

# Bayesian Biostatistics Using BUGS



## Βιο-Στατιστική κατά Bayes με τη χρήση του Λογισμικού BUGS

### ΜΑΘΗΜΑ 2: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ WINBUGS

I. Ntzoufras

E-mail: [ntzoufras@aueb.gr](mailto:ntzoufras@aueb.gr)



Department of Statistics,  
Athens University of  
Economics & Business

## 4... WINBUGS version 1.4

⌘ 4.1. Εισαγωγή: Διαφορές από το  
BUGS.

⌘ 4.2. Ένα Απλό Παράδειγμα.

⌘ 4.3. Καθορισμός Νέας Πιθανοφάνειας  
και Prior [μόνο στο WINBUGS].

⌘ 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο  
[μόνο στο 1.4].

## 4... WINBUGS

### 4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΛΑΣΣΙΚΟ BUGS

⌘ Γενικά η λογική είναι ίδια με το κλασσικό BUGS

- ☒ Επιπλέον νέες μεθοδολογίες και αλγόριθμοι (Metropolis-Hastings και Slice Gibbs)
- ☒ Γράφουμε κατευθείαν το κώδικα για το «κυρίως μοντέλο»
- ☒ Δεν χρειαζόμαστε το προπαρασκευαστικό κώδικα (preamble).

## 4... WINBUGS

### 4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΛΑΣΣΙΚΟ BUGS (2)

⌘ Γραφική αναπαράσταση του μοντέλου μέσω του DoodleBUGS

⌘ Φιλικά μενού για το χειρισμό της προσομοίωσης

⌘ Μπορούμε να έχουμε κατευθείαν περιγραφική ανάλυση και διαγράμματα της posterior κατανομής

⌘ Υπάρχει δυνατότητα «Αποκοπής και επικόλλησης» (Cut/paste) σε άλλα προγράμματα

## 4... WINBUGS

### 4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΛΑΣΣΙΚΟ BUGS (3)

- ⌘ Μπορούμε να ορίσουμε Πιθανοφάνεια και Prior που δε συμπεριλαμβάνονται στην προκαθορισμένη λίστα του WINBUGS
- ⌘ Στην έκδοση 1.4 μπορούμε να προσομοιώσουμε στο παρασκήνιο κάτι που γινόταν στο BUGS αλλά όχι στον WINBUGS 1.3

## 4... WINBUGS

### 4.2. Ένα Απλό Παράδειγμα

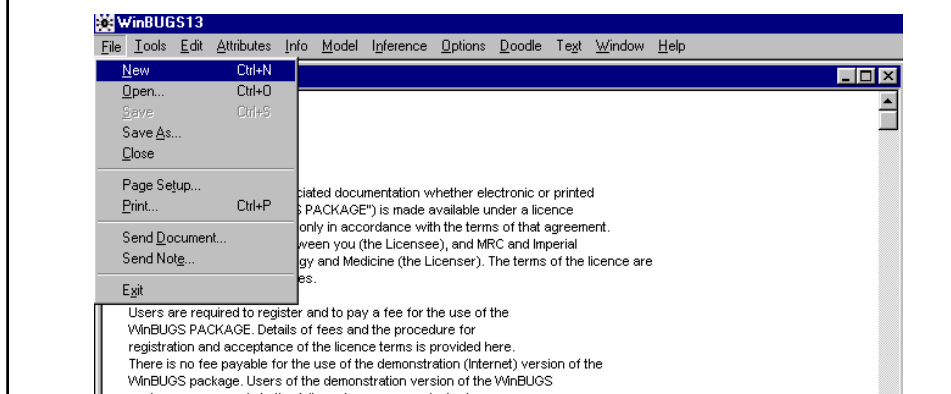
- ⌘ Green & Touchston (1963, *Am.Jour. Of Obsterics & Gynecology*)
- ⌘ Μελετάμε τη σχέση μεταξύ
  - ☒  $Y$  : Βάρος γέννησης (Birthweight)
  - ☒  $X$  : Επίπεδο Εστριόλης της μητέρας (Estriol level)
  - ☒ Μέγεθος Δείγματος  $n=31$

## 4... WINBUGS

### 4.2.1. Ορισμός του Μοντέλου στο WINBUGS

⌘ Ξεκινάμε το WinBUGS

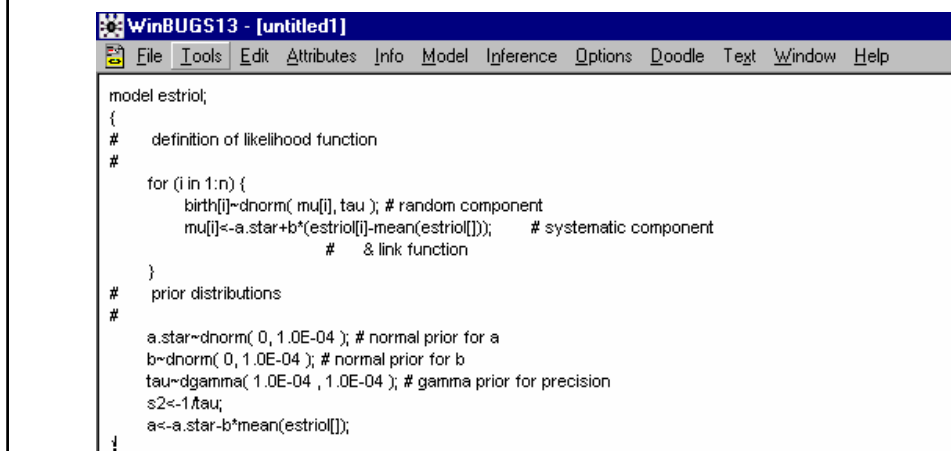
⌘ Επιλέγουμε "New" στο μενού *file*



## 4... WINBUGS

### 4.2.1. Ορισμός του Μοντέλου στο WINBUGS

⌘ Γράφουμε τον κώδικα του μοντέλου



## 4... WINBUGS

### 4.2.1. Ορισμός του Μοντέλου στο WINBUGS

⌘ Γράφουμε τον κώδικα του μοντέλου

⌘ Ακολουθούμε από τις αρχικές τιμές

```
list(a.star=0.0, b=0.0, tau=1.0)
```

⌘ και τα δεδομένα

```
list(n=31)
```

```
estriol[] birth[]
```

```
7 25
```

```
9 25
```

```
... ..
```

```
24 43
```

```
END
```

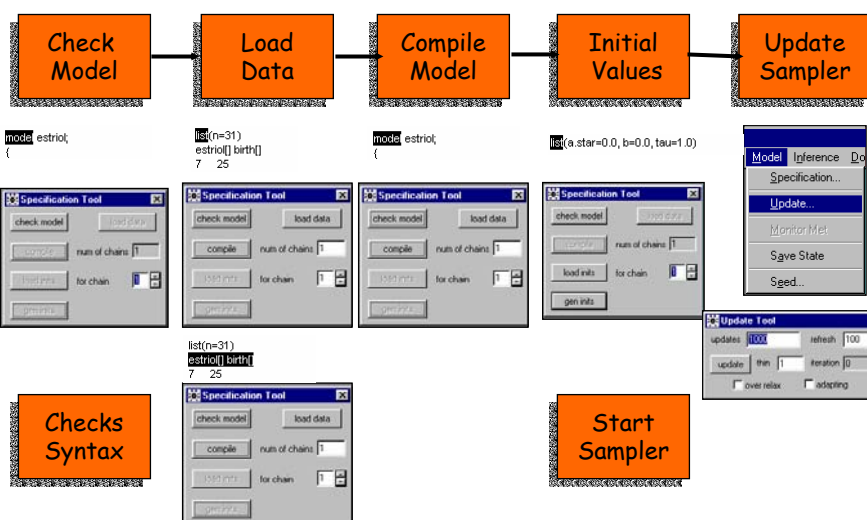
```
↵ [ENTER]
```

```
↵ [ENTER]
```

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΑΥΤΟ ΔΕΝ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ  
ΣΤΟ WINBUGS 1.3

