

BPMN Practical Aspects (Outline)

Α. Τσαλγατίδου - Γ.-Δ. Κάπος



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών



ΤΜΗΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ +
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
“Τεχνολογία Διοίκησης
Επιχειρησιακών Διαδικασιών”
2021-2022**

Outline

- BPMN Practice
- BPMN & Simulation
- BPMN Simulation Practice
- BPMN & MDA (opt.)

BPMN Practice

- Παρουσίαση/Επίδειξη Modelio
 - Open source modeling environment
- Παραδείγματα

BPMN & Simulation

- Προσομοίωση (σκοπός, σημασία, εφαρμογές, είδη)
- Θέματα που επηρεάζουν την προσομοίωση, αλλά δεν απασχολούν τη BPMN
- Διαφορές BPMN - Προσομοίωσης Διακριτού Χρόνου (DES)
- Ερευνητική δραστηριότητα
- Προσεγγίσεις στην προσομοίωση BP

BPMN & Simulation (cont.)

- Αξιοποίηση αποτελεσμάτων προσομοίωσης
- Η άλλη όψη: Η BPMN ως εργαλείο στην προσομοίωση & στο systems engineering

BPMN Simulation Practice

- Παρουσίαση/Επίδειξη BIMP
 - Free (Academic) Online Business Process Simulator for BPMN
- Παραδείγματα

BPMN & MDA (opt.)

- Θέματα MDA και BPMN
- Εφαρμογή MDA για Προσομοίωση BP
 - Συνδυασμός Modelio & BIMP μέσω BPMN

Modelio - BIMB: Συνοπτικός Οδηγός

Α. Τσαλγατίδου - Γ.-Δ. Κάπος



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών



ΤΜΗΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ +
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
“Τεχνολογία Διοίκησης
Επιχειρησιακών Διαδικασιών”
2021-2022

Modelio

- Open source εφαρμογή για μοντελοποίηση BP με BPMN
- Λειτουργικότητα:
 - Μοντελοποίηση BP
 - Model Validation
 - Export σε εικόνες και BPMN

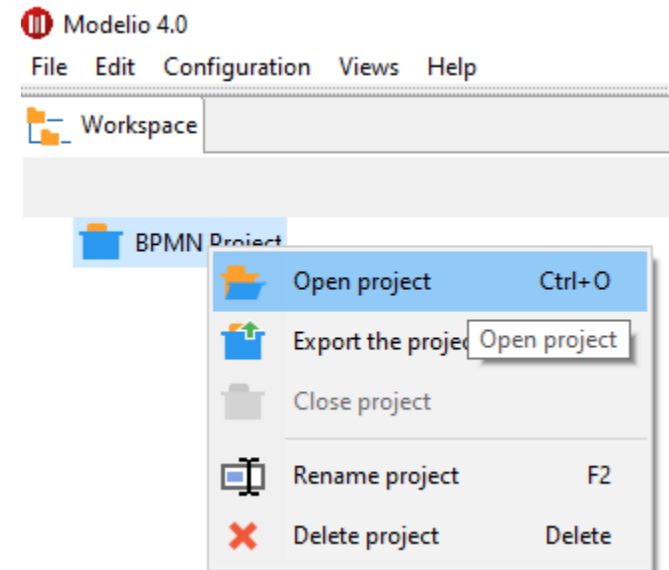
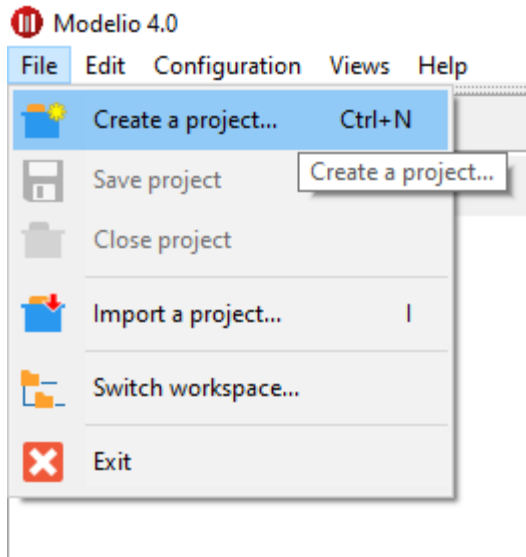
Εγκατάσταση

- <https://www.modelio.org/downloads/download-modelio.html>
- Κάνουμε εγκατάσταση

Εκκίνηση - Βασική Λειτουργία

- Χρησιμοποιούμε το σύνδεσμο που δημιουργήθηκε με την εγκατάσταση
- Την πρώτη φορά δημιουργούμε νέο project
- Αλλιώς επιλέγουμε ένα από τα υφιστάμενα projects για άνοιγμα

Αρχική Οθόνη: Δημιουργία ή Άνοιγμα Project



Δημιουργία Διαγράμματος (1)

