



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ



ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ  
ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ  
ΣΕ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ, ΜΕ ΤΗ  
ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FLEXSIM

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΕΛΕΝΗΣ ΛΙΟΣΗ

**Επιβλέπων:** Σταύρος Πόνης

Επικουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Αύγουστος 2014

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΙΑΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ  
ΣΕ ΜΕΓΑΛΟ ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ  
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FLEXSIM**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

**ΕΛΕΝΗΣ ΛΙΟΣΗ**

**Επιβλέπων :** Σταύρος Πόνης  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ...<sup>η</sup> Αυγούστου 2014.

.....  
ΤΑΤΣΙΟΠΟΥΛΟΣ Η.  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

.....  
ΛΕΩΠΟΥΛΟΣ Β.Ι.  
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

.....  
ΠΟΝΗΣ ΣΤ.  
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Αύγουστος 2014

(Υπογραφή)

.....

**ΕΛΕΝΗ ΛΙΟΣΗ**

Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

© 2014 – All rights reserved

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ

τον κ. Πόνη που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το θέμα.

τον κ. Ορέστη Ευθυμίου από την Trade Logistics για την αμέριστη βοήθεια του

την οικογένεια και τους φίλους μου που με στήριζαν και εξακολουθούν να το κάνουν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη της νέας ημιαυτοματοποιημένης εγκατάστασης αποθήκευσης της εταιρείας Trade Logistics. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το FlexSim, εκτελεί προσομοίωση διακριτών γεγονότων και ειδικεύεται σε εφαρμογές εφοδιαστικής και παραγωγής.

Η εγκατάσταση διαιρέθηκε σε επιμέρους τμήματα βάσει των τριών βασικών δραστηριοτήτων που εκτελεί: αποθήκευση totes, τροφοδοσία totes και picking τεμαχίων από totes. Τα μοντέλα των επιμέρους τμημάτων της εγκατάστασης, αφού επαληθεύτηκαν βάσει των θεωρητικών τιμών που προμήθευσε εταιρεία, σχημάτισαν το συνολικό μοντέλο.

Μετά την επαλήθευση εξετάστηκαν σενάρια (χρήση διαφορετικού πλήθους και χαρακτηριστικών χειριστών, διαφορετικών ρυθμών τροφοδοσίας κ.λπ.) και προέκυψε ότι για τις υπάρχουσες ανάγκες της εταιρείας η εγκατάσταση καλύπτει τα ζητούμενα για τις τρέχουσες ανάγκες της.

**Λέξεις Κλειδιά:** Προσομοίωση, Μοντελοποίηση, Εφοδιαστική, DES, FlexSim

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

ABSTRACT

The scope of the present thesis is the study of the new semi-automated installation for quick replenishment of Trade Logistics S.A. The software used is a Discrete Event Simulation package, FlexSim, which specializes in logistics and production applications.

The installation was divided in sections according to its three basic functions: tote short time storage, totes decanting and item picking from totes. A model was created for each section, and then was validated according to theoretical data provided by the company. All section models were combined to form the total installation model.

After the validation different scenarios were examined in partial models (used of different number of operators with different attributes, different rates of tote feeding etc.) and as a result it was evident that the installation is filling company's expectations for the current time.

**Kew Words:** Simulation, Modeling, Logistics, DES, FlexSim

This page was left intentionally blank

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ</b> .....	19
1.1	ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ .....	20
1.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ.....	26
1.3	ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ .....	32
1.4	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ .....	34
1.5	ΔΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ.....	38
1.6	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ LOGISTICS.....	41
<b>2</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FLEXSIM</b> .....	44
2.1	ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ FLEXSIM .....	45
2.2	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΤΟΥ FLEXSIM .....	46
2.2.1	FIXED RESOURCES .....	47
2.2.2	TASK EXECUTERS .....	49
2.3	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ .....	51
2.4	ΣΥΝΟΨΙΖΟΝΤΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ.....	58
2.5	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΤΟ FLEXSIM .....	59
<b>3</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ</b> .....	64
3.1	Η ΕΤΑΙΡΕΙΑ, Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Κ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ.....	65
3.2	Η ΛΥΣΗ - ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	67
3.3	Η ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ .....	78
3.3.1	ITEMTYPE.....	79
3.3.2	ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΘΜΩΝ DECANTING .....	80
3.3.3	ΤΜΗΜΑ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΩΝ PRE-ZONE.....	93
3.3.4	ΤΜΗΜΑ ΠΥΡΓΩΝ O.S.R. ....	104
3.3.5	ΤΜΗΜΑ PICKING .....	111
3.4	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ - ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ.....	148
3.4.1	ΤΜΗΜΑ DECANTING – PRE ZONE.....	148
3.4.2	ΤΜΗΜΑ ΠΥΡΓΩΝ OSR .....	157
3.4.3	ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΘΜΩΝ PICKING.....	162
<b>4</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	184
4.1	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ .....	184
<b>5</b>	<b>ΈΡΓΑ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ</b> .....	260

## Περιεχόμενα

Πίνακας 1.2-1: Χαρακτηριστικά μοντέλων προσομοίωσης .....	29
Πίνακας 3.1-1: Μελλοντικά Μεγέθη .....	67
Πίνακας 3.3-1: Πορεία βάσει Itemtype .....	79
Πίνακας 3.3-2: Decanting - Πίνακες.....	83
Πίνακας 3.3-3: Decanting - Συγκεντρωτικά Δεδομένα .....	86
Πίνακας 3.3-4: Decanting - Όρια Μελέτης Παραδοχές .....	86
Πίνακας 3.3-5: Decanting - Δείκτες Validation .....	86
Πίνακας 3.3-6: Decanting - Στόχοι Προσομοίωσης .....	86
Πίνακας 3.3-7:Decanting - Αξιολόγηση Σεναρίων Χειριστών .....	87
Πίνακας 3.3-8: Decanting - Δείκτες Απόδοσης .....	88
Πίνακας 3.3-9: Decanting- Επιπλέον Χειριστές .....	88
Πίνακας 3.3-10: Decanting - Ολικά αποτελέσματα ανά πλήθος χειριστών .....	91
Πίνακας 3.3-11: Pre Zone - Συγκεντρωτικά Δεδομένα .....	96
Πίνακας 3.3-12: Pre Zone - Παραδοχές .....	96
Πίνακας 3.3-13: Pre Zone - Δείκτες .....	96
Πίνακας 3.3-14: Pre Zone - Στόχοι Προσομοίωσης .....	96
Πίνακας 3.3-15: Σενάρια Pre Zone .....	97
Πίνακας 3.3-16: Χρονιστής Πύργων .....	108
Πίνακας 3.3-17: Πύργοι O.S.R. - Συγκεντρωτικά Δεδομένα .....	109
Πίνακας 3.3-18: Πύργοι O.S.R. - Όρια Μελέτης Παραδοχές .....	109
Πίνακας 3.3-19: Πύργοι O.S.R. - Δείκτες Validation .....	110
Πίνακας 3.3-20: Πύργοι O.S.R. - Στόχοι Προσομοίωσης.....	110
Πίνακας 3.3-21: Picking - Πίνακες .....	116
Πίνακας 3.3-22: Picking - Συγκεντρωτικά Δεδομένα .....	121
Πίνακας 3.3-23: Picking - Όρια Μελέτης Παραδοχές .....	121
Πίνακας 3.3-24: Picking - Δείκτες Validation .....	121
Πίνακας 3.3-25: Picking - Στόχοι Προσομοίωσης.....	121
Πίνακας 3.3-26: Picking - Ομάδες Σεναρίων .....	122
Πίνακας 3.3-27: Picking - Ομάδα 1.....	123
Πίνακας 3.3-28: Picking – Ομάδα 1 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη .....	126
Πίνακας 3.3-29: Picking - Ομάδα 2.....	127
Πίνακας 3.3-30: Picking – Ομάδα 2 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη .....	132
Πίνακας 3.3-31: Picking - Ομάδα 3.....	133
Πίνακας 3.3-32: Picking – Ομάδα 3 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη .....	137
Πίνακας 3.3-33: Picking – Ομάδα 4.....	139

## Περιεχόμενα

Πίνακας 3.3-34: Picking – Ομάδα 4 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη .....	143
Πίνακας 3.3-35: Picking – Ομάδα 4 – Totals/hour που περνούν από περισσότερους από 1 σταθμούς .....	143
Πίνακας 3.3-36: Picking - Ομάδα 5.....	144
Πίνακας 3.3-37: Picking – Ομάδα 5 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη .....	147
Εικόνα 1.1-1 : Τρόπος λειτουργίας προσομοίωσης. Με κινητήριο τροχό το προς μελέτη σύστημα, η μελέτη περνά στο μοντέλο του συστήματος και τελικά δίνεται το έναυσμα για την εκτέλεση της προσομοίωσης.....	20
Εικόνα 1.1-2: Υποστήριξη αποφάσεων μέσω προσομοίωσης .....	21
Εικόνα 1.1-3: Συστήματα Λήψης Αποφάσεων.....	22
Εικόνα 1.1-4 : Αλληλεπίδραση ανάμεσα στην προσομοίωση και σε άλλες εφαρμογές.....	22
Εικόνα 1.1-5: Αύξηση κόστους κατά τη διάρκεια έργου .....	24
Εικόνα 1.1-6: Οικονομικά οφέλη προσομοίωσης .....	25
Εικόνα 1.2-1: Είδη μοντέλων .....	28
Εικόνα 1.2-2: Βήματα προσομοίωσης.....	31
Εικόνα 1.2-3: Απαιτήσεις σε γνώσεις, δεξιότητες και οργάνωση.....	32
Εικόνα 1.5-1: Στοιχεία της μοντελοποίησης .....	41
Εικόνα 1.6-1: Διαδικασία Σχηματισμού Μοντέλου Προσομοίωσης .....	43
Εικόνα 2.2-1: Απεικόνιση Συνδέσεων .....	51
Εικόνα 2.3-1: General Tab.....	51
Εικόνα 2.3-2: Labels Tab.....	52
Εικόνα 2.3-3: Statistics Tab .....	52
Εικόνα 2.3-4: Triggers Tab.....	53
Εικόνα 2.3-5: Flow Tab .....	53
Εικόνα 2.3-6: Ιδιότητες Πηγής.....	54
Εικόνα 2.3-7: Ιδιότητες Ουράς .....	54
Εικόνα 2.3-8: Ιδιότητες Διαχωριστή .....	54
Εικόνα 2.3-9: Ιδιότητες Συνδυαστή.....	55
Εικόνα 2.3-10: Δυνατότητες Συνδυασμού .....	55
Εικόνα 2.3-11: Ιδιότητες Διαχωριστή .....	56
Εικόνα 2.3-12: Είδη διαχωριστή.....	56
Εικόνα 2.3-13: Ιδιότητες Μεταφορικής Ταινίας .....	56
Εικόνα 2.3-14: Ιδιότητες Ραφιών .....	57
Εικόνα 2.3-15: Ιδιότητες Διαμοιραστή .....	57
Εικόνα 2.3-16: Ιδιότητες Αντικειμένων Task Executer .....	58
Εικόνα 2.4-1: Συμπεριφορά αντικειμένου ροής μέσα σε ένα FR αντικείμενο.....	59
Εικόνα 2.5-1: Pick List .....	59

## Περιεχόμενα

Εικόνα 2.5-2: Πίνακας .....	60
Εικόνα 2.5-3: Tab ελέγχου πειραμάτων προσομοίωσης .....	60
Εικόνα 2.5-4: Tab λήψης αποτελεσμάτων πειραμάτων προσομοίωσης .....	61
Εικόνα 2.5-5: Αποτελέσματα Προσομοίωσης .....	62
Εικόνα 2.5-6: Επιλογές Κατάρτισης Αναφοράς .....	62
Εικόνα 3.2-1: Η προτεινόμενη εγκατάσταση – Α Φάση .....	68
Εικόνα 3.2-2: Η προτεινόμενη εγκατάσταση – Β Φάση .....	69
Εικόνα 3.2-3: Κάτοψη Σταθμών Decanting .....	70
Εικόνα 3.2-4: Τμήμα Decanting .....	70
Εικόνα 3.2-5: Κάτοψη Ραουλοδρόμων .....	71
Εικόνα 3.2-6: Τμήμα Πύργων Αποθήκευσης .....	71
Εικόνα 3.2-7: Totes προς αποθήκευση .....	72
Εικόνα 3.2-8: Κάτοψη Πύργων .....	74
Εικόνα 3.2-9: Τμήμα Picking .....	74
Εικόνα 3.2-10: Κάτοψη Σχεδίων Picking .....	75
Εικόνα 3.2-11: Αντίστοιχη Εγκατάσταση Picking .....	75
Εικόνα 3.2-12: Αντίστοιχη Εγκατάσταση Picking .....	76
Εικόνα 3.2-13 : Κάτοψη σταθμών picking .....	77
Εικόνα 3.2-14: Τμήμα Consolidation .....	77
Εικόνα 3.2-15: Κάτοψη Τμήματος Consolidation .....	77
Εικόνα 3.2-16: Τμήμα Consolidation .....	78
Εικόνα 3.3-1: Μοντέλο - Κάτοψη Τμήματος Decanting .....	80
Εικόνα 3.3-2: Μοντέλο- Σταθμός Decanting .....	80
Εικόνα 3.3-3: Μοντέλο - Κάτοψη .....	81
Εικόνα 3.3-4: Decanting - Ισομετρική Όψη .....	81
Εικόνα 3.3-5: Decanting- Πορεία Totes .....	82
Εικόνα 3.3-6: Decanting: Απεικόνιση Σημείων Παρατήρησης .....	85
Εικόνα 3.3-7: Pre_Zone .....	93
Εικόνα 3.3-8: Pre_Zone .....	93
Εικόνα 3.3-9: Pre Zone - Πορεία Totes .....	94
Εικόνα 3.3-10: Πύργοι O.S.R. .....	104
Εικόνα 3.3-11: Πύργοι O.S.R. .....	104
Εικόνα 3.3-12: Πύργοι O.S.R. .....	104
Εικόνα 3.3-13: Πύργοι O.S.R - Κάτοψη .....	105
Εικόνα 3.3-14: Πύργοι - Πορεία Totes .....	106
Εικόνα 3.3-15: ΠΥΡΓΟΙ O.S.R. - Πορεία Totes .....	107
Εικόνα 3.3-16: Picking .....	111
Εικόνα 3.3-17: Περιοχή Picking .....	112
Εικόνα 3.3-18: Picking .....	112
Εικόνα 3.3-19: Picking - Διαδρομές Totes .....	113
Εικόνα 3.3-20: Picking - Επεξήγηση Θέσεων .....	114

## Περιεχόμενα

Εικόνα 3.3-21: Picking - Παράγοντες Παραμετροποίησης.....	119
Εικόνα 3.3-22: 30 καταστήματα .....	138
Εικόνα 3.3-23: 5 καταστήματα .....	138
Εικόνα 3.4-1 Decanting ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΜΧ / ΚΙΒΩΤΙΩΝ - ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΜΧ/ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ .....	149
Εικόνα 3.4-2 Decanting ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΜΧ / ΚΙΒΩΤΙΩΝ - ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΜΧ/ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ .....	150
Εικόνα 3.4-3: Decanting- ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΔΕΙΩΝ ΤΟΤΕΣ ΠΡΟΣ DECANTING .....	151
Εικόνα 3.4-1: Decanting – Έξοδος totes προς pre zone.....	152
Εικόνα 3.4-2: Decanting – GT1 .....	153
Εικόνα 3.4-3: Decanting Operators Behaviour .....	153
Εικόνα 3.4-4: Decanting - Triggers Ουράς Περιεκτών των επιπλέον σταθμών .....	154
Εικόνα 3.4-5: Pre Zone – ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΕ DECANTING .....	154
Εικόνα 3.4-6: Pre Zone – ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ DECANTING .....	155
Εικόνα 3.4-7: Pre Zone – ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΠΟ PICKING .....	155
Εικόνα 3.4-8: Pre Zone – ΕΞΟΔΟΣ ΠΡΟΣ PICKING .....	156
Εικόνα 3.4-9: Pre Zone – ΕΙΣΟΔΟΣ/ ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΠΥΡΓΟΥΣ .....	156
Εικόνα 3.4-10: Pre Zone- ΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ .....	157
Εικόνα 3.4-11: Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΕ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ .....	158
Εικόνα 3.4-12 Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ .....	159
Εικόνα 3.4-13 Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΞΟΔΟΥ ΠΥΡΓΟΥ .....	160
Εικόνα 3.4-14: Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – ΟΥΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ / SHUTTLE .....	161
Εικόνα 3.4-15: Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – ΟΥΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ / SHUTTLE .....	162
Εικόνα 3.4-16: Picking – ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ 1 ΚΑΙ 2 .....	164
Εικόνα 3.4-17: Picking – ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ 1 .....	164
Εικόνα 3.4-18: Picking – ΟΥΡΕΣ 1 ΚΑΙ 2 .....	165
Εικόνα 3.4-19: Picking – ΣΥΝΔΥΑΣΤΗΣ 1 .....	165
Εικόνα 3.4-20: Picking – ΣΥΝΔΥΑΣΤΗΣ 2 .....	166
Εικόνα 3.4-21: Picking – ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ 3 ΚΑΙ 4 .....	166
Εικόνα 3.4-22: Picking – ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ CONSOLIDATION STATION .....	167
Εικόνα 3.4-23: Picking – ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ .....	170
Εικόνα 3.4-24: Picking – ΟΥΡΑ ΑΝΑΜΟΝΗΣ .....	170
Εικόνα 3.4-25: Picking – ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ 1 / ΟΥΡΕΣ 3, 4 .....	170
Εικόνα 3.4-26: Picking – ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ 2 .....	171
Εικόνα 3.4-27: Picking – ΟΥΡΑ 5 .....	171
Εικόνα 3.4-28: Picking – ΟΥΡΑ 5 .....	172
Εικόνα 3.4-29: Picking – ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ/ ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΤΗΣ .....	172
Εικόνα 3.4-30 Picking – ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΟΥΡΑ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΠΛΗΘΟΥΣ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	173
Εικόνα 3.4-31: Picking – ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΟΥΡΑ ΣΥΝΔΥΑΣΤΗ/ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	173

## Περιεχόμενα

Εικόνα 3.4-32 Picking – ΚΩΔΙΚΑΣ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΠΛΗΘΟΥΣ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	174
Εικόνα 3.4-33: Picking –ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΠΛΗΘΟΥΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ CARTON .....	175
Εικόνα 3.4-34: Picking –ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΠΛΗΘΟΥΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ CARTON .....	176
Εικόνα 3.4-35: Picking –ΟΥΡΑ 6 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΕΤΑΙΡΩ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΟΤΕ .....	177
Εικόνα 3.4-36: Picking –ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ BUFFER.....	179
Εικόνα 3.4-37: Picking –ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ ΕΞΟΔΟΥ .....	179
Εικόνα 3.4-38: Picking –ΟΥΡΑ 1 .....	180
Εικόνα 3.4-39: Picking –ΟΥΡΑ 2 .....	180
Εικόνα 3.4-40: Picking –ΟΥΡΑ 3 .....	181
Εικόνα 3.4-41: Picking –ΟΥΡΑ 4 .....	181
Εικόνα 3.4-42: Picking –ΟΥΡΑ 4 – ΟΥΡΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΒΟΘΡΑ .....	181
Εικόνα 3.4-43: Picking –ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ ΕΞΟΔΟΥ 2.....	182
Διάγραμμα 3.3-1: Μοντέλο - Πλήθος Αντικειμένων κ Συνδέσεων.....	78
Διάγραμμα 3.3-2: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 7 χειριστών .....	89
Διάγραμμα 3.3-3: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 8 χειριστών .....	89
Διάγραμμα 3.3-4: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 9 χειριστών .....	90
Διάγραμμα 3.3-5: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 10 χειριστών .....	90
Διάγραμμα 3.3-6: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 11 χειριστών .....	91
Διάγραμμα 3.3-7: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 12 χειριστών .....	91
Διάγραμμα 3.3-8: Pre – Zone: Φόρτιση με Totes από τους πύργους και τους σταθμούς decanting με μειούμενο ρυθμό (900 – 400 totes/hour) .....	99
Διάγραμμα 3.3-9: Pre – Zone – Φόρτιση με Totes από τους πύργους και τους σταθμούς picking με μειούμενο ρυθμό (900 – 400 totes/hour) .....	100
Διάγραμμα 3.3-10: Pre – Zone – Φόρτιση με Totes από τους πύργους, τους σταθμούς decanting και picking σε αναλογία 50-50 με μειούμενο ρυθμό (900 – 400 totes/hour).....	101
Διάγραμμα 3.3-11: Pre – Zone – Φόρτιση με Totes από τους πύργους, τους σταθμούς decanting και picking σε αναλογία 70-30 με μειούμενο ρυθμό (900 – 400 totes/hour).....	102
Διάγραμμα 3.3-12: Πύργοι O.S.R. – Σενάρια καθορισμού φόρτισης πύργων.....	110
Διάγραμμα 3.3-13: Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Carton/hour) για εξαγωγή 1 τμχ από κάθε tote. ....	123
Διάγραμμα 3.3-14: Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Carton/hour) για εξαγωγή 3 τμχ από κάθε tote. ....	124
Διάγραμμα 3.3-15: Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Carton/hour) για εξαγωγή 5 τμχ από κάθε tote. ....	124

## Περιεχόμενα

Διάγραμμα 3.3-16 Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Totes/hour) για εξαγωγή 1 τμχ από κάθε tote. ....	125
Διάγραμμα 3.3-17 Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Totes/hour) για εξαγωγή 3 τμχ από κάθε tote .....	125
Διάγραμμα 3.3-18 Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Totes/hour) για εξαγωγή 5 τμχ από κάθε tote .....	126
Διάγραμμα 3.3-19: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 8 sec / τεμάχιο.....	128
Διάγραμμα 3.3-20: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 10 sec / τεμάχιο.....	128
Διάγραμμα 3.3-21: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 12 sec / τεμάχιο.....	128
Διάγραμμα 3.3-22: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 14 sec / τεμάχιο.....	129
Διάγραμμα 3.3-23: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 16 sec / τεμάχιο.....	129
Διάγραμμα 3.3-24 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 8 sec / τεμάχιο.....	130
Διάγραμμα 3.3-25 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 10 sec / τεμάχιο.....	130
Διάγραμμα 3.3-26 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 12 sec / τεμάχιο.....	131
Διάγραμμα 3.3-27 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 14 sec / τεμάχιο.....	131
Διάγραμμα 3.3-28 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 16 sec / τεμάχιο.....	132
Διάγραμμα 3.3-29: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Carton/hour) για 5 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.....	134
Διάγραμμα 3.3-30: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Carton/hour) για 15 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.....	134
Διάγραμμα 3.3-31: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Carton/hour) για 30 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.....	135
Διάγραμμα 3.3-32: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Totes/hour) για 5 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.....	135
Διάγραμμα 3.3-33: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Totes/hour) για 15 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.....	136
Διάγραμμα 3.3-34: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Totes/hour) για 30 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.....	136
Διάγραμμα 3.3-35: Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (Carton/hour) όταν το 0% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking.....	139

## Περιεχόμενα

Διάγραμμα 3.3-36: Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (Carton/hour) όταν το 20% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking .....	139
Διάγραμμα 3.3-37: Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (Carton/hour) όταν το 50% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking .....	140
Διάγραμμα 3.3-38: Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (Carton/hour) όταν το 70% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking .....	140
Διάγραμμα 3.3-39 Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (totes/hour) όταν το 0% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking.....	141
Διάγραμμα 3.3-40 Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (totes/hour) όταν το 20% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking .....	141
Διάγραμμα 3.3-41 Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (totes/hour) όταν το 50% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking .....	142
Διάγραμμα 3.3-42 Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (totes/hour) όταν το 70% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking .....	142
Διάγραμμα 3.3-43: Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Carton/hour) όταν απαιτούνται 5 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton .....	144
Διάγραμμα 3.3-44: Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Carton/hour) όταν απαιτούνται 16 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton .....	144
Διάγραμμα 3.3-45: Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Carton/hour) όταν απαιτούνται 5 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton .....	145
Διάγραμμα 3.3-46 Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Τμχ/hour) όταν απαιτούνται 5 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton.....	145
Διάγραμμα 3.3-47 Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Τμχ/hour) όταν απαιτούνται 16 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton .....	146
Διάγραμμα 3.3-48 Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Τμχ/hour) όταν απαιτούνται 25 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton .....	146

# 1

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

### ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΙ

- ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
- ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
- ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
- ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ
- ΔΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
- ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ LOGISTICS



## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

### ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ:

Είναι η μίμηση διεργασιών κάποιας διαδικασίας ή συστήματος του πραγματικού κόσμου (Banks, 1998), που έχει ως σκοπό να δώσει στοιχεία για τη εξέλιξη των διεργασιών αυτών με τη πάροδο του χρόνου.

### ΣΥΣΤΗΜΑ:

Είναι ένα τμήμα της πραγματικότητας που αποτελεί το κυρίως σημείο μία μελέτης και αποτελείται από συστατικά που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους σύμφωνα με ορισμένους κανόνες. Βρίσκεται δε μέσα σε κάποια όρια που αναγνωρίζονται από το σκοπό της μελέτης. Ένα σύστημα μπορεί να κάνει μία λειτουργία που δεν μπορεί να την κάνει κάθε συστατικό του συστήματος μόνο του (Khoshnevis, 1994) .



Εικόνα 1.1-1 : Τρόπος λειτουργίας προσομοίωσης. Με κινητήριο τροχό το προς μελέτη σύστημα, η μελέτη περνά στο μοντέλο του συστήματος και τελικά δίνεται το έναυσμα για την εκτέλεση της προσομοίωσης.

Γενικά τα συστήματα είναι 4 κατηγοριών (Checkland, 1981)

- Φυσικά Συστήματα: καιρός και γαλαξίες κλπ.
- Συστήματα ανθρώπινων δραστηριοτήτων: τηλεφωνικά κέντρα, σταθμοί τρένου κλπ.
- Σχεδιασμένα φυσικά συστήματα: Κτήρια, εξοπλισμός, μεταφορικά μέσα κλπ.
- Σχεδιασμένα αφηρημένα συστήματα: Μαθηματικά, μουσική, λογοτεχνία κλπ.

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

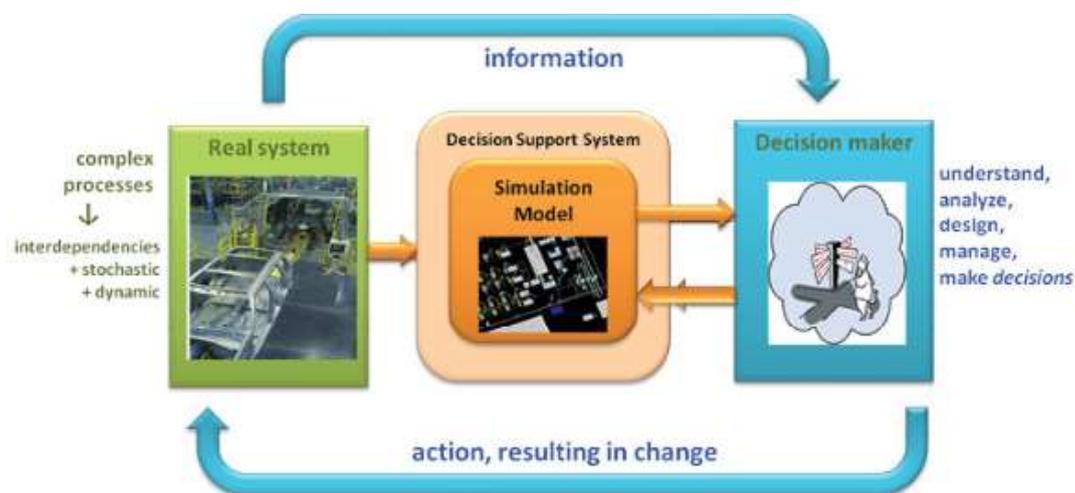
Η παρούσα εργασία έχει να κάνει με συστήματα της δεύτερης και της τρίτης κατηγορίας, που συνήθως αναφέρονται ως **συστήματα λειτουργιών**.

### ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ:

**Η προσομοίωση είναι ένα εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων.** Η λήψη αποφάσεων σε ένα σύστημα λειτουργιών είναι πολύπλοκη διαδικασία γιατί εμφανίζουν ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Τα συστατικά μέρη τους επηρεάζονται από διαφορετικούς εσωτερικούς παράγοντες τυχαιότητας.
2. Τυχαία γεγονότα από το περιβάλλον επιδρούν στο σύστημα
3. Η συμπεριφορά του συστήματος είναι συναρτήσεσι του χρόνου
4. Τα μέρη του συστήματος έχουν πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις

Η προσομοίωση, όπως και άλλα συστήματα υποστήριξης λήψης αποφάσεων δίνουν καλύτερη αίσθηση του προβλήματος και των δυνατών λύσεων.

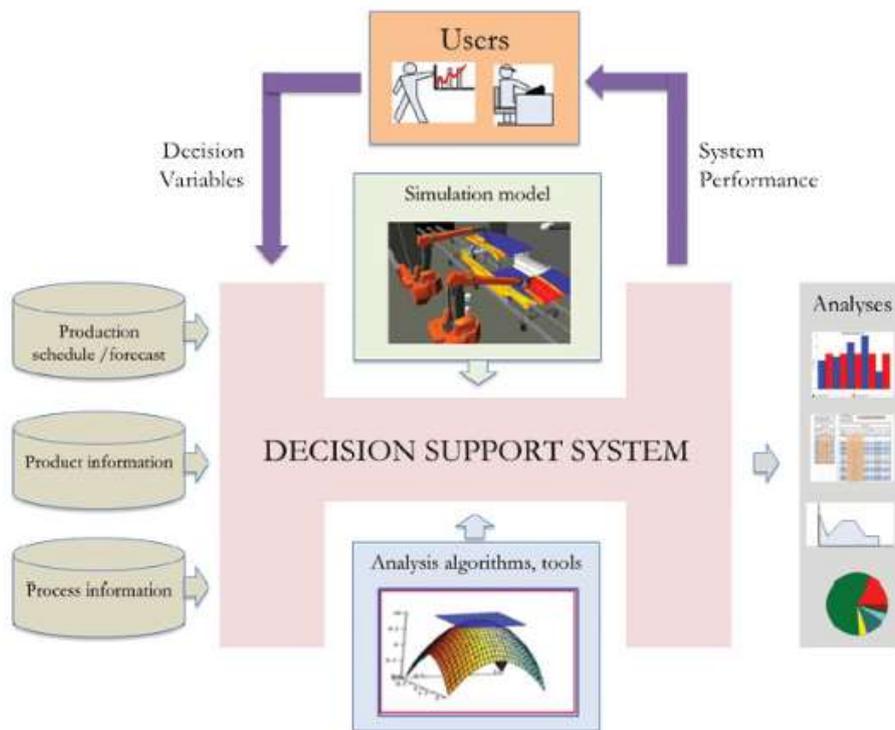


Εικόνα 1.1-2: Υποστήριξη αποφάσεων μέσω προσομοίωσης

Εργαλεία λήψης αποφάσεων και οι επιδράσεις τους με τις επιχειρήσεις: Ως 'επιχείρηση' θεωρείται το σύστημα που μελετάται κάθε φορά (μία γραμμή παραγωγής, ένα εργοστάσιο, ένας οργανισμός κλπ.). Οι δυνάμεις που μπορούν να επιδράσουν στο σύστημα είναι δύο:

- Οι καθημερινές αποφάσεις διοίκησης (που μπορεί να υπαγορεύονται από εξωσυστημικούς παράγοντες και να προκαλούν την αντίδραση του συστήματος)
- Η εισαγωγή στο σύστημα νέων προϊόντων ή υπηρεσιών καθώς και αλλαγές που μελετάται να γίνουν για την βελτίωση των υπαρχουσών διαδικασιών.

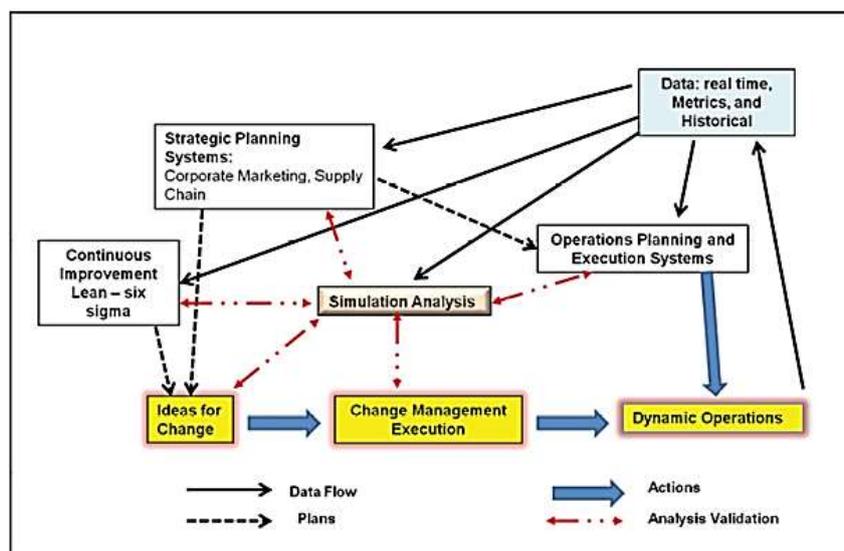
## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων



**Εικόνα 1.1-3: Συστήματα Λήψης Αποφάσεων**

Οι πρώτες αποφάσεις λαμβάνονται βάσει των ιστορικών δεδομένων και βέβαια των ολιστικών στρατηγικών και στόχων της επιχείρησης. Αλλά και οι δεύτερες αποφάσεις λαμβάνονται είτε μετά από προτροπή της ευρύτερης επιχείρησης (για κάποια νέα ανάγκη που έχει παρουσιαστεί εκεί) είτε στα πλαίσια προγραμμάτων Συνεχούς Βελτίωσης.

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, **ο ρόλος της προσομοίωσης είναι να βοηθά όλους τους εμπλεκόμενους για τη λήψη αποφάσεων.**



**Εικόνα 1.1-4 : Αλληλεπίδραση ανάμεσα στην προσομοίωση και σε άλλες εφαρμογές**

### ΧΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

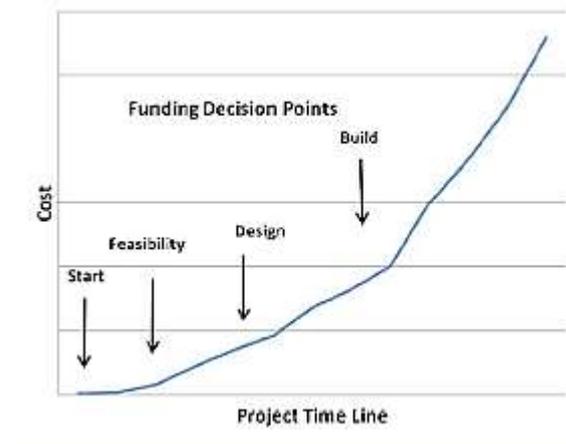
Η χρήση της προσομοίωσης συνίσταται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Όταν το προς μελέτη σύστημα μελετάται να κατασκευαστεί, αλλά η κατασκευή του έχει πολύ μεγάλο κόστος και είναι χρονοβόρα (π.χ. Πυρηνικός αντιδραστήρας)
- Όταν το σύστημα είναι αδύνατο ή πολύ πολύπλοκο να κατασκευαστεί (π.χ. βιολογικό σύστημα).
- Όταν το σύστημα υπάρχει αλλά όποιες επεμβάσεις έχουν μεγάλο κόστος (π.χ. παραγωγή 24/7)
- για εκπαιδευτικούς λόγους, όταν πρέπει να γίνει χρήση ακριβού ή επικίνδυνου εξοπλισμού από τους εκπαιδευομένους, ή, για εκπαιδευομένους που γνωρίζουν τη βασική χρήση του εξοπλισμού, όταν πρέπει να υποβληθούν σε ειδικά σενάρια/ έκτακτες συνθήκες (π.χ. εκπαίδευση πιλότων)
- Για να επιβεβαιώσει ή να αντικαταστήσει αναλυτικές λύσεις προβλημάτων
- Για να οριστούν οι απαιτήσεις που πρέπει να έχει μία εγκατάσταση από τον εξοπλισμό της ή για να προσδιοριστεί τυχόν απόκλιση μεταξύ των εφαρμοζόμενων και των δυνάμει συνθηκών λειτουργίας.