## 4... WINBUGS

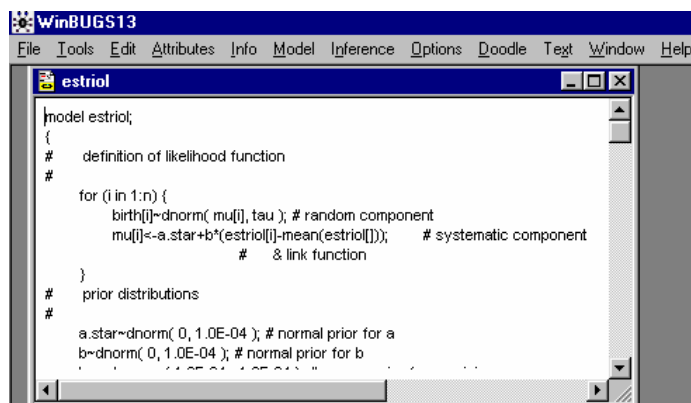
### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS



## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 1... Έλεγχος του Μοντέλου (Check Model)



```

WinBUGS13
File Tools Edit Attributes Info Model Inference Options Doodle Text Window Help
estriol
model estriol;
{
  # definition of likelihood function
  #
  for (i in 1:n) {
    birth[i]~dnorm( mu[i], tau ); # random component
    mu[i]~a.star+b*(estriol[i]-mean(estriol[])); # systematic component
    # & link function
  }
  # prior distributions
  #
  a.star~dnorm( 0, 1.0E-04 ); # normal prior for a
  b~dnorm( 0, 1.0E-04 ); # normal prior for b
}

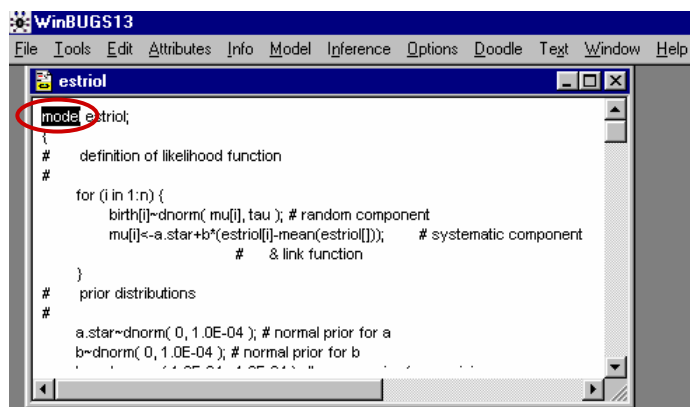
```

## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 1... Έλεγχος του Μοντέλου (Check Model)

**ΜΑΥΡΙΖΟΥΜΕ (με double click) ΤΗΝ ΕΝΤΟΛΗ model**



```

WinBUGS13
File Tools Edit Attributes Info Model Inference Options Doodle Text Window Help
estriol
model estriol;
{
  # definition of likelihood function
  #
  for (i in 1:n) {
    birth[i]~dnorm( mu[i], tau ); # random component
    mu[i]~a.star+b*(estriol[i]-mean(estriol[])); # systematic component
    # & link function
  }
  # prior distributions
  #
  a.star~dnorm( 0, 1.0E-04 ); # normal prior for a
  b~dnorm( 0, 1.0E-04 ); # normal prior for b
}

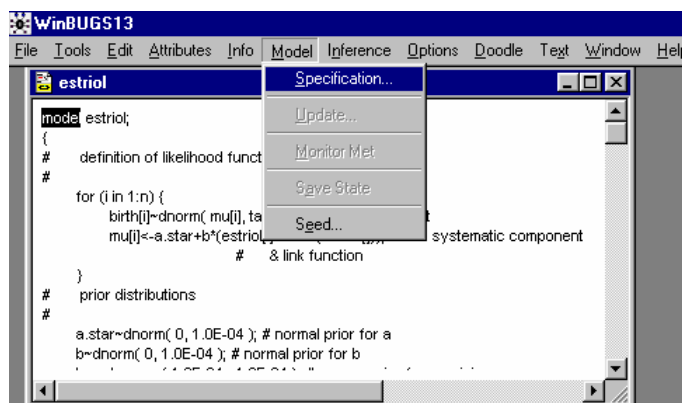
```

## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 1... Έλεγχος του Μοντέλου (Check Model)

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ "SPECIFICATION" ΑΠΟ ΤΟ ΜΕΝΟΥ "MODEL"

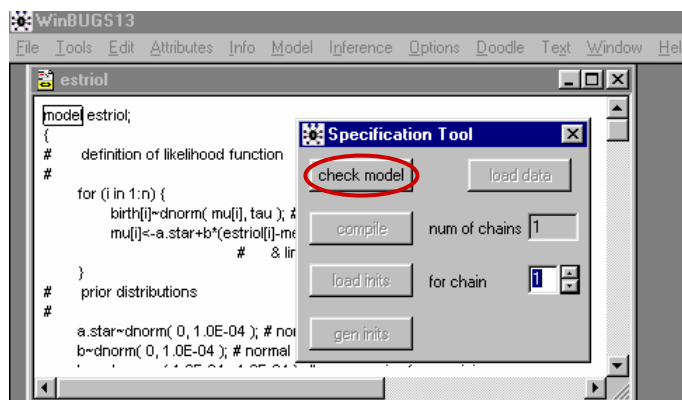


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 1... Έλεγχος του Μοντέλου (Check Model)

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "CHECK MODEL"



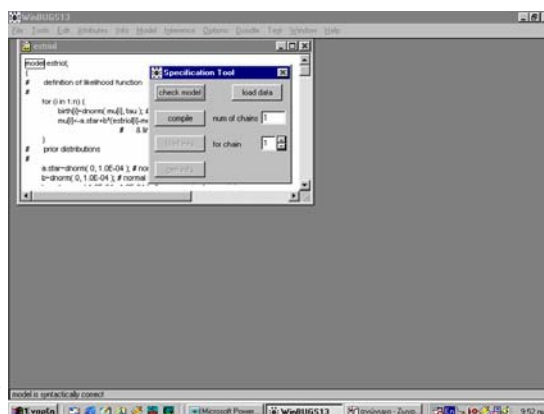
## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 1... Έλεγχος του Μοντέλου (Check Model)