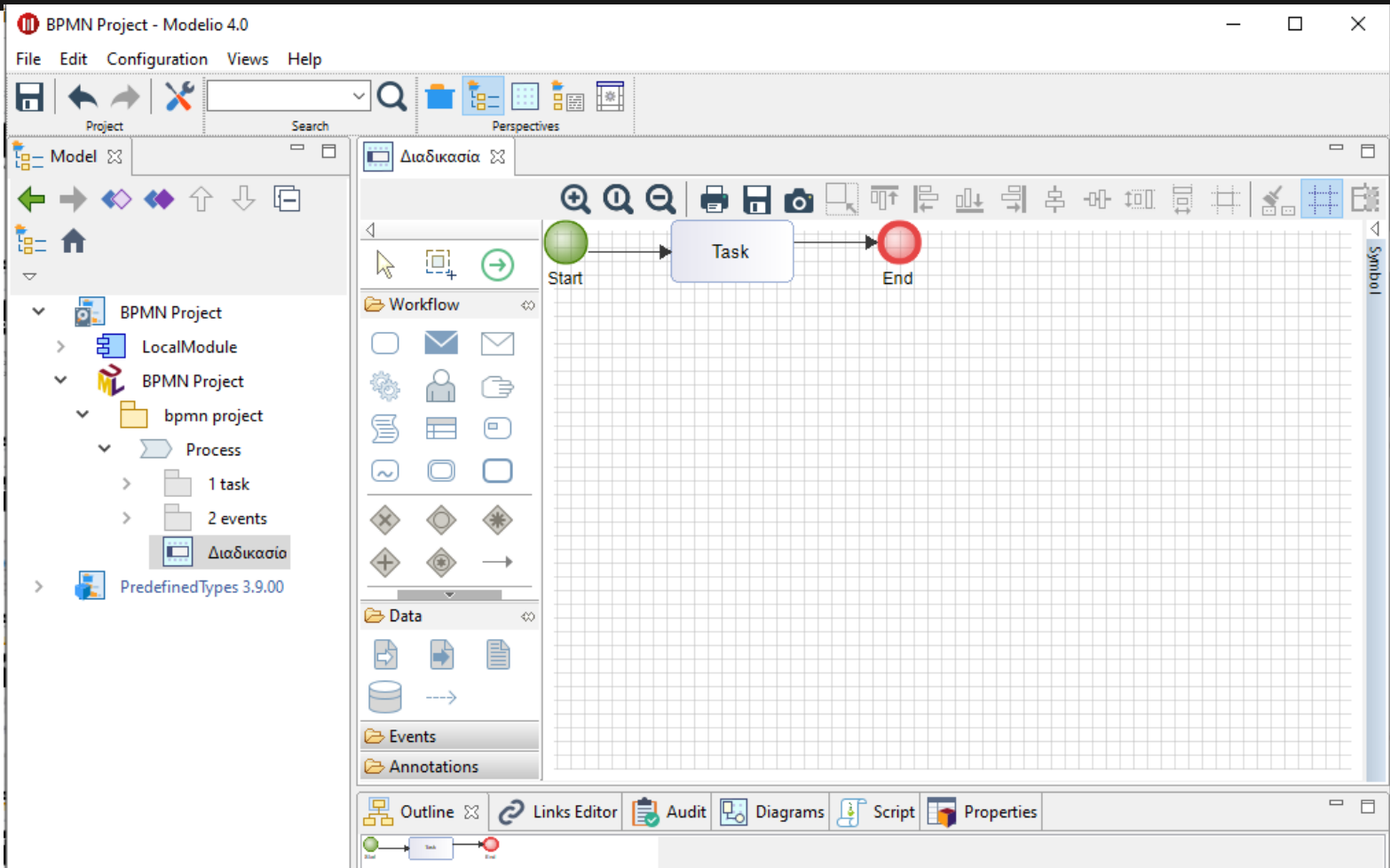
BPMN Project - Modelio 4.0
File Edit Configuration Views Help

Project Search Perspectives Macros

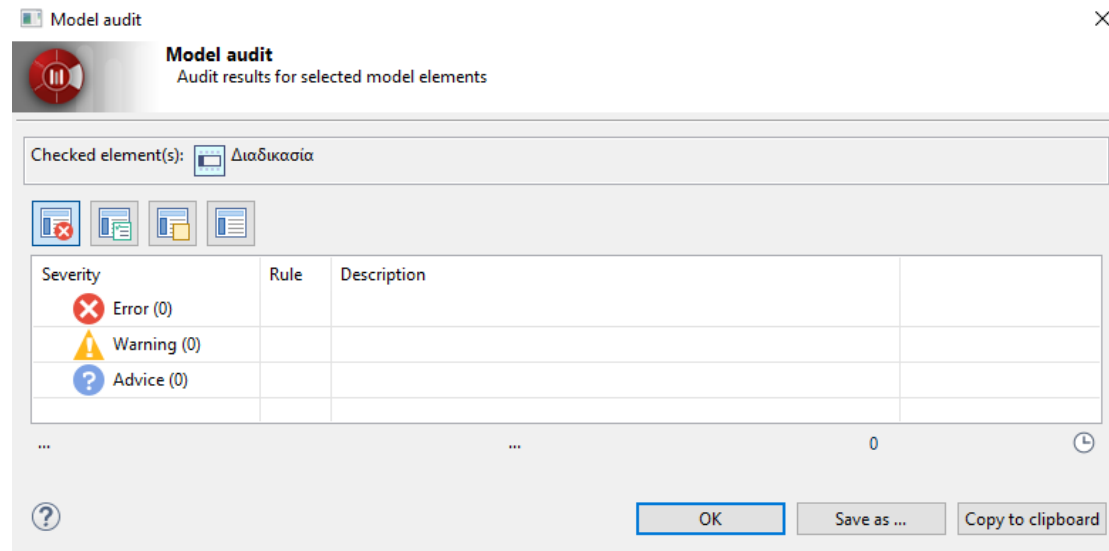
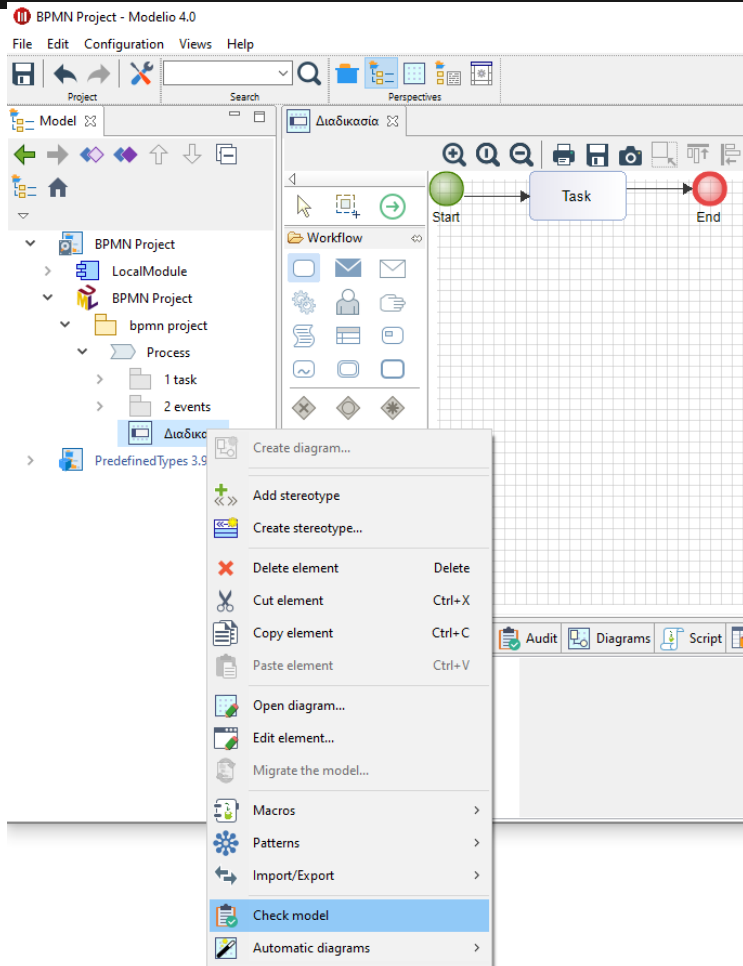
Model

- BPMN Project
 - LocalModule
 - BPMN Project
 - bpmn project
 - Create diagram... (Open the diagram)
 - Create element
 - Modeler Module

