i loggboken. Denna data bearbetas sedan i Stata. Följande filer kommer från HaV:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Filnamn och källa | Kortnamn | Innehåll |
| Loggblad\_2012.txt HaV | Loggbok | Alla enskilda fiskeresor och fångster för enskilda fartyg. Varje fångad art redovisas separat, tillsammans med information om fartyget, avresedatum mm. |
| Gearcodes.txt HaV (Anton mejl). | Redskapskoder | Översättning mellan olika redskapskoder och namn på redskap. |
| Fiskslag.xlsx HaV | Fiskslag | Översättning från MAF-kod till svenskt artnamn. |
| Segmentering\_2012.xls | Segmentering | Segment för varje enskilt fiskefartyg. Segment är kombination av längd, huvudsaklig redskapstyp (EU) och huvudsaklig art. |
| Nedladdning från HaV | Kvoter | Kvoter för östersjön och för Sverige för olika arter, per kalenderår. En fil per havsområde. |
| Underlag\_prismatrix\_2012.xls HaV | Priser | MAF-kod, FAO-område, redskap, längd på fartyg, vikt, värde. Summa alla landningar, men uppdelat på ovanstående kategorier. |

Figur 1 nedan illustrerar flödet från indata till utdata för GAMS.

Först körs stata-filen ”create loggbok\_2012.do”. Det programmet läser in loggboksdatan, och matchar koder i loggboken med namn ur kodlistorna för arter, redskap och segment. Ett *segment* är fartyg av viss längd som med ett huvudsakligt redskap fiskar efter en huvudsaklig art. Till exempel är DTS\_VL1824\_RÄKA fartyg på mellan 18 och 24 meter som fiskar efter räka med demarsal trål. Fiskeansträngning (Days At Sea, DAS eller effort) beräknas utifrån start- och sluttid. Resultatet skriver över / kompletterar indatan.

Därefter körs ”metier.do”. Programmet gör flera saker:

* *Redskapen* aggregeras så att likartade redskap slås samman.
* *Fiskarter* som fångats i mindre mängd än ett ton (av alla fartyg i alla områden med alla redskap) modelleras inte. Några ytterligare kommersiellt värdelösa arter raderades manuellt (mört, snultra, storspigg mm). Andra fiskarter slås samman, t.ex. tre sorters ål blir till en enda ålsort.
* Enskilda fartyg som definieras (av HaV) som minaktiva, dvs fiskat upp ett värde under två basbelopp, raderas. Därvid försvinner många fiskedagar, men knappast någon fångst.
* Varje unik kombination av *segment*, *redskap* och *area* (havsområde) kallar vi i modellen för *fiske*. Loggboksdatans fångster och fiskeansträngning aggregeras per fiske.
* Aggregationen ger för många små fisken. Därför raderas sådana som uppfyller något av följande: (a) Fångsten (av alla arter) är mindre än ett ton totalt, eller (b) Fiskeansträngningen är mindre än 15 dagar totalt.

När den centrala datafilen ”metier.dta” har genererats körs två program oberoende av varandra för att skapa en fil med priser och en fil med kvoter.

”priser.do” läser in prisdata och beräknar priset för varje art i varje fiske. Resultatet sparas i ”prismatris.dta”. ”Quotas.do” läser in kvotdata och matchar med fångade arter i ”metier.dta”.

När dessa program körs så kopieras resultaten och klistras manuellt in i ett excel-ark. Excelarket är direkt input till GAMS. Enheterna är valda så att fångster anges i ton per år, intäkter och kostnader i tusentals kr per år, priser i tkr/ton (=kr/kg), fiskeansträngning i dagar per år.

Loggbok

Create loggbok\_2012.do

Metier.do

Metier.dta

Priser.do

Underlag\_Prismatris\_2012

Prismatris\_2012.dta

Quotas.do

Quotas2012\_STATA

quotaMatrixGAMS.dta

Figur 1: Dataflöde indata

# Skattning av modellparametrar

## Målfunktion

Skattningen går ut på att justera utvalda parametrar så att den observerade fiskeansträngningen blir en optimal lösning till den primala modellen. Följande parametrar anpassas:

* Fångst

## Lagrangefunktionen

## Första ordningens villkor

### Med avseende på fiskeansträngning (ea)

### Med avseende på fångst

### Med avseende på sortering (sortA och sortB)

## Komplementaritetsvillkor

### Effortrestriktion per segment

### Effortrestriktion per fiske

### Fångstkvoter

### Icke-negativ fiskeansträngning

### Icke-negativa Lagrange-multiplikatorer

## Skattningsmetodik

För att skatta parametrarna minimerar vi en ‘estimation metric’. Dvs. vi väljer parametrar till modellen så att den optimala lösningen avviker ”så lite som möjligt” från observerade data. För att kunna jämföra t.ex. avvikelser i tusen kronor för en variabel mot avvikelser i ton för en annan, så används Bayesiansk teori: Genom att anta från vilka sannolikhetsfördelningar de olika feltermerna och parametrarna kommer så kan en täthetsfunktion för hela modellen sammantagen formuleras. Detta kallas den *posteriora* täthetsfunktionen, och den är lika med produkten av alla täthetsfunktionerna. Vi vill välja de parametrar som maximerar den posteriora tätheten.