ΕΑΝ Η ΣΥΝΤΑΞΗ ΕΙΝΑΙ ΣΩΣΤΗ ΤΟΤΕ

model is syntactically correct

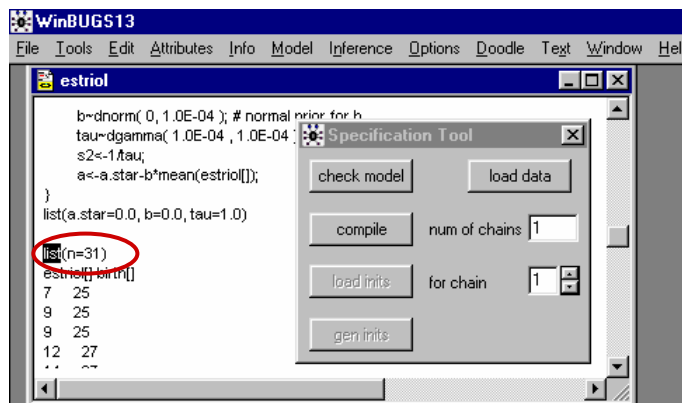


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 2... Φόρτωση των Δεδομένων (Load Data)

ΜΑΥΡΙΖΟΥΜΕ ΤΟ **list** Η ΤΗΝ 1η ΓΡΑΜΜΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

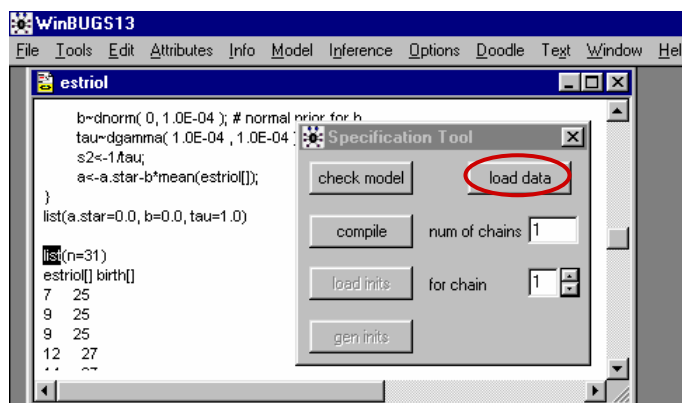


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 2... Φόρτωση των Δεδομένων (Load Data)

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "LOAD DATA"

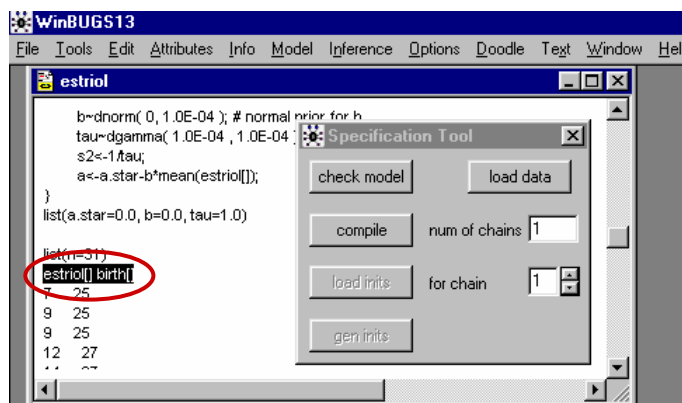


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 2... Φόρτωση των Δεδομένων (Load Data)

ΜΑΥΡΙΖΟΥΜΕ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΦΟΡΤΩΜΑ

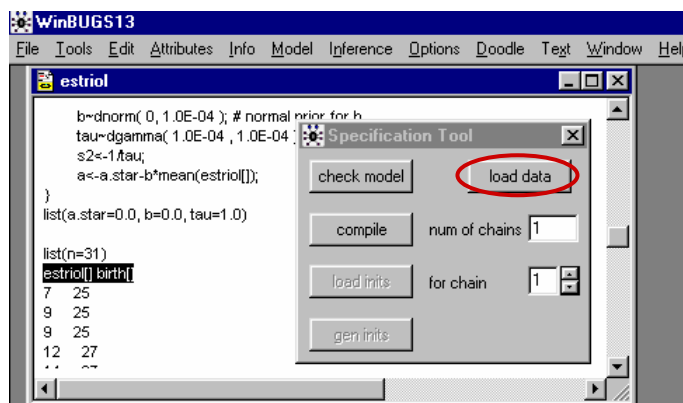


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 2... Φόρτωση των Δεδομένων (Load Data)

ΞΑΝΑΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "LOAD DATA"



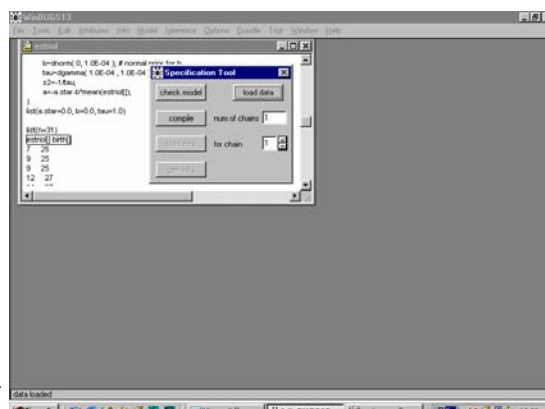
## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 2... Φόρτωση των Δεδομένων (Load Data)

ΕΑΝ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΩΘΟΥΝ ΣΩΣΤΑ ΤΟΤΕ

data loaded

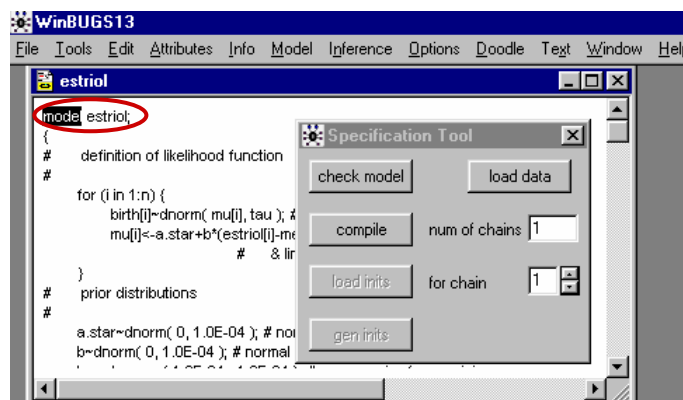


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘3... Εκκίνηση του Μοντέλου (Compile Model)

ΜΑΥΡΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΝΤΟΛΗ **model** (ΞΑΝΑ)

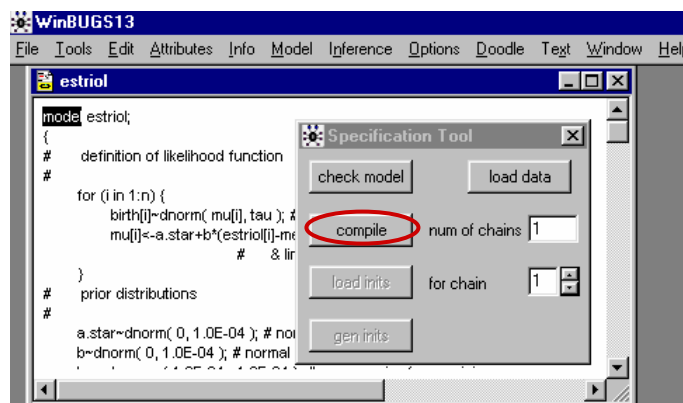


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘3... Εκκίνηση του Μοντέλου (Compile Model)