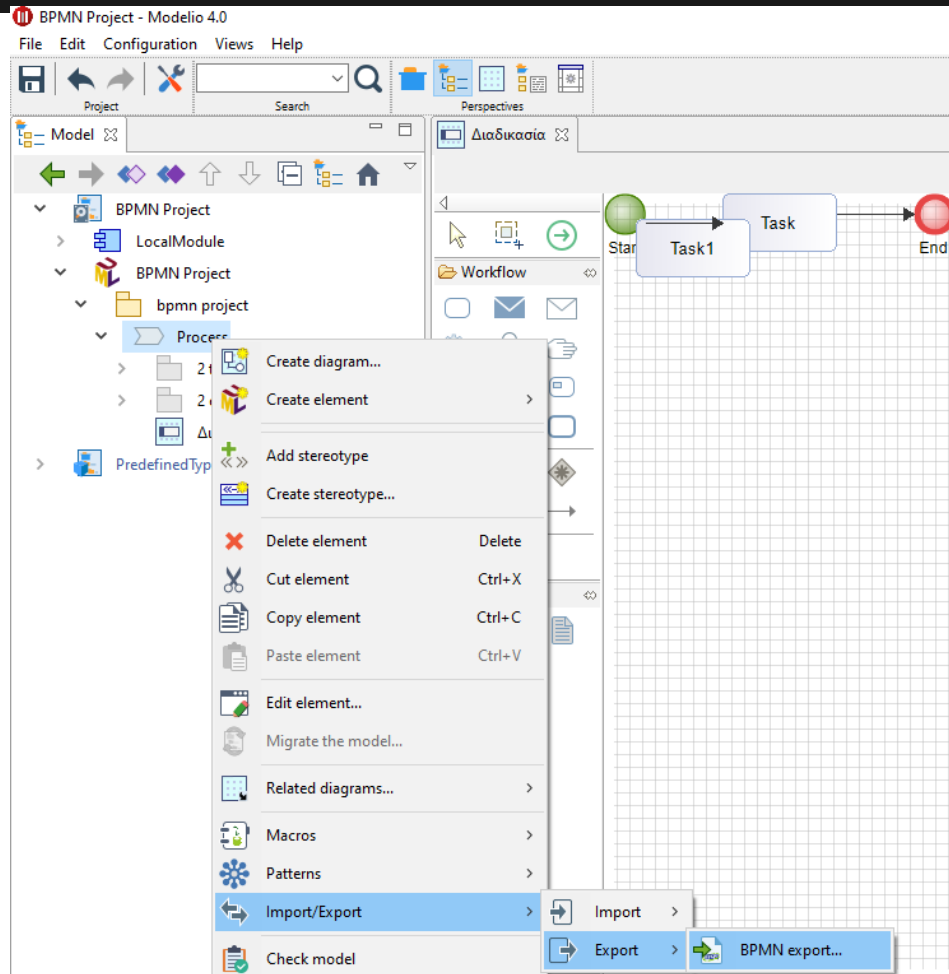
Δημιουργία Διαγράμματος (2)



Επικύρωση Μοντέλου



Export BPMN



Προσομοίωση Μοντέλων Επιχειρησιακών Διαδικασιών

Α. Τσαλγατίδου - Γ.-Δ. Κάπος



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών



ΤΜΗΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ +
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
“Τεχνολογία Διοίκησης
Επιχειρησιακών Διαδικασιών”
2021-2022

Σκοπός Διαλέξεων

- Κίνητρα για προσομοίωση μοντέλων BP
- Σημασία προσομοίωσης BP
- Μέθοδοι προσομοίωσης
- Διαφοροποίηση μοντέλων BP - μοντέλων προσομοίωσης BP
- Διαδικασία παραγωγής μοντέλων προσομοίωσης (model-driven approach)
- Αξιοποίηση αποτελεσμάτων προσομοίωσης

Έννοιες & Όροι

- WFM
 - Διαχείριση & εκτέλεση ροών εργασίας
- BPM (Management)
 - Γενική προσέγγιση BP: modeling, redesign, execution, logging
- BPM (Modeling)
 - Μοντελοποίηση BP
- BPR (Reengineering)
- BPS
 - Προσομοίωση BP
- BPMN - BPEL

Κίνητρα για Προσομοίωση Μοντέλων ΒΡ

- **Κατανόηση** διαδικασιών
 - Παρακολούθηση της εκτέλεσης του ΒΡ
 - Πόσες φορές γίνονται κάποια βήματα;
- **Εντοπισμός προβλημάτων** στα μοντέλα ΒΡ
 - Πού υπάρχει μεγάλη καθυστέρηση;
 - Υπάρχουν βήματα τα οποία δεν εκτελούνται ποτέ;
- **Εκτίμηση απόδοσης**
 - Πόσο χρόνο απαιτεί η ολοκλήρωση της διαδικασίας;
 - Πόσο χρόνο αναμονής έχουν ενεργά αιτήματα;
 - Ποιο το utilization των resources

Κίνητρα για Προσομοίωση Μοντέλων ΒΡ

- Εκτίμηση **κόστους**
 - Πόσο θα κοστίσει όλη η διαδικασία;
 - Πληρώνω resources που δεν αξιοποιούνται;
 - Να αξιοποιήσω περισσότερους οικονομικούς πόρους ή λιγότερους ακριβούς;
- Μελέτη **παραλλαγών** διαδικασιών
 - Αν εισάγω/αφαιρέσω/αλλάξω αυτό το βήμα της διαδικασίας, ποιο θα είναι το αποτέλεσμα;
- **Βελτιστοποίηση** διαδικασιών
 - Ως προς το **χρόνο** ολοκλήρωσης και το **κόστος** επεξεργασίας
 - Εξέταση εναλλακτικών επιλογών

Κίνητρα για Προσομοίωση Μοντέλων BP

- **Περιορισμός κινδύνων BPR**
 - Εντοπισμός επικίνδυνων αλλαγών στα BPs
 - Ρεαλιστική εξέταση κόστους - ωφελειών
- **Υψηλός βαθμός αξιοπιστίας** εκτίμησης
 - Αποτελέσματα που προσεγγίζουν την πραγματική λειτουργία, δηλαδή αξιοποιήσιμα
 - Προσεκτική επιλογή παραμέτρων & μεθόδου
- **Χαμηλό κόστος** διερεύνησης
 - Συγκριτικά με τις υποδομές για την επιχειρησιακή λειτουργία
 - Χωρίς λειτουργικό κόστος ή επιπτώσεις στη φήμη