Και άρα επιτρέπει:

- **Τον πειραματισμό χωρίς επέμβαση στα συστήματα.** Με το κόστος (σε χρόνο/ χρήμα) να αποτελεί την μεγαλύτερη πέδη για αλλαγές, η προσομοίωση δίνει μία καλύτερη οπτική για τα προτεινόμενα πλάνα, καταδεικνύει τα ελαττώματα τους και επιτρέπει τη επανεξέταση, μέχρι τα αποτελέσματα να συγκλίνουν σε κάτι ικανοποιητικό
- **Την δοκιμή λειτουργίας πριν από την εγκατάσταση.** Παρατηρούνται συχνά αλλαγές που θεωρητικά θα βοηθούσαν την διεξαγωγή κάποιας εργασίας/ διαδικασίας, τελικά να προκαλούν το αντίθετο. Τότε συνήθως το κόστος αλλαγής είναι πλέον απαγορευτικό, οπότε οι εργαζόμενοι θα πρέπει να συνεχίσουν να ζουν με αυτές τις αλλαγές.
- **Τον εντοπισμό προβλημάτων αόρατων αρχικά.** Πέφτει φως σε σημεία/λειτουργίες/διαδικασίες του συστήματος που έχουν περάσει απαρατήρητα, που δεν έχουν οριστεί επαρκώς ή που δεν είναι ξεκάθαρα ως στόχοι στους εισηγητές των αλλαγών. Σε ένα έργο το σωρευτικό ποσό των χρημάτων αυξάνεται εκθετικά καθώς ο χρόνος περνά. Οπότε η ανίχνευση ενός μεγάλου προβλήματος νωρίς μπορεί να εξοικονομήσει πολλά χρήματα, όχι μόνο για την επίλυση του ίδιου του προβλήματος αλλά και όσον αφορά τη συνολική στρατηγική πορεία του έργου.

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων



Εικόνα 1.1-5: Αύξηση κόστους κατά τη διάρκεια έργου

- **Τον συγκερασμό γνώσεων από όλους τους συμμετέχοντες στο σύστημα.** Μάλιστα είναι απαραίτητος ο ακριβής ορισμός του συστήματος (πράγμα που μπορεί να γίνει μόνο με τη συμμετοχή όλων των εμπλεκομένων), αλλιώς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αξιόπιστο εργαλείο ανάλυσης. Εάν αυτό πραγματοποιηθεί με δομημένο τρόπο είναι μία καλή βάση δεδομένων για γενικότερη χρήση, και σίγουρα δίνει παρέχει πολύ καλύτερη γνώση του συστήματος είτε πραγματοποιηθεί η εξεταζόμενη αλλαγή είτε όχι.
- **Την απόκριση του συστήματος σε ικανοποιητική ταχύτητα.** Η απόκριση της προσομοίωσης είναι συνήθως πολύ πιο σύντομη από την απόκριση πραγματικού συστήματος και μπορεί να μεταφράζεται από λεπτά μέχρι και χρόνια ζωντανής λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί μία μελλοντική εικόνα του συνολικού συστήματος.
- **Την εξέταση λύσεων που μπορεί να είναι αμφιλεγόμενες αλλά ταυτόχρονα πιο οικονομικές.** Οι εργαζόμενοι σε μία εγκατάσταση συχνά έχουν ιδέες για τη βελτίωση της χρήσης της. Για να στοιχειοθετηθεί μία πρόταση, η προσομοίωση είναι ένα καλό εργαλείο.
- **Τον έλεγχο ποικίλων μεταβολών στους παράγοντες που επηρεάζουν το μοντέλο.**
- **Την πιο αποδοτική και ταυτόχρονα οικονομική εκπαίδευση**

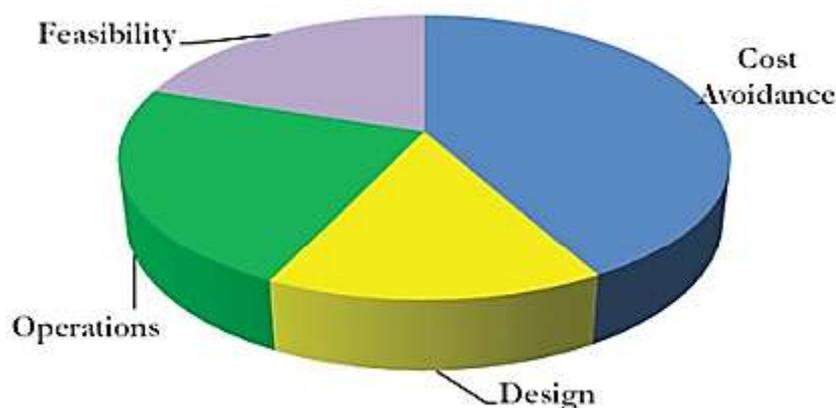
Ειδικά όσον αφορά το οικονομικό αντίκρισμα της προσομοίωσης στα έργα, από το πλήθος των έργων προσομοίωσης που έχουν εκτελεστεί ως τώρα φαίνεται, τα οικονομικά τους οφέλη είναι κυρίως στις παρακάτω 4 κατηγορίες (που μπορεί να δρουν ανεξάρτητα αλλά και συμπληρωματικά) (Beaverstock, et al., 2012)

- Στην αξιολόγηση του πόσο εφικτό είναι ένα έργο (feasibility): είναι η φάση όπου προτείνονται νέες αλλαγές και καταστρώνονται τα σχέδια για την υλοποίησή τους. Τα οφέλη στο κόστος αυτής της φάσης κυμαίνονται από

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

20-40% , και αφορούν τον απαιτούμενο χρόνο για τη λήψη μίας πραγματοποιήσιμης απόφασης, την εξέταση εναλλακτικών λύσεων, αλλά και τη γρηγορότερη ανταπόκριση στις ανάγκες της αγοράς. Επίσης είναι πιο εύκολη η επιχειρηματολογία σχετικά με το εγχείρημα και η δέσμευση σε αυτό.

- Στην αποφυγή κόστους (Cost Avoidance): Γίνεται κατά το διάστημα ανάμεσα στο καθορισμό του feasibility και του τελικού σχεδιασμού και αφορά τα χρήματα που είχαν αρχικά υπολογιστεί ότι θα απαιτούνταν αλλά τελικά προκύπτει ότι είναι διαθέσιμα για άλλα έργα. Με τη χρήση της προσομοίωσης τα κέρδη **στο συνολικό κόστος του έργου** μπορεί να κυμαίνονται από 2-40% (εξαιρέση μη παραγωγικού εξοπλισμού, βελτιστοποίηση μεγέθους εξοπλισμού, ελαχιστοποίηση κενών χώρων, εξισορρόπηση μέγιστης χρήσης εξοπλισμού και δυνατοτήτων ευελιξίας κλπ.). Μέσω αυτής της φάσης μπορεί ο εξοπλισμός να αντιστοιχισθεί επακριβώς με τις διαδικασίες και τις ανάγκες της επιχείρησης.
- Στον λεπτομερειακό σχεδιασμό δραστηριοτήτων (Detail design): Τα κέρδη εδώ κυμαίνονται από 3-30% αφού εντοπίζονται προβλήματα που δεν είναι ορατά από πηγές που αφορούν παλιότερες διαδικασίες (έστω και αν εκείνες λειτουργούσαν αποδοτικά)
- Στις λειτουργίες (Operations): Κατά τη προσομοίωση υπάρχουσών λειτουργιών η εξοικονόμηση μπορεί να είναι από 5-25% και επιτυγχάνεται είτε λόγω της μείωσης του κόστους λειτουργίας είτε λόγω της αύξησης της παραγωγής



Εικόνα 1.1-6: Οικονομικά οφέλη προσομοίωσης

### ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Κάποια από τα μειονεκτήματα της προσομοίωσης είναι:

- **Είναι το μέσο και όχι ο σκοπός.** Με την προσομοίωση επιλύονται προβλήματα που δεν μπορεί να επιλυθούν αλλιώς. Δεν έχει νόημα για απλά προβλήματα ή για προβλήματα που λύνονται αναλυτικά να καταρτίζεται μία πολύπλοκη διαδικασία. Εξαιρεση σε αυτό θα μπορούσε να είναι η υποψία του μελετητή ότι το παρόν πρόβλημα είναι απλά η κορυφή του παγόβουνου, και πως η σε βάθος μελέτη του θα προσδώσει μακροπρόθεσμα οφέλη.
- **Μπορεί να γίνει ακριβή μέθοδος.** Αν και πλέον ο υπολογιστικός χρόνος δεν έχει τόσο μεγάλο κόστος και υπάρχουν σχετικά οικονομικά λογισμικά για τον κύριο όγκο της προσομοίωσης, πρέπει να συνυπολογίζεται το κόστος/χρόνος για την ανάπτυξη του μοντέλου, την συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων και την κατάρτιση αναφορών. Δεν έχει νόημα να γίνει προσομοίωση αν το κόστος της δεν αντισταθμίζει τα προβλεπόμενα οικονομικά οφέλη.
- **Δυσκολία στην επαλήθευση (verification) και στην επικύρωση (validation) του μοντέλου του συστήματος.** Ειδικά για συστήματα που δεν υφίστανται το πρώτο είναι πραγματικά δύσκολο. Για την επικύρωση, ακόμη και με την ύπαρξη πραγματικών στοιχείων, μπορεί να υπάρχει μεγάλη απόκλιση, ή οποία σε κάθε περίπτωση πρέπει να ερμηνεύεται κατάλληλα από τον σχεδιαστή.
- **Κακή συνεννόηση με τον τελικό αποδέκτη των αποτελεσμάτων.** Πρέπει να είναι ξεκάθαρο τι αναμένεται από την προσομοίωση και καθ' όλη τη διάρκεια του έργου ο μελετητής να έχει υποστήριξη τόσο για την πρόσβαση του σε δεδομένα όσο και ελευθερία κίνησης για να αποκτήσει αίσθηση του τι πρέπει τελικά να μοντελοποιήσει.

## 1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΣΩΜΟΙΩΣΗΣ

### ΣΥΣΤΗΜΑ:

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω είναι ένα σύνολο αντικειμένων που σχετίζονται και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους για την εκπλήρωση κάποιου σκοπού (Banks, n.d.). Επίσης οι σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων του συστήματος πρέπει να είναι κατανοητές. Το σύνολο αυτό είναι μέρος του περιβάλλοντος οπότε τα στοιχεία του αλληλοεπιδρούν με αυτό και είναι απαραίτητο να καθοριστούν τα όρια μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος (GORDON, 1978). **Ένα σύστημα μπορεί να είναι**

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

**συνεχές, διακριτό ή μεικτό.** Διακριτό σύστημα είναι εκείνο στο οποίο οι μεταβλητές κατάστασης αλλάζουν μόνο σε διακριτά σημεία του χρόνου (π.χ. σε ένα σύστημα διαχείρισης αποθήκης, γίνεται αλλαγή στις τιμές των μεταβλητών (π.χ. πλήθος αποθέματος) με την άφιξη ή την αναχώρηση προϊόντων). Συνεχές σύστημα είναι εκείνο στο οποίο οι μεταβλητές κατάστασης αλλάζουν συνεχώς συναρτήσει του χρόνου (π.χ. η στάθμη του νερού ενός φράγματος, η οποία μπορεί να επηρεάζεται από βροχές, από την εξάτμιση του νερού ή από το ποσό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας) (Banks, n.d.). Μεικτά ονομάζονται τα συστήματα που φέρουν μεταβλητές κατάστασης και των δύο ειδών. Αποτελούν δε το μεγαλύτερο πλήθος των συστημάτων.

### **ΜΟΝΤΕΛΟ:**

Είναι η αναπαράσταση ενός συστήματος, που χρησιμοποιείται για την προσομοίωση των δραστηριοτήτων του.

### **ΕΙΔΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ:**

(Panas, n.d.)

**Φυσικό μοντέλο:** Μία φυσική αναπαράσταση του προς μελέτη συστήματος σε ίδια ή σε μικρότερη κλίμακα.

**Μαθηματικό μοντέλο:** Μοντέλο όπου χρησιμοποιούνται μαθηματικοί συμβολισμοί και εξισώσεις για την αναπαράσταση του συστήματος. (Banks, n.d.) Μπορεί να δίνει αποτελέσματα με αριθμητικό ή με αναλυτικό τρόπο. Το αριθμητικό και το αναλυτικό μοντέλο έχουν συμπληρωματικό σκεπτικό, με το μεν αναλυτικό να θεμελιώνει το πρόβλημα με εξισώσεις και να αναζητά απευθείας λύση (prescriptive model) και το δε αριθμητικό να τροφοδοτείται με ομάδες τυχαία παραγμένων δεδομένων και τα αποτελέσματα του να επεξεργάζονται με στατιστικά εργαλεία (descriptive model). (Tayfur Altioç, 2004). Ο αναλυτικός τρόπος προϋποθέτει το σύστημα να μπορεί να περιγραφεί επακριβώς με εξισώσεις και σε τέτοιες περιπτώσεις προτιμάται από τον αριθμητικό τρόπο. Για μοντέλα που δεν μπορούν να περιγραφούν επακριβώς με εξισώσεις χρησιμοποιούνται αριθμητικές λύσεις, που γενικά περιλαμβάνουν την τροφοδοσία του μοντέλου με εμπειρικά δεδομένα για να λάβουν δεδομένα τα οποία στη συνέχεια πρέπει να επεξεργαστούν κατάλληλα.

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων



Εικόνα 1.2-1: Είδη μοντέλων

### ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ (SIMULATION MODEL):

Είναι υποκατηγορία του μαθηματικού, αριθμητικού μοντέλου.

Το μοντέλο προσομοίωσης είναι μία γενική περιγραφή του συστήματος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συγκρίνει και να αξιολογήσει έναν πεπερασμένο αριθμό διαφορετικών εναλλακτικών διατάξεων. (Papas, n.d.)

Η αξιολόγηση, η σύγκριση και η ανάλυση εναλλακτικών διατάξεων είναι οι βασικοί λόγοι που επιβάλλουν μία μελέτη προσομοίωσης, ενώ η πρόβλεψη της απόδοσης του συστήματος καθώς και ο εντοπισμός των προβλημάτων και των αντίστοιχων αιτιών τους είναι τα βασικά αποτελέσματα (Banks, et al., 2004).

Το μοντέλο προτιμάται να μοιάζει στο σύστημα που απεικονίζει, τόσο ως προς τα συστατικά του μέρη όσο και ως προς τον τρόπο λειτουργίας του (Henriksen, 1988). Ταυτόχρονα όμως πρέπει να αποτελεί απλοποίηση του συστήματος, τόσο για να μειωθεί το υπολογιστικό κόστος όσο και για τονιστούν τα κρίσιμα μεγέθη του συστήματος.

ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ (Banks, n.d.)	
ΣΤΑΤΙΚΟ (static): Η πορεία του συστήματος είναι ανεξάρτητη του χρόνου.	ΔΥΝΑΜΙΚΟ (dynamic): Το σύστημα μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου
ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΤΙΚΟ (deterministic): Δεν περιέχει τυχαίες μεταβλητές στα ορίσματα του. Από γνωστό σύνολο εισόδων θα προκύψει μοναδική λύση.	ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟ (stochastic): Έχει μία ή περισσότερες τυχαίες μεταβλητές ως εισόδους, οι οποίες βέβαια καταλήγουν σε τυχαίες εξόδους.

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

ΣΥΝΕΧΕΣ (continuous): Οι μεταβλητές κατάστασης αλλάζουν συνεχώς με το πέρασμα του χρόνου.	ΔΙΑΚΡΙΤΟ (discrete): Οι μεταβλητές κατάστασης αλλάζουν μόνο σε διακριτά σημεία του χρόνου.
---	--

Πίνακας 1.2-1: Χαρακτηριστικά μοντέλων προσομοίωσης

Υπάρχει περίπτωση ένα συνεχές σύστημα να κριθεί προτιμότερο να περιγραφεί από ένα διακριτό μοντέλο ή και το αντίθετο. (Banks, n.d.)

### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ:

Τα γενικά βήματα της διαδικασίας προσομοίωσης δεν διαφοροποιούνται ανάλογα με τη μέθοδο προσομοίωσης και παρουσιάζονται συγκεντρωτικά παρακάτω (Banks, n.d.):

- 1) Διατύπωση του προβλήματος:** Στην αρχή κάθε μελέτης το πρόβλημα πρέπει να είναι σαφώς ορισμένο και με αναλυτική περιγραφή. Καθορίζονται τα ζητούμενα και οι στόχοι της μελέτης.  
Ο ορισμός και η περιγραφή μπορούν να γίνουν από τον αναλυτή ή τον εργοδότη, αλλά πρέπει οι δύο τους να έρθουν σε συμφωνία σχετικά με τα περιεγραμμένα. Εάν κριθεί απαραίτητο κατά την πορεία της μελέτης μπορεί να επαναδιατυπωθεί αλλά αυτό μπορεί να προκαλέσει αύξηση του κόστους, του χρόνου και επανάληψη μεγάλου όγκου της δουλειάς του μελετητή
- 2) Κατάστρωση γενικού σχεδίου μελέτης:** Σε αυτό το στάδιο αποφασίζεται εάν η προσομοίωση είναι η κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης του προβλήματος. Στη συνέχεια συμφωνούνται τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες του μοντέλου καθώς και οι δείκτες αποδοτικότητας (KPI's) για να αξιολογηθεί η ορθότητα της προσομοίωσης.  
Πρέπει να καθοριστούν:
  - Οι στόχοι της μελέτης
  - Τα σχετικά με τον αριθμό των εμπλεκομένων στο έργο
  - Ένα γενικό χρονικό πλάνο περάτωσης της μελέτης και του κάθε σταδίου της
- 3) Σύλληψη του μοντέλου:** Η δημιουργία εννοιολογικού μοντέλου είναι κατά κάποιον τρόπο τέχνη: πρέπει ο σχεδιαστής να έχει μία ολοκληρωμένη έποψη του συστήματος, να δει τα στοιχεία που επιδρούν αποφασιστικά σε αυτό και να απομακρύνει τα δευτερεύοντα στοιχεία. Έτσι αποκλείει περιττό υπολογιστικό βάρος χωρίς να υπολείπεται σε λεπτομέρεια. Σε αυτή τη διαδικασία βοηθάει εάν συμμετέχουν οι χρήστες του έργου.
- 4) Συλλογή δεδομένων:** Τα απαιτούμενα δεδομένα είναι εκείνα που περιγράφουν τη δομή και τις λειτουργίες του συστήματος, εάν είναι δυνατό είναι χρήσιμο να αποφασιστούν οι μεταβλητές κατάστασης και οι

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

συναρτήσεις των δεδομένων εισόδου. Οι απαιτήσεις σε δεδομένα μπορεί να μεταβάλλονται κατά τον σχεδιασμό του μοντέλου, οπότε η διαδικασία συλλογής του είναι μία δυναμική διαδικασία.

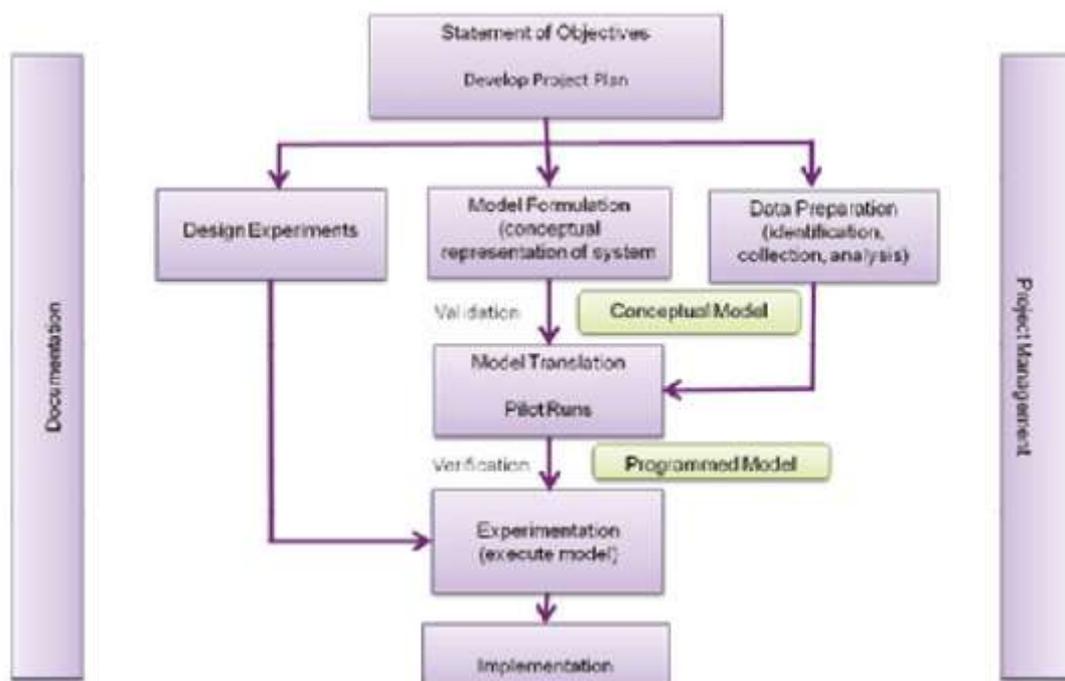
- 5) **Μετάφραση του μοντέλου:** Για γίνει η επεξεργασία των δεδομένων πρέπει το μοντέλο να περάσει στον υπολογιστή, είτε μέσω κάποιας γλώσσας προγραμματισμού είτε μέσω κάποιου εξειδικευμένου προγράμματος προσομοίωσης
- 6) **Επαλήθευση του μοντέλου (verification):** Πρόκειται για τον έλεγχο εάν έχει γίνει σωστά η μετάφραση του μοντέλου στον υπολογιστή. Ουσιαστικά γίνεται έλεγχος για λογικά σφάλματα, ανεξάρτητα με τα τροφοδοτούμενα δεδομένα. Ο καλύτερος τρόπος είναι με την πραγματοποίηση δοκιμών.
- 7) **Επικύρωση του μοντέλου (validation):** Είναι ο καθορισμός εάν το μοντέλο αποτελεί ικανοποιητική αναπαράσταση του φυσικού συστήματος. Η βαθμονόμηση του μοντέλου γίνεται σε συνεχείς βρόγχους μέσω διαδικασίας σύγκρισης της συμπεριφοράς του μοντέλου με την πραγματική συμπεριφορά του συστήματος, της σύγκρισης των αποτελεσμάτων, την εύρεση της αιτίας των αποκλίσεων και την επιδιόρθωση τους. Αυτό το βήμα είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί για μη υπαρκτά συστήματα. Σε αυτή τη περίπτωση ο μελετητής στηρίζεται στα προβλεπόμενα θεωρητικά μεγέθη
- 8) **Πειραματικός σχεδιασμός:** Για κάθε ζητούμενο σενάριο προσομοίωσης θα πρέπει να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με τη συνολική χρονική διάρκεια της προσομοίωσης, τη χρονική διάρκεια της μεταβατικής περιόδου και τον αριθμό των ανεξάρτητων εκτελέσεων (επαναλήψεων) της προσομοίωσης.
- 9) **Εκτέλεση προσομοίωσης:** Με την εκτέλεση της προσομοίωσης λαμβάνονται τα απαραίτητα δεδομένα (έξοδοι) που θα οδηγήσουν στην ανάλυση του συστήματος.
- 10) **Επιπλέον επαναλήψεις:** Εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο μπορεί να γίνει σχεδιασμός νέων πειραμάτων για επιπλέον επαναλήψεις.
- 11) **Ανάλυση εξόδου:** Λαμβάνονται τα αποτελέσματα για τις **δεδομένες εισόδους** και πρέπει να επεξεργαστούν κατάλληλα για να δώσουν μετρήσιμα αποτελέσματα για την εγκατάσταση
- 12) **Τεκμηρίωση και αναφορά αποτελεσμάτων:** Η τεκμηρίωση και η αναφορά αποτελεσμάτων σχετίζονται τόσο με την καθαυτό τεκμηρίωση του προγράμματος που χρησιμοποιήθηκε ή του κώδικα που παράχθηκε όσο και με την τήρηση πρακτικών για την ολική πρόοδο του έργου. Η τεκμηρίωση του προγράμματος δίνει τη δυνατότητα χρήσης και περαιτέρω επεξεργασίας του από άλλο αναλυτή, δίνει στον αρχικό αναλυτή τη δυνατότητα να επικυρώσει τη σωστή χρήση του μοντέλου. Η συνολική τεκμηρίωση του έργου είναι ένα καλό εργαλείο για την ενημέρωση

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

στελεχών που δεν εμπλέκονται άμεσα με αυτό, επίσης είναι ένας τρόπος απόδειξης της συμφωνίας της διοίκησης με τα πεπραγμένα και καλό είναι να πραγματοποιείται σε πολλά στάδια και όχι μέσω μόνο μίας τελικής αναφοράς.

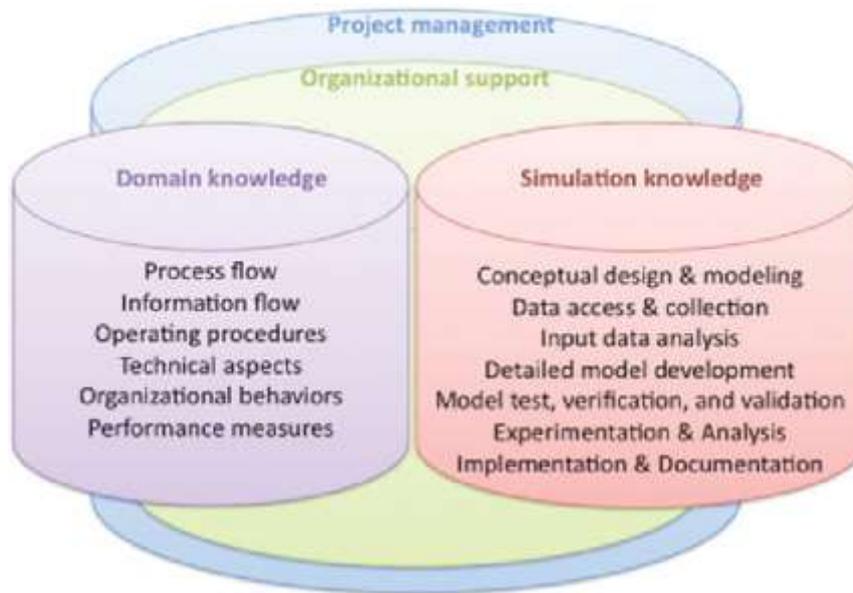
- 13) Ενσωμάτωση:** Το μοντέλο για να επιτελέσει τον ρόλο του, πρέπει να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς από τον τελικό χρήστη. Η επιτυχία αυτού του σταδίου δεν εξαρτάται μόνο από την επιβεβαίωση και επικύρωση του μοντέλου, αλλά και από το πόσο έχει συμμετάσχει ο ίδιος ο χρήστης σε όλα τα στάδια του έργου και πόσο καλά μπορεί να αντιληφθεί τη φύση, τις εισόδους και τα αποτελέσματα του μοντέλου.
- 14) Διαχείριση έργου:** Είναι απαραίτητη για όλα τα στάδια του έργου, ειδικά όταν εμπλέκονται άτομα από διαφορετικά τμήματα της επιχείρησης.

Τα παραπάνω σημεία και η διαδοχή τους φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί:



Εικόνα 1.2-2: Βήματα προσομοίωσης

Για την πραγματοποίηση των παραπάνω βημάτων είναι απαραίτητη η γνώση των επιχειρησιακών θεμάτων, του προγράμματος προσομοίωσης και η ευρύτερη οργάνωση:



Εικόνα 1.2-3: Απαιτήσεις σε γνώσεις, δεξιότητες και οργάνωση

## 1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Πιο πάνω το είδος της προσομοίωσης ταυτίστηκε με το είδος του μοντέλου προσομοίωσης που καταρτίστηκε, το οποίο με τη σειρά του προκύπτει (στις περισσότερες περιπτώσεις) από τη φύση του συστήματος. Σε αυτή τη παράγραφο θα γίνει μία άλλη κατηγοριοποίηση που αφορά τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μεθόδους επεξεργασίας δεδομένων για ζητήματα που αφορούν επιχειρήσεις και παραγωγή.

Οι μέθοδοι είναι:

- Συνεχής Προσομοίωση (Continuous Simulation)
- Μεικτή Προσομοίωση (Combined Discrete- Continuous Simulation)
- Προσομοίωση Monte Carlo (Monte Carlo Simulation)
- Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων (Discrete Event Simulation)

### ΣΥΝΕΧΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Αφορά τη μοντελοποίηση ενός συστήματος, στη διάρκεια του χρόνου, όπου οι μεταβλητές κατάστασης πρέπει να οριστούν και να μελετηθούν σε μεταβολές με συνεχή τρόπο. Το μοντέλο του συστήματος συνήθως περιέχει διαφορικές εξισώσεις που επιλύονται με αριθμητική ολοκλήρωση. (Kelton & Law, 2000) Τα συνεχή μοντέλα μπορούν επίσης να είναι στοχαστικά, σε κάθε περίπτωση όμως είναι δυναμικά (με τον χρόνο να είναι συνεχής μεταβλητή).

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

Λογισμικά όπως τα Matlab, Mathematica και Matlab 's Simulink είναι ειδικά σχεδιασμένα για να παράγουν συνεχή μοντέλα προσομοίωσης με χρήση Visual Basic ή C++. Αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και λογισμικά για διακριτά μοντέλα, όπως το ARENA.

### **ΜΕΙΚΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ**

Αφορά τη μοντελοποίηση μεικτών συστημάτων. Σε μοντέλα τέτοιων συστημάτων κάποιες από τις μεταβλητές κατάστασης πρέπει να μελετηθούν να μεταβάλλονται με συνεχή και άλλες με διακριτό τρόπο, και μπορούν να επιδρούν με τους παρακάτω τρόπους (Pritsker, 1995):

- Διακριτό γεγονός μπορεί να προκαλέσει αλλαγή σε τιμή συνεχούς μεταβλητής κατάστασης.
- Διακριτό γεγονός μπορεί να προκαλέσει (trigger) τη σχέση που διέπει την μία συνεχή μεταβλητή κατάστασης να αλλάξει σε καθορισμένο χρόνο
- Συνεχής μεταβλητή κατάστασης, φτάνοντας σε ένα όριο (threshold) μπορεί να προκαλέσει κάποιο διακριτό γεγονός.

Τα μεικτά μοντέλα μπορούν επίσης να είναι στοχαστικά, σε κάθε περίπτωση όμως είναι δυναμικά (με τον χρόνο να είναι είτε συνεχής είτε διακριτή μεταβλητή)

Για τέτοια μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν λογισμικά όπως το ARENA, AweSim, Extend

### **ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ MONTE CARLO**

Αφορά ντετερμινιστικά ή στοχαστικά προβλήματα όπου η πάροδος του χρόνου δεν παίζει καθοριστικό ρόλο και για την λήψη αποτελέσματος χρησιμοποιείται η γένεση τυχαίων αριθμών. (Kelton & Law, 2000) Οι τυχαίοι αριθμοί χρησιμοποιούνται για να δώσουν την τελική έκβαση μίας κατάστασης, μετά από "n" επεισόδια.

Τυχαίοι αριθμοί μπορεί χρησιμοποιούνται και σε άλλες μεθόδους προσομοίωσης (βλ. διακριτών γεγονότων), όπου όμως ο χρόνος παίζει ρόλο.

Παραδείγματα προβλημάτων που μπορούν να επιλυθούν με τη μέθοδο είναι η έκβαση αγώνων (βάσει κάποιων προϋποθέσεων), η εξέταση στατιστικών θεωρημάτων (για μεγάλα "n") κλπ.

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

Στις παραπάνω μεθόδους ανήκει και η προσομοίωση διακριτών γεγονότων, αλλά επειδή είναι η μέθοδος που έχει χρησιμοποιηθεί στην εργασία εξετάζεται ξεχωριστά.

### 1.4 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ

Η προσομοίωση διακριτών γεγονότων αφορά τη μοντελοποίηση συστήματος που εξελίσσεται με το χρόνο, μέσω απεικόνισης κατά την οποία οι μεταβλητές κατάστασης αλλάζουν εξαιτίας γεγονότων που συμβαίνουν σε ορισμένες διακριτές στιγμές. (Kelton & Law, 2000)

#### **ΕΞΕΛΙΞΗ ΧΡΟΝΟΥ**

Για την πραγμάτωση προσομοίωσης διακριτών γεγονότων και λόγω του δυναμικού χαρακτήρα των συστημάτων στα οποία χρησιμοποιείται επιτάσσει την ύπαρξη μηχανισμού τόσο για την καταγραφή όσο και για την εξέλιξη του χρόνου.

Υπάρχουν δύο τρόποι για την εξέλιξη του χρόνου από αυτόν τον μηχανισμό. Είτε με τον μηχανισμό επόμενου γεγονότος (next-event time advance) είτε με τον μηχανισμό σταθερού χρονικού διαστήματος (fixed-increment time advance), με τον πρώτο μηχανισμό να απαντάται συχνότερα. (Kelton & Law, 2000)

Βάσει του μηχανισμού επόμενου γεγονότος, το εσωτερικό ρολόι του συστήματος μηδενίζεται και καθορίζονται στιγμές όπου πρόκειται να συμβούν τα μελλοντικά γεγονότα. Η προσομοίωση ξεκινά και προωθείται στο πρώτο από τα μελλοντικά ήδη προγραμματισμένα γεγονότα. Εφόσον συμβαίνει κάποιο γεγονός, η κατάσταση του συστήματος αλλάζει ενώ ταυτόχρονα πληροφορούμαστε για τη χρονική στιγμή εκτέλεσης του επόμενου γεγονότος. Το ρολόι προωθείται στη νέα στιγμή, η κατάσταση του συστήματος μεταβάλλεται και αυτό συνεχίζεται μέχρι να εκπληρωθεί κάποια συνθήκη τέλους.

Βάσει του μηχανισμού σταθερού χρονικού διαστήματος, το ρολόι αυξάνει την τιμή του ανά χρονικά διαστήματα. Μετά από τη παρέλευση του χρονικού διαστήματος, εξετάζεται εάν θα έπρεπε να έχει συμβεί κάποιο γεγονός, και αν ναι τότε το γεγονός θεωρείται ότι πραγματοποιείται στο πέρας του χρονικού διαστήματος και η κατάσταση του συστήματος αλλάζει ανάλογα. Για πολλαπλά γεγονότα που είναι προγραμματισμένα να συμβούν σε μία χρονική περίοδο, πρέπει να καθοριστούν κατάλληλοι κανόνες από τον προγραμματιστή. Αυτό μπορεί να λυθεί με μικρότερα χρονικά διαστήματα εξέτασης γεγονότων, το οποίο όμως με τη σειρά του αυξάνει τον όγκο επεξεργασίας δεδομένων.

### **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ (DES)**

*Οντότητα (entity):* Είναι στοιχείο του συστήματος που αφορά τη μελέτη. (Banks, n.d.) Μπορούν να παίζουν κύριο ρόλο σε αυτό ή να λειτουργούν επικουρικά για άλλες οντότητες. Ενώ κάποιο σύστημα μπορεί να περιγράφεται πλήρως από ένα σύνολο οντοτήτων, αυτές μπορεί να περιγράφουν μόνο τμηματικά κάποιο άλλο σύστημα, οπότε ο καθορισμός τους γίνεται κάθε φορά βάσει του συστήματος. (Banks, n.d.)

*Χαρακτηριστικά (attributes):* Χαρακτηριστικό είναι μία ιδιότητα κάποιας οντότητας του συστήματος. Και πάλι ανάλογα με το σύστημα που εξετάζεται μπορεί για τις ίδιες οντότητες, σε άλλο σύστημα να ενδιαφέρει η μελέτη άλλων χαρακτηριστικών.

*Παράμετροι και μεταβλητές του συστήματος (system parameters and variables):*

Είναι μεγέθη μέτρησης και χαρακτηρισμού των συστημάτων.

Οι παράμετροι είναι ανεξάρτητα μέτρα που διαμορφώνουν τις συνθήκες των εισόδων. Αλλάζουν μόνο αν το επιθυμεί ο μελετητής (Khoshnevis, 1994). Οι μεταβλητές είναι μέτρα που εξαρτώνται από τις παραμέτρους και από άλλες μεταβλητές (Banks, et al., 2004). Καθορίζονται από συναρτησιακές σχέσεις και αλλάζουν συναρτήσεως του χρόνου στα δυναμικά συστήματα. (Khoshnevis, 1994)

*Κατάσταση του συστήματος (state):* Το σύνολο των τιμών ορισμένων προκαθορισμένων μεταβλητών που είναι απαραίτητες για να περιγράψουν το σύστημα κάθε στιγμή σύμφωνα με τους σκοπούς της μελέτης ονομάζεται κατάσταση (state) του συστήματος τη δεδομένη χρονική στιγμή (Banks, et al., 2004)

*Γεγονός (event):* Είναι κάποιο συμβάν που ωθεί το μοντέλο να μεταβεί σε κάποια άλλη κατάσταση. Τα γεγονότα μπορεί να είναι ενδογενή (να προέρχονται από το ίδιο το σύστημα) ή εξωγενή (να καταλήγουν μόνο σε αυτό). (Banks, n.d.)