Den posteriora täthetsfunktionen blir ett långt och mycket icke-linjärt uttryck. För att förenkla lösningen observerar vi att maximum är oförändrat under monoton positiv transformation, så att de värden som maximerar den posteriora tätheten också maximerar logaritmen av densamma. Logaritmen visar sig vara ett mycket enklare uttryck. För normalfördelade variabler (t.ex. mätfel i vår modell) blir det den viktade summan av kvadratiska avvikelser mellan skattade och observerade variabler. För parametern fiskesäsongens längd (pv\_maxEffFishery) antas en beta-fördelad a-priori-fördelning. Då blir logaritmen istället den viktade summan av logaritmiska avvikelser från max- och min-värden.

Parametrarna benämns ”pv\_” i GAMS-koden och fungerar som variabler i skattningen och parametrar i simuleringar. De parametrar som skattas i ”estimate\_parameters” är:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| GAMS | Symbol i detta dokument | Enhet | Förklaring |
| pv\_varCostSum(fishery) |  | Tkr per dag | totala variabla kostnader |
| pv\_PMPseg(seg) |  | Tkr per dag | PMP-term |
| pv\_TACAdjustment(quotaSpecies,quotaArea) |  |  | Justering av TAC används ej! |
| pv\_delta(fishery, species) |  | Ton/dag | Skalerar fångstfunktionen, dvs. den avtagande fångsten per fiskedag justeras upp/ner med denna faktor. |
| pv\_maxEffFishery(fishery) |  | Dagar per fartyg och år | Fiskesäsongens längd. Används som begränsning på fiskeansträngning, viktig för siklöja. |

Vi kan observera parametern varCostSum samt modellvariablerna effort och catch (och därigenom indirekt pv\_delta). I skattningen vill vi minimera avvikelsen från observerade värden för de fall vi har observationer. För att det inte ska vara ’gratis’ för modellen att justera PMP-termen – och därmed förklara hela skillnaden med PMP – lägger vi till en ’PMP-kostnad’ i estimation metric.

Estimation metric minimeras under restriktionerna att förstaordningens samt komplementaritetsvillkoren för olikheter är uppfyllda. Dessutom ska modellrestriktionerna (tex kvotrestriktionen) vara uppfyllda.

Problemet som formuleras ovan är ett icke-konvext problem. Huvudproblemet är att vi har komplementaritetsvillkor. Antingen är lambda = 0 eller är den tillhörande olikheten = 0. Detta gör att det är svårt att hitta optimum. Därutöver har vi en restriktion med en kvadratisk variabel efter som kvotrestriktionen indirekt innehåller catch (dvs sortA+sortB = catch). Detta innebär att även den primära modellen innehåller en kvadratisk restriktion och därmed är icke-konvex. Dvs. mellan två tillåtna lösningar (låg effort för given catch och hög effort för given catch, tänk uppochnervänt U som i kvadratisk funktion) finns inga tillåtna lösningar (denna nivå av effort ger högre catch än kvoten tillåter). Vi kan mao ’fastna’ i hög effort men låg catch trots att detta inte är ekonomiskt optimalt eftersom GAMS inte kan dra ner effort pga detta är ej tillåten lösning pga kvoten.

För att hantera icke-konvexiteten i komplementaritetsvillkoren löser vi i stället en serie med optimeringsproblem där de problematiska ekvationerna (complementary slackness) med ’smooth approximation’. I litteraturen finns flera ansatser, vi provar två av dem och väljer den som ger bäst resultat för målfunktionen (estimation metric).

1. Vi släpper initialt på restriktionen att komplementaritetsvillkoren ska vara noll och tillåter dem att vara mindre eller lika med där är en liten positiv skalär. minskas succesivt till 0 och för varje värde på löses skattningen med föregående lösning som startvärde. Detta kan ge problem eftersom varje ny iteration påbörjas i en ’infeasible’ punkt pga. tidigare lösningen ej möjlig med lägre . Därför provar vi även med ’penalty function’ nedan.
2. Vi ersätter komplementaritetsvillkoren med en mindre restriktiv restriktion så att de inte är mindre än utan mindre än en slack-variabel. Det finns ingen restriktion på slack-variabeln, men slack dividerat med ingår i estimation metric. minskas succesivt till 0 och för varje värde på på löses skattningen med föregående lösning som startvärde. Skillnaden mot föregående ansats är att varje ny lösning startar i en feasible punkt även om denna kan vara långt ifrån optimal. I stället för att tvinga komplementaritetsvillkoren till noll genom restriktioner uppnås att kompl.villkoren blir noll genom att bestraffa avvikelser från noll.

Initiala tester visar att ansatsen med straffunktion ger bäst resultat.

# Sets

F = fisheries

S= species

Seg = segment

P = period

Seg\_fish = 1/0 if fishery performed by segment (yes=1)

Quotaspecies = Species with quotas

Quotaarea = areas over which quotas are defined (ex K, S, KS, etc.)

I = 1/0, equals one if the catch is in correct quotaspecies, quotaarea, fishery and species

### Parameters

P= price

Vc = variable costs

Fc = fixed cost

Ea = effort annual

E = effort

Vessels = vessels

Cd = Catch distribution (tons/day)

## Restrictions for documentation

Effort fixed to 0 for fisheries not in season. Not in Lagrange.