Σημασία Προσομοίωσης BP

- Διαμόρφωση μοντέλων προσομοίωσης BP
- Επιλογή περιβάλλοντος εκτέλεσης προσομοίωσης
- Πειραματική, ρεαλιστική εκτέλεση των μοντέλων προσομοίωσης BP
- Χωρίς παραγωγή επιχειρησιακού αποτελέσματος
- Αντιπροσωπευτική συμπεριφορά ως προς την απόδοση και τις επιλογές ροής

Σημασία Προσομοίωσης BP

- Αξιοποίηση **εμπειρικών στοιχείων** από υφιστάμενες BP, αλλά και **προβλέψεων** από μελέτες σχετικά με:
 - Απόδοση βημάτων της διαδικασίας
 - Κόστος πόρων - εκτέλεσης επιμέρους ενεργειών
 - Συχνότητα εμφάνισης αιτήσεων/περιπτώσεων
- Επομένως, αποτελεί **πρόσθετο κίνητρο** για **τυπική αντιμετώπιση** των BP:
 - Μοντελοποίηση BP
 - Καταγραφή στοιχείων εκτέλεσης
 - Διεξαγωγή σχετικών μελετών

Μέθοδοι Προσομοίωσης

- Διαφορετικοί τρόποι προσομοίωσης
 - Είδος υποστηριζόμενων μοντέλων προσομοίωσης:
 - στοχαστικά ή ντετερμινιστικά
 - σταθερά ή δυναμικά
 - συμπεριφορά συνεχής ή με διακριτά συμβάντα
 - Τρόπος εκτέλεσης προσομοίωσης
 - σειριακός ή παράλληλος/κατανεμημένος
 - Θεωρητική θεμελίωση
 - Τρόπος αναπαράστασης μοντέλων προσομοίωσης
 - Υποστήριξη από εργαλεία
- Αντιμετώπιση διαφορετικών προβλημάτων

Μέθοδοι Προσομοίωσης

- Στις επιχειρησιακές διαδικασίες υπάρχουν
 - Διακριτές μεταβάσεις από task σε task
 - Εκτιμώμενος χρόνος επεξεργασίας task
 - Συγκέντρωση αιτημάτων προς επεξεργασία σε ουρές
- Παραπέμπουν σε προσομοίωση με συμβάντα διακριτού χρόνου
- Απαιτείται η δημιουργία αντίστοιχου μοντέλου προσομοίωσης

Θέματα που αφορούν την Προσομοίωση, αλλά όχι τη BPMN

- Κατανομή πιθανοτήτων έναρξης BP
- Διαθεσιμότητα πόρων (άνθρωποι, μηχανές)
- Διάρκεια επεξεργασίας ενός βήματος BP:
 - Κατανομή πιθανοτήτων
- Οι πόροι δεν αφιερώνονται 100% σε μία BP
- Στα σημεία επιλογής (gateways):
 - Πιθανότητα να ακολουθηθεί κάθε κλάδος

Διαφορές μοντέλων BP - Μοντέλων Προσομοίωσης BP

- Τα μοντέλα **ορισμού** BP είναι:
 - Εκφραστικά για να διευκολύνουν την **ανάλυση**
 - Παραστατικά για το διαμοιρασμό της **γνώσης**
 - Αντιπροσωπευτικά της διαδικασίας, σύμφωνα με τις **προϋποθέσεις εκτέλεσης**
 - Εξαντλητικά στην περιγραφή δυνατών περιπτώσεων
- Τα μοντέλα **προσομοίωσης** BP είναι:
 - Εκτελέσιμα ως προς συγκεκριμένες όψεις
 - Αντιπροσωπευτικά της λειτουργίας της διαδικασίας, σύμφωνα με τις **συνθήκες εκτέλεσης**
 - Εξαντλητικά στην **εξέταση** περιπτώσεων εκτέλεσης

Διαφορές BPMN - DES

- Στη BPMN δεν υπάρχει η έννοια της ουράς (queue)
- Στη BPMN δεν προβλέπεται η ανάθεση προτεραιοτήτων
- Στη BPMN δεν λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος μεταξύ των βημάτων
- Στη BPMN δεν δίνεται η πιθανότητα κάθε κλάδου μετά από σημείο επιλογής

Διαδικασία Προσομοίωσης: Ερωτήματα

- Πώς περιγράψω τις BP μου;
- Ποιο περιβάλλον προσομοίωσης να επιλέξω;
- Πώς θα παράγονται τα εκτελέσιμα προγράμματα/μοντέλα προσομοίωσης BP;
- Πώς θα συμπληρώνονται τα μοντέλα BP με τις απαιτούμενες πληροφορίες;
- Πώς θα εξασφαλίζεται η αντιστοιχία;
- Τι αποτελέσματα θα προκύψουν;
- Πώς θα αξιοποιηθούν;

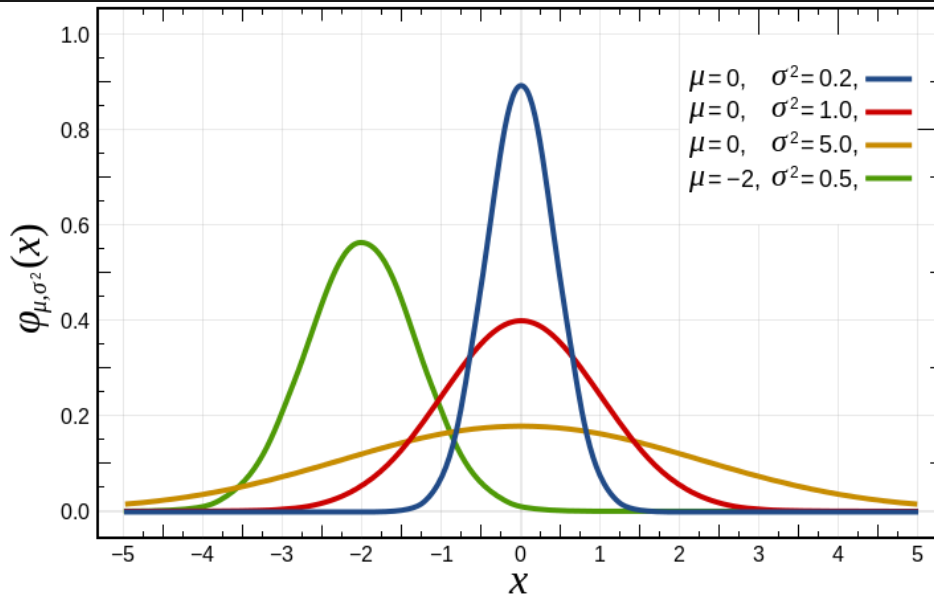
Επιλογή Μεθοδολογίας & Περιβάλλοντος Προσομοίωσης