*Πόροι (resources):* Πεπερασμένα στοιχεία που χρησιμοποιούνται, καταναλώνονται ή αναπληρώνονται από τις οντότητες. (Khoshnevis, 1994)

*Δραστηριότητα (activity) :* Στοιχεία του συστήματος που καταναλώνουν χρόνο και των οποίων η έναρξη και το πέρας συμπίπτουν με τη πραγματοποίηση γεγονότων (Khoshnevis, 1994)

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

*Σχέσεις (Relationships):* Εκφράσεις εξάρτησης ανάμεσα σε στοιχεία όπως μεταβλητές, παράμετροι και χαρακτηριστικά του συστήματος. (Khoshnevis, 1994)

### **ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΕ ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ (DES)**

Ανεξάρτητα από το εκάστοτε σύστημα που μοντελοποιείται ή από το σκεπτικό μοντελοποίησης που ακολουθείται κάθε φορά, υπάρχουν κάποιες εργασίες που εφαρμόζονται συχνά, παρά την διαφορετική φυσική έννοια των συστημάτων.

Γενικά είναι οι παρακάτω (Khoshnevis, 1994):

- **Κίνηση οντοτήτων:** η κίνηση των οντοτήτων οδηγεί στην πραγματοποίηση γεγονότων (events). Ανάλογα με το σύστημα οι οντότητες μπορεί να περιέχονται ήδη σε αυτό, να εισάγονται ή να δημιουργούνται μέσα σε αυτό
- **Δημιουργία οντοτήτων:** Για τη δημιουργία οντοτήτων που λειτουργούν ως εισοδοί για το μοντέλο προσομοίωσης απαιτείται μία πηγή (source). Επίσης καθορίζεται η στιγμή εκκίνησης και παύσης της παραγωγής και ο τρόπος κατανομής των παραγόμενων οντοτήτων.
- **Επιλογή πορείας:** κατά τη διάρκεια της κίνησης τους, οι οντότητες έχουν την δυνατότητα επιλογής εναλλακτικών πορειών. Αυτό μπορεί να γίνει είτε βάσει στατιστικών κατανομών, που κατευθύνουν με τυχαίο τρόπο τις οντότητες, βάσει συνθηκών που πρέπει να πληρούνται από αυτές για να οδηγηθούν σε κάποια πορεία.
- **Σύνθεση και αποσύνθεση μονάδων οντοτήτων.**
  - Οντότητες που αρχικά παρουσιάζονται ως ενιαίο σύνολο, μετά από ένα γεγονός μπορεί να διασπαστούν στα μέρη τους (π.χ. επιβάτες ενός λεωφορείου όταν κατεβαίνουν).
  - Όμοια αρχικά μονήρεις οντότητες μπορεί να συνθέτουν μια συνολική νέα, με διαφορετικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά από τις προηγούμενες.
  - Οντότητες με ίδια χαρακτηριστικά και ιδιότητες μπορούν να αποτελέσουν μία παρτίδα, με δικές της ιδιότητες, που είτε θα μείνει ανέπαφη είτε θα αποσυντεθεί στα αρχικά της κομμάτια.
  - Οντότητες με διαφορετικά χαρακτηριστικά, ομαδοποιούνται για να εκτελέσουν μία συγκεκριμένη εργασία (π.χ. διαφορετικά έγγραφα, που πρέπει να συλλεχθούν για να υποστηρίξουν μία αίτηση)

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

- Χρήση παροχών από τις οντότητες: Στη πορεία τους οι οντότητες αλληλοεπιδρούν με σύνολο ή τμήμα της εγκατάστασης που έχει μοντελοποιηθεί. Η έννοια «εγκατάσταση» μπορεί να περιέχει:
  - ο Εξοπλισμό (Facilities). Σε αυτή της περίπτωση μας αφορούν οι χρόνοι άφιξης και εξυπηρέτησης, το πλήθος τους, οι καταστάσεις στις οποίες μπορούν να περιέλθουν.
  - ο Πόρους (Resources). Σε αυτή την περίπτωση μας αφορά το πλήθος των διαθέσιμων αποθεμάτων, ο χρόνος άφιξης νέων, η ανάγκη της οντότητας για χρήση αποθέματος

Είναι στην ευχέρεια του προγραμματιστή τι θα θεωρήσει εξοπλισμό και τι πόρους, με τους περιορισμούς βέβαια που έχει το κάθε είδος.

- Ύπαρξη και ουρών αναμονής οντοτήτων. Ενώ οι πόροι αποθηκεύονται, οι οντότητες συσσωρεύονται σε ουρές, για να ολοκληρώσουν την πορεία τους. Λόγοι για την συσσώρευση σε ουρές μπορεί να είναι η ανάγκη για τη χρήση κάποιου εξοπλισμού, η ανάγκη για κάποιους επιπλέον πόρους, η αναμονή για άλλες οντότητες (για δημιουργία παρτίδας), η αναμονή για άδεια από ένα άλλο ανεξάρτητο σημείο κλπ. Οι ουρές μπορεί να έχουν πεπερασμένο χώρο υποδοχής οντοτήτων ή όχι, να υπακούν σε διάφορους κανόνες προτεραιότητας άφιξης/αναχώρησης ή να έχουν ορισμένο χρόνο αναμονής για τις οντότητες που φέρουν.
- Δυνατότητα απόδοσης ταυτότητας σε μεταβλητές που δεν συνδέονται άμεσα με φυσικές οντότητες. Για παράδειγμα η δυνατότητα εισαγωγής κάποιου μετρητή για τα γεγονότα σε τμήμα του συστήματος
- Παραμετροποίηση των σταθερών και των μεταβλητών κατάστασης
- Δυνατότητα μηδενισμού και επανέναρξης της προσομοίωσης.
- Καθορισμός των στατιστικών μοντέλων που περιγράφουν το κάθε στοιχείο του μοντέλου. Με κύρια μεγέθη να είναι η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, τα μέγιστα και τα ελάχιστα καθώς και η τελευταία τιμή που παρατηρήθηκε. Επίσης χρήσιμη είναι και η παραγωγή γραφικών παραστάσεων από αυτά τα δεδομένα, που προκύπτουν μετά από κάθε προσομοίωση.
- Γραφική απεικόνιση της προσομοίωσης

## 1.5 ΔΟΜΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Η προσομοίωση μπορεί να εκτελεστεί ακολουθώντας διάφορες τεχνικές, στρατηγικές και μεθοδολογίες (Banks, n.d.) Στη βιβλιογραφία συναντώνται τέσσερις κυρίως μέθοδοι προσομοίωσης, **η προσομοίωση διεργασιών (process-interaction method), η προσομοίωση γεγονότων (event-scheduling method), η προσομοίωση δραστηριοτήτων (activity scanning) και η μέθοδος των τριών φάσεων (three-phase approach)**. Η μέθοδος με την οποία η μηχανή προσομοίωσης θα εκτελέσει τη μελέτη έχει σημαντική επίδραση στον τρόπο που ο αναλυτής μοντελοποιεί το υπό μελέτη σύστημα.

Όλες οι μέθοδοι θεωρούνται εξίσου ικανές στη μοντελοποίηση συστημάτων, αλλά κάποιες από αυτές είναι καταλληλότερες για συγκεκριμένους τύπους συστημάτων ή/και μοντέλων (Martinez, 1996).

### 1. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ:

Αυτή η μεθοδολογία βασίζεται στην εκτέλεση διεργασιών που περιγράφουν την προσομοίωση ανεξάρτητων στοιχείων ή τμημάτων του μοντέλου. Το πρόγραμμα προσομοιώνει τη λογική ροή μίας οντότητας του μοντέλου μέσα στο σύστημα. Όταν η κίνηση της οντότητας σταματήσει, ο μηχανισμός ροής του χρόνου αυξάνει τον χρόνο της προσομοίωσης στη χρονική στιγμή που αντιστοιχεί στην επόμενη κίνηση μίας άλλης οντότητας. Πιο συγκεκριμένα, οι διεργασίες επικοινωνούν μεταξύ τους με τη χρήση σημάτων που προσομοιώνουν την επίδραση του ενός στοιχείου του μοντέλου πάνω σε άλλο. Κάθε τμήμα του μοντέλου έχει τη δική του χρονική λίστα γεγονότων, τα οποία εκτελούνται από το τμήμα σε χρονική σειρά. Η γενική χρονική λίστα, την οποία διαχειρίζεται το πρόγραμμα ελέγχου, περιέχει τα σήματα διατμηματικής επικοινωνίας, επίσης σε χρονολογική σειρά. Η ροή ή κίνηση των οντοτήτων του συστήματος περιγράφει όλες τις καταστάσεις στις οποίες μπορεί να περιέλθει ένα αντικείμενο του συστήματος. Οι οντότητες υπόκεινται σε μία διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας προσπαθούν να δεσμεύουν, να χρησιμοποιούν και να αποδεσμεύουν μέσα παραγωγής. *Η προσομοίωση διεργασιών είναι κατάλληλη για συστήματα, όπου οι οντότητες μπορούν να διαφοροποιηθούν στη βάση των διαφορετικών ιδιοτήτων που κάθε μία κατέχει. Αντίστοιχα, τα μέσα παραγωγής πρέπει έχουν λίγες ιδιότητες, περιορισμένο αριθμό καταστάσεων (π.χ. αδρανής, απασχολημένος, μη-διαθέσιμος) και να μην αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.*

### 2. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ:

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

Το σύστημα περιγράφεται στη βάση συγκεκριμένων γεγονότων, κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μία ξεχωριστή ρουτίνα γεγονότων. Η μεθοδολογία στηρίζεται στην αύξηση του χρόνου της προσομοίωσης όταν συμβαίνει κάποιο επόμενο γεγονός. Η πραγματοποίηση ενός γεγονότος απελευθερώνει ένα ή περισσότερα μέσα παραγωγής που με τη σειρά τους προκαλούν τον προγραμματισμό και την εκτέλεση και άλλων ρουτινών. Τότε, η ρουτίνα γεγονότων επαναπροσδιορίζει τις διαθέσιμες οντότητες του συστήματος και προγραμματίζει χρονικά τις δραστηριότητες στις οποίες μπορούν να συμμετάσχουν. Θεωρείται αποδοτική μέθοδος και συχνά συνδυάζεται με την προσομοίωση δραστηριοτήτων ή και διεργασιών. Ακόμη κι αν εφαρμόζεται η προσομοίωση διεργασιών, η εκτέλεση της προσομοίωσης γίνεται στη λογική του προγραμματισμού και της διαχείρισης γεγονότων.

### 3. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ:

Είναι επίσης γνωστή και ως η μεθοδολογία των δύο φάσεων. Η φιλοσοφία της μεθόδου βασίζεται στο ότι ο αναλυτής θα πρέπει να αναγνωρίζει τα αντικείμενα (οντότητες) του συστήματος, τις δραστηριότητες που αυτά εκτελούν και τις προϋποθέσεις που πρέπει να ικανοποιηθούν για να πραγματοποιηθεί η εκτέλεσή τους. Έτσι το πρόγραμμα της προσομοίωσης αποτελείται από ανεξάρτητες λειτουργικές μονάδες οι οποίες αναμένουν την ενεργοποίησή τους. Ο έλεγχος των κριτηρίων γίνεται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές και καθορίζεται εάν ένα γεγονός μπορεί να πραγματοποιηθεί ή όχι. Εάν το γεγονός πραγματοποιηθεί, τότε η κατάσταση του συστήματος μεταβάλλεται. *Η προσομοίωση δραστηριοτήτων μοντελοποιεί ικανοποιητικά συστήματα στα οποία τα διάφορα συστατικά μέρη (components) αλληλοεπιδρούν έντονα μεταξύ τους και καθορίζονται από πολύπλοκες αρχικές συνθήκες (π.χ. πολλές οντότητες με πλήθος ιδιοτήτων και καταστάσεων που πρέπει να συνεργαστούν σε δυναμικό περιβάλλον).*

### 4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΦΑΣΕΩΝ:

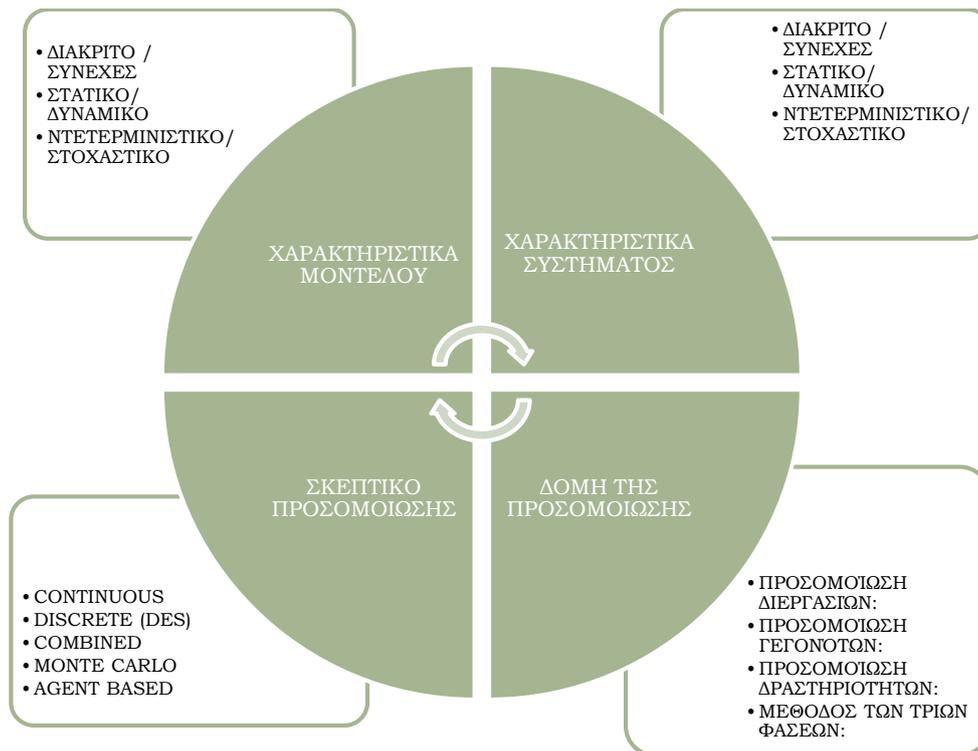
Η μέθοδος είναι εξέλιξη της προσομοίωσης δραστηριοτήτων και βελτιώνει την αποδοτικότητά της. Διαχωρίζει δύο ειδών δραστηριότητες, αυτές που θα πραγματοποιηθούν σε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (δραστηριότητες B) και αυτές που θα πραγματοποιηθούν όταν συμβεί κάποια άλλη δραστηριότητα (δραστηριότητες C). Ο χρόνος πραγματοποίησης των ανεξάρτητων δραστηριοτήτων δεν καθορίζεται

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

επακριβώς από το μοντέλο ούτε πρέπει να είναι γνωστός πριν από την εκκίνηση της προσομοίωσης. Ο χρόνος πολλές φορές υπολογίζεται από την εκτέλεση ενός άλλου γεγονότος. Κάθε μία από τις τρεις φάσεις πραγματοποιεί μία συγκεκριμένη λειτουργία. Η πρώτη φάση ελέγχει τους χρόνους πραγματοποίησης των γεγονότων και αναζητά εκείνες τις δραστηριότητες που θα συμβούν στον τρέχοντα χρόνο της προσομοίωσης. Η δεύτερη φάση εξασφαλίζει ότι όλες οι δραστηριότητες που πρέπει να εκτελεστούν την τρέχουσα χρονική στιγμή της προσομοίωσης εκτελούνται σωστά. Μετά ακολουθεί η τρίτη φάση όπου ελέγχεται εάν οι εξαρτημένες δραστηριότητες μπορούν να πραγματοποιηθούν, δηλ. εάν ικανοποιούνται τα κριτήρια της πραγματοποίησής τους. Όταν καμία δραστηριότητα δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί πια, ο μηχανισμός ροής του χρόνου αυξάνει τον χρόνο της προσομοίωσης και άλλος ένας κύκλος τριών φάσεων ξεκινά μέχρι και την ολοκλήρωση της προσομοίωσης. Η μέθοδος θεωρείται καλύτερη σε σχέση με την προσομοίωση δραστηριοτήτων, γιατί ο έλεγχος ικανοποίησης κριτηρίων γίνεται μόνο για τις δραστηριότητες C, για τις οποίες και έχει νόημα να γίνει. Συνεπώς, ο μηχανισμός της προσομοίωσης δεν αναλώνεται σε άσκοπους ελέγχους των B δραστηριοτήτων και η απόδοση του συστήματος αυξάνεται.

Το πρόγραμμα FlexSim που χρησιμοποιείται στην εργασία αποτελεί συνδυασμό προσομοίωσης διεργασιών και γεγονότων.

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων



Εικόνα 1.5-1: Στοιχεία της μοντελοποίησης

## 1.6 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ LOGISTICS

### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ LOGISTICS

Οι διαδικασίες εφοδιαστικής (logistics) και χειρισμού υλικών (για αποθηκευτικούς χώρους) (material handling equipment), μπορούν να περιγραφούν με το σκεπτικό των διακριτών δεδομένων (DES).

Η προσομοίωση σε αυτές τις διαδικασίες, πλέον εφαρμόζεται συχνά και επίσης γίνονται εξειδικευμένες μελέτες για διάφορες περιπτώσεις. Η συχνή εμφάνιση φαίνεται και από μεγάλα συνέδρια του είδους όπως το Winter Conference of Simulation.

Μπορούν να αφορούν από τη αξιολόγηση της επέκτασης μία μονάδας logistics με χιλιάδες εισόδους και εξόδους προϊόντων καθημερινά, μέχρι την κατάρτιση ενός σχεδίου για της κατανάλωση των σύντομης διάρκειας ζωής προϊόντων σε συνοικιακό μαγαζί.

Πλέον δεν είναι οι εταιρίες που ανταγωνίζονται αλλά οι εφοδιαστικές του αλυσίδες. Κατ' επέκταση είναι μεγάλης σημασίας η συστηματική χρήση και η εδραίωση εργαλείων που να βοηθούν στην καλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων που έχει η κάθε εταιρεία. (Archibald, et al., 1999)

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

Μεγάλες εταιρείες που αναλαμβάνουν την κατασκευή σταθμών logistics, στα πλαίσια της μελέτης για τον εκάστοτε πελάτη, προσφέρουν την δημιουργία μοντέλου και την εκτέλεση προσομοίωσης, για να εξεταστούν μελλοντικά σενάρια ή bottlenecks κλπ. (Anon., n.d.)

Στα ήδη υπάρχοντα έργα, για την χρήση της προσομοίωσης τα τελευταία χρόνια βοήθησε και η καλύτερη συγκέντρωση πολύ περισσότερων δεδομένων από τις εταιρείες, κυρίως λόγω των πακέτων διαχείρισης (WMS συστήματα) που χρησιμοποιούν. Αυτό επιτρέπει στους αναλυτές να δημιουργούν μία απεικόνιση του συστήματος με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια. (Anon., n.d.)

Επίσης η προσομοίωση εξελίσσεται και εισάγονται νέα είδη της, όπως είναι η Predictive Simulation. Αυτή επιτρέπει στους αναλυτές να ξεπεράσουν τα απλά μοντέλα και δομές, και μέσω της μοντελοποίησης διαδικασιών, να καταλάβουν πλήρως την κάθε διαδικασία και τι την επηρεάζει. Αυτό συνεπάγεται ότι το δίκτυο logistics της εταιρείας πρέπει να εξετάζεται ολιστικά, να θεσπίζεται μία κεντρική πολιτική και να γίνεται προσπάθεια αυτή να ακολουθείται.

### ΠΑΚΕΤΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Πλέον υπάρχει πλήθος πακέτων DES στην αγορά. Είναι λιγότερο ή περισσότερο εξειδικευμένα σε κάποιους κλάδους και συνήθως απαιτούν κάποιο υπόβαθρο στη θεωρία μοντελοποίησης. Βέβαια με την εξέλιξη των λογισμικών αυτό το υπόβαθρο, μειώνεται συνεχώς, αφού γίνεται πιο εύκολο να χρησιμοποιηθούν από τους άμεσα ενδιαφερόμενους κάθε κλάδου. (Anon., n.d.)

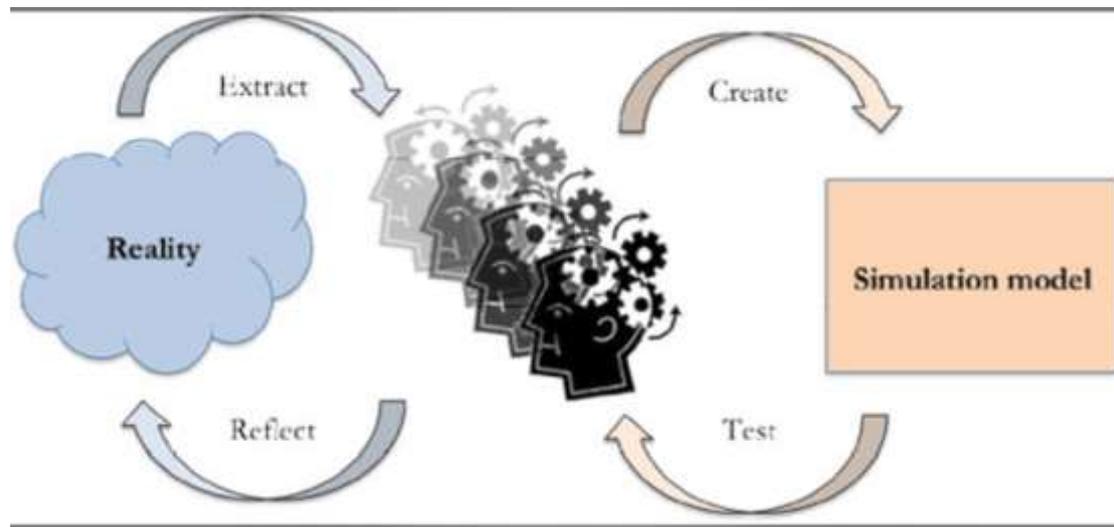
Τα πακέτα μπορεί να είναι ανοικτού κώδικα ή να παράγονται από εταιρείες. Τέτοιες εταιρίες μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο εξειδικευμένες σε κάποιο είδος λογισμικού και συνήθως συνεργάζονται με πανεπιστήμια.

Ο αριθμός των πακέτων προσομοίωσης είναι περίπου στα 80, εκ των οποίων πιο κατάλληλα για προσομοίωση logistics είναι τα παρακάτω (Anon., 2008):

- FlexSim : Θα ακολουθήσει αναλυτική περιγραφή, αφού είναι το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται στην εργασία.
- AnyLogic: Το λογισμικό της υποστηρίζει ταυτόχρονα τρία είδη προσομοίωσης: discrete event (process-centric), system dynamics και agent-based, σε ένα γραφικό περιβάλλον. Σε ένα μοντέλο μπορούν να συνυπάρχουν και οι τρεις οπτικής και να χρησιμοποιείται όποια εξυπηρετεί κάθε φορά. Χρησιμοποιείται για εφαρμογές logistics μεταξύ άλλων.

## Κεφάλαιο 1: Προσομοίωση Διακριτών Γεγονότων

- Arena : Λογισμικό DES με καλά στατιστικά εργαλεία. Ανήκει στην εταιρία Rockwell χρησιμοποιείται από πολλά πανεπιστήμια και για διαδικασίες logistics.



Εικόνα 1.6-1: Διαδικασία Σχηματισμού Μοντέλου Προσομοίωσης

# 2

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FLEXSIM

### ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΙ

- ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ FLEXSIM
- ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΤΟΥ FLEXSIM
- ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ
- ΣΥΝΟΨΗ ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ
- ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΤΟ FLEXSIM

## 2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ FLEXSIM

Ενώ πριν από κάποια χρόνια η προσομοίωση ήταν θέμα ειδικών, με τα νέα λογισμικά, όπως το FlexSim,

- Γίνεται φιλική ακόμη και στον αρχάριο χρήστη
- Μπορεί να εκτελεστεί σε μεγάλο βαθμό από εκείνον που θέτει το πρόβλημα, με αποτέλεσμα αφενός να είναι πιο συνειδητοποιημένος στη διαδικασία και αφετέρου να αποκτά βαθύτερη γνώση για αυτή. Γνώση που δεν θα έπαιρνε απλά με ένα report στο τέλος της διαδικασίας
- Γίνεται η δυνατή η επικοινωνία, μέσω άλλων πιο κοινών προγραμμάτων (εφαρμογές Office) και μέσω αυτών ακόμη ευκολότερη διατήρηση της πληροφορίας

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι λογισμικό αναπαράσταση διακριτών γεγονότων (DES).

Εκτός από τη δημιουργία του επιθυμητού μοντέλου (σε 3-D παραμετροποιήσιμα γραφικά), προσφέρει στον χρήστη:

- Δυνατότητα δημιουργίας οργανωμένων βάσεων δεδομένων με τα στατιστικά που λαμβάνει
- Προσαρμογής των δεδομένων στις κατάλληλες στατιστικές κατανομές.
- Εύρεση της βέλτιστης λύσης για το ορισμένο εύρος τιμών των μεταβλητών

Χρησιμοποιείται για εφαρμογές που έχουν να κάνουν με:

- Παραγωγικές εγκαταστάσεις
- Εγκαταστάσεις αποθήκευσης
- Συστήματα εφοδιαστικής
- Παροχή υπηρεσιών (πχ. Νοσοκομεία)

Το FlexSim έχει τα χαρακτηριστικά των μοντέλων διακριτών γεγονότων (DES) όπως αυτά αναφέρθηκαν παραπάνω, οπότε:

- Χρησιμοποιεί αντικείμενα τα οποία φέρουν ορισμένα χαρακτηριστικά
- Τα συνδέει μεταξύ τους ώστε να εκφραστούν οι σχέσεις που διέπουν το πραγματικό μοντέλο.
- Διατυπώνει σενάρια που έχουν να κάνουν με τα αντικείμενα
- «Τρέχει» εκείνα τα σενάρια, λαμβάνει τα αποτελέσματα, τα αναλύει και διατυπώνει τα συμπεράσματα.

## 2.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΤΟΥ FLEXSIM

Το πρόγραμμα σε αυτή την έκδοση διαθέτει βιβλιοθήκες αντικειμένων που αντιπροσωπεύουν, στις ιδιότητες και τη μορφή πραγματικό εξοπλισμό εγκαταστάσεων που ασχολούνται:

- Με αποθήκευση
- Επεξεργασία στερεών ή ρευστών

Όπως έχει ήδη ειπωθεί τα παραπάνω αντικείμενα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τη μοντελοποίηση υπηρεσιών, αφενός η μορφή τους μπορεί να προσαρμοστεί κατάλληλα και η λογική τους επίσης σε μεγάλο βαθμό μπορεί να καθοριστεί ώστε να ταιριάζει στη κάθε περίπτωση.

Από τα αντικείμενα θα περιγραφούν αυτά που θα απασχολήσουν περισσότερο το μοντέλο, και είναι:

- i. Η πηγή - Source
- ii. Η ουρά - Queue
- iii. Ο συνδυαστής - Combiner
- iv. Ο διαχωριστής - Separator
- v. Η μεταφορική ταινία - Conveyor or Merge Sort
- vi. Τα ράφια - Racks
- vii. Ο διαμοιραστής - Dispatcher
- viii. Ο χειριστής - Operator
- ix. Ο ανελκυστήρας - Elevator
- x. Ο μεταφορέας - ASRS Vehicle
- xi. Η έξοδος- Sink

Από τις παραπάνω κατηγορίες κάποια αντικείμενα θεωρούνται ως Fixed Resources και κάποια άλλα ως Task Executors. Τα Fixed Resources, βάσει των χαρακτηριστικών τους, καθορίζουν τη λογική κλήσης των αντικειμένων ροής (flowitems) που εισέρχονται προς επεξεργασία σε αυτά, εκτελούν την εκάστοτε επεξεργασία και καθορίζουν την έξοδο του επεξεργασμένου πλέον αντικειμένου. Τα Task Executors δρουν επικουρικά ως προς τα Fixed Resources, εκτελώντας κυρίως μεταφορές και φορτοεκφορτώσεις μεταξύ δύο ή περισσότερων Fixed Resources.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η κατηγορία όπου ανήκει κάθε είδος αντικειμένου από τα παραπάνω:

FIXED RESOURCES	TASK EXECUTERS
Πηγή	Διαμοιραστής
Ουρά	Χειριστής
Συνδυαστής	Ανελκυστήρας
Διαχωριστής	Μεταφορέας
Μεταφορική ταινία	
Ράφια	

### Έξοδος

#### Πίνακας 2.2-1: Διαχωρισμός Αντικειμένων στο FlexSim

Στη συνέχεια θα περιγραφούν οι παραπάνω 10 κατηγορίες αντικειμένων και τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

### 2.2.1 FIXED RESOURCES

#### ΠΗΓΗ



Χρησιμοποιείται για να παράγει τα αντικείμενα ροής που ταξιδεύουν στο μοντέλο. Τα αντικείμενα ροής μπορεί να είναι carton, totes, boxes, cans αλλά όποια άλλα custom αντικείμενα επιθυμεί ο χρήστης. Κάθε πηγή σε ένα τρέξιμο μπορεί να παράγει **ένα είδος αντικειμένων ροής**, σε ρυθμό που είτε καθορίζεται από κάποια συνάρτηση, βάσει κάποιου πλάνου ή σε κάποια ορισμένα χρονικά διαστήματα.

#### ΟΥΡΑ



Χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσει αντικείμενα ροής, όταν ο επόμενος προορισμός τους δεν είναι ακόμη διαθέσιμος. Εξ' ορισμού έχει συμπεριφορά FIFO, αλλά μπορεί να λειτουργεί και με λογική LIFO. Επίσης έχει δυνατότητες συσσώρευσης αντικειμένων, καθώς και δημιουργίας παρτίδας (batch) πριν από την απελευθέρωση των αντικειμένων ροής.

#### ΣΥΝΔΥΑΣΤΗΣ

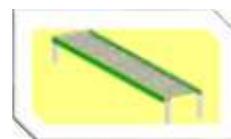
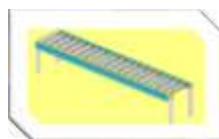


Χρησιμοποιείται για να ομαδοποιήσει πλήθος αντικειμένων κατά την πορεία τους στο μοντέλο. Μπορεί είτε να ενώσει μόνιμα (join) τα αντικείμενα που εισέρχονται σε αυτόν είτε να τα πακετάρει απλά (rack) ώστε να διαχωριστούν σε κάποιο άλλο σημείο της εγκατάστασης. Πρέπει να έχει υποχρεωτικά πάνω από δύο εισόδους και πάντα δέχεται τον περιέκτη ( 1 τεμάχιο) από την πρώτη είσοδο και τα περιεχόμενα (στο πλήθος που ορίζει ο χρήστης) από τις υπόλοιπες εισόδους. Το αντικείμενο ξεκινά των συνδυασμό των εισερχομένων μόνο αφού έχουν εισέλθει όλα τα αντικείμενα ροής.

### **ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ**



Χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει ένα αντικείμενο ροής σε πολλαπλά κομμάτια. Αυτό μπορεί να γίνει είτε ξεπακετάροντας τα περιεχόμενα ενός σύνθετου αντικείμενου ροής που εισέρχεται σε αυτό (σε αυτή τη περίπτωση τα κομμάτια διατηρούν τις ιδιότητες που είχαν όταν συσκευάστηκαν μαζί), είτε δημιουργώντας πολλαπλά αντίγραφα του αντικείμενου ροής που εισέρχεται, (σε αυτή τη περίπτωση τα αντικείμενα κληρονομούν τις ιδιότητες του αντικείμενου που διαιρείται, αναλλοίωτες).



### **ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ**

#### **CONVEYOR**

Χρησιμοποιείται για να διακινηθούν αντικείμενα ροής μέσα στο μοντέλο σε καθορισμένη πορεία, η οποία δημιουργείται προσθέτοντας τμήματα στη μεταφορική ταινία. Μπορεί να έχει πολλές εισόδους και εξόδους αλλά όλα τα αντικείμενα μπαίνουν από το ίδιο σημείο και εξέρχονται από το ίδιο<sup>1</sup>. Μπορεί να λειτουργεί είτε σωρευτικά (δηλ. ως ραουλόδρομος όπου τα αντικείμενα ροής κινούνται στο διαθέσιμο μήκος τους οδεύοντας προς την έξοδο) είτε μη σωρευτικά (δηλ. ως μεταφορική ταινία οπότε εάν συμβεί κάτι και σταματήσει, όλα τα αντικείμενα ροής που βρίσκονται αυτή σταματούν, ως ότου να λυθεί το θέμα που την έκανε να σταματήσει).

#### **MERGE SORT**

Πρόκειται επίσης για ραουλόδρομο με τις εξής διαφοροποιήσεις σε σχέση με τον προηγούμενο:

- Επιτρέπει στα αντικείμενα ροής να εισέρχονται και να εξέρχονται από πολλαπλά σημεία<sup>2</sup>, οπότε μπορεί κανείς να έχει ακριβέστερη απόδοση της εκάστοτε πραγματικής εγκατάστασης
- Είναι υποχρεωτικά μη σωρευτικός.
- Σε περίπτωση που δεν οριστεί ρητά, τα αντικείμενα ροής που εισέρχονται σε αυτόν και για τα οποία δεν υπάρχει διαθέσιμη έξοδος επανακυκλοφορούν μέσα στο merge sort μέχρι να γίνει διαθέσιμη κάποια έξοδος.

<sup>1</sup> Το σημείο εισόδου είναι στην αρχή του ραουλόδρομου, ενώ το σημείο εξόδου είναι στο τέλος του ραουλόδρομου. Τα δύο σημεία δεν ταυτίζονται.

<sup>2</sup> Κάθε αντικείμενο ροής εισέρχεται και εξέρχεται μία φορά από έναν ραουλόδρομο ροής, εκτός βέβαια και αν το επόμενο αντικείμενο τον κατευθύνει πάλι σε αυτόν.

### **ΡΑΦΙΑ**



Χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσει τα αντικείμενα ροής σαν ράφια αποθήκης. Το πλήθος και το μέγεθος των θυρίδων και των επιπέδων καθορίζεται από τον χρήστη. Επίσης ο χρήστης μπορεί να καθορίσει τη θυρίδα και το επίπεδο που θα αποθηκευτεί το κάθε αντικείμενο ροής. Επίσης από τον χρήστη καθορίζεται ο χρόνος παραμονής κάθε αντικειμένου ροής στα ράφια. Ένα αντικείμενο είναι διαθέσιμο για έξοδο από τα ράφια μόνο μετά το πέρας του χρόνου παραμονής του.

### 2.2.2 TASK EXECUTERS

#### **ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΤΗΣ**



Ο διαμοιραστής χρησιμοποιείται για να ελέγχει και να συντονίζει μία ομάδα από μεταφορείς ή από χειριστές. Σε αυτό έρχονται εντολές (πχ. Απαιτήσεις για μεταφορά) από τα FR αντικείμενα με τα οποία είναι συνδεδεμένος και τις κατανέμει στα κατάλληλα TE αντικείμενα με την κατάλληλη αλληλουχία.

#### **ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ**

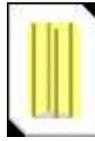


Οι χειριστές καλούνται από άλλα αντικείμενα για να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια εργασιών setup, επεξεργασίας, επισκευών ή απλά για τη μεταφορά αντικειμένων ροής. Παραμένουν με το αντικείμενο που τους κάλεσε μέχρι να τους αποδεσμεύσει. Όταν αποδεσμευτούν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με το επόμενο αντικείμενο που τους καλεί<sup>3</sup>. Τέλος η ακριβής διαδρομή που ακολουθούν μπορεί να καθοριστεί για κάθε πορεία που τους ενδιαφέρει.

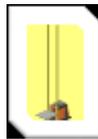
---

<sup>3</sup> Το οποίο βέβαια μπορεί και να ταυτίζεται με το πρώτο.

### **ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ**



Είναι τύπος μεταφορέα ο οποίος εκτελεί μεταφορές αντικειμένων ροής στην κατεύθυνση "z". Αυτόματα ταξιδεύει στο επίπεδο από το οποίο πρέπει να παραληφθεί ή να παραδοθεί το αντικείμενο ροής. Για να εξυπηρετήσει τα επόμενα αντικείμενα πρέπει να ολοκληρώσει τη μεταφορά των πρώτων. Από τον χρήστη καθορίζεται ο απαραίτητος χρόνος για τη συλλογή και την απόθεση ενός αντικειμένου ροής.