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "**COMPILE**"



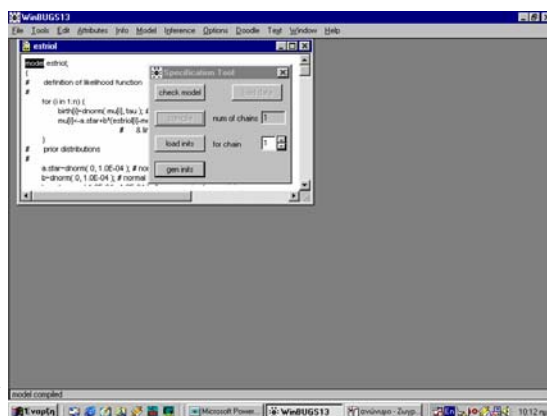
## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 3... Εκκίνηση του Μοντέλου (Compile Model)

ΕΑΝ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΚΚΙΝΗΘΕΙ ΣΩΣΤΑ ΤΟΤΕ

model compiled

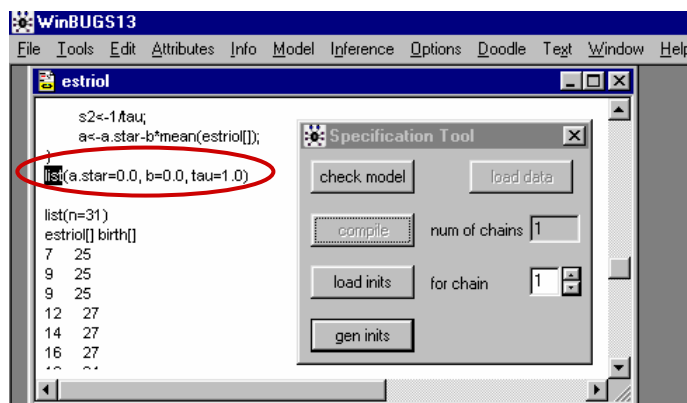


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘ 4... Φόρτωση ή Προσομοίωση Αρχικών Τιμών

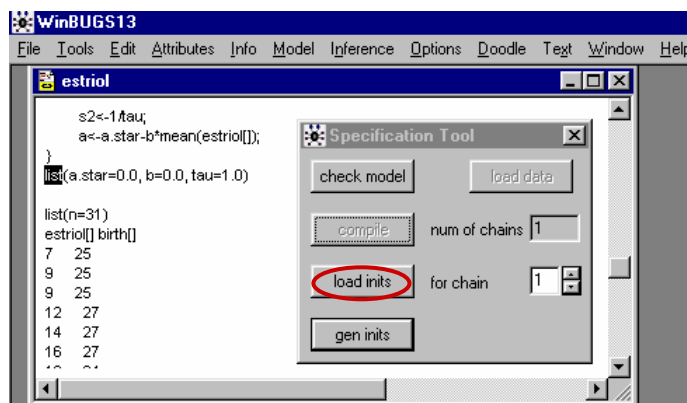
ΜΑΥΡΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΝΤΟΛΗ **list** ΤΩΝ ΑΡΧΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ



## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

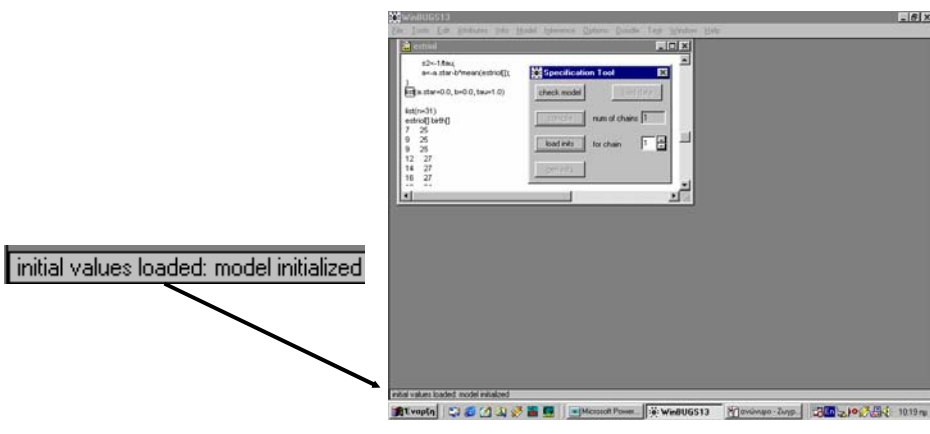
- ⌘ 4... Φόρτωση ή Προσομοίωση Αρχικών Τιμών  
ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "LOAD INITS"



## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

- ⌘ 4... Φόρτωση ή Προσομοίωση Αρχικών Τιμών  
ΕΑΝ ΟΙ ΑΡΧΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΦΟΡΤΩΘΟΥΝ ΣΩΣΤΑ ΤΟΤΕ



## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

⌘ 4... Φόρτωση ή Προσομοίωση Αρχικών Τιμών

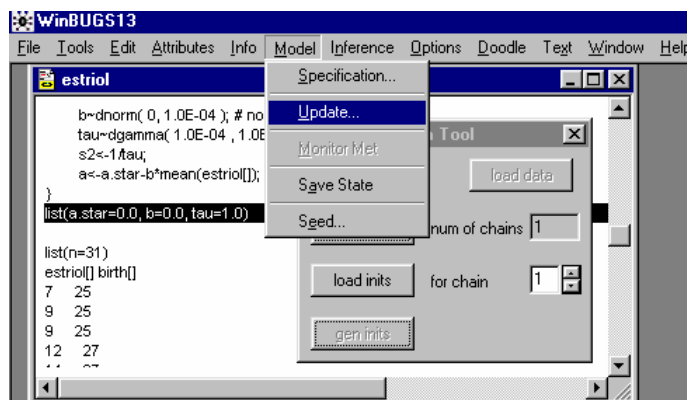
⌘ ΤΟ WINBUGS ΕΙΝΑΙ ΕΤΟΙΜΟ ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙ ΕΝΑ ΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟ ΤΗΝ *ΕΚ-ΤΩΝ-ΥΣΤΕΡΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ* ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗ GIBBS .

## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

⌘ 5... Προσομοίωση Τιμών Burn-in

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ "UPDATE" ΣΤΟ ΜΕΝΟΥ "MODEL"

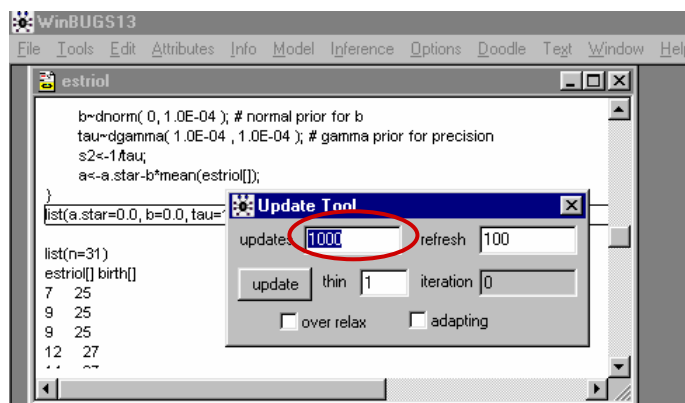


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘5... Προσομοίωση Τιμών Burn-in

ΓΡΑΦΟΥΜΕ ΣΤΟ **updates** ΤΟΝ ## ΤΩΝ BURN-IN ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΩΝ

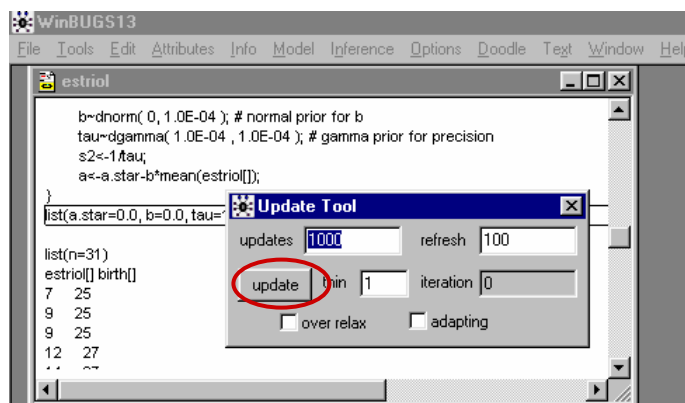


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘5... Προσομοίωση Τιμών Burn-in

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ **UPDATE** ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΟΥΜΕ

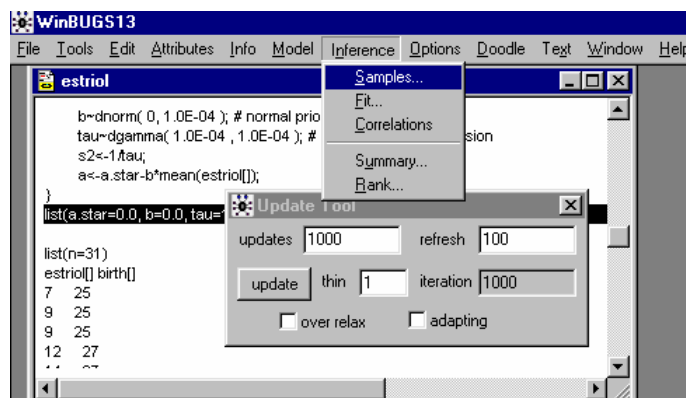


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘6... Παρακολούθηση Παραμέτρων

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ "SAMPLES" ΣΤΟ ΜΕΝΟΥ "INFERENCE"

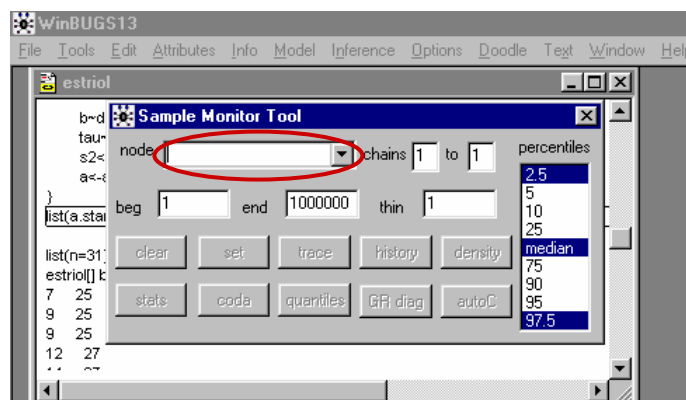


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘6... Παρακολούθηση Παραμέτρων

ΓΡΑΦΟΥΜΕ ΣΤΟ *node* ΤΟ ΟΝΟΜΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ

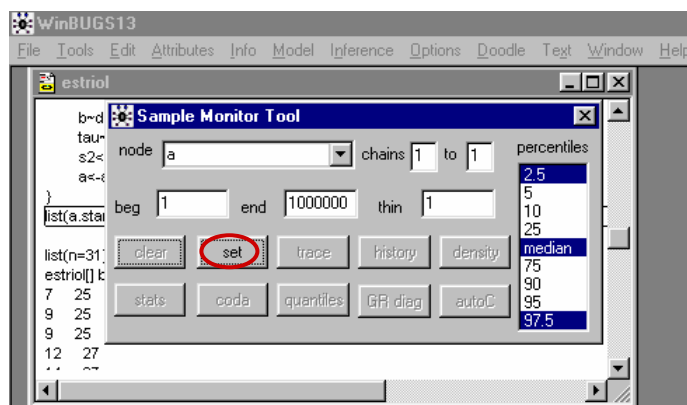


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘6... Παρακολούθηση Παραμέτρων

ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "SET"



## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘6... Παρακολούθηση Παραμέτρων

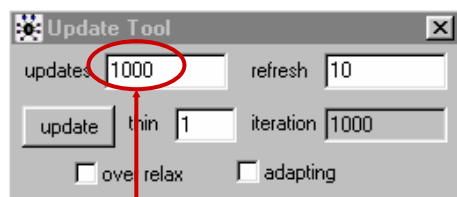
- ☒ ΓΡΑΦΟΥΜΕ "a" ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "SET"
- ☒ ΓΡΑΦΟΥΜΕ "b" ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "SET"
- ☒ ΓΡΑΦΟΥΜΕ "s2" ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "SET"

## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘7... Προσομοίωση Εκ-των-υστέρων Τιμών

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ "UPDATE TOOL"



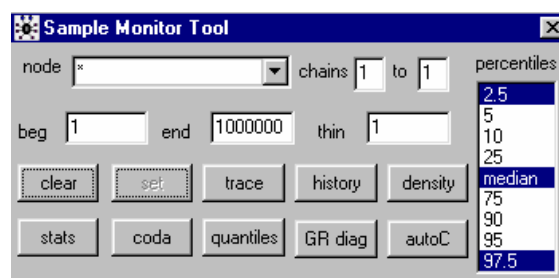
ΓΡΑΦΟΥΜΕ ΣΤΟ *updates* ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΘΥΜΟΥΜΕ (ΕΔΩ 1000)

## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ "SAMPLE MONITOR TOOL".



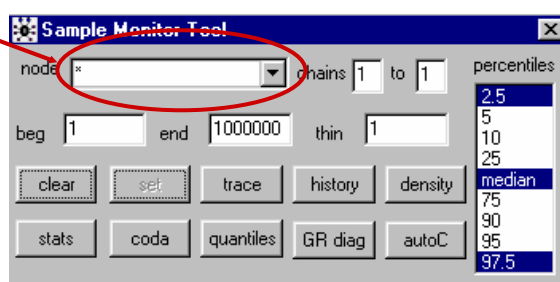
## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΓΡΑΦΟΥΜΕ ΣΤΟ **node** ΤΟ ΟΝΟΜΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΠΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΟΥΜΕ

[\*=ΟΛΕΣ ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΔΗΛΩΣΑΜΕ ΣΤΟ MONITOR]

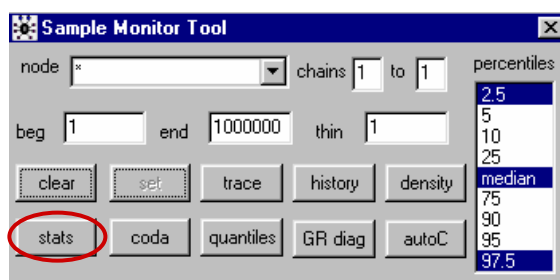


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "**STATS**".