- Επιλογή μεθοδολογίας & περιβάλλοντος εκτέλεσης προσομοίωσης
 - Εύρος διαθέσιμων επιλογών για στοιχεία με “τυχαία” συμπεριφορά
 - Θεωρητικό υπόβαθρο μεθοδολογίας προσομοίωσης
 - Αναμενόμενη ποιότητα αποτελεσμάτων
 - Γλώσσα ορισμού μοντέλων προσομοίωσης
 - Υψηλού/χαμηλού επιπέδου
 - Δηλωτική/διαδικαστική
 - Διαθέσιμοι προσομοιωτές
 - Απαιτήσεις (web, operating system, libs)
 - Διαλειτουργικότητα

Περιγραφή “Τυχαίας” Συμπεριφοράς

- Επιλογή κατάλληλης κατανομής
 - Fixed
 - Normal (or Gaussian)
 - Exponential
 - Uniform
 - Triangular
 - Log-Normal
 - Gamma
- Συνάρτηση πυκνότητας πιθανοτήτων (PDF)
- Καθορισμός παραμέτρων

Normal (or Gaussian) Distribution or Bell Curve



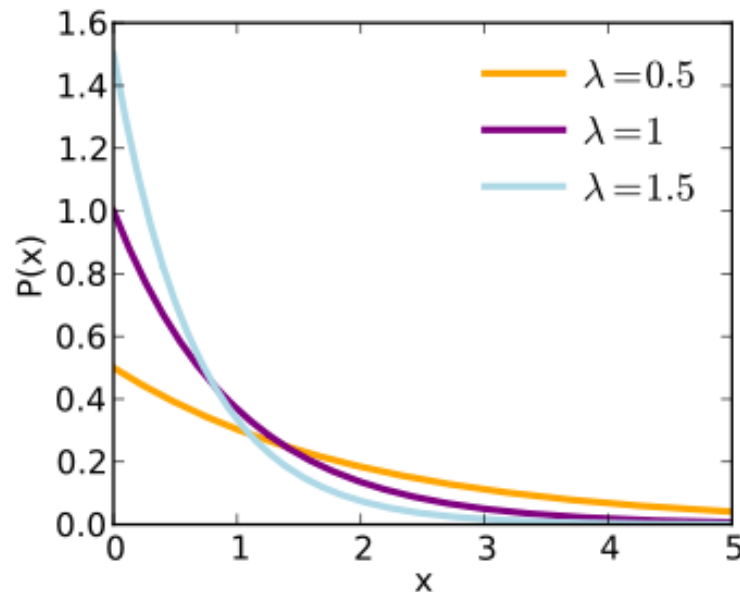
μ : mean/expectation of the distribution (also median/ mode).

σ : standard deviation

σ^2 : variance

- Σημαντική στην στατιστική
- Χρησιμοποιείται συχνά για τυχαίες τιμές των οποίων η κατανομή δεν είναι γνωστή (φυσικές & κοινωνικές επιστήμες)

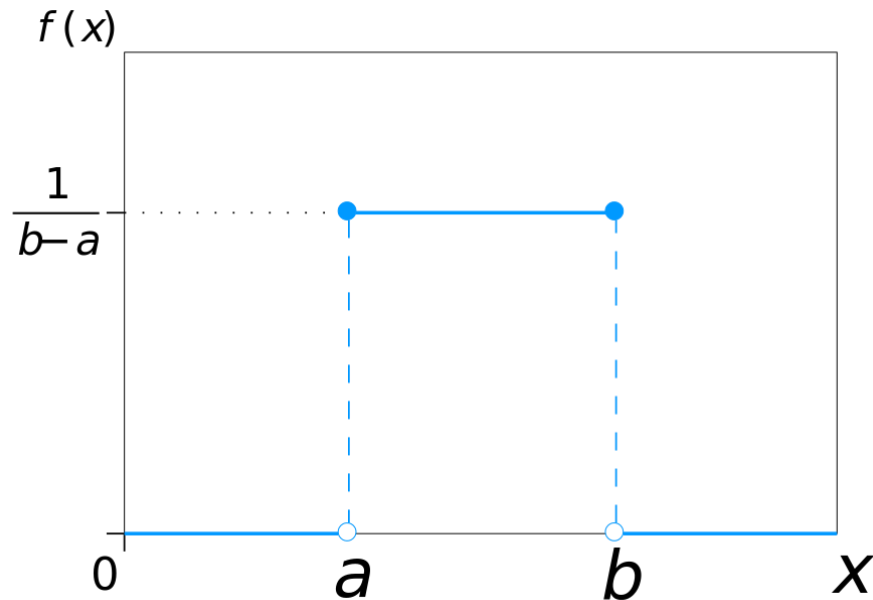
Exponential Distribution (or negative exponential distribution)



λ : rate, or inverse scale
Mean: λ^{-1} ($=\beta$): number of events per unit time
Median: $\lambda^{-1} \ln(2)$