### **ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ**

Πρόκειται για μεταφορικό μέσο που είναι σχεδιασμένο ειδικά για να εξυπηρετεί ράφια. Ο μεταφορέας κινείται κατά μήκος διαδρόμου, και όταν φτάσει στο επιθυμητό σημείο ανυψώνεται στο κατάλληλο ύψος για να παραλάβει ή να αποθέσει κάποιο αντικείμενο ροής. Οι κινήσεις δεν γίνονται ταυτόχρονα.



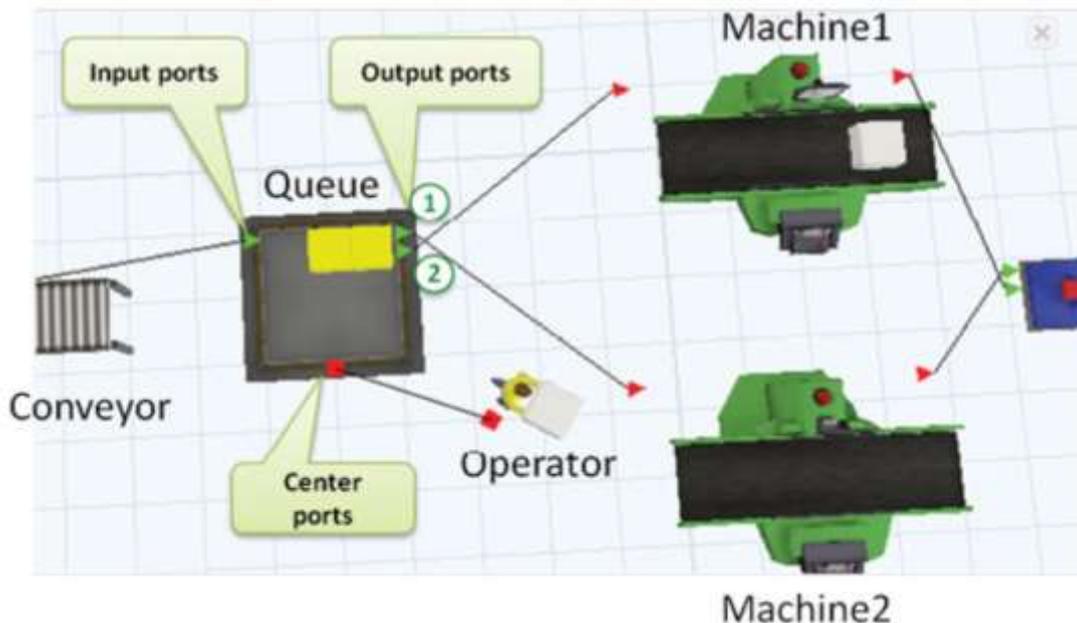
### **ΕΞΟΔΟΣ**

Χρησιμοποιείται για να καταστρέψει αντικείμενα ροής που έχουν ολοκληρώσει τη πορεία τους στο μοντέλο. Όταν ένα αντικείμενο ροής εισέλθει σε μία έξοδο δεν μπορεί να επανακτηθεί και προκύπτουν νέα δεδομένα για αυτό.

### **ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ**

Για τα παραπάνω αντικείμενα η μεταξύ τους σύνδεση έχει σκοπό τη δημιουργία διόδων (ports) από το ένα στο άλλο, ώστε να μπορούν να διακινηθούν και να επεξεργαστούν τα αντικείμενα ροής.

Ένα αντικείμενο, ανεξάρτητα με την κατηγορία όπου ανήκει, μπορεί να δέχεται απεριόριστο αριθμό συνδέσεων, με τις αντίστοιχες βέβαια επιδράσεις στη λογική του. Οι συνδέσεις μεταξύ των Fixed Resources δημιουργούν τις διόδους μεταφοράς, οι συνδέσεις μεταξύ Fixed Resources και Task Executors δημιουργούν διόδους επικοινωνίας για τον τρόπο παραλαβής, μεταφοράς και απόθεσης των αντικειμένων ροής από κάποιο Fixed Resource σε κάποιο άλλο. Συνδέσεις μεταξύ Task Executors γίνονται με σκοπό τον συντονισμό πολλών FR που πρέπει να εξυπηρετηθούν από 1 ή περισσότερα TE.



Εικόνα 2.2-1: Απεικόνιση Συνδέσεων

## 2.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

Τα αντικείμενα που περιεγράφηκαν παραπάνω έχουν κάποιες κοινές αλλά και κάποιες πιο εξειδικευμένες ιδιότητες (properties). Επιλέγοντας ένα αντικείμενο μπορεί ο χρήστης να έχει πρόσβαση στις εκάστοτε ιδιότητες του που παρουσιάζονται σε μορφή καρτέλας (tab)<sup>4</sup>.

Οι κοινές καρτέλες των παραπάνω κατηγοριών αντικειμένων είναι:

### ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΡΤΕΛΑ – GENERAL TAB

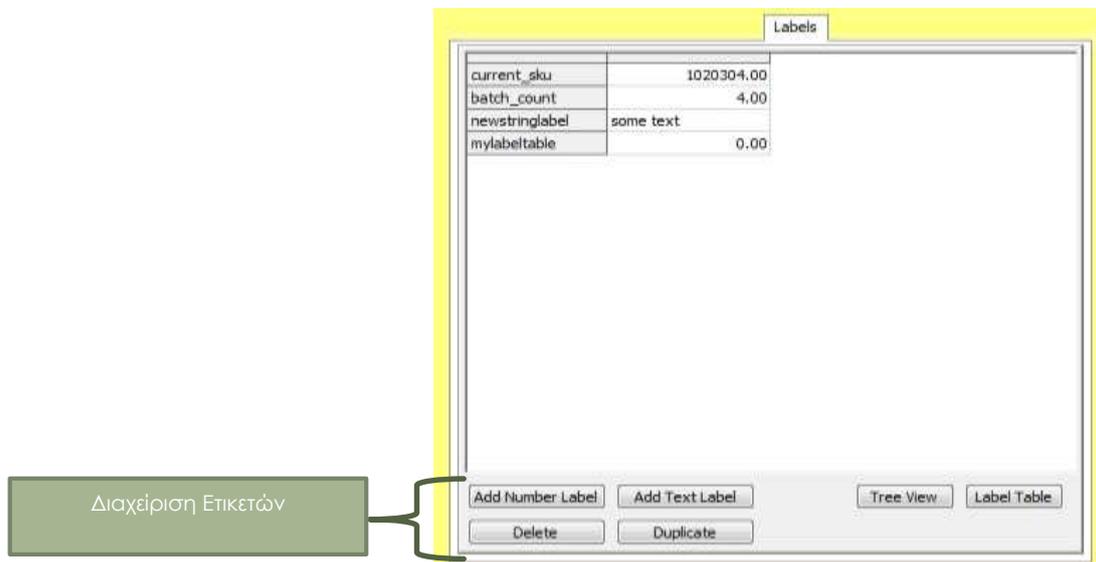
Εικόνα 2.3-1: General Tab

<sup>4</sup> Ταυτόχρονα όλες οι ιδιότητες κάθε αντικειμένου αλλά και οποιοσδήποτε ρυθμίσεις μπορούν να γίνουν απευθείας από το δέντρο.

## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim

### **ΚΑΡΤΕΛΑ ΕΤΙΚΕΤΩΝ – LABELS TAB**

Οι ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα αντικείμενα για αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων τα οποία λειτουργούν είτε μεταβάλλονται είτε μένουν σταθερά



Εικόνα 2.3-2: Labels Tab

### **ΚΑΡΤΕΛΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ – STATISTICS TAB**

Εξ' ορισμού για κάθε αντικείμενο παρουσιάζονται τα βασικά στατιστικά μεγέθη που προκύπτουν από το 'τρέξιμο'. Πέρα από τις αριθμητικές τιμές των δεδομένων, παράγονται και γραφήματα.

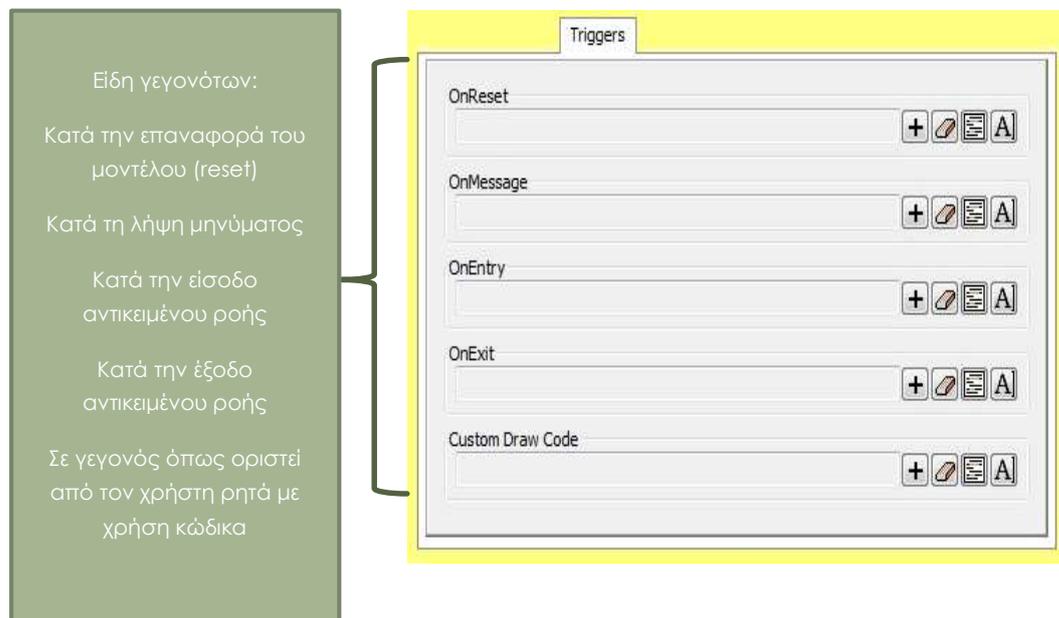


Εικόνα 2.3-3: Statistics Tab

## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim

### **ΚΑΡΤΕΛΑ ΕΝΑΥΣΜΑΤΩΝ – TRIGGER TAB**

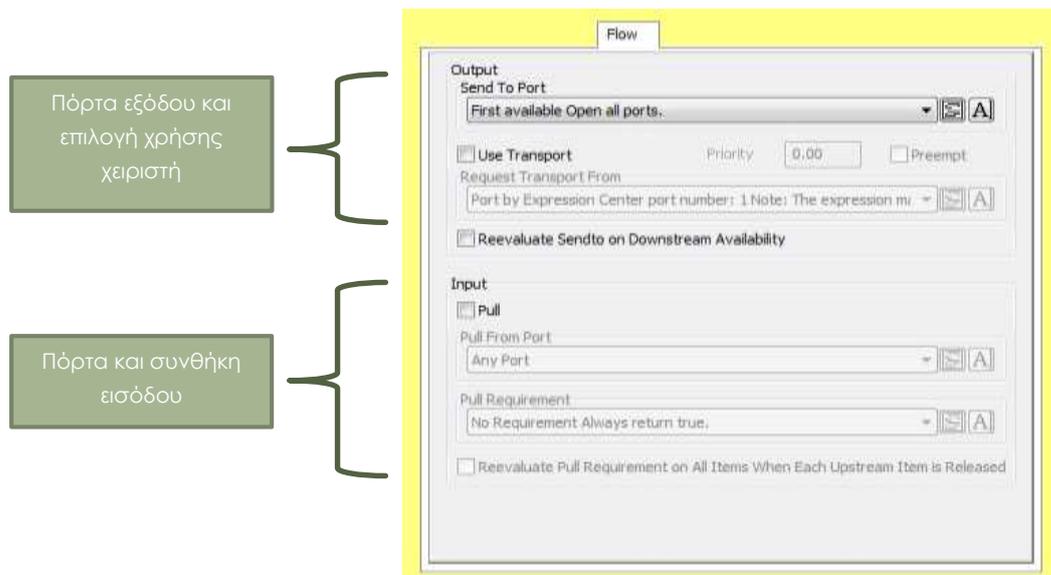
Με αυτή τη καρτέλα το κάθε αντικείμενο, όταν του συμβεί κάποιος ‘γεγονός’ κινητοποιείται για να κάνει ενέργειες που ορίζει ο χρήστης.



Εικόνα 2.3-4: Triggers Tab

### **ΚΑΡΤΕΛΑ ΡΟΗΣ – FLOW TAB**

Με αυτή τη καρτέλα γίνεται η διαχείριση των αντικειμένων ροής. Καθορίζεται από που θα εισέλθουν και αν πρέπει να ισχύει κάποια συνθήκη για αυτό, από που θα εξέλθουν, εάν θα χρησιμοποιηθεί χειριστής για τη μεταφορά τους.

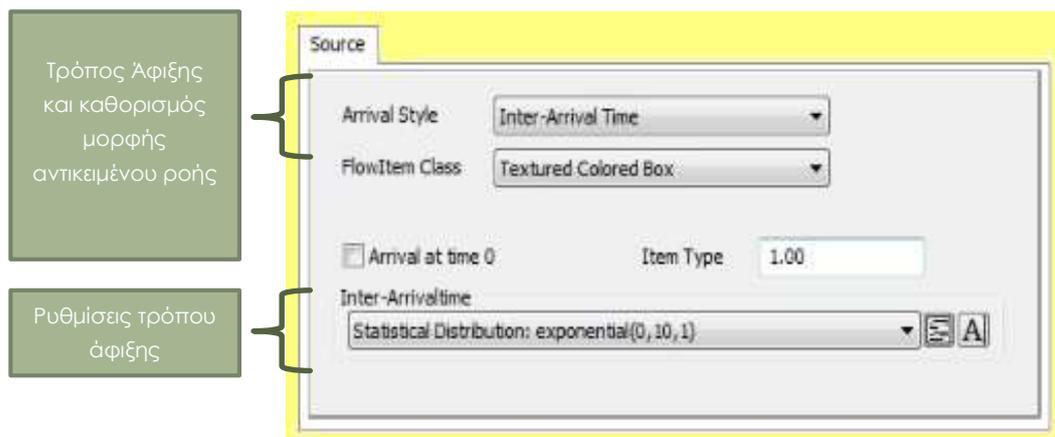


Εικόνα 2.3-5: Flow Tab

Τα παραπάνω αντικείμενα κάνουν ανά περίπτωση χρήση και ειδικών καρτελών, οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι:

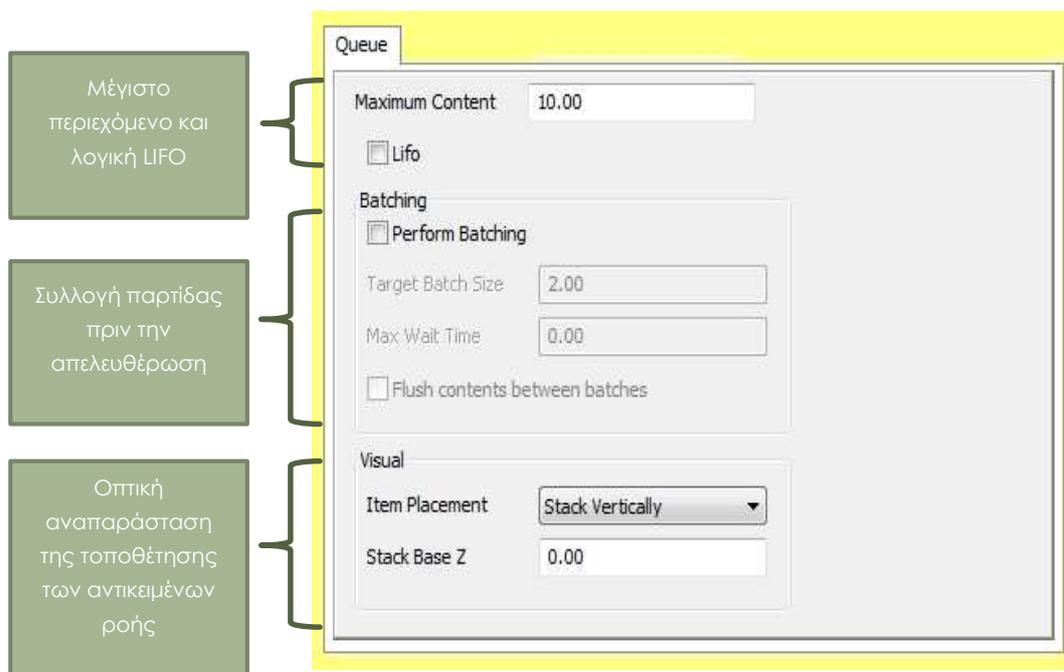
## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim

### ΠΗΓΗ



Εικόνα 2.3-6: Ιδιότητες Πηγής

### ΟΥΡΑ



Εικόνα 2.3-7: Ιδιότητες Ουράς

### ΣΥΝΔΥΑΣΤΗΣ/ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ

## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim

Καθορισμός χρόνου set up και δυνατότητα δέσμευσης χειριστή

Καθορισμός χρόνου διεργασίας και δυνατότητα δέσμευσης χειριστή

ProcessTimes

**Setup**

Time: No Setup Time (return zero)

Use Operator (s) for Setup    Number of Setup Operators: 1.00

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

---

**Process**

Time: By Expression Expression: 10 Note: The expression may be a con

Use Operator (s) for Process    Number of Process Operators: 1.00

---

**Pick Operator**

Port by Expression Center port number: 1 Note: The expression may l

Priority: 0.00     Preempt

### ΣΥΝΔΥΑΣΤΗΣ

Επιλογή είδους συνδυασμού (pack, join ή batch)

Πλήθος τεμαχίων που απαιτούνται ανά είσοδο

Combiner

Combine Mode: Pack

Recycle To: Do Not Recycle Items

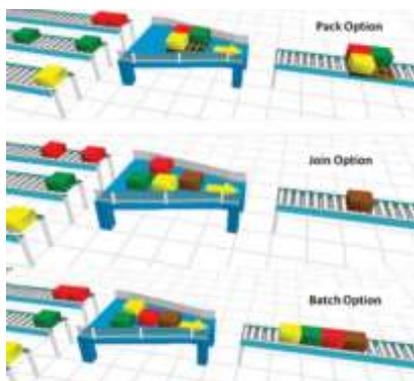
Convey Items Across Combiner Length

**Components List**

	Target Quantity
From Input Port 2	1.00
From Input Port 3	1.00
From Input Port 4	1.00
From Input Port 5	1.00

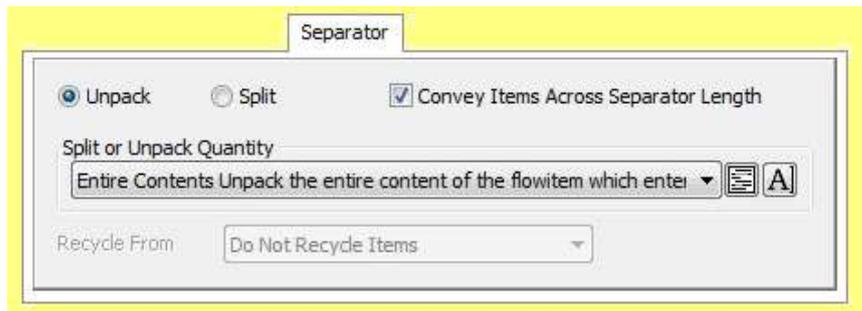
Add Table to MTEI

Εικόνα 2.3-9: Ιδιότητες Συνδυαστή



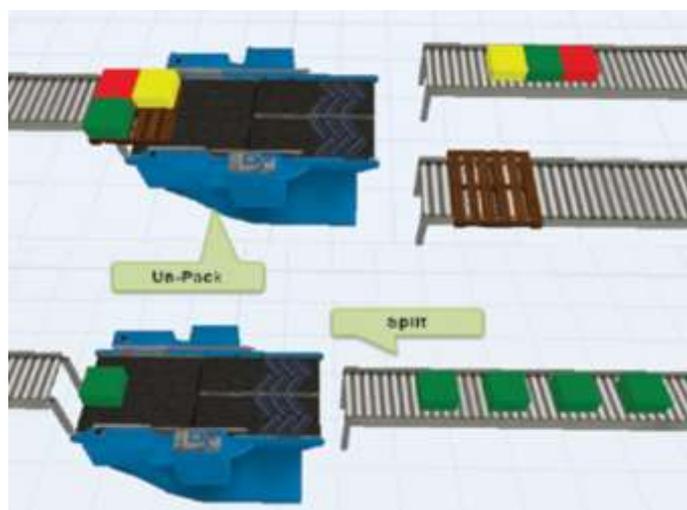
Εικόνα 2.3-10: Δυνατότητες Συνδυασμού

**ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ**



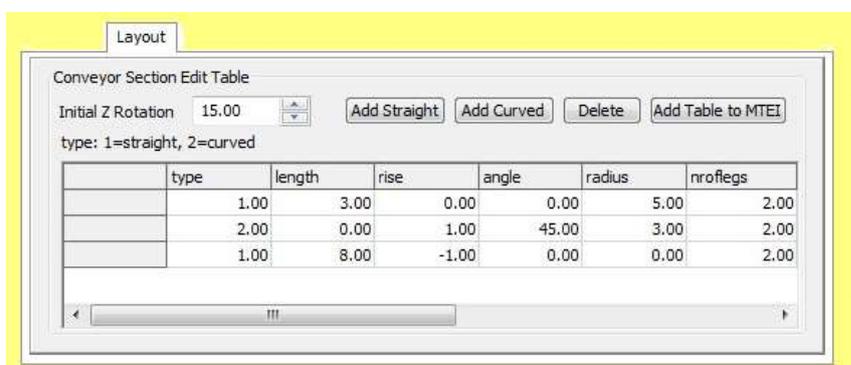
Καθορισμός τύπου και ιδιοτήτων διαχωρισμού

Εικόνα 2.3-11: Ιδιότητες Διαχωριστή



Εικόνα 2.3-12: Είδη διαχωριστή

**ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ (CONVEYOR/ MERGE SORT)**

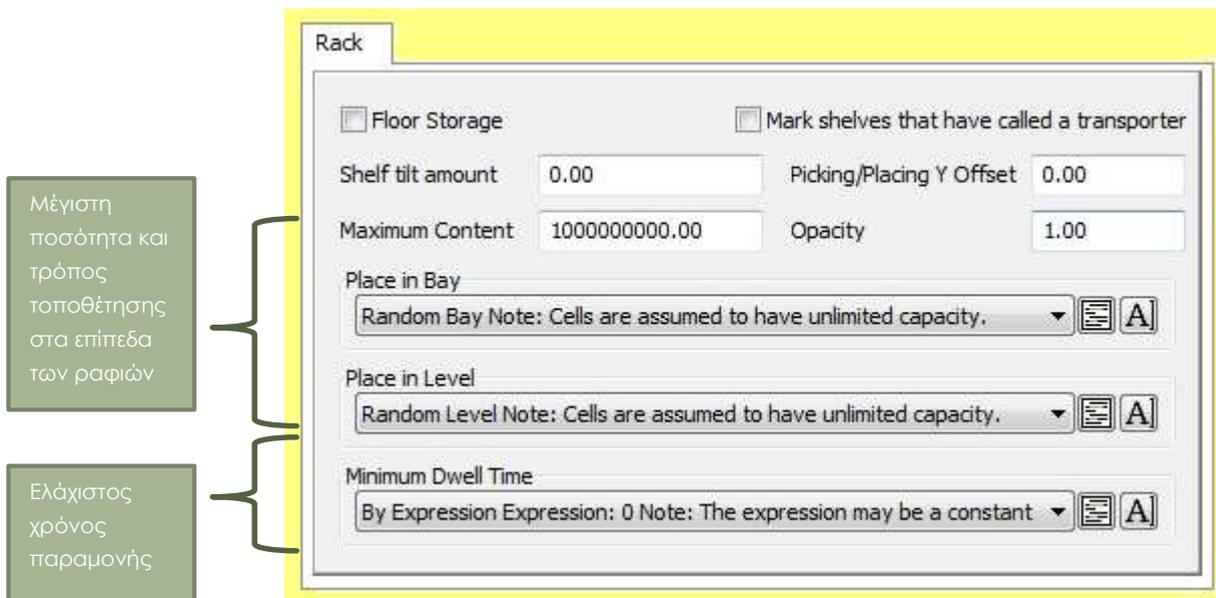


Καθορισμός διαστάσεων τμημάτων ταινίας

Εικόνα 2.3-13: Ιδιότητες Μεταφορικής Ταινίας

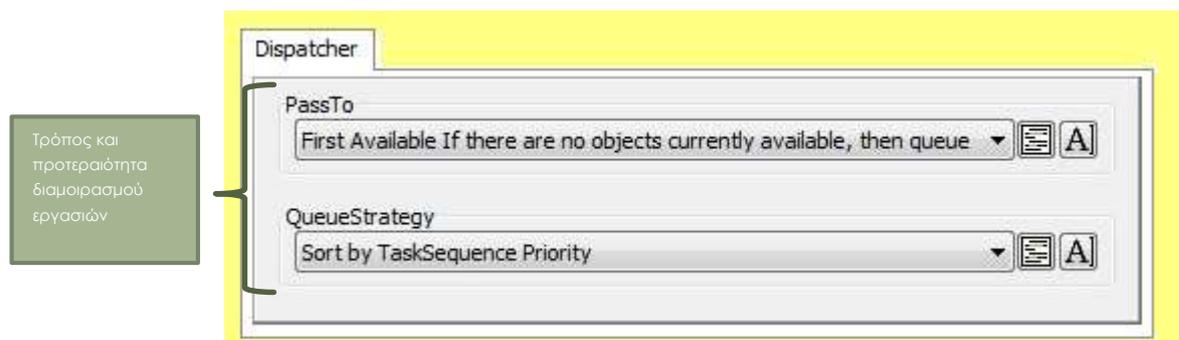
**ΡΑΦΙΑ**

## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim



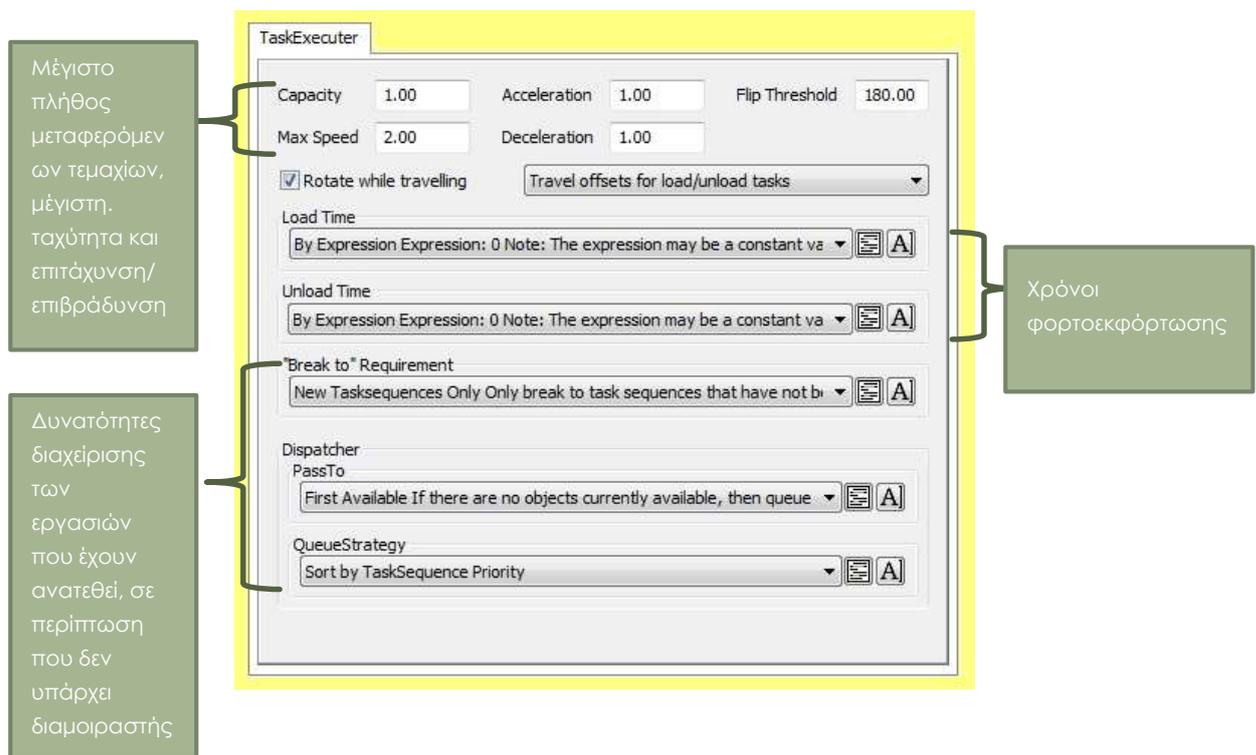
Εικόνα 2.3-14: Ιδιότητες Ραφιών

### ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΤΗΣ



Εικόνα 2.3-15: Ιδιότητες Διαμοιραστή

## ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ / ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ/ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ



Εικόνα 2.3-16: Ιδιότητες Αντικειμένων Task Executer

## 2.4 ΣΥΝΟΨΙΖΟΝΤΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

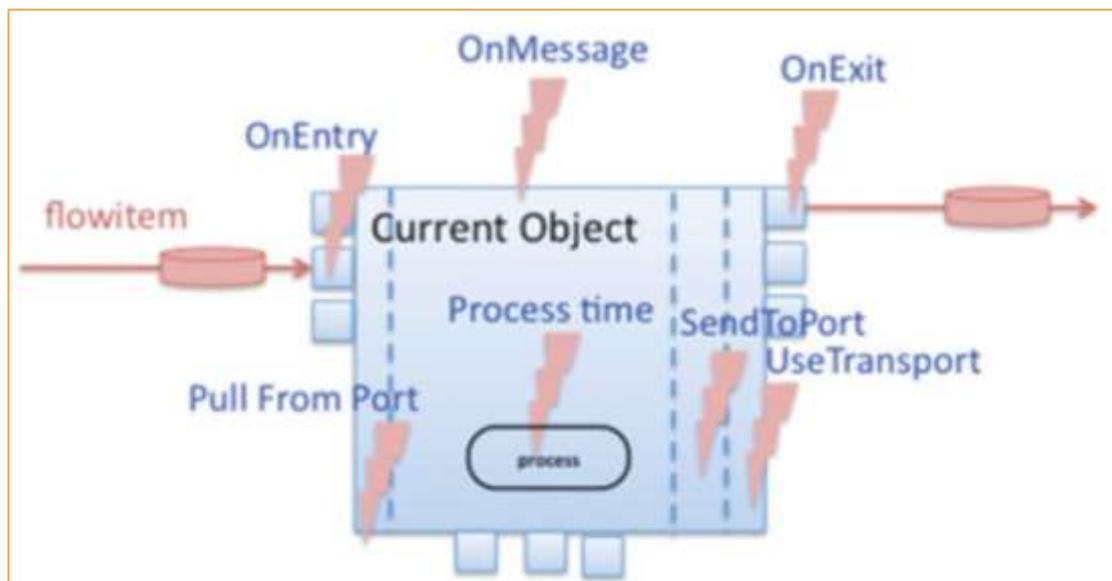
Συνοψίζοντας,

- τα χαρακτηριστικά που φέρει κάθε αντικείμενο FR ή TE,
- η λογική που μπορεί να του προσθέσει ο χρήστης σε κάθε αντικείμενο FR ή TE
- οι συνδέσεις μεταξύ των αντικειμένων FR και TE

καθορίζουν την πορεία των αντικειμένων ροής που διέρχονται από το μοντέλο.

Το αντικείμενο ροής (flowitem) μπορεί να εισέλθει, με τη βοήθεια ενός TE αντικειμένου, σε ένα FR αντικείμενο. Εκεί θα επεξεργαστεί όπως έχει καθοριστεί, και θα εξέλθει από την κατάλληλη έξοδο, πηγαίνοντας σε άλλο FR αντικείμενο (με ή χωρίς χρήση TE αντικειμένου) και επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία.

Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την επεξεργασία του flowitem στο FR αντικείμενο κάποιο «γεγονός» (είσοδος – έξοδος flowitem, κάποιο μήνυμα κλπ.) μπορεί να πυροδοτήσει (trigger) την εκτέλεση επιπλέον κώδικα που είτε μπορεί για παράδειγμα να αποθηκεύσει κάποια επιπλέον δεδομένα ή να επηρεάσει τη πορεία που θα ακολουθήσει το flowitem.



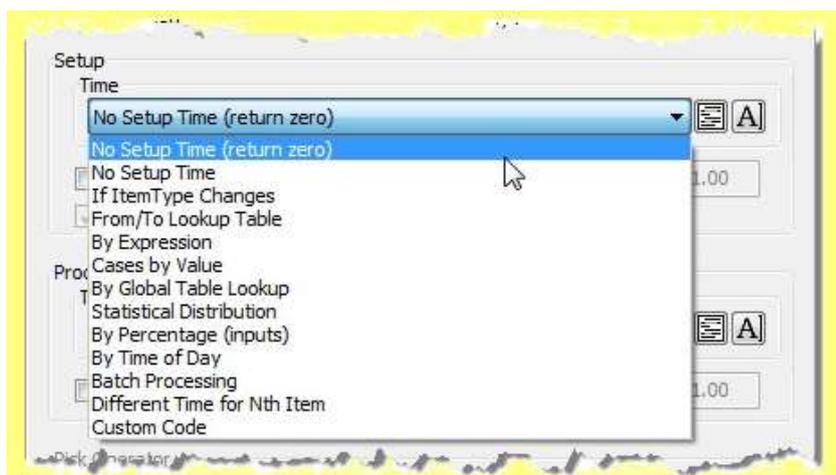
Εικόνα 2.4-1: Συμπεριφορά αντικειμένου ροής μέσα σε ένα FR αντικείμενο

## 2.5 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΤΟ FLEXSIM

Παρακάτω αναφέρονται κάποια από τα εργαλεία που είναι διαθέσιμα στο πρόγραμμα και χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του μοντέλου.

### ΛΙΣΤΕΣ ΕΠΙΛΟΓΩΝ - PICK LISTS

Πρόκειται για λίστες με ήδη γραμμένο κώδικα, στη γλώσσα που χρησιμοποιεί το FlexSim, από τις οποίες μπορεί να επιλέγεται κάθε φορά η κατάλληλη στις ιδιότητες των αντικειμένων όπως έχει αναφερθεί παραπάνω. Σε κάθε περίπτωση ο κώδικας που φέρουν μπορεί να παραμετροποιηθεί ή και να γραφεί απευθείας από το κύριο δέντρο του μοντέλου, (δραστηριότητα που απαιτεί μεγαλύτερη εξοικείωση με το πρόγραμμα).