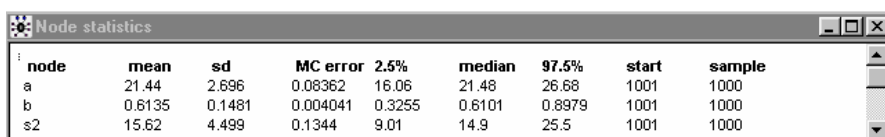


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΒΛΕΠΟΥΜΕ ΤΟΥΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΟΥΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΤΗΝ ΕΚ-ΤΩΝ-ΥΣΤΕΡΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ .



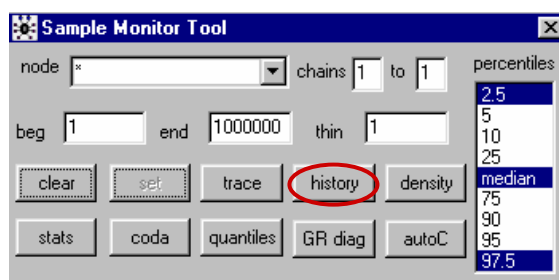
node	mean	sd	MC error	2.5%	median	97.5%	start	sample
a	21.44	2.696	0.08362	16.06	21.48	26.68	1001	1000
b	0.6135	0.1481	0.004041	0.3255	0.6101	0.8979	1001	1000
s2	15.62	4.499	0.1344	9.01	14.9	25.5	1001	1000

## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΕΠΙΛΕΓΟΝΤΑΣ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "HISTORY" ΣΤΟ "SAMPLE MONITOR TOOL" . . .

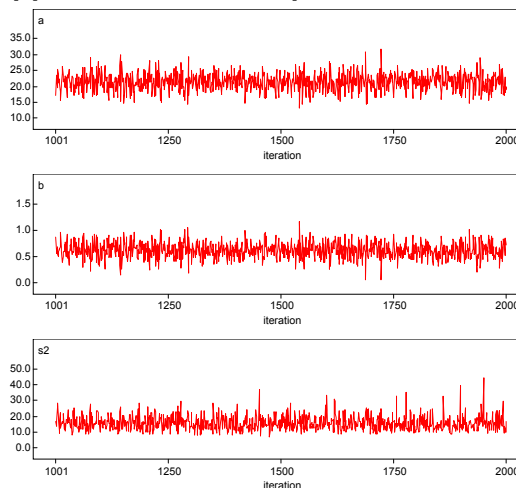


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΠΑΙΡΝΟΥΜΕ ΤΟ  
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΩΝ  
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΩΝ  
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ  
(TRACE PLOTS).

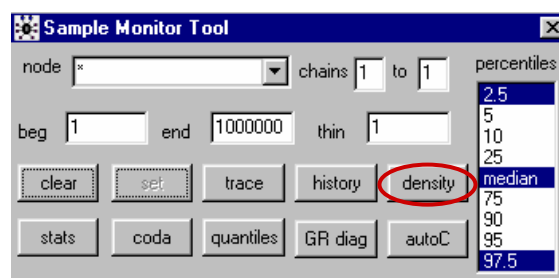


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΕΠΙΛΕΓΟΝΤΑΣ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "DENSITY" ΣΤΟ "SAMPLE MONITOR TOOL"...

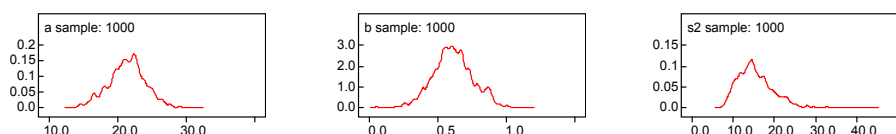


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΠΑΙΡΝΟΥΜΕ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΚ-ΤΩΝ-ΥΣΤΕΡΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

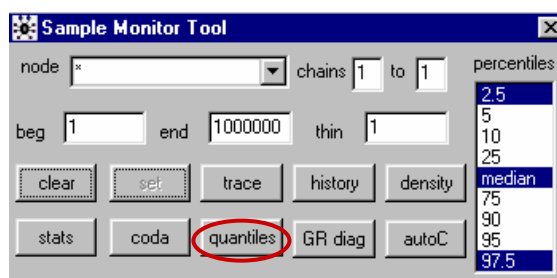


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΕΠΙΛΕΓΟΝΤΑΣ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "QUANTILES" ΣΤΟ "SAMPLE MONITOR TOOL"...

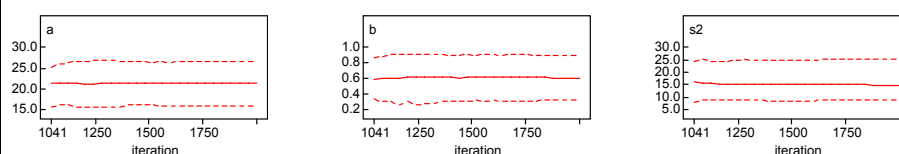


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΠΑΙΡΝΟΥΜΕ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΟΣΟΣΤΗΜΟΡΙΩΝ ΤΗΣ ΕΚ-ΤΩΝ-ΥΣΤΕΡΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

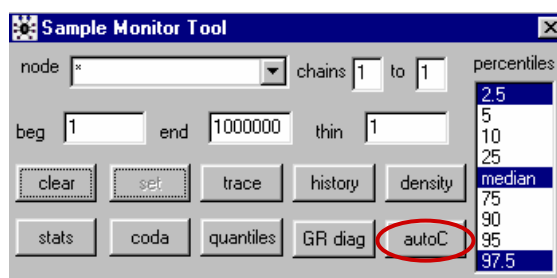


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΕΠΙΛΕΓΟΝΤΑΣ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "AUTOC" ΣΤΟ "SAMPLE MONITOR TOOL"...

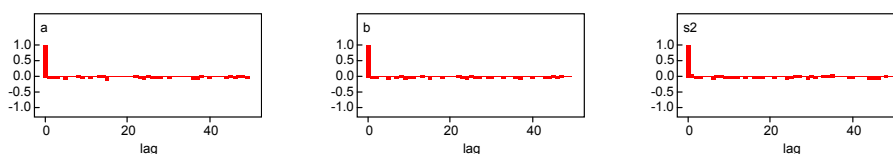


## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

ΠΑΙΡΝΟΥΜΕ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΥΤΟ-ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ



## 4... WINBUGS

### 4.2.2. Προσομοίωση στο WINBUGS

#### ⌘8... Περιγραφή της Εκ-των-Υστέρων Κατανομής

- ☒ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "**TRACE**" ΠΑΡΑΓΕΙ ΕΝΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ ON LINE
- ☒ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "**CODA**" ΠΑΡΑΓΕΙ ΜΙΑ ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΤΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΑΠΟ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ CODA ΠΟΥ ΔΟΥΛΕΥΕΙ ΣΤΟ R Η ΣΤΟ SPLUS.
- ☒ ΤΟ ΚΟΥΤΙ "**GR DIAG**" ΠΑΡΑΓΕΙ ΕΝΑ ΔΙΑΓΝΩΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ (ΓΙΑ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΑΛΥΣΙΔΕΣ)

## 4... WINBUGS

### 4.3. Καθορισμός Νεας Πιθανοφάνειας και Prior

⌘ [MONO STO WINBUGS]

⌘ Τι γίνεται αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μια κατανομή που δεν υπάρχει στο WINBUGS;

⌘ **ΤΟ ΚΟΛΠΟ ΜΕ ΤΑ ΜΗΔΕΝΙΚΑ!**

## 4... WINBUGS

### 4.3.1 Καθορισμός Νεας Prior

⌘ [MONO STO WINBUGS]

⌘ **ΤΟ ΚΟΛΠΟ ΜΕ ΤΑ ΜΗΔΕΝΙΚΑ!**

Έστω ότι θέλουμε να ορίσουμε μια prior  $f(\theta)$  για την παράμετρο  $\theta$

⌘ 1... Θέτουμε ότι η prior του  $\theta$  είναι επίπεδη στο πεδίο τιμών της ( `dflat()` ή `dunif()` )

⌘ 2... Θέτουμε μια μεταβλητή (π.χ. `zero`) ίση με μηδέν

⌘ 3... Ορίζουμε ότι ακολουθεί την κατανομή **Poisson** μέ μέσο  $\lambda$

⌘ 4... Θέτουμε  $\lambda = -\log f(\theta)$

## 4... WINBUGS

### 4.3.1 Καθορισμός Νεας Prior

⌘ [ΜΟΝΟ ΣΤΟ WINBUGS]

⌘ ΤΟ ΚΟΛΠΟ ΜΕ ΤΑ ΜΗΔΕΝΙΚΑ!

Π.χ.  $f(\theta) = z(z + \omega\theta)^{\theta-1} e^{-(z + \omega\theta)}/(\theta!)$ .

Γενικευμένη/Lagrangian Poisson με μέσο= $z/(1-\omega)$ ,

Διακύμανση= $z/(1-\omega)^3$ ,  $DI = 1/(1-\omega)^2$

⌘ `theta ~ dflat()`

⌘ `zero <- 0`

⌘ `zero ~ dpois(lambda)`

⌘ `lambda <- -( log(zeta)+(theta-1)*  
log(zeta+omega*theta)-(zeta+omega*theta)-  
logfact(theta) )`

## 4... WINBUGS

### 4.3.1 Καθορισμός Νεας Prior

Γιατί δουλεύει αυτό το κόλπο;

$f(\text{zero}|\theta)$  είναι η Poisson με μέση τιμή ίση  $-\log\text{-likelihood}$

$\varphi(\theta)$  είναι η επίπεδη ψεύτο-prior που χρησιμοποιούμε για να ορίσουμε έμμεσα την πραγματική prior.

$f(\theta|\text{zero})$  είναι η prior που τελικά ορίζουμε.

$$f(\theta|\text{zero}) \propto f(\text{zero}=0|\theta) \times \varphi(\theta) = e^{-\lambda} \times 1 = e^{-(-\log f(\theta))} \times 1 = f(\theta)$$

## 4... WINBUGS

### 4.3.1 Καθορισμός Νεας Prior

#### ⌘ [ΜΟΝΟ ΣΤΟ WINBUGS]

#### ⌘ ΤΟ ΚΟΛΠΟ ΜΕ ΤΑ ΜΗΔΕΝΙΚΑ!

- ⌘ Δείτε στο manual του WINBUGS στην ενότητα [new-prior](#) για παράδειγμα με την κανονική κατανομή
- ⌘ ΠΡΟΣΟΧΗ: Αυτή η μέθοδος παράγει δείγματα με
  - ☒ Μεγάλη αυτο-συσχέτιση
  - ☒ Αργή Σύγκλιση
  - ☒ Υψηλά Μόντε Κάρλο σφάλματα
- ⌘ είναι δηλ. αργή υπολογιστικά και χρειάζεται να αφήσουμε το WINBUGS να τρέξει για αρκετές επαναλήψεις.

## 4... WINBUGS

### 4.3.2 Καθορισμός Νεας Πιθανοφάνειας

Έστω ότι θέλουμε να ορίσουμε με  $y_i \sim f(y_i | \theta)$  με παράμετρο  $\theta$

- ⌘ 1... Θέτουμε μια σταθερά C ίση με ένα μεγάλο νούμερο για να εξασφαλίσουμε ότι το
- ⌘ 2... Θέτουμε ένα διάνυσμα ψευτο-δεδομένων **zero** (με μήκος ίσο με το μέγεθος των πραγματικών μας δεδομένων) ίσο με μηδέν
- ⌘ 3... Ορίζουμε ότι ακολουθεί την κατανομή **Poisson** μέ μέσο  $\lambda_i$
- ⌘ 4... Θέτουμε  $\lambda_i = -\log f(y_i | \theta)$

## 4... WINBUGS

### 4.3.2 Καθορισμός Νεας Πιθανοφάνειας

Π.χ.  $f(y_i | z, \omega) = \frac{z (z + \omega y_i)^{y_i - 1} e^{-(z + \omega y_i)}}{(y_i!)}$ .  
 Γενικευμένη/Lagrangian Poisson με  
 παραμέτρους  $\theta = (z, \omega)$   
 μέσος =  $z/(1-\omega)$  και Διακύμανση =  $z/(1-\omega)^3$ ,

```

C <- 10000
for (i in 1:N) {
  zeros[i] <- 0
  zeros[i] ~ dpois(lambda[i])
  lambda[i] <- -L[i] + C
  L[i] <- -( log(zeta)+(y[i]-1)*
log(zeta+omega*y[i])-(zeta+omega*y[i])-
logfact(y[i])) )
}

```

## 4... WINBUGS

### 4.3.2 Καθορισμός Νεας Πιθανοφάνειας

Γιατί δουλεύει αυτό το κόλπο;

$$\begin{aligned} \prod_{i=1}^n f(\text{zero}_i | y_i, \theta) &= \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i} = \prod_{i=1}^n e^{-(L_i + C)} \\ &= \prod_{i=1}^n e^{\log f(y_i | \theta) - C} \propto \prod_{i=1}^n f(y_i | \theta) \end{aligned}$$

## 4... WINBUGS

### 4.3.2 Καθορισμός Νεας Πιθανοφάνειας

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΗΣ POISSON

(Rosner 1994, page 94)

Αριθμός Θανάτων από πολιομυελίτιδα την περίοδο  
1968-76

1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
24	13	7	18	2	10	3	9	16

## 4... WINBUGS

### 4.3.2 Καθορισμός Νεας Πιθανοφάνειας

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΗΣ POISSON

```

model {
  C<-10000
  for (i in 1:9) {
    zeros[i]<-0
    zeros[i]~dpois( lambda[i] )
    lambda[i]<- C - loglike[i]
    loglike[i] <- log(zeta)+(y[i]-1)* log(zeta+omega*y[i]) -
      (zeta+omega*y[i]) - logfact(y[i])
  }
  zeta~dgamma(0.001, 0.001)
  omega~dbeta(1,1)
  mean<-zeta/(1-omega)
  var<-zeta/pow(1-omega,3)
  DI<-1/((1-omega)*(1-omega))
}
DATA : list( y=c(24, 13, 7, 18, 2, 10, 3, 9, 16) )
INITS: list( zeta=1, omega=0.5 )