- Ο χρόνος ανάμεσα σε δείγματα μίας διαδικασίας Poisson

Uniform (Rectangular) Distribution



a : minimum

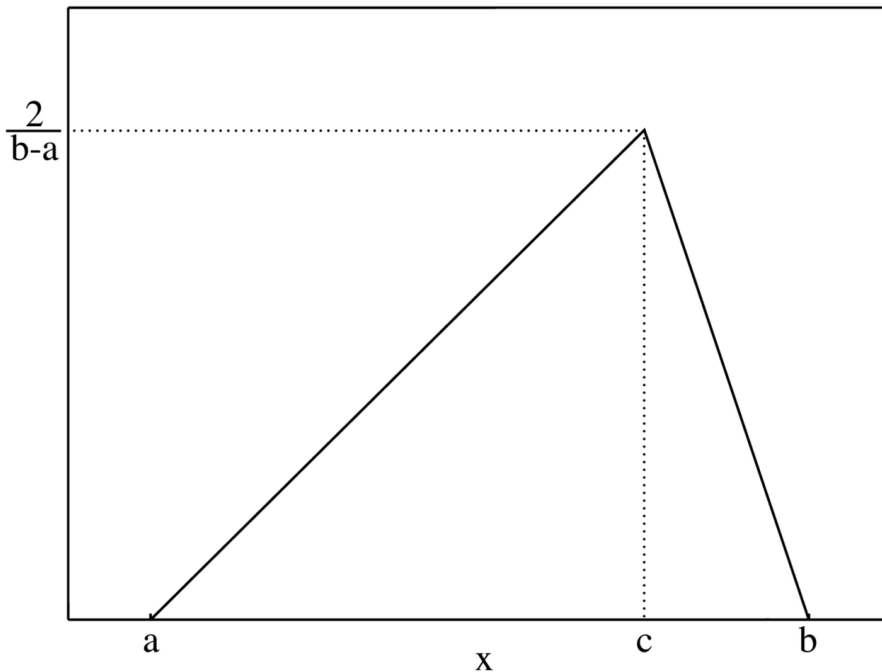
b : maximum

Mean: $\frac{1}{2}(a+b)$

Median: $\frac{1}{2}(a+b)$

- $U(a,b)$
- Maximum entropy probability distribution for a random variate X

Triangular Distribution



a: minimum

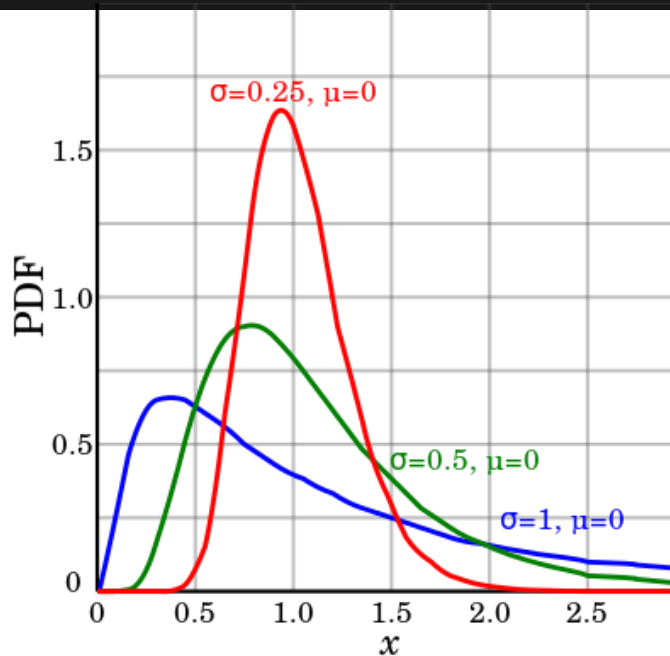
b: maximum

c: mode

Mean: $(a+b+c)/3$

- Υποκειμενική περιγραφή πληθυσμού με λίγα δείγματα (υψηλό κόστος συλλογής)
- Συχνά σε BP & προσομοίωση

Log-normal Distribution



μ : mean: $e^{\mu+\sigma^2/2}$

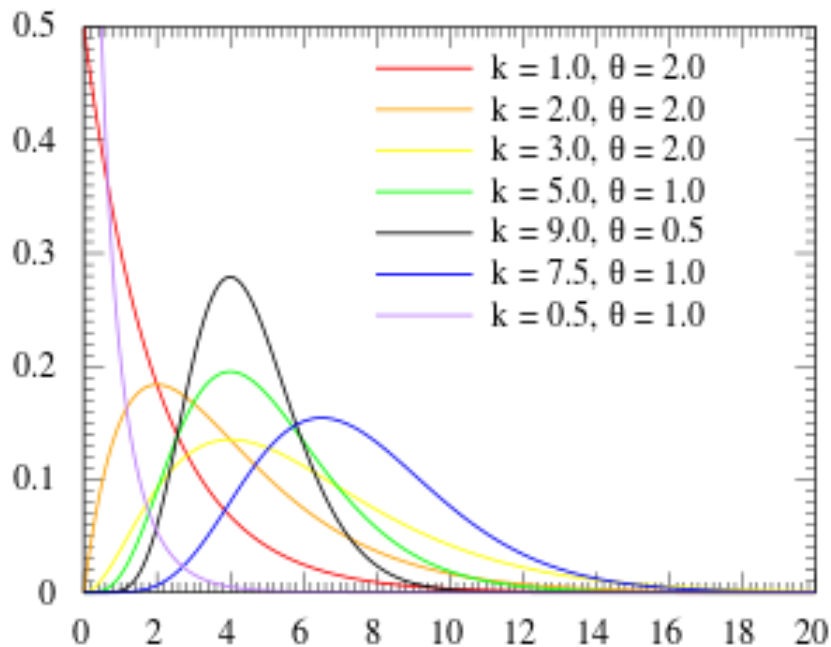
median: e^{μ}

mode: $e^{\mu-\sigma^2}$

σ : standard deviation

- Μέγιστη εντροπία κατανομής πιθανοτήτων τυχαίας μεταβλητής X , δεδομένων mean & variance του $\ln(X)$

Gamma Distribution



- Χρήσεις:

- δείγματα ασφαλιστικών απαιτήσεων
- δείγματα ποσότητας βροχόπτωσης
- διάφορες άλλες

Επιλογή Κατάλληλης Κατανομής

- Εξέταση μεταβλητής (χρόνου άφιξης/εκτέλεσης) της BP
 - Περιορισμοί
 - Ιστορικά στοιχεία
- Εξέταση διαθέσιμων κατανομών
 - Περιορισμοί - Χαρακτηριστικά
- Εύρεση κατανομής με πλησιέστερα χαρακτηριστικά
- Υπάρχουν όρια;

Επιλογή Κατάλληλης Κατανομής

- Σταθερός χρόνος
 - Fixed
- Τιμές γύρω από ένα μέσο
 - Normal
- Γνωστός μέσος, αλλά χωρίς συγκέντρωση
 - Exponential
- Σε όρια και με ομοιόμορφες πιθανότητες
 - Uniform
- Με όρια και προτιμώμενη τιμή
 - Triangular

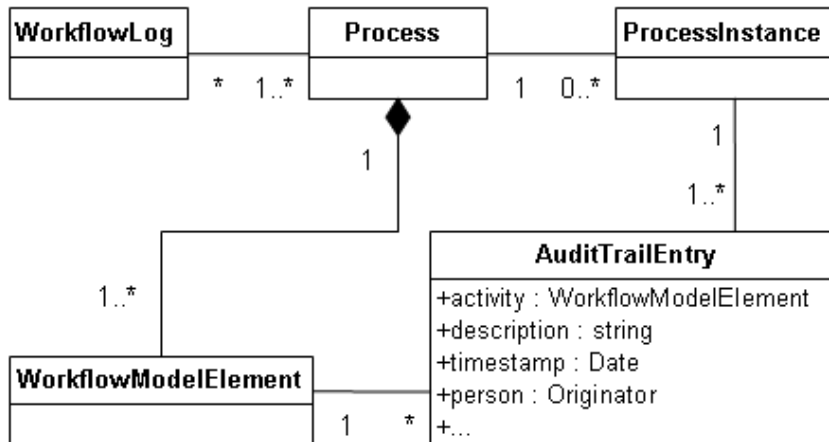
Αξιοποίηση Αποτελεσμάτων Προσομοίωσης

- Καταγραφή στοιχείων εκτέλεσης
- MXML (Mining eXtensible Markup Language)
- Επεξεργασία στοιχείων εκτέλεσης
- Συνδυασμός στοιχείων
- Διαμόρφωση ολοκληρωμένου προφίλ απόδοσης
- Εντοπισμός προβληματικών σημείων
- Πρόταση βελτιωτικών τροποποιήσεων