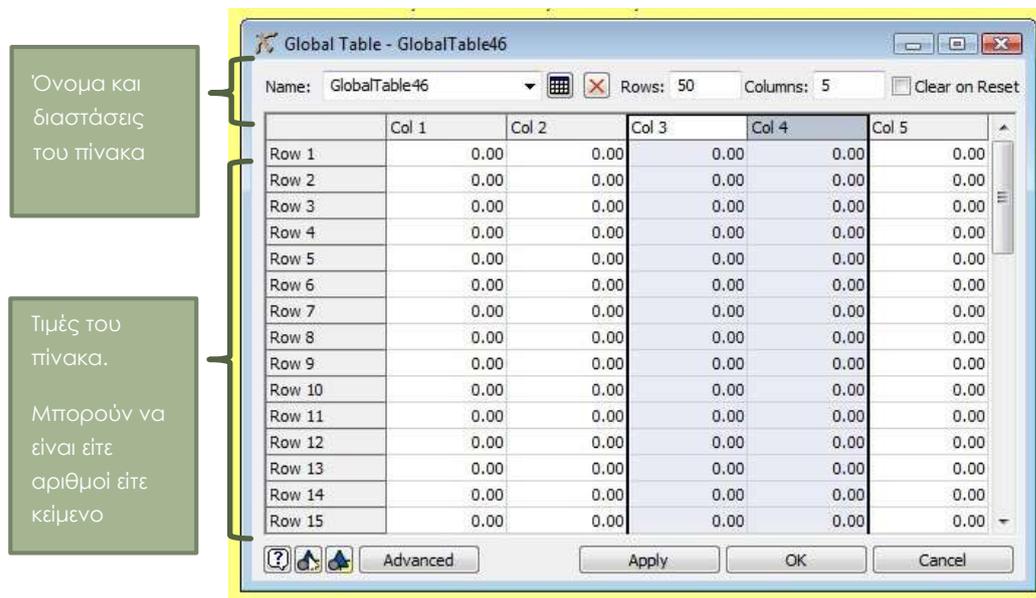
Εικόνα 2.5-1: Pick List

## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim

### ΠΙΝΑΚΕΣ – TABLES

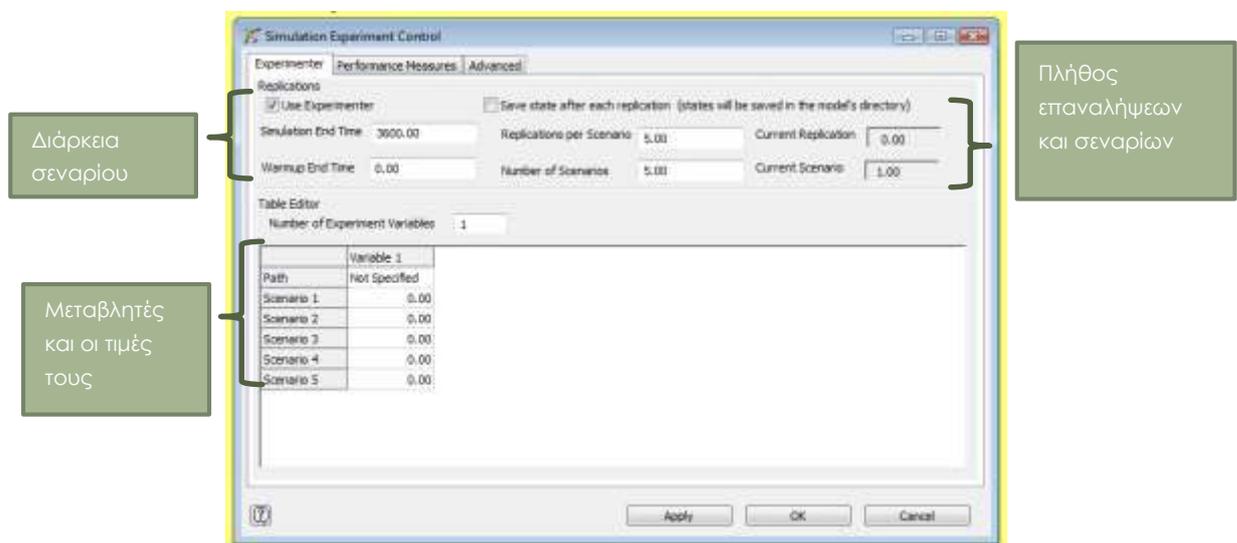
Χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση στατικών ή δυναμικών δεδομένων.

Μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορία με κάθε αντικείμενο αμφίδρομα. Η εισαγωγή τους μπορεί να γίνει απευθείας και με τη χρήση excel.



Εικόνα 2.5-2: Πίνακας

### 2.5.1.1 ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ – SIMULATION EXPERIMENT CONTROL



Εικόνα 2.5-3: Tab ελέγχου πειραμάτων προσομοίωσης

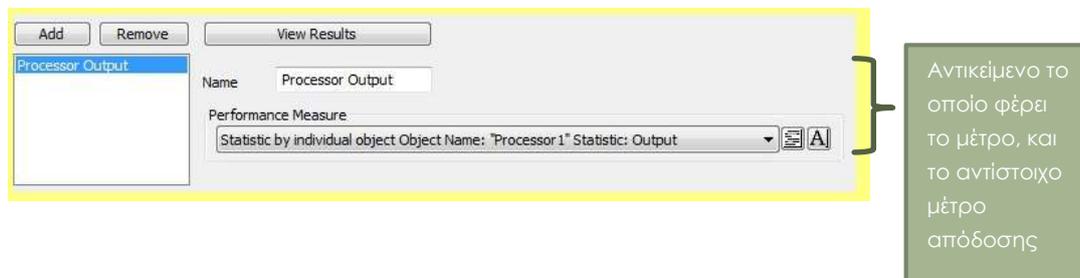
Με αυτό το εργαλείο προσφέρεται η δυνατότητα να χρησιμοποιείται το μοντέλο για προσομοίωση διαφορετικών σεναρίων, όπως αυτά ορίζονται από τον χρήστη. Για τα σενάρια μπορούν να οριστούν:

- Η διάρκεια τους
- Το πλήθος των επαναλήψεων

## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim

- Οι μεταβλητές και οι τιμές που παίρνουν.<sup>5</sup>

Τα αποτελέσματα από κάθε σενάριο αναφέρονται στα Μέτρα Απόδοσης – (Performance Measures), όπως αυτά ορίζονται από το ίδιο εργαλείο. Πρόκειται ουσιαστικά για στατιστικά στοιχεία σημείων που μελετώνται για τα διαφορετικά σενάρια. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται και είναι διαθέσιμα για επεξεργασία.



Εικόνα 2.5-4: Tab λήψης αποτελεσμάτων πειραμάτων προσομοίωσης

### 2.5.1.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ – FLEXSIM CHART

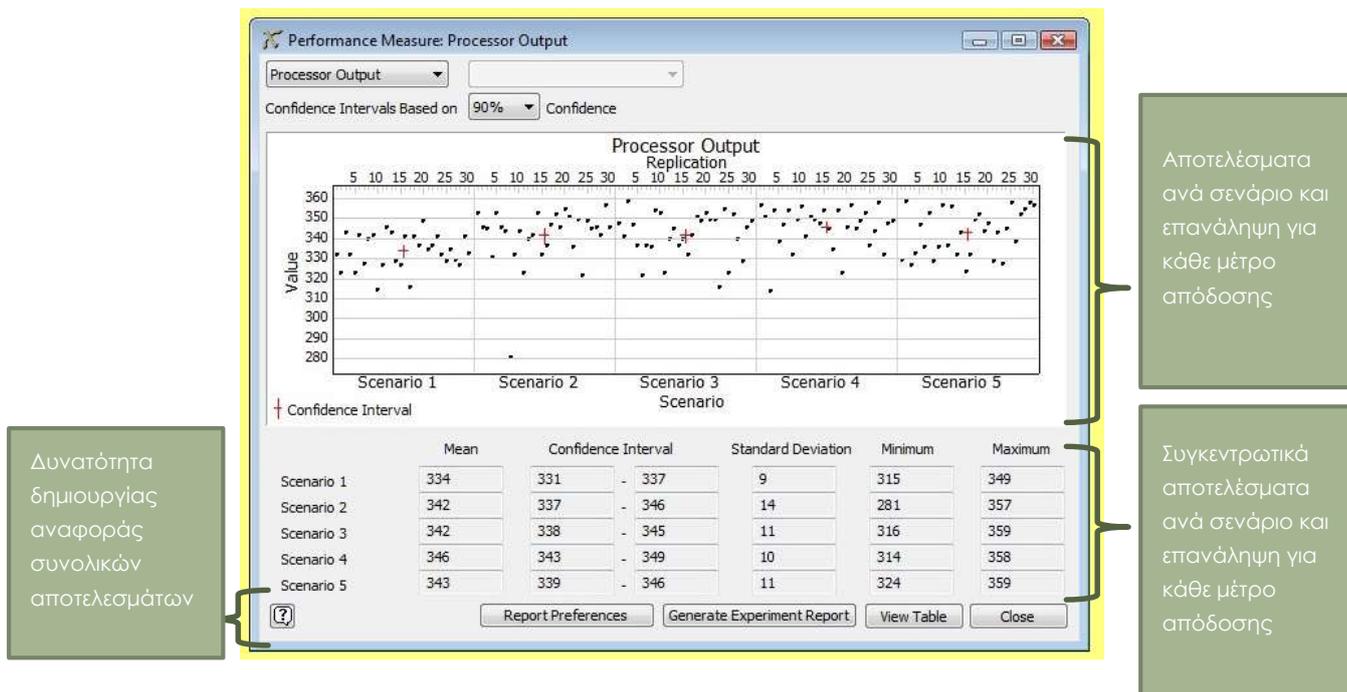
Επιλογή που όταν είναι ενεργοποιημένη στη διάρκεια του 'τρέξιματος' του μοντέλου δημιουργεί βάση δεδομένων όπου περιέχονται:

- Οι κινήσεις όλων των αντικειμένων ροής (Movement Table)
- Την κατάσταση που βρίσκεται κάθε αντικείμενο κάθε στιγμή (State Table)
- Τα στατιστικά μεγέθη όλων των αντικειμένων
- Η δυνατότητα αντιπαραβολής των στατιστικών διαφορετικών αντικειμένων

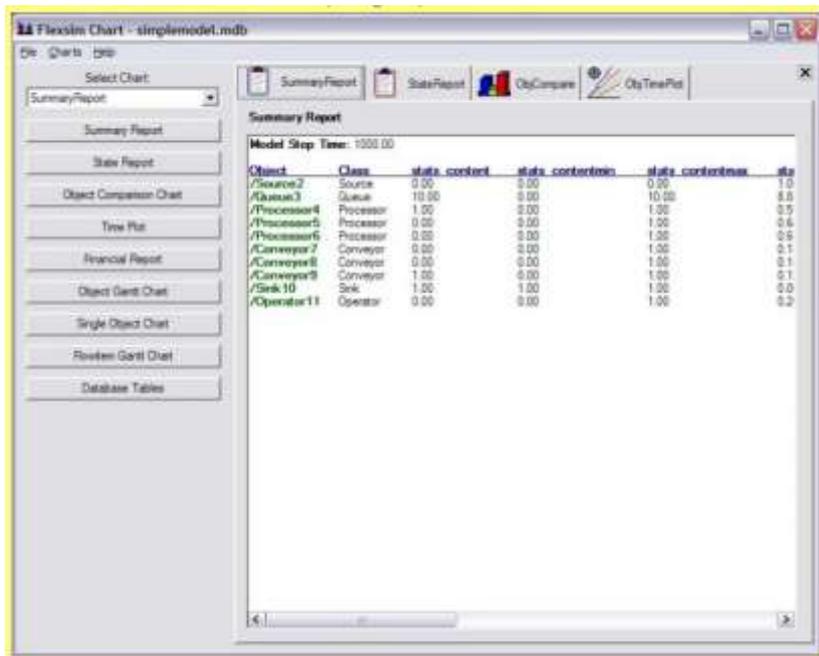
<sup>5</sup> Το μέγιστο πλήθος μεταβλητών στην παρούσα έκδοση είναι 10, ενώ το πλήθος των διαφορετικών τιμών που μπορούν να λάβουν είναι απεριόριστο.

## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim

- Η δυνατότητα απευθείας δημιουργίας διαγραμμάτων και αναφορών



Εικόνα 2.5-5: Αποτελέσματα Προσομοίωσης



Εικόνα 2.5-6: Επιλογές Κατάρτισης Αναφοράς

Οι αναφορές που προκύπτουν από το παραπάνω εργαλείο είναι:

- Summary Report: Δίνει τα βασικά στατιστικά μεγέθη (π.χ. τρέχον περιεχόμενο, πλήθος αντικειμένων ροής που εισήλθαν και εξήλθαν) από κάθε αντικείμενο.

## Κεφάλαιο 2: Περιγραφή του Λογισμικού FlexSim

- State Report: Δείχνει το ποσοστό του χρόνου που πέρασε κάθε αντικείμενο σε μία κατάσταση
- Object Comparison Chart: Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία γραφημάτων, όπου παρουσιάζονται σε αντιπαραβολή τα στατιστικά αποτελέσματα των εκάστοτε επιλεγμένων αντικειμένων.
- Time Plot: Χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει μεταβλητές στις οποίες μας ενδιαφέρει η πορεία με το πέρασμα του χρόνου.
- Financial Report: Χρησιμοποιείται για να εισάγει οικονομικές πληροφορίες σχετικά με τα αντικείμενα, ώστε να μπορούν να μετατρέπουν τα αριθμητικά αποτελέσματα του μοντέλου σε αριθμητικά.
- Object Gantt chart: Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαγραμμάτων Gantt, για ένα ή περισσότερα αντικείμενα.

# 3

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΙ

- Η ΕΤΑΙΡΕΙΑ, Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Κ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ
- Η ΛΥΣΗ
- ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
- ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ
- ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ - ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ

## 3.1 Η ΕΤΑΙΡΕΙΑ, Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Κ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Η εργασία έχει στόχο την μελέτη μέσω προσομοίωσης του ημιαυτοματοποιημένου συστήματος συλλογής και αποθήκευσης προϊόντων στο κέντρο διανομής της εταιρείας Trade Logistics, με τη χρήση του λογισμικού FlexSim.

Η εταιρεία θέλει να εντάξει στις δραστηριότητες της την αποθήκευση και διανομή αθλητικών ειδών λιανικής. Η παρούσα εγκατάσταση που διαθέτει εξυπηρετεί προϊόντα οικιακής χρήσης, που όμως εισέρχονται και εξέρχονται στη πλειονότητα τους σε επίπεδο συσκευασίας παλέτας.

Όμως τα νέα είδη λιανικής εμφανίζουν κάποιες διαφοροποιήσεις:

- Ανάγκη για picking τεμαχίων: από το κέντρο διανομής τα προϊόντα καταλήγουν στα τελικά σημεία διάθεσης, με το κάθε σημείο να έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις στα τεμάχια που ζητά
- Μεγάλο πλήθος σημείων διάθεσης: Με προοπτική στο άμεσο μέλλον το πλήθος των σημείων διανομής να φτάσει τα 90 και με τις παραγγελίες από καθένα από αυτά να ανανεώνονται καθημερινά, είναι ορατή η ανάγκη για μία εγκατάσταση που να μπορεί να ανταπεξέλθει σε αυτές τις απαιτήσεις σε γρήγορο και αποτελεσματικό picking.

Πιο συγκεκριμένα στη διάρκεια ενός έτους διακινούνται συνολικά 70.418 διαφορετικοί κωδικοί, εκ των οποίων:

- Τη θερινή περίοδο (01.03- 31.08) διακινούνται 45.111 κωδικοί
- Τη χειμερινή περίοδο (01.09- 28.02) διακινούνται 39.000 κωδικοί

Προκύπτει δηλαδή ότι το πλήθος των κωδικών που εμφανίζονται σε όλη τη διάρκεια του χρόνου είναι 13.693.

Η ABC analysis που έγινε ανάμεσα στο πλήθος των κωδικών και των παραγγελιών τους έδειξε ότι:

- Το 31% των κωδικών (κατηγορία A) δίνει το 80% των παραγγελιών
- Το 21% των κωδικών (κατηγορία B) δίνει το 15% των παραγγελιών
- Το 47% των κωδικών (κατηγορία C) δίνει το 5% των παραγγελιών

Οι κωδικοί αυτοί έχουν μεταξύ τους διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά (FEDAS)<sup>6</sup>. Παρόλα αυτά εντάσσονται σε 3 γενικές κατηγορίες και για τη κάθε μία

---

<sup>6</sup> Οι κωδικοί FEDAS χρησιμοποιούνται για την εξασφάλιση των συμφερόντων επιχειρήσεων που εξειδικεύονται στη λιανική πώληση (retailing) αθλητικών ειδών σε διεθνές επίπεδο. (Anon., n.d.)

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Θεωρείται ένας μέσος όγκος για το κάθε αντικείμενο. Οι κατηγορίες FEDAS που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

- Non- ugly (=0) – “ κωδικοί με κανονικό σχήμα “
  - ο Πλήθος: 68.345
- Bit- ugly (=1) – “ κωδικοί με ελαφρώς ογκώδες σχήμα “
  - ο Πλήθος: 1.524
- Ugly (=2) – “ κωδικοί με ογκώδες σχήμα “
  - ο Πλήθος: 548

Είναι ξεκάθαρο ότι το μεγαλύτερο πλήθος των κωδικών φέρει κανονικό σχήμα. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι η αναλογία της μορφολογίας των κωδικών παραμένει ίδια από το 2010 (όπου έγινε παρόμοια αξιολόγηση) αν και ο όγκος των δραστηριοτήτων της επιχείρησης έχει μεταβληθεί από τότε.

Τα υπάρχοντα σχέδια της επιχείρησης (2012) αφορούν την εξυπηρέτηση των παρακάτω καταστημάτων από το εμπορευματικό κέντρο της Αθήνας:

- 40 καταστημάτων στην Ελλάδα
- 32 καταστημάτων σε Βουλγαρία, Ρουμανία και Κύπρο

Ενώ μέχρι το 2017 από τα 72 καταστήματα εκτιμά ότι θα έχει έναν βαθμό ανάπτυξης 25% και θα φτάσει τελικά στα 90 συνολικά καταστήματα. Αντίστοιχα με τον αριθμό των καταστημάτων θα αυξηθούν και οι ανάγκες για αποθήκευση όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα<sup>7</sup>:

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΡΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗ	ΕΤΟΣ	2012	2013	2014	2015	2016	2017
# ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ	% ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	1,00	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ	1,00	1,05	1,09	1,14	1,20	1,25
# SKU /ΗΜΕΡΑ	% ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	1,00	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
	ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ	1,00	1,02	1,05	1,08	1,10	1,13
ΜΕΣΟΣ # ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΩΝ / ΗΜΕΡΑ	% ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	1,00	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ	1,00	1,05	1,09	1,14	1,20	1,25
ΜΕΣΟΣ # ΤΕΜΑΧΙΩΝ / ΗΜΕΡΑ	% ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	1,00	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ	1,00	1,05	1,09	1,14	1,20	1,25
	% ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	1,00	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05

<sup>7</sup> Παραδοχές είναι η αύξηση των καταστημάτων κατά 25% και του όγκου των SKU κατά 2% ανά έτος.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΡΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗ	ΕΤΟΣ	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>ΜΕΣΟΣ # ΚΙΒΩΤΙΩΝ / ΗΜΕΡΑ</b>	ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΙΜΗ	1,00	1,05	1,09	1,14	1,20	1,25

Πίνακας 3.1-1 : Πλάνο αύξησης όγκου επιχείρησης

Η νέα εγκατάσταση θα εξυπηρετήσει το κομμάτι του replenishment (δηλαδή του συνόλου των παραγγελιών για την ανανέωση του αποθέματος). Βάσει της αύξησης των δραστηριοτήτων όπως αναφέρεται παραπάνω, τα μεγέθη που ουσιαστικά πρέπει να καλύψει η νέα εγκατάσταση είναι:

		2012			2017	
	ΜΕΣΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ / ΜΕΣΟ	ΛΟΓΟΣ ΑΥΞΗΣΗΣ	ΜΕΣΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ
<b>ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΕΣ / ΗΜΕΡΑ</b>	5.127	13.788	2,69	1,25	6.409	17.235
<b>ΤΕΜΑΧΙΑ / ΗΜΕΡΑ</b>	9.957	26.756	2,69	1,25	12.446	33.445
<b>SKU's / ΗΜΕΡΑ</b>	1.706	4.618	2,71	1,13	1.928	5.218

Πίνακας 3.1-2: Εκτιμώμενες απαιτήσεις από τη νέα Εγκατάσταση

Εξαιτίας της μεγάλης τιμής του λόγου μέγιστου/μέσου πλήθους για τις παραγγελίες και τα τεμάχια δεν ενδείκνυται να κατασκευαστεί το σύστημα για ικανοποίηση όλου του όγκου σε μία βάρδια. Αποτελεί γενική πρακτική, σε περιπτώσεις όπου το φορτίο φτάνει σε μέγιστο το σύστημα να μπορεί να το διαχειριστεί με τροποποιήσεις στις βάρδιες των εργαζομένων.

Έτσι εάν θεωρήσουμε ότι η εγκατάσταση λειτουργεί με δύο βάρδιες ανά ημέρα οι αντίστοιχες τιμές για το 2017 διαμορφώνονται στις παρακάτω:

2017	
	ΜΕΓΙΣΤΟ
<b>ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΕΣ / ΗΜΕΡΑ</b>	8.618
<b>ΤΕΜΑΧΙΑ / ΗΜΕΡΑ</b>	16.723
<b>SKU's / ΗΜΕΡΑ</b>	5.218

Πίνακας 3.1-1: Μελλοντικά Μεγέθη

## 3.2 Η ΛΥΣΗ - ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για τον σχεδιασμό της νέας εγκατάστασης η εταιρεία απευθύνθηκε σε εξειδικευμένη εταιρεία κατασκευής συστημάτων αποθήκευσης και ανάκλησης προϊόντων.

Κατά τον σχεδιασμό της εγκατάστασης θα πρέπει να εξασφαλίζονται τα παρακάτω:

- Ικανή χρήση της υπάρχουσας δομής αποθήκευσης
- Δυνατότητα προσαρμογής στα μελλοντικά δεδομένα και απαιτήσεις

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- Αποδοτικές υπηρεσίες από πλευράς κόστους λειτουργίας
- Αύξηση της αποδοτικότητας της συνολικής διαδικασίας
- Προσαρμοστικότητα όσον αφορά μελλοντικές επεκτάσεις

και κυρίως μηδενικά περιθώρια λάθους κατά την συγκέντρωση κάποιας παραγγελίας

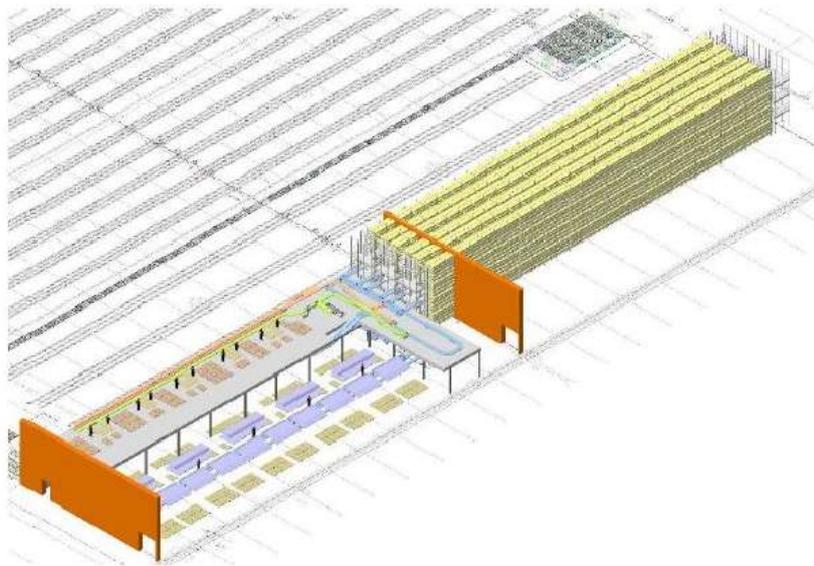
### **ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

Το νέο τμήμα αποφασίστηκε να τοποθετηθεί στο άκρο της υπάρχουσας εγκατάστασης, ώστε να μπορεί να επεκταθεί εύκολα και προς το εξωτερικό του κτηρίου.

Το βασικό του σκεπτικό είναι το εξής:

1. Είσοδος των εμπορευμάτων σε μορφή παλέτας / κιβωτίων
2. Τοποθέτηση τεμαχίων από κάθε κωδικό σε totes
3. Σύντομη αποθήκευση των totes
4. Κλήση των κατάλληλων γεμάτων totes από τους σταθμούς picking για τη συλλογή των απαραίτητων τεμαχίων για κάθε παραγγελία

Στο ισόγειο θα βρίσκονται οι σταθμοί picking και συσκευασίας των τεμαχίων (σύνολο 5), καθώς και ένας σταθμός ελέγχου/ σύμπτυξης totes (όταν το επιτρέπει το περιεχόμενό τους) ενώ στο πρώτο όροφο θα βρίσκονται οι σταθμοί πλήρωσης των totes (τα οποία φέρουν τα τεμάχια που πρόκειται να οδηγηθούν στο picking). Οι αποθηκευτικές θέσεις βρίσκονται σε 3 πύργους συνολικής χωρητικότητας 22.032 θέσεων.

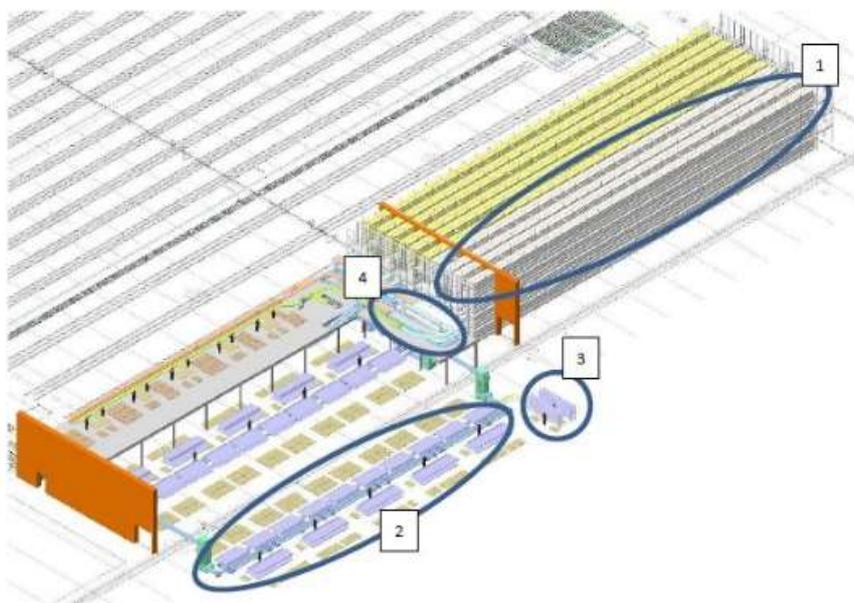


**Εικόνα 3.2-1: Η προτεινόμενη εγκατάσταση – Α Φάση**

Σε μελλοντική φάση προβλέπεται η εγκατάσταση 2 ακόμη πύργων αποθήκευσης (v.1) (14.688 θέσεις, 5 ακόμη σταθμών picking (v.2) , 1 σταθμού για πλήρωση

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

ηλεκτρονικών παραγγελιών (v.3) και βέβαια επιπλέον τμημάτων ραουλοδρόμων για την ικανοποίηση του μεγαλύτερου πλήθους totes (v.4), όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3.2-2: Η προτεινόμενη εγκατάσταση – Β Φάση

Η εταιρεία λόγω της γενικότερης οικονομικής κατάστασης θα προχωρήσει στην κατασκευή της πρώτης φάσης της μελέτης.

### **ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΘΜΩΝ DECANTING**

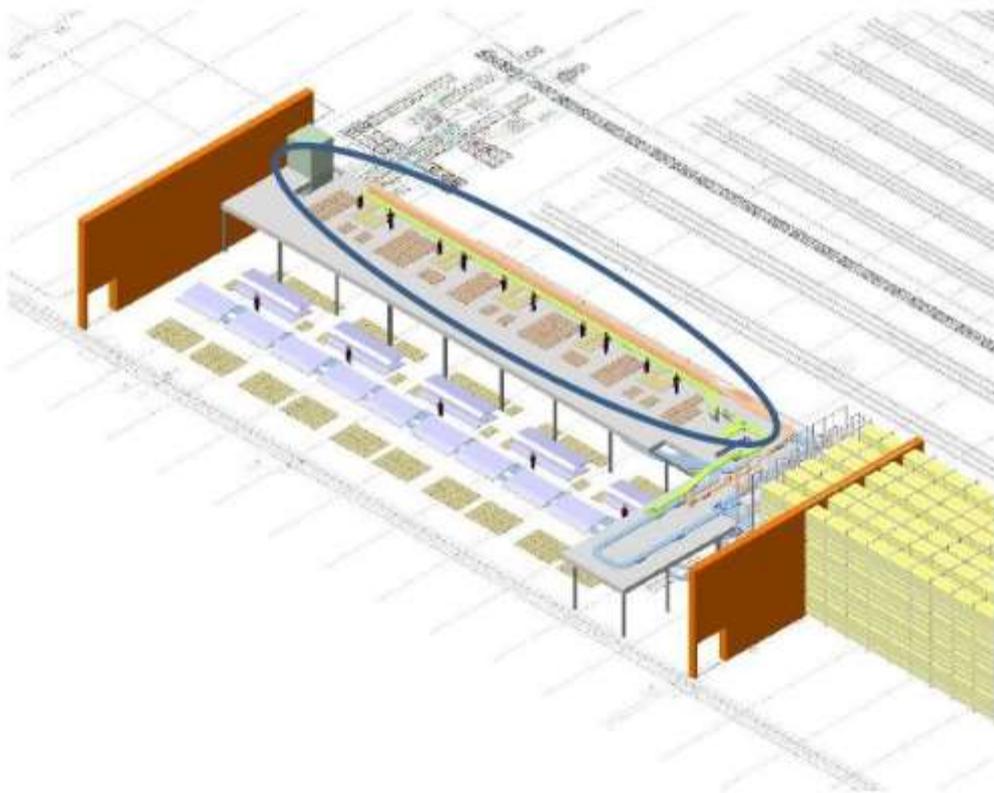
Η συνολική δυνατότητα της εγκατάστασης είναι για 5 σταθμούς εργασίας, όπου στον καθένα απασχολούνται 2 εργαζόμενοι. Κατά την πρώτη φάση προτείνεται να κατασκευαστούν μόνο οι 3 σταθμοί. Στο τμήμα του decanting τα τεμάχια θα ξεπακετάρονται είτε από παλέτες είτε από προ-επιλεγμένες παραγγελίες. Στη συνέχεια θα τοποθετούνται σε άδεια totes τα οποία θα φτάνουν μέσω ραουλοδρόμων από τους πύργους. Αφού τοποθετηθούν σε κάθε tote τα αντίστοιχα τεμάχια, αυτό, πάλι μέσω ραουλοδρόμων θα αποθηκεύεται στους πύργους.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



ΤΜΗΜΑ DECANTING

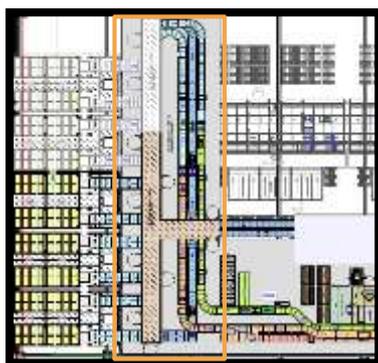
Εικόνα 3.2-3: Κάτοψη Σταθμών Decanting



Εικόνα 3.2-4: Τμήμα Decanting

Θεωρητικά ο κάθε εργαζόμενος στο decanting μπορεί να επεξεργάζεται 600totes/βάρδια (7h / βάρδια).

Σχετικά με τους ραουλόδρομους που συνδέουν τα τμήματα του decanting, τους πύργους αποθήκευσης και το picking, μπορούν **να φέρουν κατά μέγιστο 1200 totes/h** και έχουν ταχύτητα 0,27m/s.

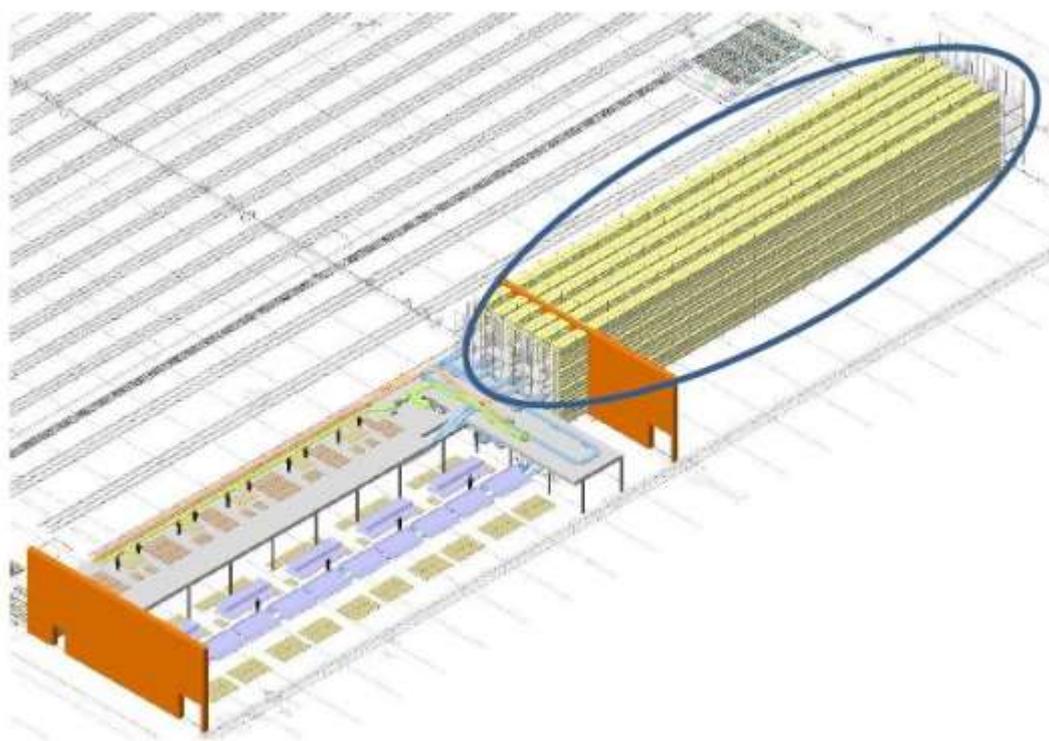


O.S.R. PRE ZONE

Εικόνα 3.2-5: Κάτοψη Ραυλοδρόμων

### **ΤΜΗΜΑ ΠΥΡΓΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ**

Το τμήμα πύργων αποθήκευσης, ή αλλιώς τμήμα O.S.R., καλύπτει συνολική επιφάνεια  $64 \times 11,6 \text{ m}^2$  και για τους 3 πύργους. Το μέγιστο ύψος του φτάνει τα 9 μέτρα και εκτείνεται σε 17 επίπεδα. Το σύνολο των διαθέσιμων θέσεων για totes είναι 22.032.



Εικόνα 3.2-6: Τμήμα Πύργων Αποθήκευσης

Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει αναφορά για το είδος των totes που χρησιμοποιούνται για αποθήκευση καθώς και στη λογική που αποφασίστηκε το απαιτούμενο πλήθος των θέσεων .

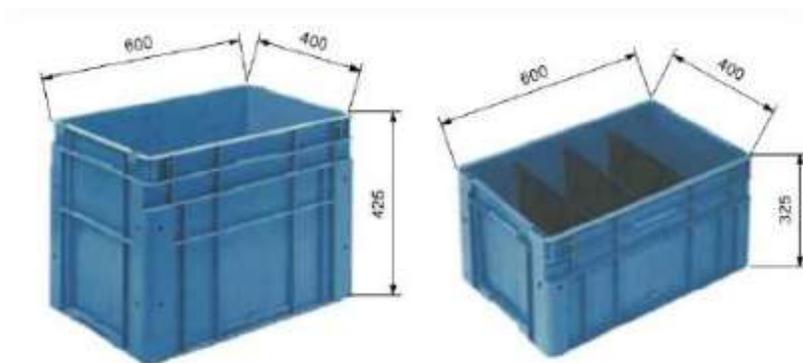
Καταρχάς σχετικά με τα είδη: Βάσει των διαστάσεων τους είναι:

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- Είδος 1:
  - Διαστάσεις: 600x400x425
  - Αποθηκεύεται σε: 7 από τα 17 επίπεδα των πύργων
  - Σύνολο διαθέσιμων θέσεων: 9.072
- Είδος 2:
  - Διαστάσεις: 600x400x325
  - Αποθηκεύεται σε: 10 από τα 17 επίπεδα των πύργων
  - Σύνολο διαθέσιμων θέσεων: 12,960

Και τα δύο είδη μπορούν να έχουν μέγιστο βάρος 35kg.