```

## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

#### 4.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

##### ⌘ BATCH MODE METHOD: SCRIPTING

##### ⌘ [μόνο στο WINBUGS 1.4].

- ⌘ Εναλλακτικός τρόπος προσομοίωσης χωρίς να περιμένουμε για αποτελέσματα
- ⌘ Χρειάζονται τουλάχιστον 4 αρχεία σε WINBUGS (\*.odc) ή text (\*.txt) format
  - ☒ Εντολές Προσομοίωσης (script)
  - ☒ Μοντέλο
  - ☒ Δεδομένων (μπορεί να είναι περισσότερα από 1)

## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

Παράδειγμα script.odc

Επιλέξτε



BackBugs14.Ink

Στον κατάλογο του WINBUGS14

συνήθως **c:\Program Files\Winbugs14\**

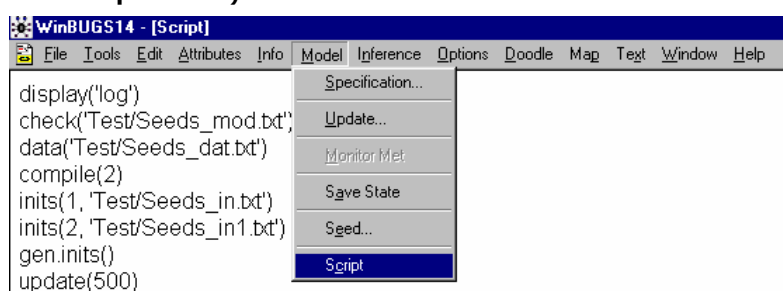
## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

Ανοίγουμε το script file

`c:\Program Files\Winbugs14\script.odc`

και τρέχουμε το μοντέλο στο παρασκήνιο επιλέγοντας **MODEL>SCRIPT**



## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

#### 4.4.2. Μερικές Σημαντικές Εντολές

- ⌘ `display('log')` : Ανοίγει ένα αρχείο log που αποθηκεύει τα αποτελέσματα
- ⌘ `check('Test/Seeds_mod.txt')` : Έλεγχος μοντέλου που βρίσκεται στο αρχείο `Seeds_mod.txt` και στον υποκατάλογο του WINBUGS, `Test`.
- ⌘ `data('Test/Seeds_dat.txt')` : Φόρτωση Δεδομένων από το αρχείο `Seeds_dat.txt` και στον υποκατάλογο του WINBUGS, `Test`.
- ⌘ `compile(2)` : Εκκίνηση 2 προσομοιωμένων αλυσίδων.
- ⌘ `inits(1, 'Test/Seeds_in.txt')` : Φόρτωση Αρχικών Τιμών της 1ης αλυσίδας το αρχείο `Seeds_in.txt` και στον υποκατάλογο του WINBUGS, `Test`.

## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

#### 4.4.2. Μερικές Σημαντικές Εντολές

- ⌘ `gen.inits()` : Προσομοίωση Αρχικών Τιμών .
- ⌘ `update(500)` : Προσομοίωση 500 Τιμών (Burn-in) .
- ⌘ `set(alpha0)` : Αρχίζουμε και αποθηκεύουμε τις προσομοιωμένες τιμές για την παράμετρο `alpha0` .
- ⌘ `update(1000)` : Προσομοίωση 1000 Τιμών .
- ⌘ `stats(*)` : Στατιστικοί δείκτες για το προσομοιωμένο δείγμα όλων των παραμέτρων έχουν οριστεί μέσω του της εντολής `set` .
- ⌘ `history(*)` : Διάγραμμα προσομοιωμένων τιμών ανά επανάληψη για τις παραμέτρους που έχουν οριστεί μέσω του της εντολής `set` .
- ⌘ `trace(*)` : Δυναμικό (on-line) Διάγραμμα προσομοιωμένων τιμών ανά επανάληψη για τις παραμέτρους που έχουν οριστεί μέσω του της εντολής `set` .

## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

#### 4.4.2. Μερικές Σημαντικές Εντολές

- ⌘ `density(*)` : Διάγραμμα της εκτιμώμενης εκ-των-υστέρων συνάρτησης πιθανότητας ή πυκνότητας πιθανότητας για τις παραμέτρους που έχουν οριστεί μέσω του της εντολής `set` .
- ⌘ `autoC(*)` : Διάγραμμα αυτοσυσχετίσεων των προσομοιωμένων τιμών για τις παραμέτρους που έχουν οριστεί μέσω του της εντολής `set` .
- ⌘ `quantiles(*)` : Διάγραμμα ποσοστημορίων των προσομοιωμένων τιμών ανά επανάληψη για τις παραμέτρους που έχουν οριστεί μέσω του της εντολής `set` .

## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

#### 4.4.2. Μερικές Σημαντικές Εντολές

- ⌘ **coda (\*, output)** : Αποθήκευση όλων των monitored παραμέτρων στο αρχείο **output** το οποίο είναι σε format CODA. Αν το όνομα του αρχείου μείνει κενό ανοίγει παράθυρο στο WINBUGS.
- ⌘ **save ('seedsLog')** : Αποθήκευση όλων των αποτελεσμάτων του log παραθύρου στο αρχείο **seedLog.odc** (format WINBUGS μαζί με διαγράμματα). Αν το αρχείο έχει κατάληξη **txt** τότε αποθηκεύονται σε αρχείο text μόνο το κείμενο (όχι διαγράμματα και άλλα γραφικά).
- ⌘ **quit()** : Έξοδος από το WINBUGS.

## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

#### 4.4.2. Μερικές Σημαντικές Εντολές

- ⌘ **coda (\*, output)** : Αποθήκευση όλων των monitored παραμέτρων στο αρχείο **output** το οποίο είναι σε format CODA. Αν το όνομα του αρχείου μείνει κενό ανοίγει παράθυρο στο WINBUGS.
- ⌘ **save ('seedsLog')** : Αποθήκευση όλων των αποτελεσμάτων του log παραθύρου στο αρχείο **seedLog.odc** (format WINBUGS μαζί με διαγράμματα). Αν το αρχείο έχει κατάληξη **txt** τότε αποθηκεύονται σε αρχείο text μόνο το κείμενο (όχι διαγράμματα και άλλα γραφικά).
- ⌘ **quit()** : Έξοδος από το WINBUGS.

## 4... WINBUGS

### 4.4. Προσομοίωση στο Παρασκήνιο

#### 4.4.3. Προσομοιώνοντας το Παράδειγμα Εστριόλης στο Παρασκήνιο

1... ΦΤΙΑΧΝΟΥΜΕ 5 ΑΡΧΕΙΑ

⌘ script.odc

⌘ model.odc

⌘ data.odc

⌘ data2.odc

⌘ inits.odc

2... ΑΝΟΙΓΟΥΜΕ ΤΟ **SCRIPT.ODC** ΚΑΙ ΤΡΕΧΟΥΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΤΟ ΠΑΡΑΣΚΗΝΙΟ ΑΠΟ ΤΟ ΜΕΝΟΥ **MODEL>SCRIPT**.

## Bayesian Biostatistics Using BUGS

**ΤΕΛΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΥ  
ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ**

E-mail: [ntzoufras@aueb.gr](mailto:ntzoufras@aueb.gr)



Department of Statistics,  
Athens University of  
Economics & Business