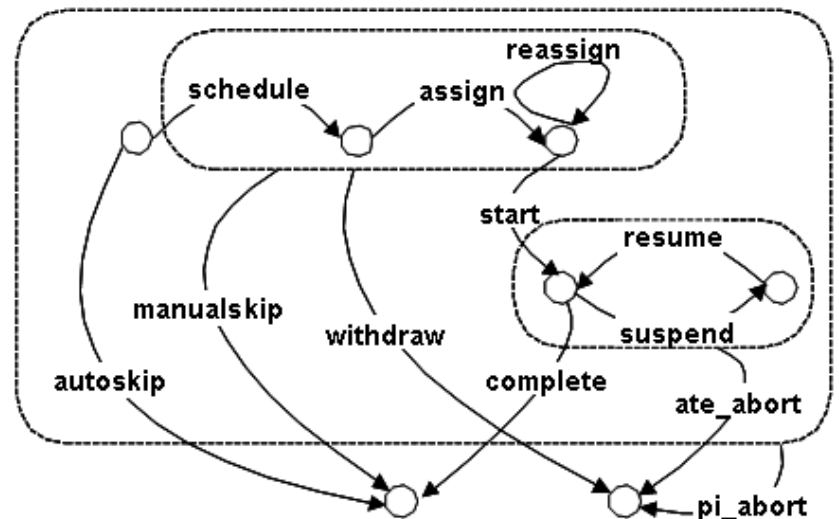
Mining eXtensible Markup Language (MXML)

Process Mining Meta Model

UML Meta Model:

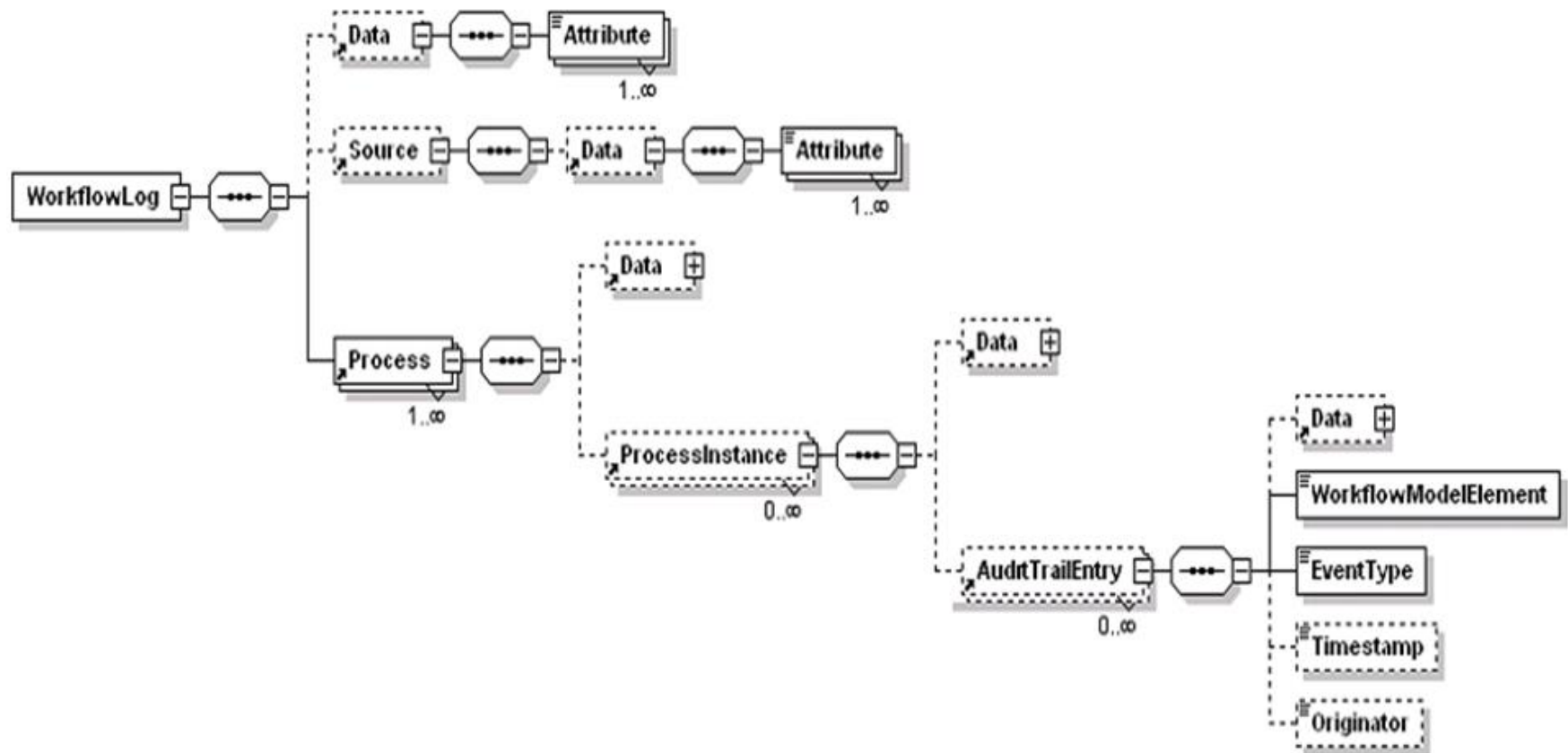


Transactional Model:



Mining eXtensible Markup Language (MXML)

Log File Format MXML



Mining eXtensible Markup Language (MXML)

```
<Source program="com.bimpsimulator"/>  
<Process id="in_7010885841502710777.bpmn">  
  <ProcessInstance id="503">
```

```
    <Data>
```

```
      <Attribute
```

```
name="LogType">MXML.EnactmentLog</Attribute>
```

```
    </Data>
```

```
  <AuditTrailEntry>
```

```
    <WorkflowModelElement>Παραλαβή Αίτησης &
```

Δικαιολογητικών

```
  </WorkflowModelElement>
```

```
    <EventType>assign</EventType>
```

```
    <Timestamp>2016-11-
```

16T11:05:03.731+00:00</Timestamp>

```
  </AuditTrailEntry>
```

```
  <AuditTrailEntry>
```

```
    <WorkflowModelElement>Παραλαβή Αίτησης &
```