Γενικά το σκεπτικό είναι κάθε φορά 1 tote να είναι αφιερωμένο σε ένα κωδικό, όμως με τη χρήση ειδικών διαχωριστικών ένα tote μπορεί να δεχτεί μέχρι και διαφορετικούς τύπους κωδικών



Εικόνα 3.2-7: Totes προς αποθήκευση

Σχετικά με το πλήθος των διαθέσιμων θέσεων:

Όπως έχει αναφερθεί οι κατηγοριοποίηση των κωδικών κατά FEDAS δίνει:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	# ΚΩΔΙΚΩΝ	% ΚΩΔΙΚΩΝ
<b>NON – UGLY</b>	68.345	97,1%
<b>BIT-UGLY</b>	1.524	2,2%
<b>UGLY</b>	548	0,8%
<b>TOTAL</b>	70.417	100%

Πίνακας 3.2-1 : Αναλογία κωδικών

Εάν θεωρήσουμε ότι η ζήτηση των τεμαχίων γίνεται σε 2 κύκλους, θερινό και χειμερινό, και υπό την προϋπόθεση ότι τότε **μόνο από τα non-ugly θα αποθηκεύονται στους πύργους:**

	# ΚΩΔΙΚΩΝ	# NON – UGLY	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΤΟ O.S.R	# ΚΩΔΙΚΩΝ ΣΤΟ O.S.R.
<b>ΘΕΡΙΝΟΙ</b>	43.741	42.254	80%	33.963
<b>ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΙ</b>	37.590	36.484	60%	21.890

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	81.331 <sup>8</sup>	78.937	55.853
---------------	---------------------	--------	--------

**Πίνακας 3.2-2: Απαιτούμενο πλήθος θέσεων βάσει ετήσιας ζήτησης**

Είναι φανερό ότι το αποτέλεσμα του παραπάνω πίνακα διαφέρει αρκετά από τον τελικό αριθμό θέσεων. Ένας άλλος παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη είναι ο όγκος (μετρημένος σε totes) που παραλαμβάνεται από κάθε κωδικό ανά έτος, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

ΕΤΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ ΠΟΥ ΠΑΡΑΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ	% ΚΩΔΙΚΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΚΩΔΙΚΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΣΤΟ Ο.Σ.Ρ.
<b>0 – 0,25 x tote</b>	29%	16.197	= 16.197 / 4 = 4.049
<b>0,25 – 1 x tote</b>	18%	10.054	= 10.054 / 1 = 10.054
<b>1-4 x tote</b>	25%	13.963	= 13.963/ 1 = 13.963
<b>&gt;4 tote</b>	28%	15.639	= 15.639/ 1 = 15.639
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		55.853	43.705

**Πίνακας 3.2-3: Όγκος κωδικών ανά έτος**

Θεωρώντας ότι για τις 2 περιόδους (θερινή, χειμερινή) απαιτείται περίπου το 50% των κωδικών, με περιθώριο 10% επιπλέον θέσεων προκύπτει:

$$\text{Σύνολο θέσεων} = (43.705 \times \frac{1}{2}) \times 1,1 = 21.853 \times 1,1 = 24.098.$$

Η διαφορά από της 22.032 θέσεις που έχουν θεωρηθεί αρκετές για τη πρώτη φάση είναι 2.066 θέσεις.

Η εισαγωγή τους γίνεται είτε αφού περάσουν από τον σταθμό decanting (οπότε και είναι γεμάτα) είτε αφού περάσουν από τους σταθμούς picking (οπότε μπορεί να είναι είτε γεμάτα είτε μερικώς γεμάτα). Τα άδεια totes δεν επιστρέφουν στο Ο.Σ.Ρ. Η έξοδος τους γίνεται αντίστοιχα προς τους σταθμούς decanting ή picking.

Σε κάθε επίπεδο κάθε πύργου, υπάρχουν 2 διατάξεις (racks) που προσφέρουν συνολικά 432 θέσεις για τα totes. Ενδιάμεσα στα racks κάθε επιπέδου βρίσκεται 1 shuttle. Το shuttle χρησιμοποιείται για την μεταφορά των totes στο άκρο του πύργου, όπου παραλαμβάνονται από lift για να οδηγηθούν στα υπόλοιπα τμήματα της εγκατάστασης. Σε κάθε πύργο υπάρχουν 2 lift: ένα για την είσοδο και ένα για την έξοδο των totes. Η πορεία εισόδου δεν είναι τίποτα άλλο παρά η αντίστροφη διαδικασία. Τόσο τα shuttle όσο και τα lift είναι μέγιστης χωρητικότητας 2 totes και τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά φαίνονται παρακάτω:

- Lifts
  - Επιτάχυνση: 7m/s<sup>2</sup>
  - Ταχύτητα: 5m/s
- Shuttle

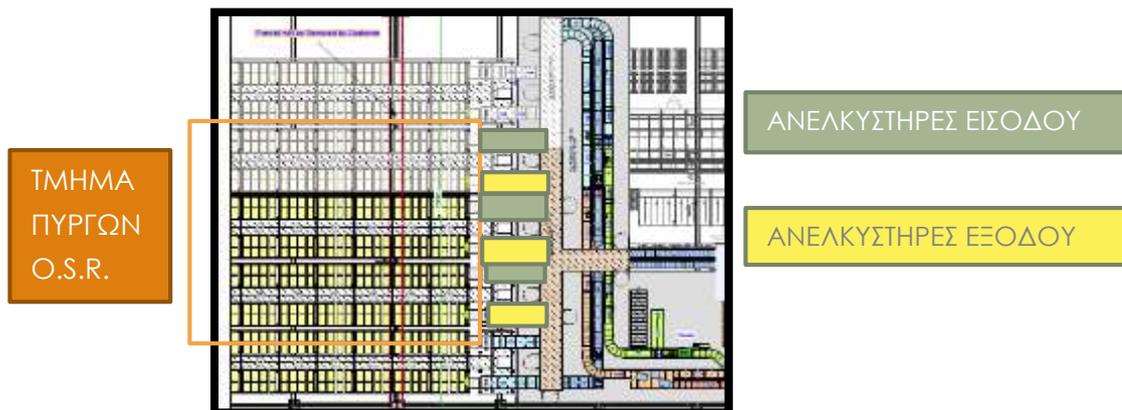
<sup>8</sup> Συμπεριλαμβανομένων και των τεμαχίων που δεν εμφανίζουν εποχικότητα

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- Επιτάχυνση:  $2\text{m/s}^2$
- Ταχύτητα:  $2\text{m/s}$

**Οι δυνατότητες κάθε πύργου είναι ταυτόχρονη είσοδος και έξοδος 600totes/h.**

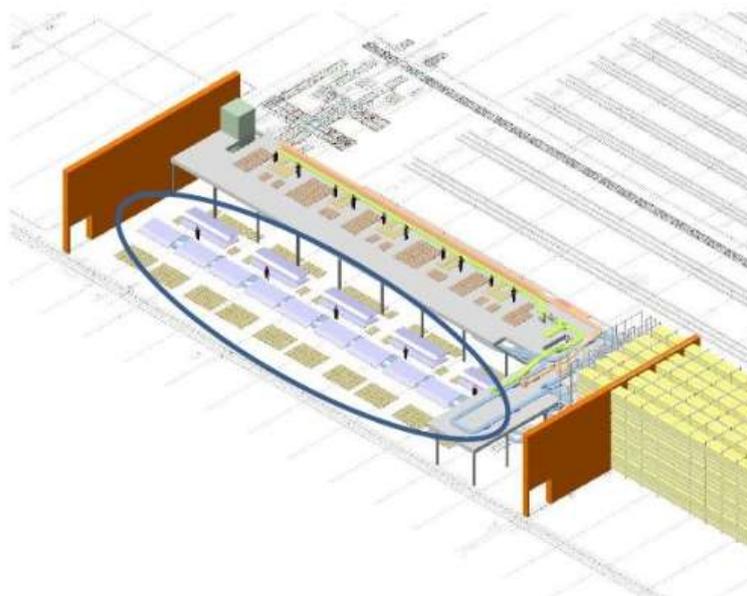
Βέβαια αυτό αφορά τους πύργους όταν εξετάζονται ανεξάρτητα από το υπόλοιπο σύστημα. **Δεδομένης της δυνατότητας των ραουλοδρόμων, που (όπως θα ειπωθεί αργότερα) είναι 1200 totes/h, η δυνατότητα του κάθε πύργου περιορίζεται στην είσοδο/έξοδο 400 totes/h.**



Εικόνα 3.2-8: Κάτοψη Πύργων

#### **ΤΜΗΜΑ PICKING**

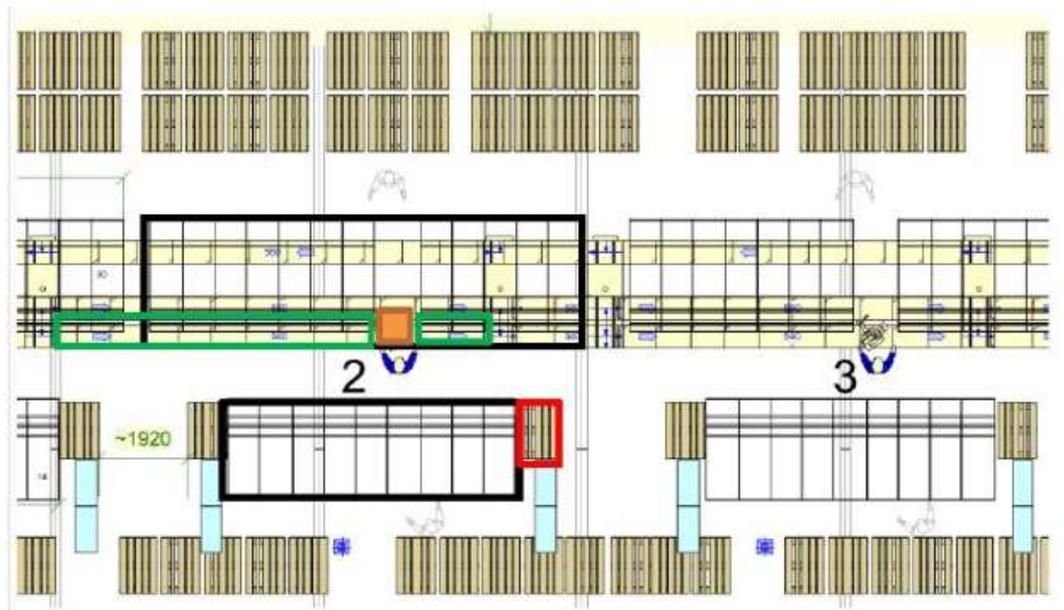
Το τμήμα picking φέρει 5 σταθμούς εργασίας. Το σκεπτικό εργασίας κάθε σταθμού είναι να εγγυάται συνεχή ροή υλικών.



Εικόνα 3.2-9: Τμήμα Picking

Κάθε σταθμός μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι και 30 καταστήματα, μέσω καναλιών που οδηγούν σε αυτά.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 3.2-10: Κάτοψη Σχεδίων Picking

Μπροστά υπάρχουν 10 θέσεις για totes (πράσινες περιοχές), τις διόδους που αντιπροσωπεύουν καταστήματα ( μαύρες περιοχές).



Εικόνα 3.2-11: Αντίστοιχη Εγκατάσταση Picking



**Εικόνα 3.2-12: Αντίστοιχη Εγκατάσταση Picking**

Κάθε κιβώτιο που εξέρχεται από τον σταθμό φέρει κατά μέσο όρο 16 τεμάχια. Τα τεμάχια τις περισσότερες φορές θα είναι από περισσότερους από 1 κωδικούς. Άρα για κάθε κιβώτιο θα χρησιμοποιηθούν πιθανότατα παραπάνω από 1 tote. Επίσης 1 tote μπορεί να περάσει από περισσότερους από 1 σταθμούς. Η κίνηση των totes στους σταθμούς γίνεται με 3 ραουλόδρομους:

- 1 ραουλόδρομος (ο εγγύτερος στον χειριστή) που έρχονται τα totes που πρέπει να εξυπηρετηθούν από τον συγκεκριμένο σταθμό:.
- 1 ραουλόδρομος (ο ενδιάμεσος ) όπου περνάν τα totes μέχρι να βρουν τον σταθμό που πρέπει να πάνε
- 1 ραουλόδρομος (ο πιο μακρινός από τον χειριστή) από όπου περνάν τα totes αφού έχουν περάσει από κάποιο σταθμό και οδεύουν είτε προς τους πύργους OSR είτε προς το σταθμό decanting.

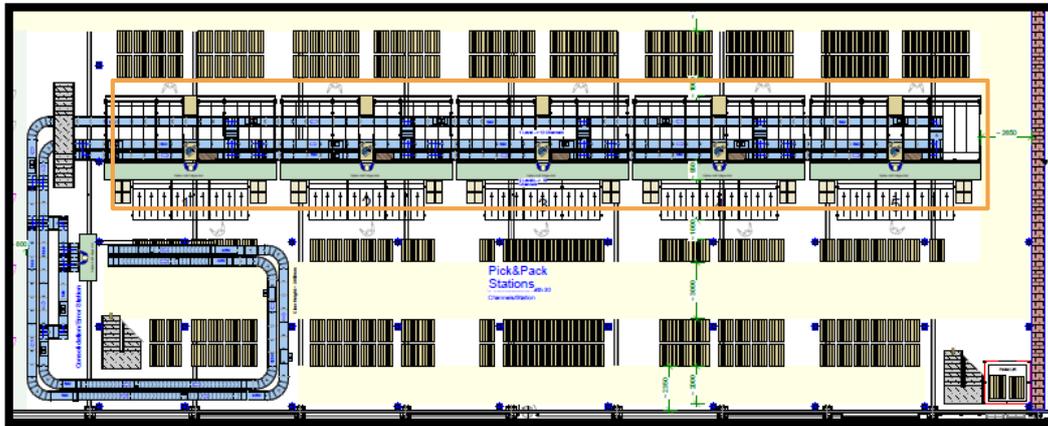
Τα χαρακτηριστικά των παραπάνω ραουλοδρόμων είναι πως μπορούν **να φέρουν κατά μέγιστο 1200totes/h** και πως έχουν ταχύτητα 0,27m/s.

**Εκτιμάται ότι κάθε σταθμός θα μπορεί να γεμίζει περίπου 22 κιβώτια την ώρα.** Οι σταθμοί picking δεν έχουν ξεκάθαρη αντιστοιχία σε totes, λόγω της φύσης της διαδικασίας.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Η απομάκρυνση των γεμάτων κιβωτίων και η παλετοποίηση τους γίνεται από άλλους εργαζομένους.

#### ΤΜΗΜΑ PICKING



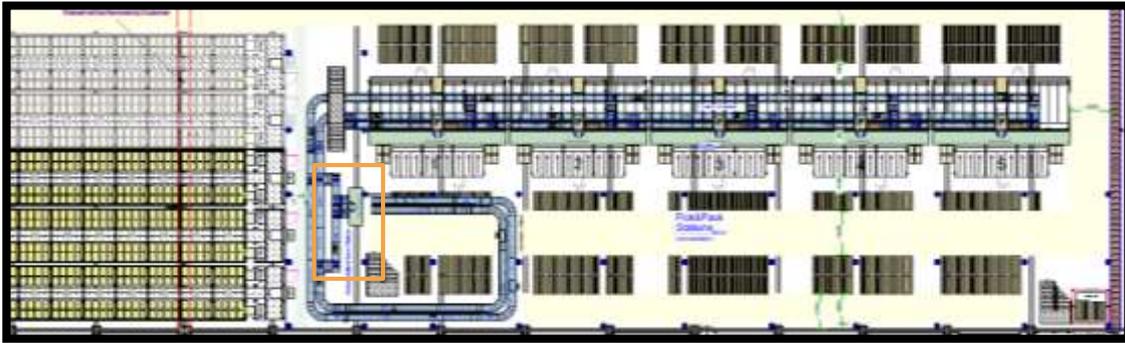
Εικόνα 3.2-13 : Κάτοψη σταθμών picking

#### ΤΜΗΜΑ CONSOLIDATION

Πρόκειται για έναν σταθμό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά για έλεγχο, σύμπτυξη ή επιστροφή totes. Ο εργαζόμενος που απασχολεί μπορεί να εργάζεται περιστασιακά. Μετά τη συγχώνευση τα γεμάτα totes οδηγούνται προς τους πύργους O.S.R. ενώ τα άδεια προς τους σταθμούς decanting.



Εικόνα 3.2-14: Τμήμα Consolidation



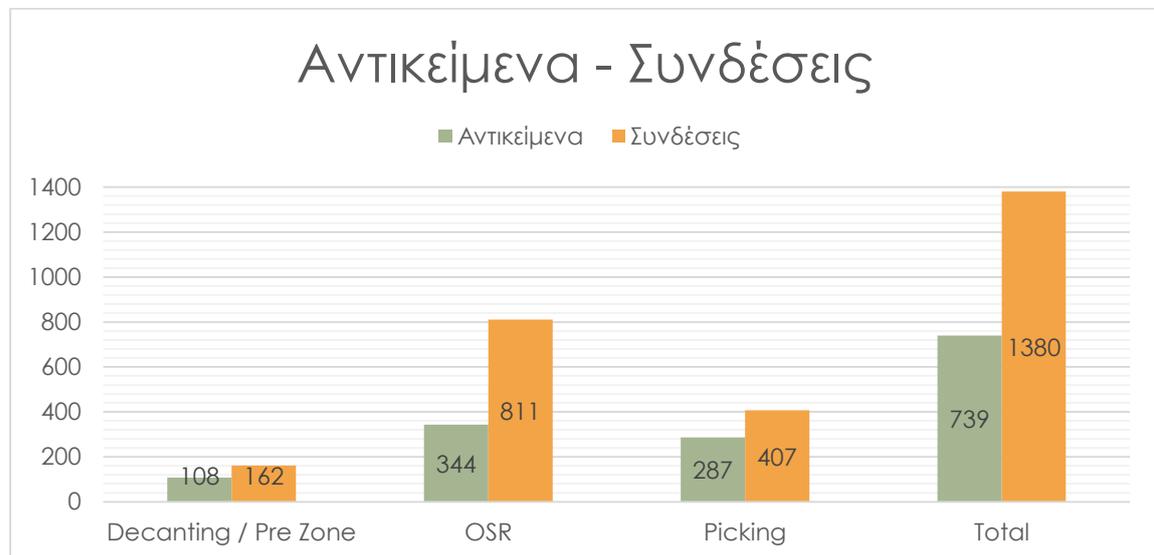
ΤΜΗΜΑ CONSOLIDATION

Εικόνα 3.2-16: Τμήμα Consolidation

### 3.3 Η ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Συνολικά για την κατασκευή του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν

- Πάνω από 700 αντικείμενα
- Πάνω από 3000 συνδέσεις
- Πίνακες
- Custom Λογική



Διάγραμμα 3.3-1: Μοντέλο - Πλήθος Αντικειμένων κ Συνδέσεων

Για κάθε ένα από τα παραπάνω τμήματα:

- ✓ Θα παρουσιάζεται σύντομα η πορεία των αντικειμένων ροής

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- ✓ Θα σχολιάζονται επιγραμματικά η λογική και οι πίνακες που χρησιμοποιούνται, χωρίς να αναλύεται ο τρόπος σύνδεσης των αντικειμένων.<sup>9</sup>
- ✓ Θα αναφέρονται οι παραδοχές σε σχέση με τη πραγματική εγκατάσταση
- ✓ Θα αναφέρονται οι δυνατότητες παραμετροποίησης
- ✓ Θα σημειώνονται τα σημεία ελέγχου που θα χρησιμοποιηθούν παρακάτω για τα σενάρια.

Οι διαστάσεις των αντικειμένων και η θέση τους στο χώρο προσδιορίστηκαν από το τεχνικό σχέδιο της εγκατάστασης που δόθηκε από την εταιρεία. Έγινε προσπάθεια η οπτική αναπαράσταση του μοντέλου να είναι όσο πιο κοντά γίνεται στην πραγματική εγκατάσταση. Αν σε κάποια σημεία φαίνεται το μοντέλο να διαφέρει από τη πραγματική εγκατάσταση, αυτό δεν επηρεάζει τη προσομοίωση και έγινε για να είναι πιο εύκολος ο οπτικός έλεγχος του μοντέλου.

### 3.3.1 ITEMTYPE

Το itemtype είναι ένα είδος ετικέτας το οποίο αποδίδεται στα αντικείμενα ροής. Έτσι όπως έχει δομηθεί το μοντέλο το itemtype που φέρουν τα αντικείμενα ροής είναι χαρακτηριστικό της πορείας που εκτελούν.

ΤΙΜΗ ITEMTYPE	ΠΟΡΕΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΡΟΗΣ	ΧΡΩΜΑ	ΣΗΜΕΙΟ ΑΛΛΑΓΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ
1	ΠΡΟΣ ΠΥΡΓΟ 1	ΠΡΑΣΙΝΑ	ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ ΕΞΟΔΟΥ PICKING ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΚΑΙ Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ITEMTYPE
2	ΠΡΟΣ ΠΥΡΓΟ 2	ΜΠΛΕ	
3	ΠΡΟΣ ΠΥΡΓΟ 3	LIME	
4	ΠΡΟΣ DECANTING	ΚΟΚΚΙΝΑ	
5	ΠΡΟΣ PICKING	ΚΙΤΡΙΝΑ	ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΠΥΡΓΟΥΣ
6	BUFFER DECANTING	ΡΟΖ	ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΟΝ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟ BUFFER
7	CONSOLIDATION STATION	ΓΑΛΑΖΙΑ	ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΟΝ CONSOLIDATION STATION
8	BUFFER PICKING	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΟΝ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟ BUFFER

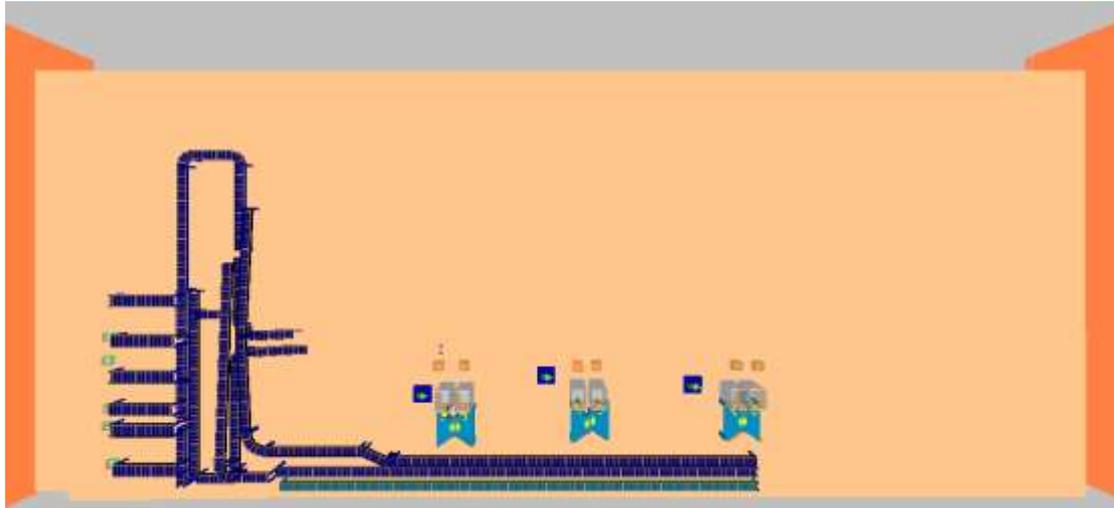
Πίνακας 3.3-1: Πορεία βάσει Itemtype

Για να αλλάξει χρώμα ένα tote πρέπει να περάσει από ένα από τα παραπάνω σημεία, έως τότε διατηρεί το προηγούμενο.

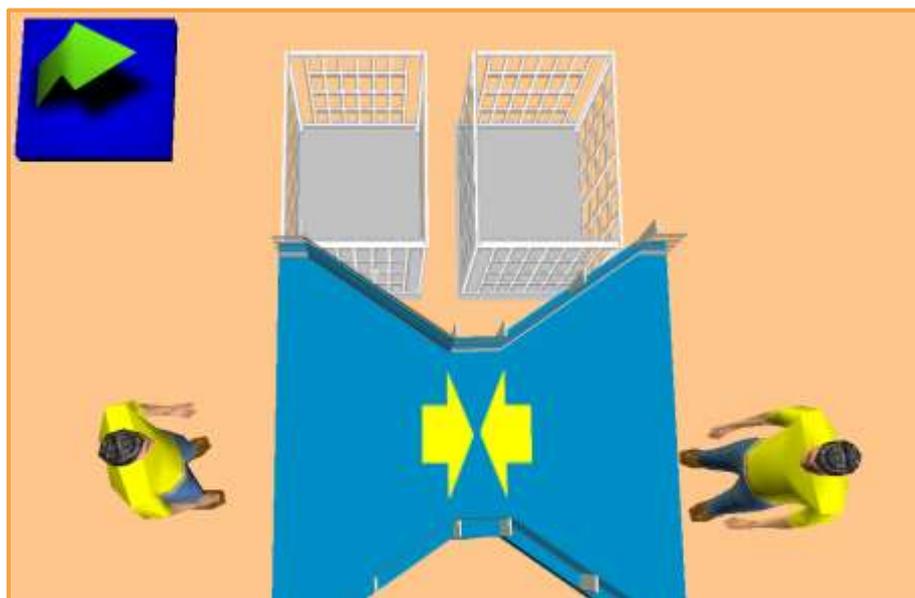
<sup>9</sup> Δεν κρίθηκε απαραίτητο να παρουσιαστεί ο ακριβής τρόπος σύνδεσης των αντικειμένων του μοντέλου ή το σύνολο της λογικής. Βέβαια σε κάθε περίπτωση είναι διαθέσιμο από το documentation του μοντέλου, όπως προκύπτει απευθείας από το πρόγραμμα FlexSim.

### 3.3.2 ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΘΜΩΝ DECANTING

#### ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

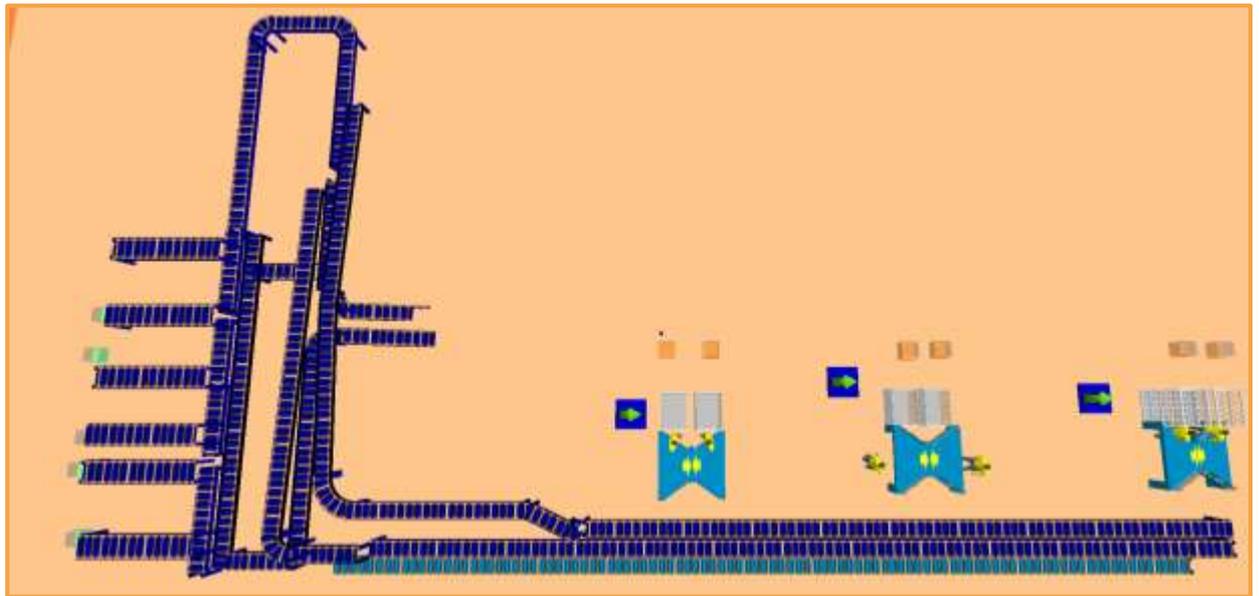


Εικόνα 3.3-1: Μοντέλο - Κάτοψη Τμήματος Decanting

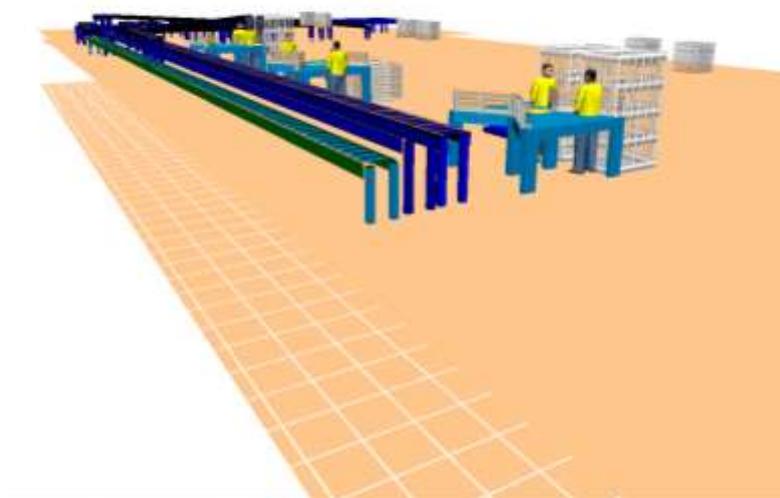


Εικόνα 3.3-2: Μοντέλο- Σταθμός Decanting

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

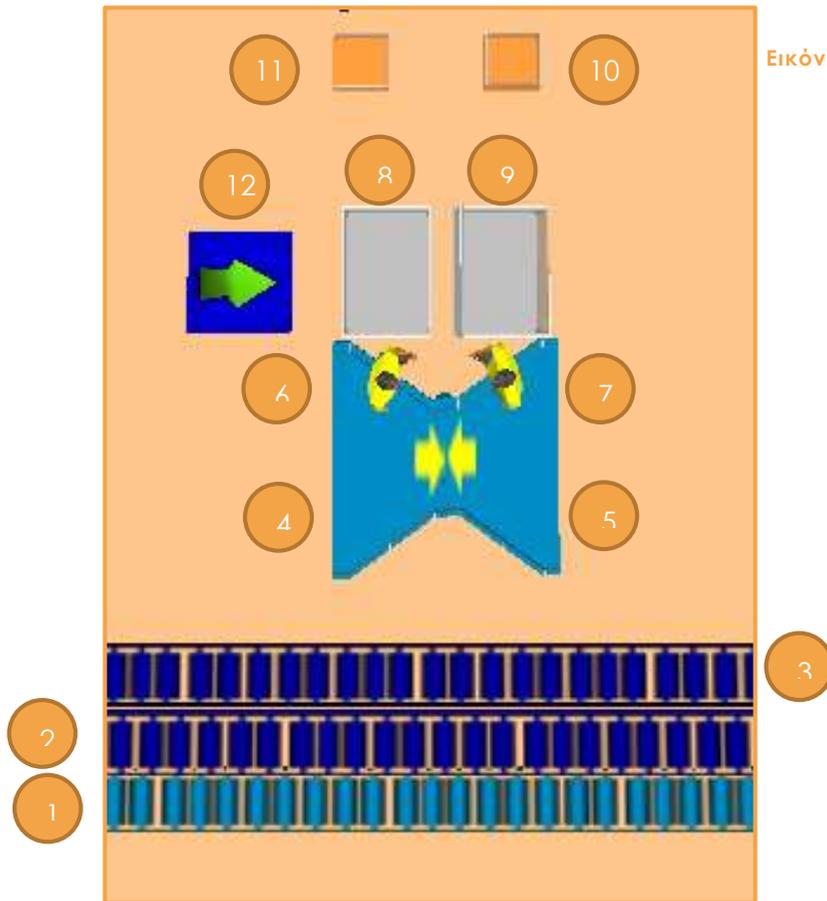


Εικόνα 3.3-3: Μοντέλο - Κάτοψη

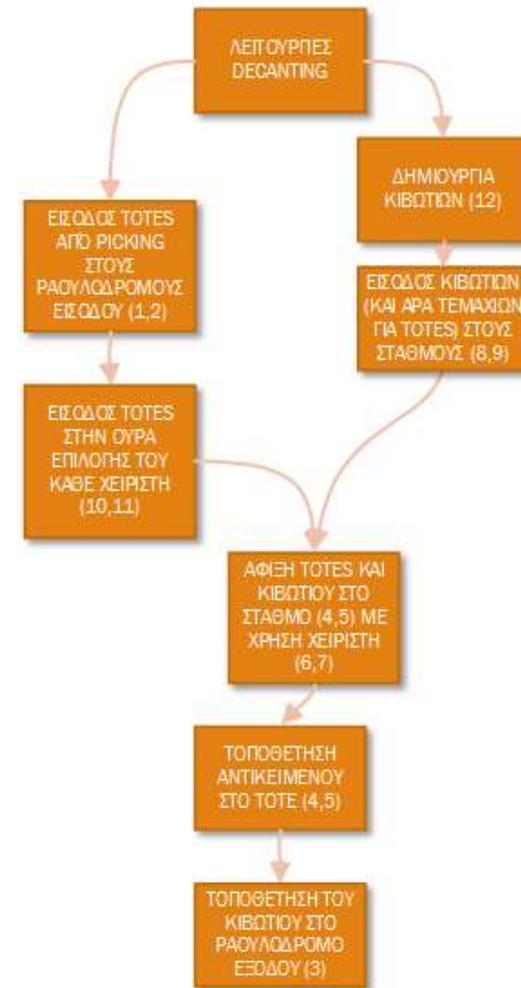


Εικόνα 3.3-4: Decanting - Ισομετρική Όψη

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 3.3-5: Decanting- Πορεία Totes



### 1.1.1.1.1 Κεφάλαιο 3: Περιγραφή της Εγκατάστασης και του Μοντέλου

#### ΛΟΓΙΚΗ – ΠΙΝΑΚΕΣ

Όπως περιγράφεται και στην παραπάνω εικόνα, τα totes ( αντικείμενα ροής) εισέρχονται άδεια στη περιοχή του decanting, κατά την επιστροφή τους από τους σταθμούς ricking. Κατά την είσοδο τους το itemtype τους είναι 4. Στο μοντέλο κάθε tote τροφοδοτείται με 1 τεμάχιο και μετά οδεύει προς τον ραουλόδρομο εξόδου για να πάει για αποθήκευση στους πύργους. Επίσης αποδίδεται στο tote με τρόπο ομοιόμορφο itemtype 1,2 ή 3, και το tote παίρνει το αντίστοιχο χρώμα.

Από πίνακες καθορίζονται:

ΠΙΝΑΚΑΣ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΟΡΙΖΕΤΑΙ
<b>GT1</b>	Απαιτούμενοι χρόνοι από τους χειριστές για τη φόρτωση και την εκφόρτωση
<b>Operators Behavior</b>	Το επιπλέον πλήθος χειριστών που θα χρησιμοποιηθούν (έως τώρα δυνατότητα από 1 έως 6)

Πίνακας 3.3-2: Decanting - Πίνακες

#### ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Το μοντέλο δεν μελετά τον τρόπο που φτάνουν τα αντικείμενα που θα τροφοδοτήσουν τα totes. Το μόνο που λαμβάνει υπόψη είναι οι χειριστές να έχουν πάντα διαθέσιμο υλικό για να τοποθετήσουν στα totes.

Σε κάθε tote τοποθετείται μόνο ένα αντικείμενο. Βέβαια ο χρόνος που διαρκεί αυτό είναι ο μέσος χρόνος, που αναμένεται να δαπανά ο εργαζόμενος ανά tote όπως έχει προσδιοριστεί από την εταιρεία, οπότε δεν επηρεάζει την εγκυρότητα του μοντέλου.

Κατ' επέκταση σε κάθε tote τοποθετείται 1 κωδικός, ενώ στην πραγματική εγκατάσταση τοποθετούνται μέχρι και 4. Αυτό επίσης δεν επηρεάζει το μοντέλο, αφού η κίνηση των totes στο μοντέλο δεν γίνεται βάσει κωδικών.

Επίσης δεν καλείται κάποιο συγκεκριμένο tote από έναν σταθμό για να 'γεμίσει' αλλά όποιο έρχεται και είναι "διαθέσιμο" για φόρτωση (δηλ. άδειο) γεμίζεται από τον πρώτο διαθέσιμο χειριστή.

#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Μπορούν να ρυθμιστούν:

- i. Το πλήθος των χειριστών που εργάζονται, πέρα από τους 6 αρχικούς. Πέρα από τους 6 βασικούς χειριστές μπορούν να δοκιμαστούν περισσότεροι για σενάρια με μεγαλύτερο φόρτο. Επιλέχθηκε το μέγιστο πλήθος χειριστών που θα εξεταστεί να είναι οι 12 (διπλάσιοι από αυτούς που διατίθεται να χρησιμοποιήσει αρχικά η εταιρεία).
- ii. Τον χρόνο για φόρτωση και εκφόρτωση που απαιτεί ο κάθε χειριστής. Βάσει της θεωρητικής απόδοσης του χειριστή, όπως αυτή έχει

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

προσδιοριστεί από την εταιρεία, έχει οριστεί στα **21sec για τη κάθε διαδικασία**.

### **ΣΗΜΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ**

- i. Πλήθος totes που διέρχονται από το σημείο πριν τους 2 ραουλόδρομους εισόδου (**Dec Point 1**)
- ii. Πλήθος totes που διέρχονται από το πέρασ του ραουλόδρομου εξόδου (**Dec Point 2**)

Αν θεωρηθεί πως η εγκατάσταση λαμβάνεται σαν 'σημείο', πρέπει από αυτή **συνολικά κάθε στιγμή, να εισέρχονται, να επεξεργάζονται και να εξέρχονται κατά μέγιστο, (Dec Point 1)=(Dec Point 2)= 1200totes/h.**

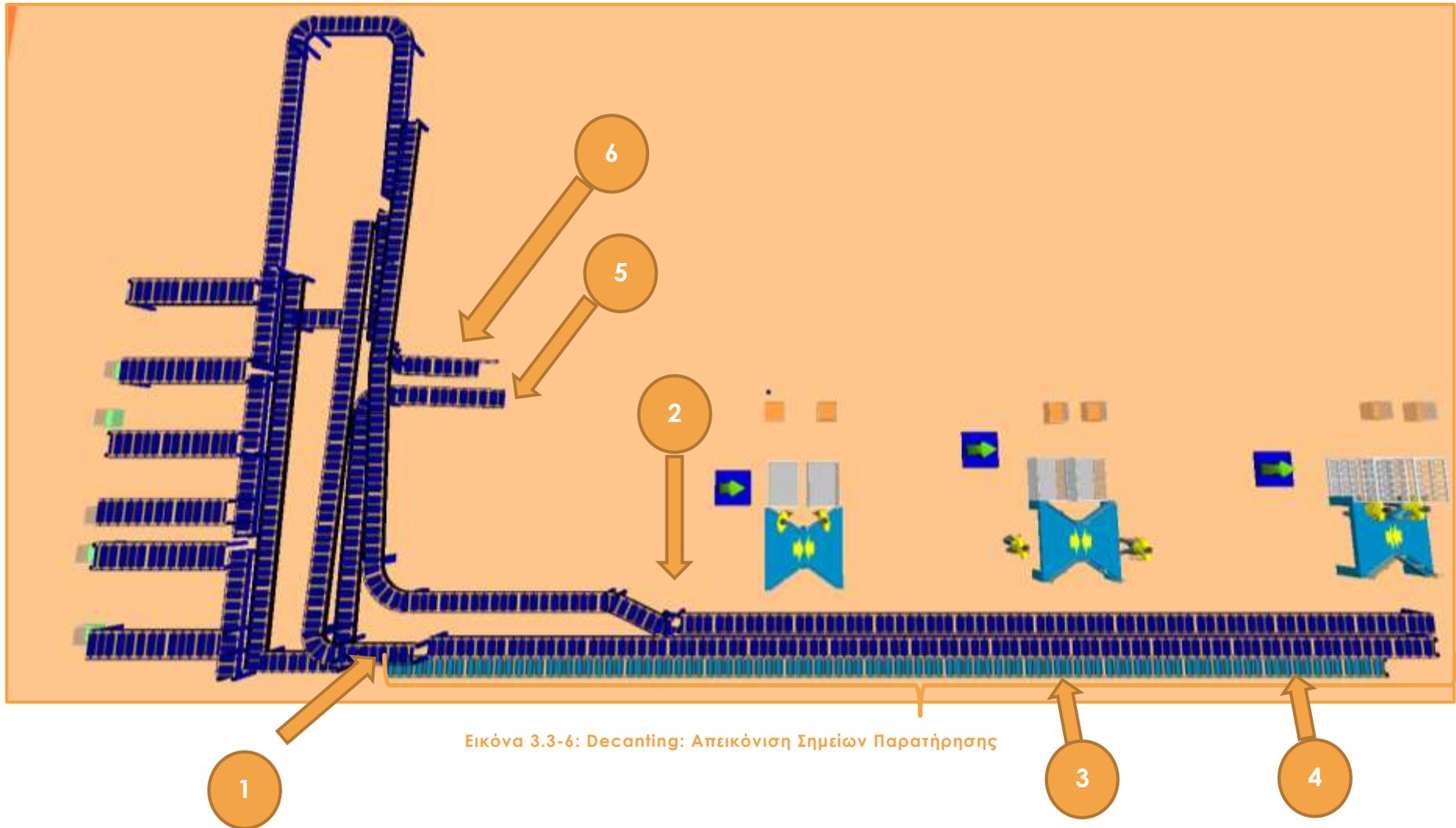
- iii. Πλήθος που γεμίζονται από κάθε χειριστή (**Dec Point 3(i-xii) πρέπει να έχουν τιμή ~85totes/h**)
- iv. Πλήθος tote που βρίσκονται στον buffer ραουλόδρομο<sup>10</sup> (**Dec Point 4 πρέπει να είναι κάτω από 40 totes κάθε στιγμή.**)
- v. Πλήθος totes/h που εισέρχονται στο picking (**Dec Point Input for Picking**)
- vi. Πλήθος totes/h που εισέρχονται στην pre zone (**Dec Point Input for Pre Zone**)

Οι τιμές των δύο τελευταίων μεγεθών εξαρτώνται από τα γενικότερα σενάρια που εξετάζονται στο μοντέλο.

---

<sup>10</sup> Ο buffer ραουλόδρομος είναι ο ραουλόδρομος εισόδου 1. Έχει θεωρηθεί ότι οι χειριστές παίρνουν totes από τον πάνω, και ότι ο κάτω του λειτουργεί ως buffer. Έχει αναπαρασταθεί με merge sort, οπότε επιτρέπει την ανακυκλοφορία των totes. Εάν το πλήθος τους ξεπεράσει τα 40 το τρέξιμο του μοντέλου σταματά. Στη πραγματική εγκατάσταση είναι ο κάτω ραουλόδρομος και έχει να κάνει με τη διαφορά των διαστάσεων στα totes, που όμως στο μοντέλο δεν λαμβάνεται υπόψιν.

1.1.1.1.1 Κεφάλαιο 3: Περιγραφή της Εγκατάστασης και του Μοντέλου



**ΤΜΗΜΑΤΙΚΟ VALIDATION**

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΠΕΡΙΟΧΗ DECANTING
5 ΣΤΑΘΜΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΣΤΗΝ ΠΡΟΤΑΣΗ)
3 ΣΤΑΘΜΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΘΑ ΥΛΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΑΡΧΙΚΑ)
2 ΑΤΟΜΑ ΑΝΑ ΣΤΑΘΜΟ
6 ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ ΠΟΥ ΘΑ ΑΠΑΣΧΟΛΗΘΟΥΝ ΑΡΧΙΚΑ
600 ΤΟΤΕΣ/ ΒΑΡΔΙΑ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΖΕΤΑΙ Ο ΚΑΘΕ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ
7 ΩΡΕΣ ΕΙΝΑΙ Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΙΑΣ ΒΑΡΔΙΑΣ
600 / 7 ~ 85 ΤΟΤΕΣ/HOUR ΕΠΕΞΕΡΓΑΖΕΤΑΙ Ο ΚΑΘΕ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ
0,27 Μ/SEC ΕΙΝΑΙ Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΥ
1200 ΤΟΤΕΣ/Η ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΔΙΑΚΙΝΟΥΝ ΟΙ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ

Πίνακας 3.3-3: Decanting - Συγκεντρωτικά Δεδομένα

ΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ
ΔΕΝ ΜΕΛΕΤΑΤΑΙ Ο ΤΡΟΠΟΣ ΑΦΙΞΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΕΤΣΙ ΟΠΩΣ ΕΧΕΙ ΠΑΡΑΣΤΑΘΕΙ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΡΙΖΕΤΑΙ ΣΕ ΜΙΑ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗ ΑΝΑ ΤΟΤΕ. Ο ΧΡΟΝΟΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΥΤΟΣ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΕΙ Η ΕΤΑΙΡΕΙΑ, ΑΛΛΑ ΔΕΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΠΟΥ ΕΚΤΕΛΕΙ.

Πίνακας 3.3-4: Decanting - Όρια Μελέτης Παραδοχές

ΔΕΙΚΤΕΣ VALIDATION
ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ DECANTING: ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ~85 ΤΟΤΕΣ / HOUR ΓΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΜΕ 85*6= 510 ΤΟΤΕΣ/Η ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ
ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΩΝ: ΝΑ ΕΧΕΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΝΑ ΑΝΤΕΞΕΙ ΤΗ ΚΙΝΗΣΗ 1200 ΤΟΤΕΣ/Η ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΥ.

Πίνακας 3.3-5: Decanting - Δείκτες Validation

ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
ΝΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΕΙ ΤΟ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΡΥΘΜΟΥΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΟΤΕΣ (ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ/Η ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥΣ)

Πίνακας 3.3-6: Decanting - Στόχοι Προσομοίωσης

Η ανάλυση των δεδομένων από τα σενάρια ακολουθεί δύο άξονες:

- Το πλήθος των χειριστών
- Το πλήθος των totes/hour

Με τη χρήση του Experimenter δημιουργήθηκαν και εκτελέστηκαν τα παρακάτω σενάρια με στόχο τον προσδιορισμό της χρήσης των χειριστών σε συνδυασμό με τη φόρτιση της pre-zone. Όλα τα σενάρια έτρεξαν για τον ίδιο χρόνο (1 shift = 25200sec καθώς ο παραγωγικός χρόνος για τον εργαζόμενο είναι οι 7 ώρες ανά βάρδια) και για τις ίδιες επαναλήψεις (10). Για όλα τα σενάρια η είσοδος των totes γίνεται ανά διαστήματα που ορίζονται από την κανονική κατανομή με διαφορετικούς ρυθμούς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ

Η θεωρητική απόδοση ήταν 85 totes/h.<sup>11</sup> Αυτό σημαίνει πως το μέγιστο πλήθος που γεμίζεται ανά ώρα (και για τους 5 σταθμούς) θα είναι  $\sim 85 \cdot 6 = 510$  totes. Να σημειωθεί εδώ, ότι ναι μεν το 85 είναι ο μεγαλύτερος ρυθμός για χειριστή, αλλά το 510 δεν είναι το μεγαλύτερο πλήθος totes, αφού με άλλο πλήθος χειριστών μπορεί να φτάσει και τα 600 totes/h. Επίσης σε κάθε σενάριο τελικά η φόρτιση των χειριστών αναμένεται να είναι ομοιόμορφη.

### 6 ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ

Για τα σενάρια αυτή της ενότητας, η τροφοδοσία των totes γίνεται μόνο από το picking και κατευθύνεται μόνο στους πύργους., αφού εξετάζεται η απόδοση των χειριστών.

A/A ΣΕΝΑΡΙΟΥ	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΙΣΟΔΟΥ TOTES	ΡΥΘΜΟΣ (totes/hour αρχx)	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ
1	normal(3;0.1)	1200	ΑΚΥΡΟ
2	normal(3.5;0.1)	1029	
3	normal(4;0.1)	900	
4	normal(4.5;0.1)	800	
5	normal(5;0.1)	720	
6	normal(5.5;0.1)	655	
7	normal(6;0.1)	600	
8	normal(6.5;0.1)	554	
9	normal(7;0.1)	514	ΕΓΚΥΡΟ
10	normal(7.5;0.1)	480	
11	normal(8;0.1)	450	
12	normal(8.5;0.1)	424	
13	normal(9;0.1)	400	

Πίνακας 3.3-7:Decanting - Αξιολόγηση Σεναρίων Χειριστών

A/A ΣΕΝΑΡΙΟΥ	Dec_1 (totes/hour)	Dec_2 (totes/hour)	Dec_3i (totes/hour)	Dec_3ii (totes/hour)	Dec_3iii (totes/hour)	Dec_3iv (totes/hour)	Dec_3v (totes/hour)	Dec_3vi (totes/hour)	Dec_4 (totes/hour)
1	968	176	50.3	50.3	49.2	49.7	51.0	49.8	40.00
2	877.0	243	56.9	55.9	57.3	58.8	58.7	56.9	40.00
3	798.3	296	62.4	62.4	62.0	62.4	62.4	63.5	40.00
4	729.3	339	66.9	66.1	67.5	66.1	66.1	67.3	40.00
5	673.5	388	71.2	72.3	72.1	73.6	71.5	72.3	40.00
6	624.9	426	75.4	76.8	75.3	76.5	75.4	76.4	40.00
7	581	466	80.9	80.9	80.4	80.7	80.1	81.0	40.00

<sup>11</sup> Η απόδοση των 85 totes/h είναι εφικτή για πλήθος 6 χειριστών όταν η τροφοδοσία του συστήματος είναι με  $\sim 510$  totes/h. Στα σενάρια που εξετάζονται παρακάτω η φόρτιση των σταθμών decanting είναι 600 totes/h, οπότε η αποδοτική επεξεργασία τους δεν είναι εφικτή με αυτόν τον αριθμό των χειριστών.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

A/A ΣΕΝΑΡΙΟΥ	Dec_1 (totes/hour)	Dec_2 (totes/hour)	Dec_3i (totes/hour)	Dec_3ii (totes/hour)	Dec_3iii (totes/hour)	Dec_3iv (totes/hour)	Dec_3v (totes/hour)	Dec_3vi (totes/hour)	Dec_4 (totes/hour)
8	547.54	497.5	84.56	84.0	83.9	84.2	84.1	84.71	40.00
9	512.13	502.31	84.1	84.3	84.27	84.8	84.4	83.5	10.9
10	477.94	469.77	78.4	78.8	78.8	79.1	79.1	78.2	8.20
11	448.03	440.83	74.5	73.8	74.1	73.4	74.6	73.1	7.6
12	421.69	415.19	69.8	68.5	70.1	70.2	69.7	69.3	6.90
13	398.26	392.40	65.2	66.0	66.3	65.8	65.9	65.4	8.20

Πίνακας 3.3-8: Decanting - Δείκτες Απόδοσης

Όπως φαίνεται και από τους παραπάνω πίνακες, τα σενάρια όπου DEC\_4 = 40, δηλώνουν ότι οι 6 χειριστές δεν μπορούν να ανταποκριθούν στην εισοδο των totes. Για αυτά τα σενάρια θα γίνει προσδιορισμός του ελάχιστου απαραίτητου πλήθους χειριστών.

Επίσης από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι για το πρώτο εφικτό σενάριο η απόδοση του χειριστή είναι 85 totes/hour, που ταυτίζεται με τη θεωρητική. Οι ραουλόδρομοι έχουν την ικανότητα να φέρουν 1200 totes/hour.

Από αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται ότι το μοντέλο της εγκατάστασης είναι validated, με την έννοια ότι για τις θεωρητικές συνθήκες δίνει τα θεωρητικά αποτελέσματα. Επειδή η εγκατάσταση δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει ιστορικά δεδομένα, δεν μπορεί να γίνει πιο αξιόπιστο validation.

Για τις περιπτώσεις που απαιτείται μεγαλύτερο πλήθος χειριστών, οριακά αυτές καλύπτονται με πλήθος όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

A/A ΣΕΝΑΡΙΟΥ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΛΗΘΟΣ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ
1 normal(3;0.1)	1200 >12. Δεν ικανοποιείται από κάποιο σενάριο
2 normal(3.5;0.1)	1029 >12. Δεν ικανοποιείται από κάποιο σενάριο
3 normal(4;0.1)	900 11 (μέση απόδοση 80 totes/h)
4 normal(4.5;0.1)	800 10 (μέση απόδοση 78 totes/h)
5 normal(5;0.1)	720 9 (μέση απόδοση 78 totes/h)
6 normal(5.5;0.1)	655 8 (μέση απόδοση 80 totes/h)
7 normal(6;0.1)	600 8 (μέση απόδοση 78 totes/h)
8 normal(6.5;0.1)	554 7 (μέση απόδοση 78 totes/h)

Πίνακας 3.3-9: Decanting- Επιπλέον Χειριστές

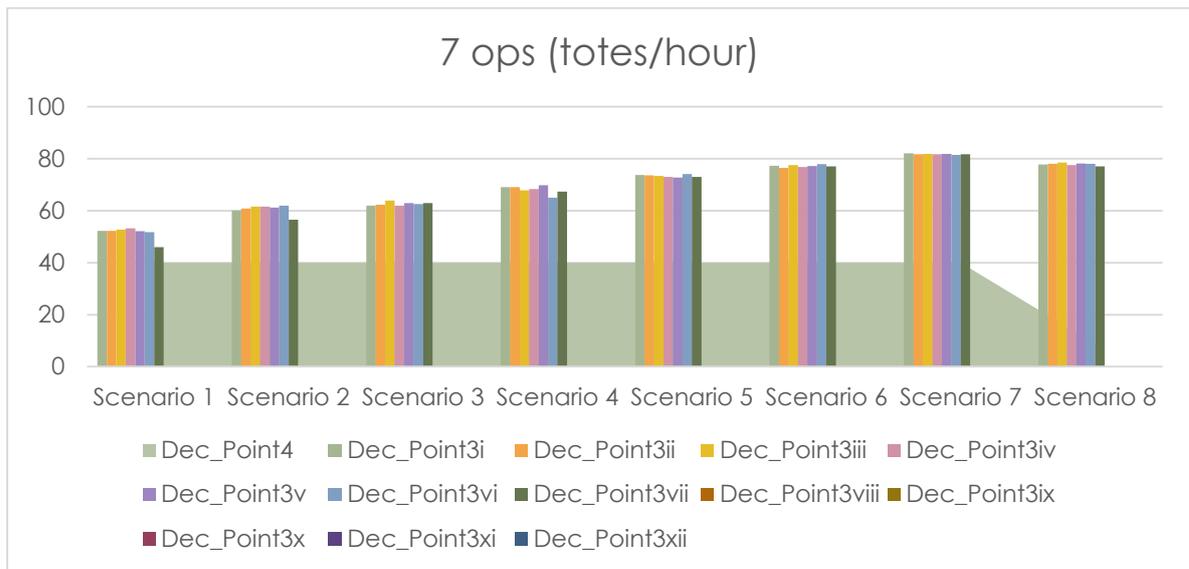
#### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΑΠΟ 6 ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ

- καθένας καταναλώνει
  - 21 sec για φόρτωση
  - 21 sec για εκφόρτωση
- Σύνολο 56 σενάρια
- Τροφοδοσία ανά:

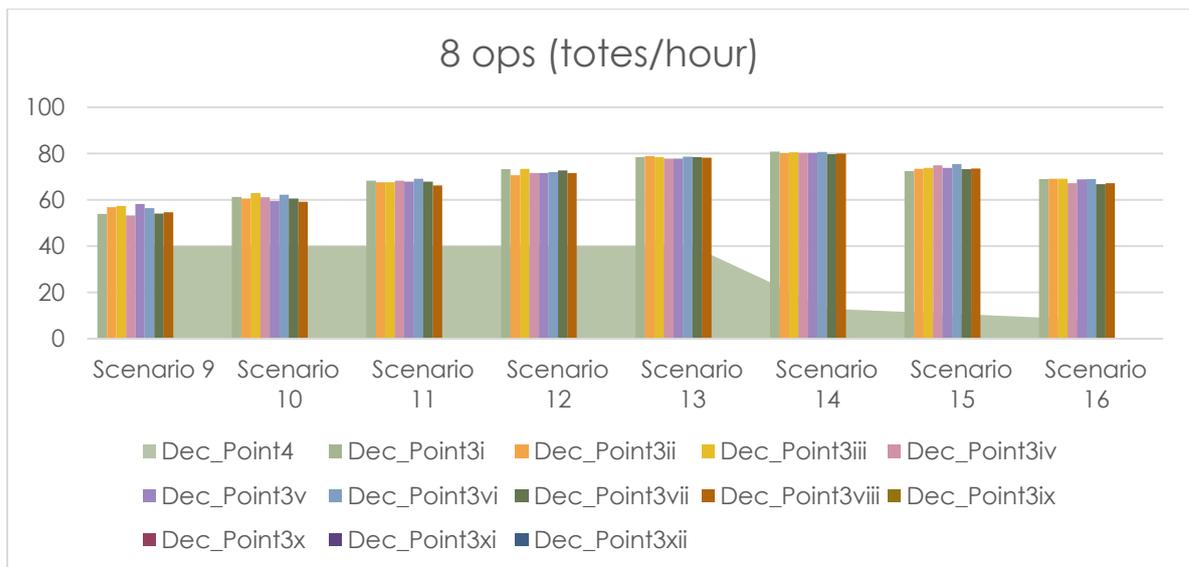
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- 3 sec
- 3,5 sec
- 4 sec
- 4,5 sec
- 5 sec
- 5,5 sec
- 6 sec
- 6,5 sec

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

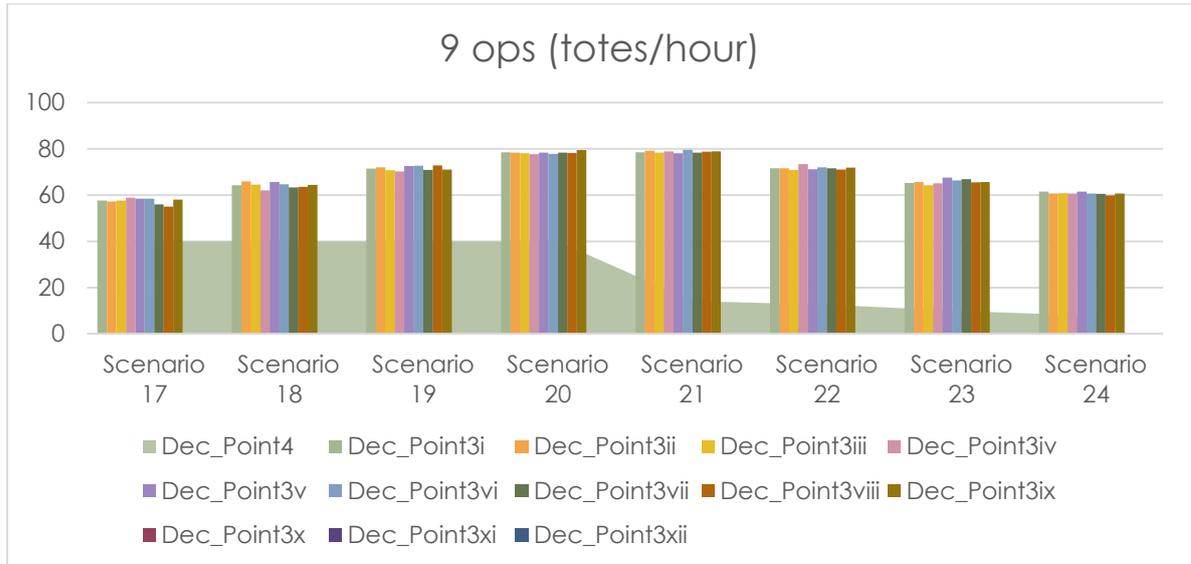


Διάγραμμα 3.3-2: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 7 χειριστών

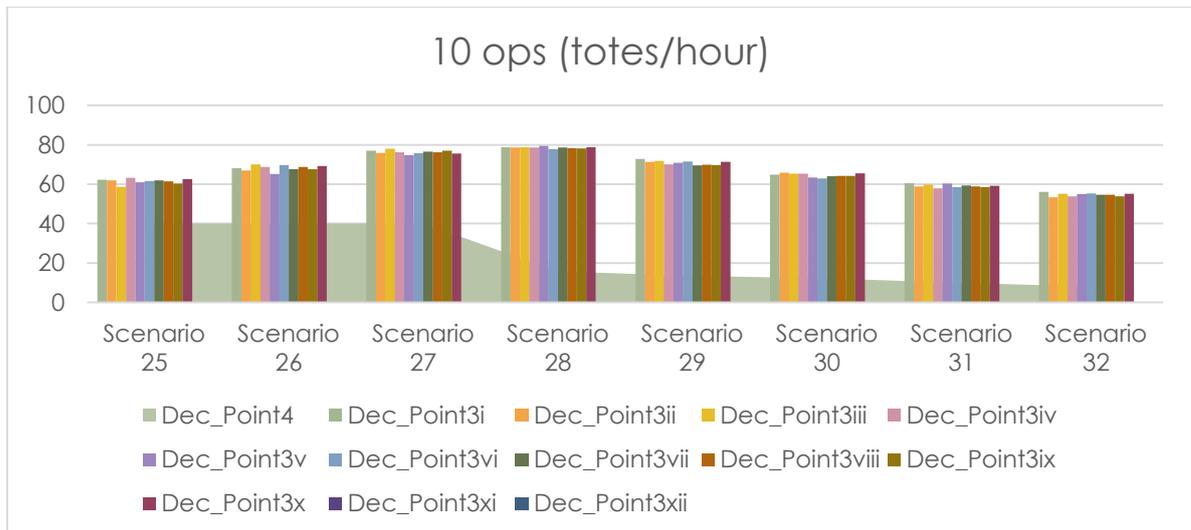


Διάγραμμα 3.3-3: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 8 χειριστών

### 1.1.1.1.1 Κεφάλαιο 3: Περιγραφή της Εγκατάστασης και του Μοντέλου

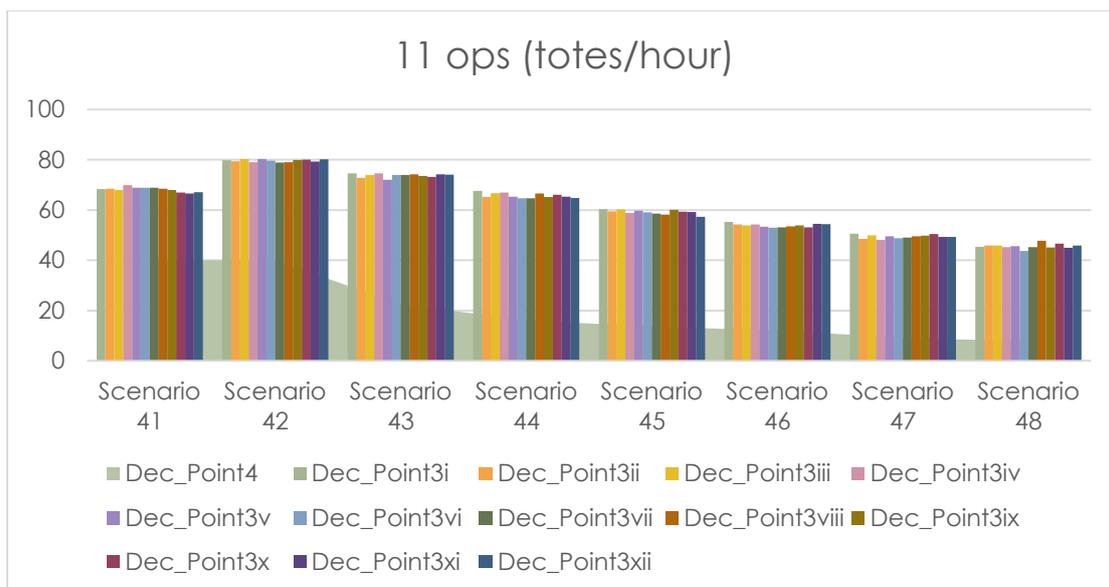


Διάγραμμα 3.3-4: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 9 χειριστών

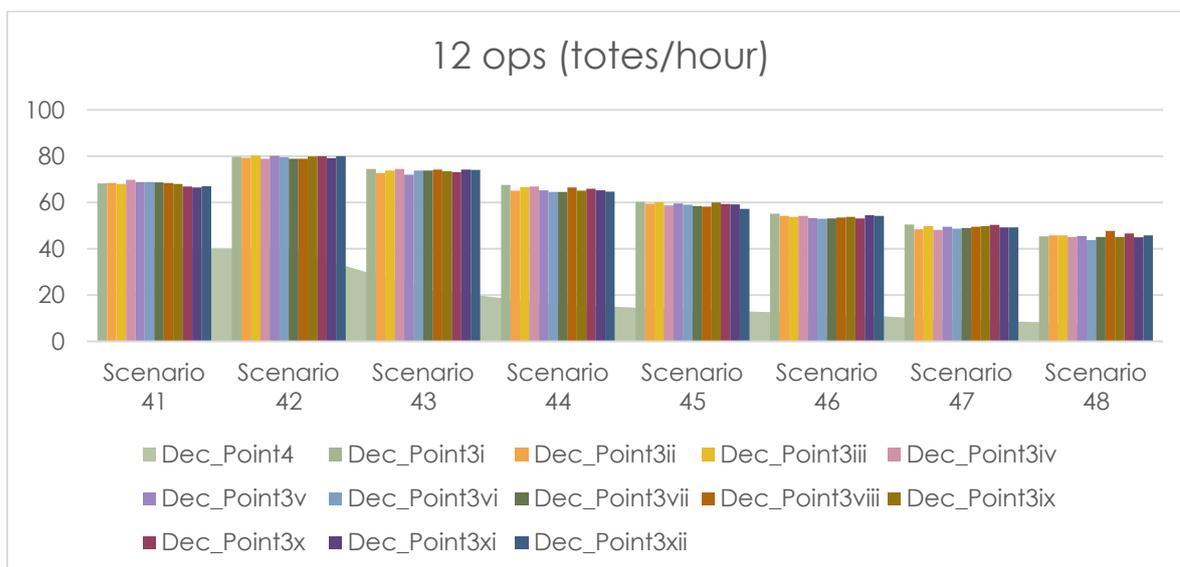


Διάγραμμα 3.3-5: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 10 χειριστών

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-6: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 11 χειριστών



Διάγραμμα 3.3-7: Decanting - Αποτελέσματα σεναρίων με χρήση 12 χειριστών

#### ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΠΛΗΘΟΣ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (TOTES/HOUR)	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (TOTES/HOUR)	ΠΡΩΤΟ ΕΦΙΚΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ (SEC ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ)
7	~78	~78	ΑΝΑ 6,5 SEC
8	~80	~68	ΑΝΑ 5,5 SEC
9	~78	~61	ΑΝΑ 5 SEC
10	~78	~55	ΑΝΑ 4,5 SEC
11	~80	~50	ΑΝΑ 4 SEC
12	~75	~45	ΑΝΑ 4 SEC

Πίνακας 3.3-10: Decanting - Ολικά αποτελέσματα ανά πλήθος χειριστών

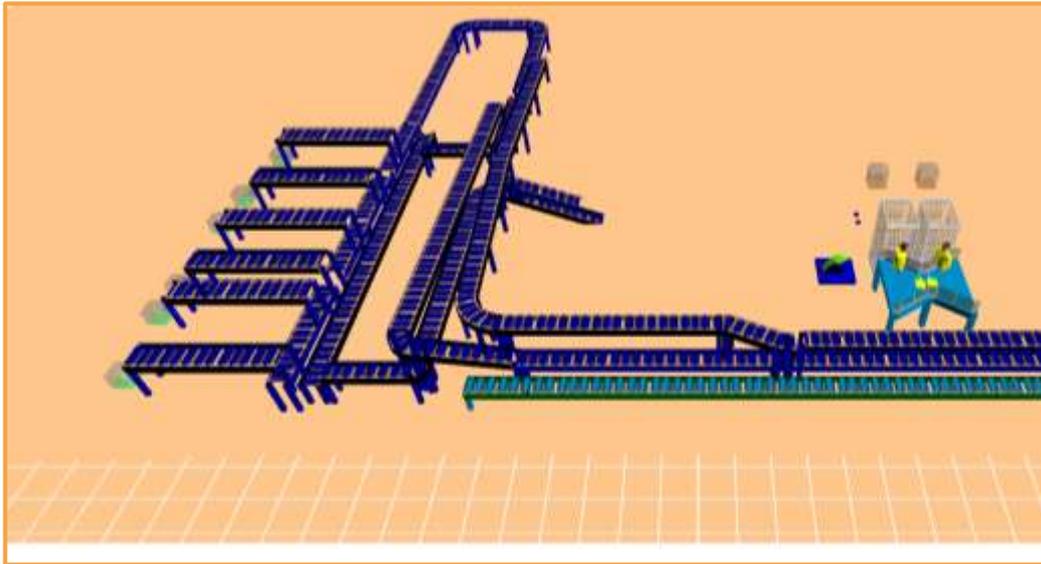
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- Σε κάθε σενάριο οι σταθμοί φορτίζονται με ομοιόμορφο τρόπο
- Για τροφοδοσία 1200 totes/hour δεν μπορούν να την απορροφήσουν ούτε 12 χειριστές, οπότε δεν εξετάζεται.
- Η μέγιστη απόδοση κάθε χειριστή παραμένει να είναι στα 85 totes/hour. Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται να σταματά στα 80 totes/hour και για αυτό οφείλεται ο ρυθμός τροφοδοσίας που επιλέχθηκε.

Αναλυτικά τα αποτελέσματα φαίνονται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**.

### 3.3.3 ΤΜΗΜΑ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΩΝ PRE-ZONE

#### ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

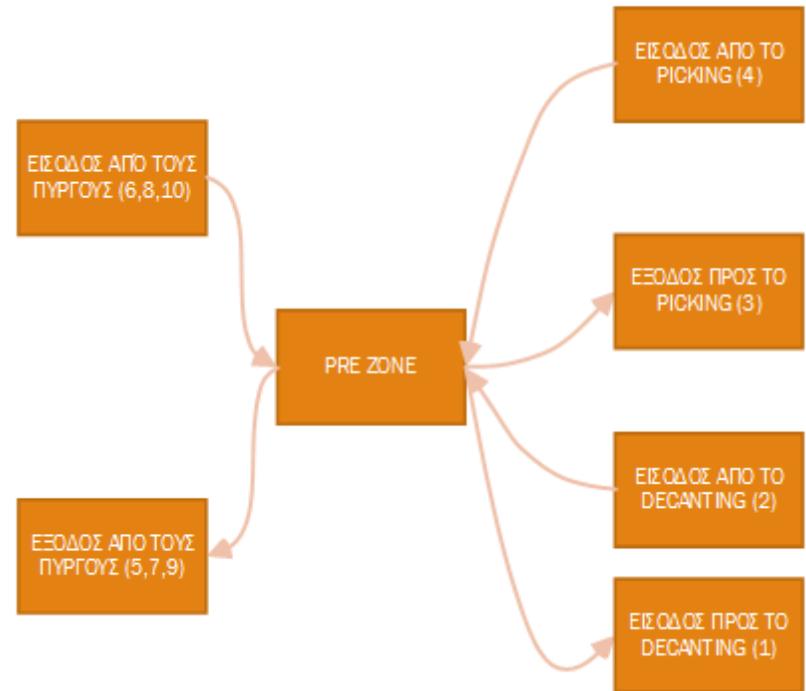
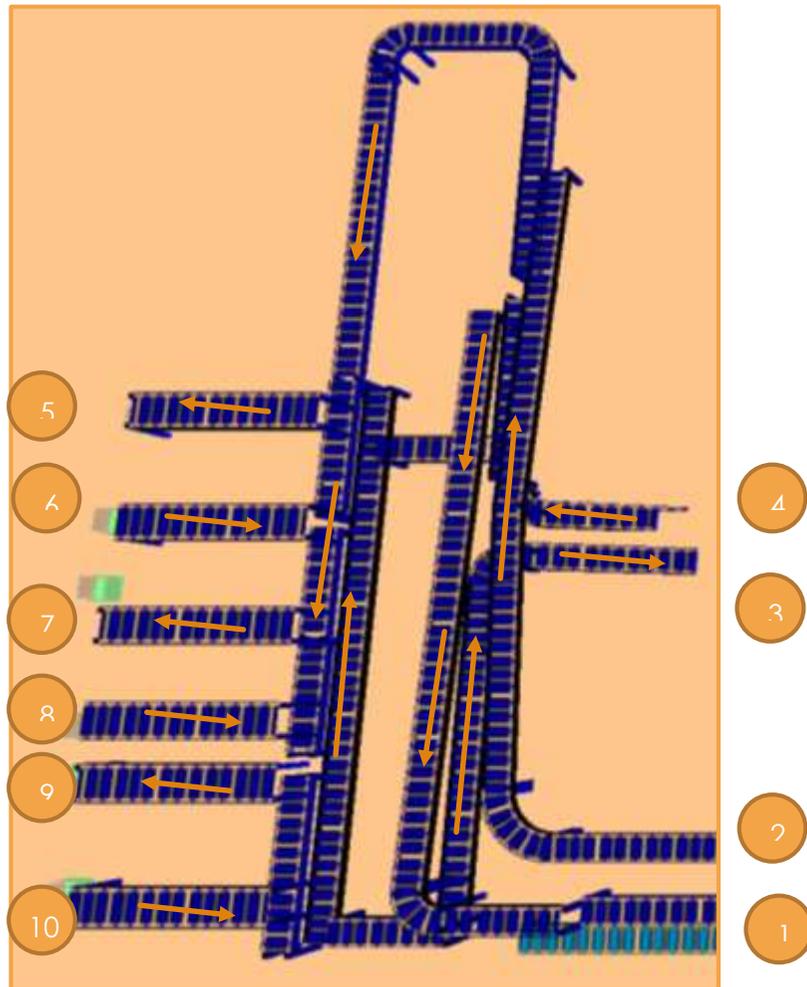


Εικόνα 3.3-7: Pre\_Zone



Εικόνα 3.3-8: Pre\_Zone

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 3.3-9: Pre Zone - Πορεία Totes

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### ΛΟΓΙΚΗ- ΠΙΝΑΚΕΣ

Η pre-zone αποτελεί τον ενωτικό κρίκο μεταξύ των τμημάτων, **για αυτό και παίζει ρόλο τι λαμβάνει, από ποια περιοχή και με τι ρυθμό** ώστε οι ποσότητες που κινούνται σε αυτή να είναι στα πλαίσια που ανταποκρίνεται η εγκατάσταση.