Δικαιολογητικών

```
  </WorkflowModelElement>
```

Προσομοίωση ΒΡ με το BIMP

Α. Τσαλγατίδου - Γ.-Δ. Κάπος



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών



ΤΜΗΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ +
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
“Τεχνολογία Διοίκησης
Επιχειρησιακών Διαδικασιών”
2021-2022

Δυναμική Επικύρωση με Προσομοίωση (Simulation)

- <https://bimp.cs.ut.ee/simulator>
- Upload BPMN
- Continue

Εμπλουτισμός Μοντέλου με Στοιχεία για Προσομοίωση (1)

Scenario Specification

Inter arrival time

Fixed



to *

Time unit

Seconds



Total number of process instances *

% to exclude from stats



Use the same % for tail

Scenario start date and time

October 19th 09:00



Currency

EUR







Resources +

Name	# of Resources	Cost per Hour	Timetable	Remove
* Default Resource	* 1		Default	

Εμπλουτισμός Μοντέλου με Στοιχεία για Προσομοίωση (2)

Timetables / Work schedules +

Name	Begin day	End day	Begin time	End time	Remove
Default	Monday ▾	Friday ▾	09:00 	17:00 	
24/7	Monday ▾	Sunday ▾	00:00 	23:59 	

Tasks

Task

Resource
Default Resource ▾

Duration
Distribution: Fixed ▾ to Time unit: Seconds ▾

Fixed cost and thresholds
Fixed cost _____ Cost threshold _____ Duration threshold _____ Time unit ▾

Generate a MXML log

Start Simulation

Αποτελέσματα Προσομοίωσης

- Χρωματική αποτύπωση στο BPMN διάγραμμα
- MXML, CSV
- Charts
- Statistics

BPMN Simulation with BIMP: 4 Levels Supported

- **Level 1 - Process Validation**
 - Evaluate the structure of the process diagram
- **Level 2 - Time Analysis**
 - Measure the end-to-end process time
- **Level 3 - Resources Analysis**
 - Predict how the process will perform with different levels of resources
 - Provide a reliable estimate of how the process will perform in operation
- **Level 4 - Calendar Analysis**
 - Include calendar information

Level 1 - Process Validation

- Εισάγουμε:
 - Πλήθος tokens (ενάρξεις εκτέλεσης) στα start events
 - Πιθανότητα να ακολουθηθεί κάθε εναλλακτική επιλογή στα gateways
- Λαμβάνουμε:
 - Number of completed instances.
 - Number of token instances created.
 - Number of instances that activate each shape.
 - Number of finished instances.

Level 1 - Process Validation

- Μπορούμε να ελέγξουμε αν:
 - Gateways are synchronized.
 - Messages are synchronized.
 - Decisions probabilities are correctly assigned.
 - Routing behaves as expected.
 - All tokens have ended.

Level 2 - Time Analysis

- Εισάγουμε:
 - Ότι και στο προηγούμενο επίπεδο, και
 - Χρόνο μεταξύ των ενάρξεων στα start events:
 - Σταθερή τιμή, π.χ. 5min
 - Στατιστική κατανομή, π.χ. κανονική κατανομή
 - Χρόνο επεξεργασίας στα tasks (σταθερή/κατανομή)
 - Σταθερή τιμή, π.χ. 2min
 - Στατιστική κατανομή, π.χ. ομοιόμορφη κατανομή

Level 2 - Time Analysis

- Λαμβάνουμε:
 - **Instances completed:** Indicates how many instances were processed.
 - **Instances started:** Indicates how many instances arrived at the shape.
 - **Minimum time:** Indicates the minimum processing time of the shape.
 - **Maximum time:** Indicates the maximum processing time of the shape.
 - **Average time:** Indicates the average processing time of the shape.
 - **Total time:** Indicates the total time employed to process the shape.

Level 2 - Time Analysis

- Μπορούμε να κάνουμε μία γενική εκτίμηση της διαδικασίας σε σχέση με το χρόνο εκτέλεσής της:
 - Ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος εκτέλεσης
 - Μέγιστος χρόνος εκτέλεσης
 - Μέσος χρόνος εκτέλεσης

Level 3 - Resources Analysis

- Εισάγουμε:
 - Ότι και στο προηγούμενο επίπεδο, και
 - Resources με πλήθος και κόστος
 - Πάγιο, ανά επεξεργασία κάθε task
 - Ανά ώρα
 - Ανάθεση tasks σε resources
 - Πάγιο κόστος των tasks (ανά εκτέλεση), π.χ. κόστος τηλεφωνικής κλήσης

Level 3 - Resources Analysis

- Λαμβάνουμε για **tasks** (εκτός από τα προηγούμενα):
 - **Minimum time waiting resource:** Indicates the minimum time a task had to wait for a resource.
 - **Maximum time waiting resource:** Indicates the maximum time a task had to wait for a resource.
 - **Average time waiting resource:** Indicates the average time a task had to wait for a resource.
 - **Standard deviation:** The standard deviation of the average time a task had to wait for a resource.
 - **Total fixed cost:** Indicates the total cost of performing a task during execution of the simulation.

Level 3 - Resources Analysis

- Λαμβάνουμε για **resources**:
 - **Utilization**: Indicates the percentage of time the resource was busy.
 - **Total fixed cost**: Indicates the fixed component cost of using the resource.
 - **Total unit cost**: Indicates the variable component cost of using the resource.
 - **Total cost**: Indicates the total cost of using the resource.

Level 3 - Resources Analysis

- Μπορούμε να κάνουμε μία εκτίμηση:
 - Για το την υπο/υπερ-εκμετάλλευση των πόρων
 - Για το κόστος της διαδικασίας:
 - Tasks (κόστος εκτέλεσης)
 - Resources
 - Για τις καθυστερήσεις λόγω αναμονής resources
 - Για το χρόνο εκτέλεσης της διαδικασίας με μεγαλύτερη ακρίβεια

Level 4 - Calendar Analysis

- Εισάγουμε:
 - Ότι και στο προηγούμενο επίπεδο, και
 - Ημερολόγια (calendars) με:
 - Προγράμματα
 - Βάρδιες

Level 4 - Calendar Analysis

- Λαμβάνουμε αποτελέσματα, όπως και στο Level 3
- Όμως επιτυγχάνουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στην εκτίμηση:
 - Για το την υπο/υπερ-εκμετάλλευση των πόρων
 - Για το κόστος της διαδικασίας:
 - Tasks (κόστος εκτέλεσης)
 - Resources
 - Για τις καθυστερήσεις λόγω αναμονής resources
 - Για το χρόνο εκτέλεσης της διαδικασίας