Τα αντικείμενα ροής εισέρχονται, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα:

- Από τους πύργους με itemtype 5
- Από το decanting με itemtype 1,2 ή 3 (αντίστοιχα για τον κάθε πύργο στον οποίο οδεύουν)
- Από το picking με itemtype 1,2,3 ή 4 (αντίστοιχα για τον κάθε πύργο στον οποίο οδεύουν ή για το decanting (τιμή 4))

### ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Η βασική παραδοχή που αφορά το τμήμα decanting είναι το γενικότερο σκεπτικό ότι δεν γίνεται κλίση των totes βάσει κωδικών, αλλά με λογική FIFO.

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Αφορά το φόρτο που μπορεί να έχει η περιοχή των ραουλοδρόμων. Έτσι με χρήση πινάκων, καθορίζεται ο ρυθμός των totes που περνά από και προς κάθε κατεύθυνση. Η πορεία που ακολουθείται από κάθε tote κάθε στιγμή ορίζεται από το περιεχόμενο του:

- Γεμάτα totes από το decanting πάνε στον αντίστοιχο πύργο 1,2,3
- Γεμάτα totes από τους πύργους πάνε στο picking
- Άδεια totes από το picking πάνε στο decanting

### ΣΗΜΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

Τα σημεία παρατήρησης αντιστοιχούν στις θέσεις της Εικόνα 3.3-9: Pre Zone - Πορεία Totes

1. Πλήθος totes/h που εισέρχονται από picking (**PrZ 1 = Totes from Picking**)
2. Πλήθος totes/h που εισέρχονται από pre zone (**PrZ 2= Totes from Decanting**)
3. Πλήθος totes/h που εισέρχονται από τον πύργο 1 (**Pr Z 3= Totes from tower 1**)
4. Πλήθος totes/h που εισέρχονται από τον πύργο 2 (**Pr Z 4= Totes from tower 2**)
5. Πλήθος totes/h που εισέρχονται από τον πύργο 3 (**Pr Z 5= Totes from tower 3**)
6. Πλήθος totes/h που εξέρχονται προς το picking (**Pr Z 6 = Totes to Picking**)

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

7. Πλήθος totes/h που εξέρχονται προς pre zone (**Pr Z 7= Totes to Decanting**)<sup>12</sup>
8. Πλήθος totes/h που εξέρχονται προς τον πύργο 1 (**Pr Z 8= Totes to tower 1**)
9. Πλήθος totes/h που εξέρχονται προς τον πύργο 2 (**Pr Z 9= Totes to tower 2**)
10. Πλήθος totes/h που εξέρχονται προς τον πύργο 3 (**Pr Z 10= Totes to tower 3**)

Η τιμή που παίρνει κάθε ένα από τα παραπάνω μεγέθη εξαρτάται από το πρόγραμμα τροφοδοσίας **αλλά έχει μέγιστη τιμή τα 1200 totes/h.**

#### ΤΜΗΜΑΤΙΚΟ VALIDATION

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ
ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΟΤΕΣ ΓΙΝΕΤΑΙ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΑ 3 ΤΜΗΜΑΤΑ (DECANTING, PICKING, TOWERS) ΤΟ ΤΜΗΜΑ DECANTING ΔΕΝ ΓΕΝΝΑ ΝΕΑ ΤΟΤΕΣ, ΣΥΜΒΑΛΕΙ ΜΟΝΟ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥΣ
0,27 M/SEC ΕΙΝΑΙ Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΥ
1200 ΤΟΤΕΣ/Η ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΔΙΑΚΙΝΕΙ Ο ΚΑΘΕ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ ΚΑΤΑ ΜΕΓΙΣΤΟ

Πίνακας 3.3-11: Pre Zone - Συγκενρωτικά Δεδομένα

ΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ
FIFO ΛΟΓΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ, ΚΑΙ ΟΧΙ ΚΛΙΣΗ ΜΕ ΚΩΔΙΚΟΥΣ

Πίνακας 3.3-12: Pre Zone - Παραδοχές

ΔΕΙΚΤΕΣ VALIDATION
ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΩΝ: ΝΑ ΕΧΕΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΝΑ ΑΝΤΕΞΕΙ ΤΗ ΚΙΝΗΣΗ 1200 ΤΟΤΕΣ/Η ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΥ.

Πίνακας 3.3-13: Pre Zone - Δείκτες

ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
ΣΤΟΧΟΣ ΕΙΝΑΙ ΝΑ ΕΞΕΤΑΣΤΟΥΝ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΤΟΤΕΣ ΠΟΥ ΜΕΤΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ .

Πίνακας 3.3-14: Pre Zone - Στόχοι Προσομοίωσης

ΣΕΝΑΡΙΑ	PRE ZONE ΔΕΧΕΤΑΙ	PRE ZONE ΣΤΕΛΝΕΙ
<b>1 ΕΩΣ 11</b>	Totes από τους πύργους και από τους σταθμούς decanting	Totes στο picking
<b>12 ΕΩΣ 22</b>	Totes από τους πύργους και από τους σταθμούς picking	
<b>23 ΕΩΣ 33</b>	Totes από τους πύργους και από τους σταθμούς decanting και picking. Η αναλογία totes από τους σταθμούς decanting και picking είναι 50-50.	
<b>34 ΕΩΣ 44</b>	Totes από τους πύργους και από τους σταθμούς decanting και picking. Η αναλογία totes από τους σταθμούς decanting και picking είναι 70-30.	

<sup>12</sup> Ορίζεται από πίνακες ως ποσοστό των totes εξόδου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### Πίνακας 3.3-15: Σενάρια Pre Zone

Τα παραπάνω σενάρια εξετάστηκαν ουσιαστικά αφορούν διαφορετικές συνθήκες τροφοδοσίας της pre zone

Για την είσοδο η κατανομή που χρησιμοποιήθηκε είναι και πάλι η κανονική και

- Όσον αφορά την είσοδο totes από το picking κατευθύνονται από 900 έως και 400 totes/hour (η είσοδος μειώνεται με βήμα 50 totes/hour)
- Όσον αφορά την είσοδο totes από τους πύργους (αναλύονται σαν εγκατάσταση στη συνέχεια) είναι σταθερή με ~έξοδο 400 tote/hour ανά πύργο

#### ΔΕΙΚΤΕΣ – ΣΗΜΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

- **Pr\_Z\_1 = Totes from Picking**

Δείχνει τον μειούμενο ρυθμό εισόδου totes από τη περιοχή του decanting.

- **Pr\_Z\_6 = Totes to Picking**

Δείχνει τη τροφοδοσία του συστήματος picking (πρέπει να είναι σταθερή για όλα τα σενάρια στα ~ **1200totes/h.**)

- **Pr\_Z\_3= Totes from tower\_1**

- **Pr\_Z\_4= Totes from tower\_2**

- **Pr\_Z\_5= Totes from tower\_3**

Δείχνουν τη τροφοδοσία του συστήματος από τους πύργους (πρέπει να είναι σταθερή στα **400 totes/hour** για κάθε πύργο)

- **Pr\_Z\_8= Totes to tower\_1**

- **Pr\_Z\_9= Totes to tower\_2**

- **Pr\_Z\_10= Totes to tower\_3**

Δείχνουν τη τροφοδοσία του συστήματος των πύργων (εξαρτάται από το ρυθμό και τον τρόπο εισόδου)

Οι τιμές που αφορούν τους πύργους δείχνουν ότι τα totes κατανέμονται ομοιόμορφα κατά την είσοδο και έξοδο τους, είτε τα totes οδηγούνται απευθείας από το picking σε αυτούς είτε περνούν πρώτα από τους σταθμούς decanting.

- **Pr\_Z\_2= Totes from Decanting**

- **Pr\_Z\_7= Totes to Decanting**

Δείχνουν τη φόρτιση της περιοχής του decanting στα σενάρια, και πως αυτό ανταποκρίνεται σε αυτή. Για τον προσδιορισμό του πλήθους των χειριστών

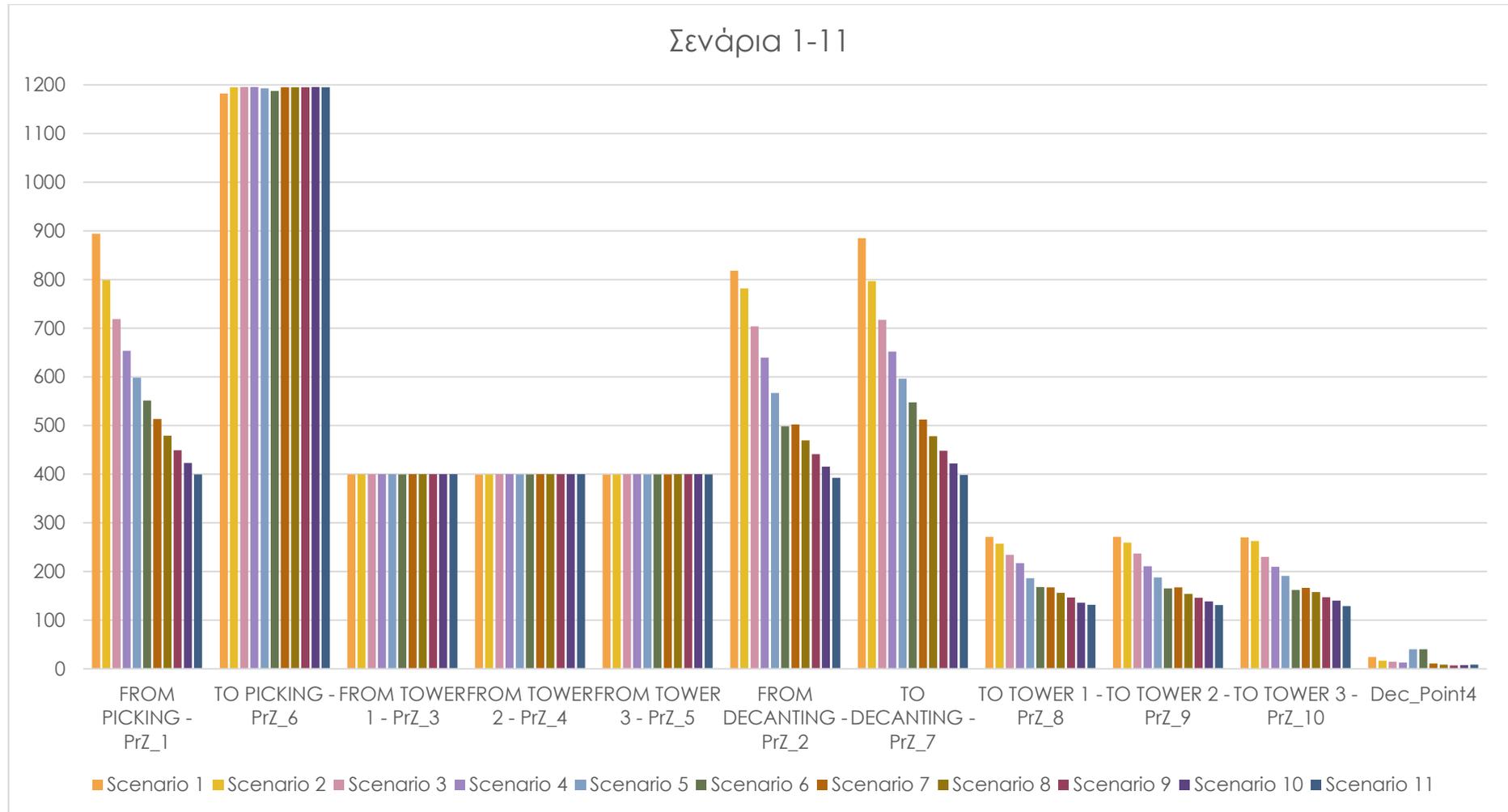
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το τμηματικό validation του decanting.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

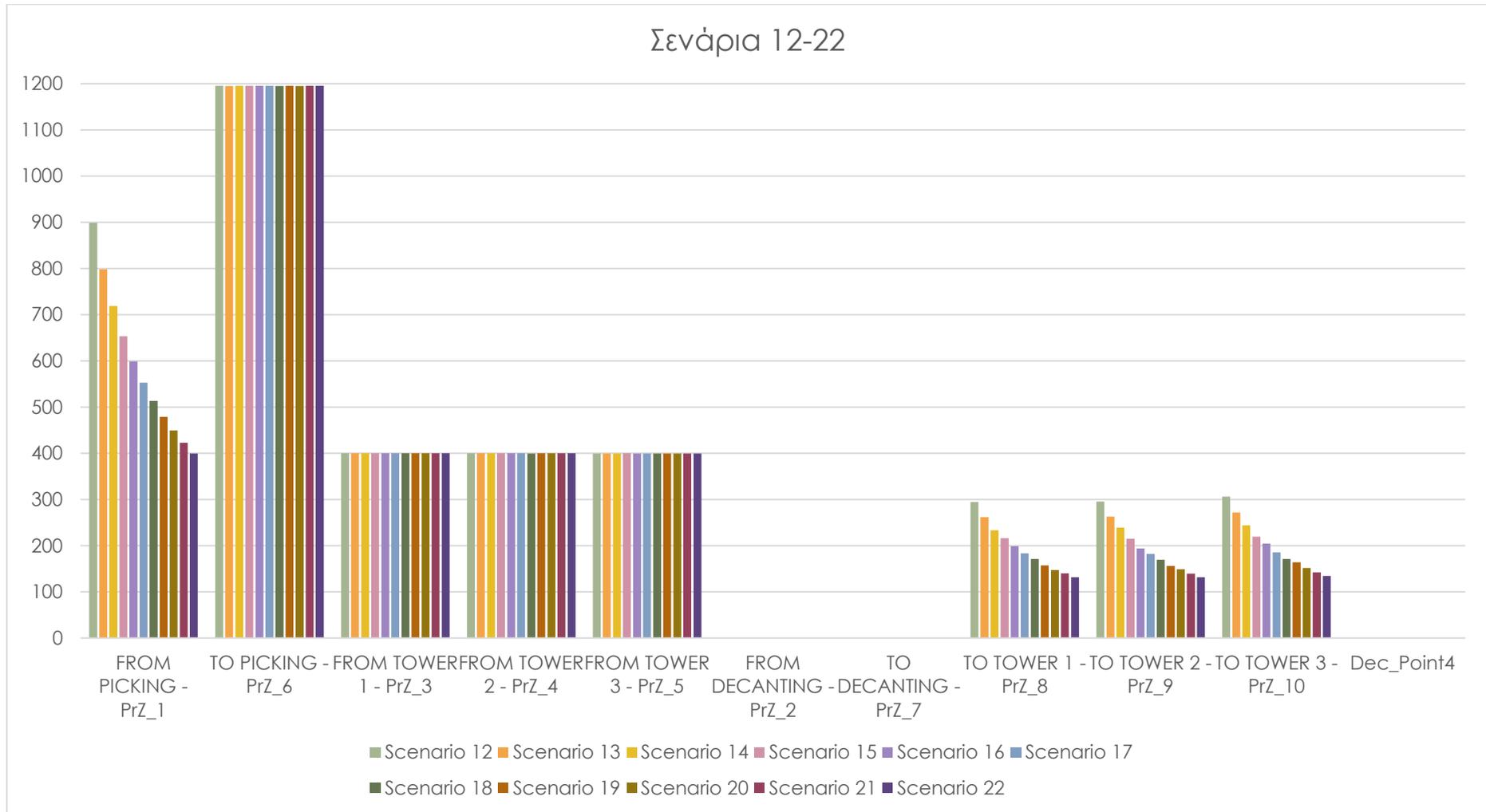
- 44 σενάρια εξετάστηκαν, χωρισμένα σε 4 ομάδες όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.3-15: Σενάρια Pre Zone
- Τροφοδοσία προς picking : 1200 totes/hour
- Τροφοδοσία προς decanting: ~900 – 400 totes/hour, δηλ. ανά
  - 4 sec
  - 4,5 sec
  - 5 sec
  - 5,5 sec
  - 6 sec
  - 6,5 sec
  - 7 sec
  - 7,5 sec
  - 8 sec
  - 8,5 sec
  - 9 sec
- Τροφοδοσία από κάθε πύργο: 400 totes/hour

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



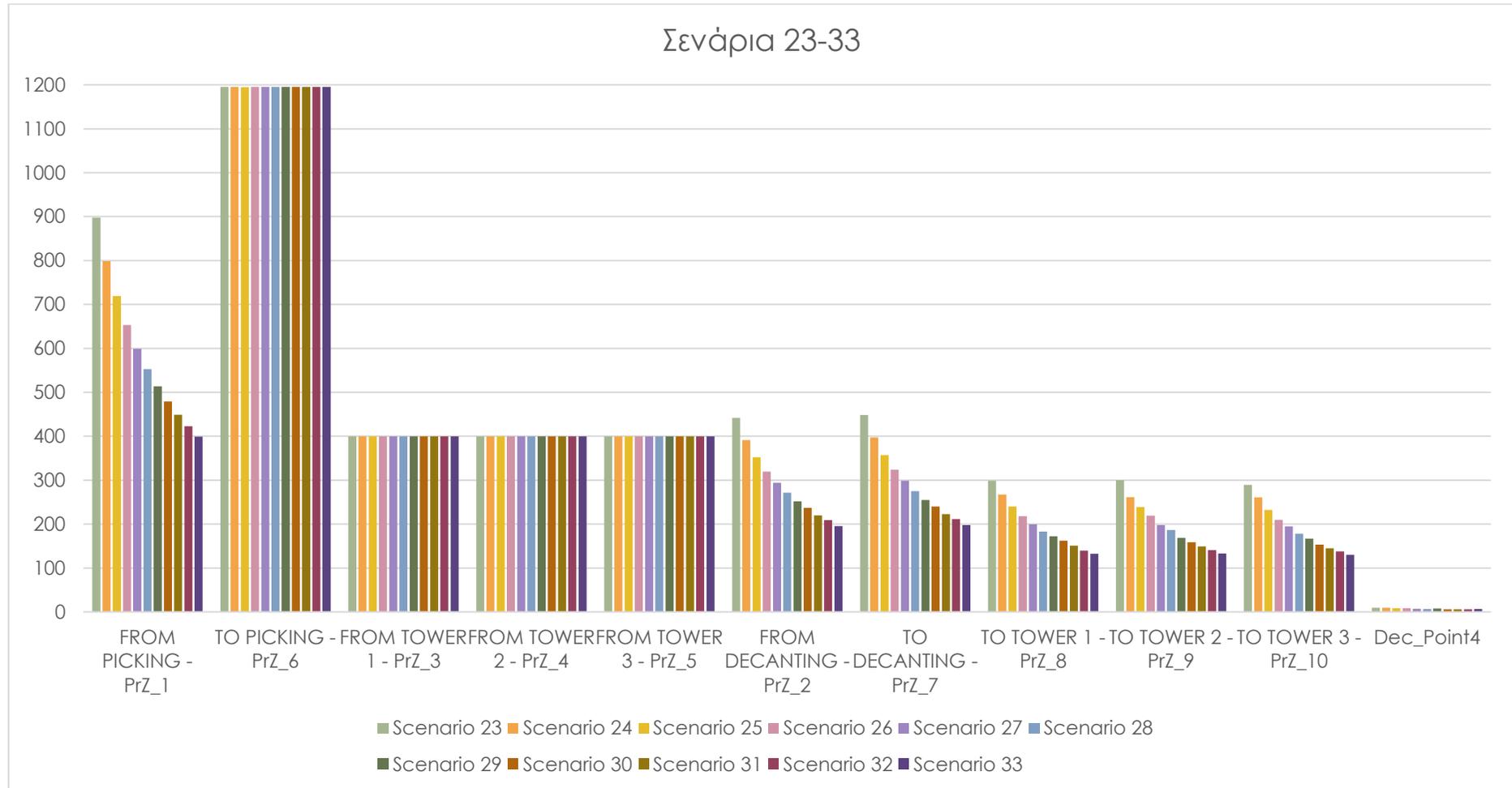
Διάγραμμα 3.3-8: Pre - Zone: Φόρτιση με Totes από τους πύργους και τους σταθμούς decanting με μειούμενο ρυθμό (900 – 400 totes/hour)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



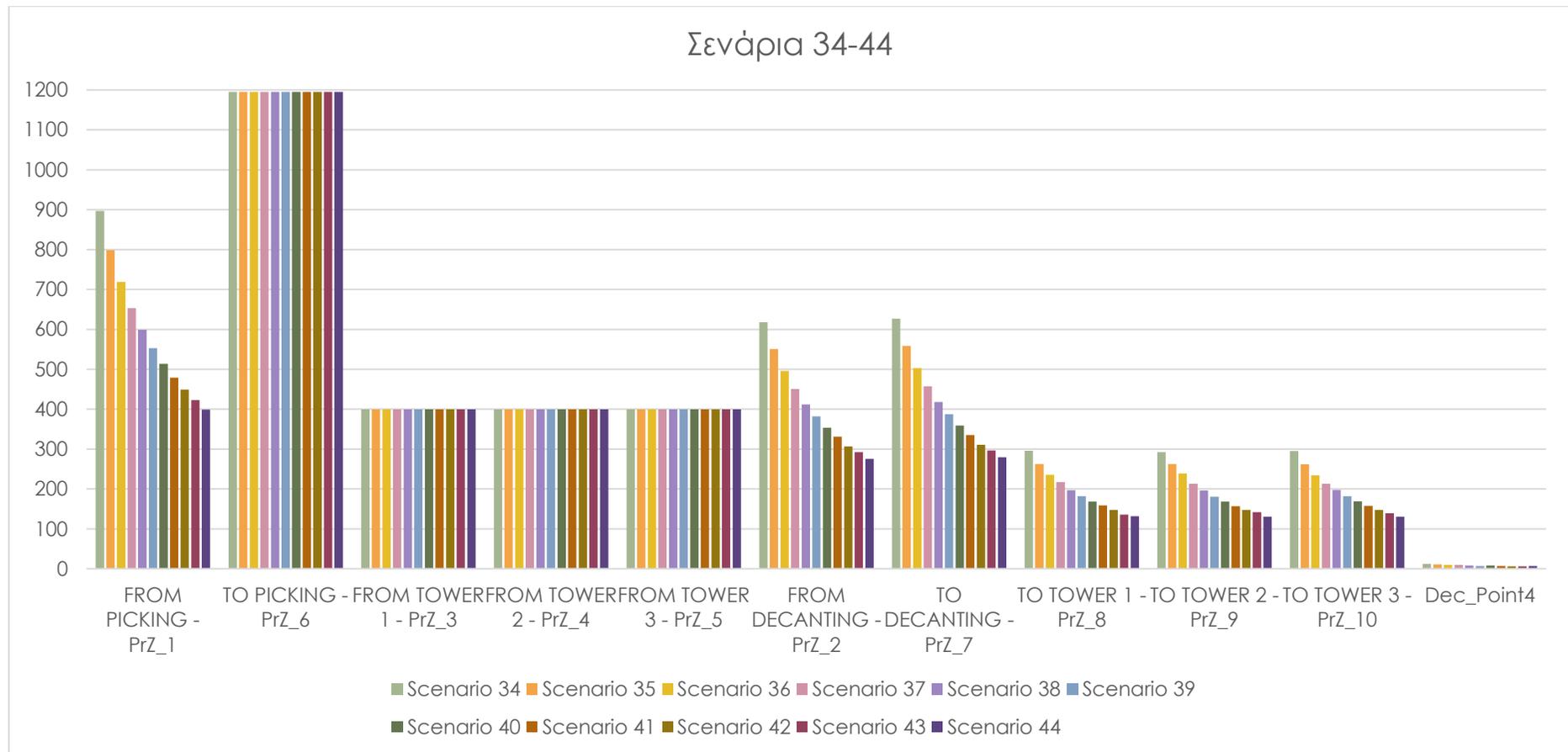
Διάγραμμα 3.3-9: Pre - Zone - Φόρτιση με Totes από τους πύργους και τους σταθμούς picking με μειούμενο ρυθμό (900 - 400 totes/hour)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-10: Pre - Zone - Φόρτιση με Totes από τους πύργους, τους σταθμούς decanting και picking σε αναλογία 50-50 με μειούμενο ρυθμό (900 - 400 totes/hour)

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-11: Pre – Zone – Φόρτιση με Totes από τους πύργους, τους σταθμούς decanting και picking σε αναλογία 70-30 με μειούμενο ρυθμό (900 – 400 totes/hour)

Τα αναλυτικά αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο **Παράρτημα Β**.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

- ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟ PICKING:
  - Σταθερή έξοδος προς picking ~1200 totes/hour
  - Είσοδος ανάλογα με το ρυθμό τροφοδοσίας
    - Μέγιστη: ~885 totes/hour
    - Ελάχιστη: ~400 totes/hour
- ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟ DECANTING:
  - Έξοδος αντίστοιχη με την είσοδο
- ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟΥΣ TOWERS
  - ΕΙΣΟΔΟΣ
    - Ομοιόμορφη είσοδος ανάλογα με το σενάριο
  - ΕΞΟΔΟΣ
    - Ομοιόμορφη έξοδος, σταθερά στα ~400 totes/hour

Γενικά παρατηρείται συμμετρία στα αποτελέσματα των ομάδων σεναρίων.

Από αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται ότι το μοντέλο της εγκατάστασης είναι validated, με την έννοια ότι για τις θεωρητικές συνθήκες δίνει τα θεωρητικά αποτελέσματα. Επειδή η εγκατάσταση δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει ιστορικά δεδομένα, δεν μπορεί να γίνει πιο αξιόπιστο validation.

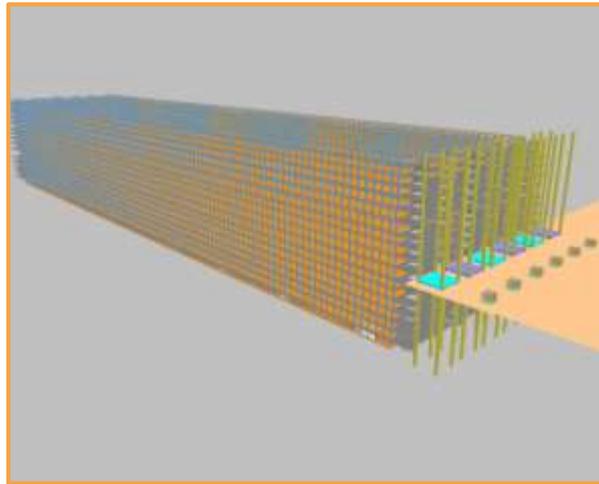
### ΣΕΝΑΡΙΑ 1-11 / ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

- Για τα σενάρια 1,5,6: Το πλήθος των χειριστών που υποτέθηκε είναι οριακά ανεπαρκές για την τροφοδοσία για αυτό και είναι αδύνατα (βάσει της τιμής του δείκτη Dec\_Point4)
- Στα υπόλοιπα σενάρια η συμπεριφορά είναι η αναμενόμενη

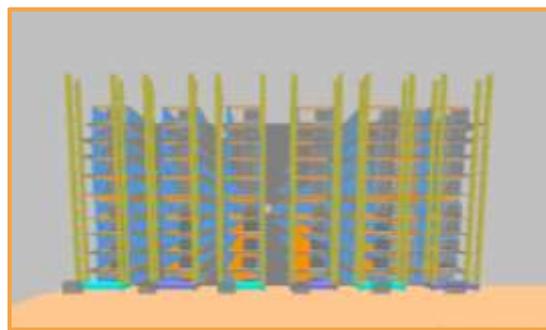
Αναλυτικά τα αποτελέσματα φαίνονται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**.

### 3.3.4 ΤΜΗΜΑ ΠΥΡΓΩΝ Ο.Σ.Ρ.

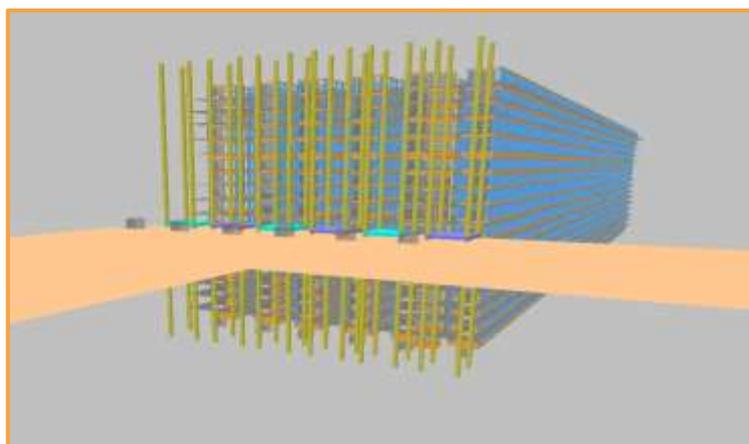
#### ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ



Εικόνα 3.3-10: Πύργοι Ο.Σ.Ρ.

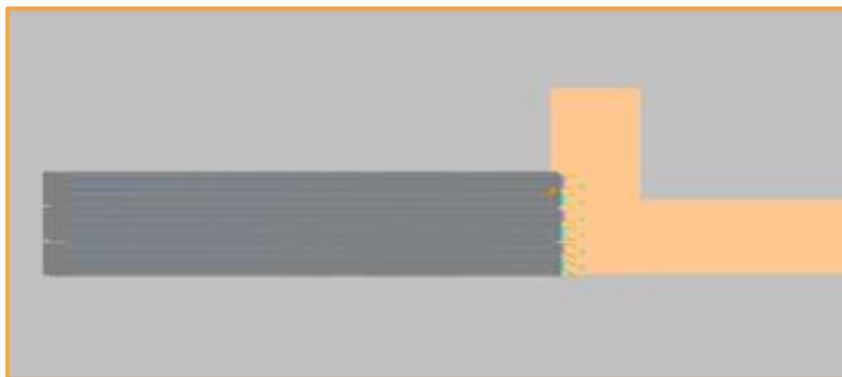


Εικόνα 3.3-11: Πύργοι Ο.Σ.Ρ.



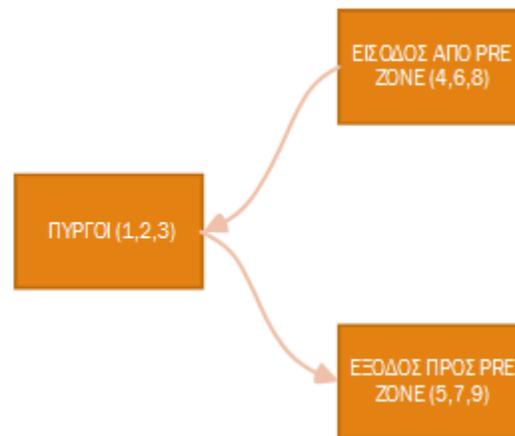
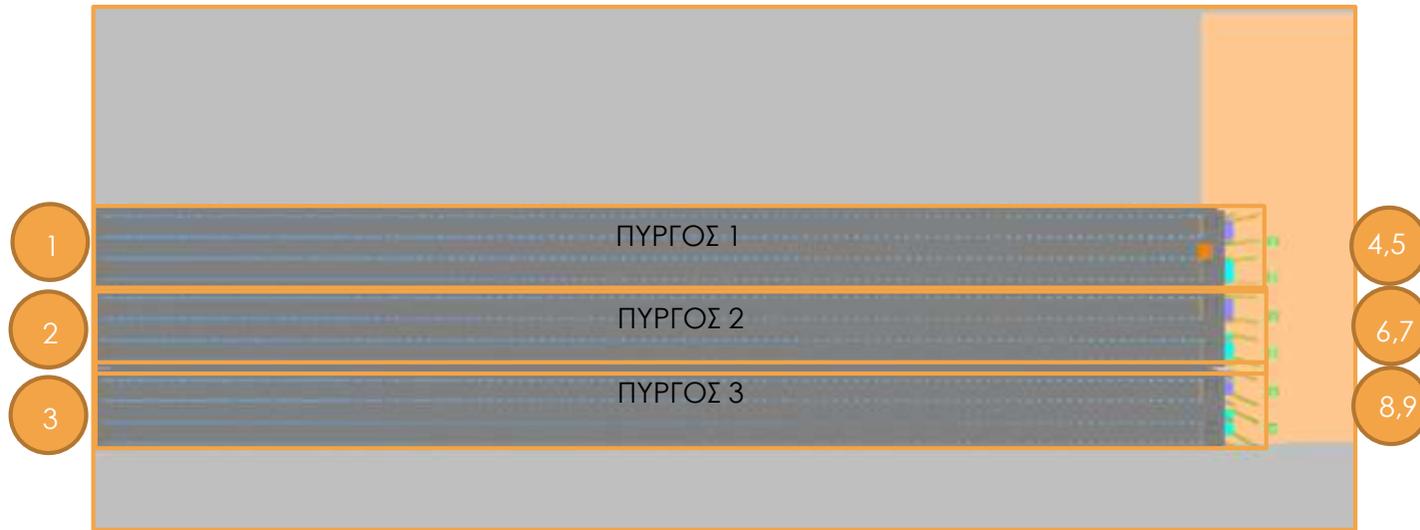
Εικόνα 3.3-12: Πύργοι Ο.Σ.Ρ.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



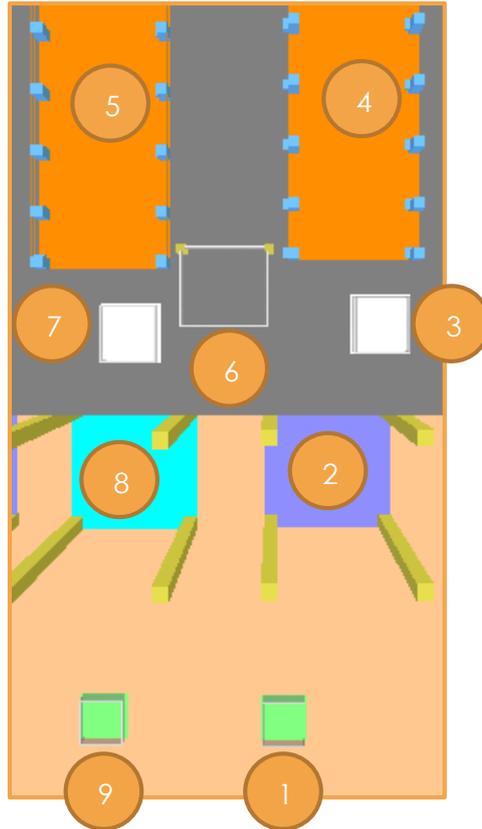
Εικόνα 3.3-13: Πύργοι Ο.Σ.Ρ - Κάτοψη

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 3.3-14: Πύργοι - Πορεία Totex

**ΛΟΓΙΚΗ- ΠΙΝΑΚΕΣ**



Εικόνα 3.3-15: ΠΥΡΓΟΙ Ο.Σ.Ρ. - Πορεία Totes

- 1: είσοδος από τους ραουλόδρομους της pre zone
- 2: ανελκυστήρας εισόδου, που αναλαμβάνει τη μεταφορά στους 17 ορόφους
- 3: ουρά υποδοχής κάθε ορόφου<sup>13</sup>
- 4,5: σειρές ραφιών κάθε ορόφου
- 6: shuttle κάθε ορόφου, που αναλαμβάνει τις μεταφορές από τα
  - 3 προς 4,5
  - 4,5 προς 7
- 7: ουρά εξόδου κάθε ορόφου
- 8: ανελκυστήρας εξόδου, που αναλαμβάνει τη μεταφορά από τους 17 ορόφους στην pre zone
- 9: ουρά που οδηγούν στη pre zone

**ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ**

Η κατανομή στους πύργους γίνεται με ομοιόμορφο τρόπο.

<sup>13</sup> Σε κάθε όροφο οι ουρές έχουν χωρητικότητα 2 όσο και το capacity των shuttles.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Η default λογική εξόδου των totes από τα racks είναι η FIFO και η κλίση των totes δεν γίνεται βάσει κωδικών.

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Για την είσοδο των totes στους πύργους δεν προσφέρεται κάποια δυνατότητα ρύθμισης, αφού φτάσουν με τους ραουλόδρομους εισέρχονται στην εγκατάσταση και αυτό μπορεί να γίνει κάθε στιγμή. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και με την έξοδο τους από αυτή. Η λογική για απελευθέρωση των totes από τα ράφια είναι η FIFO (μετά την παρέλευση του ελάχιστου διαστήματος παραμονής που εδώ θεωρείται μηδενικό). Το σύστημα είναι κατασκευασμένο (και στη πραγματικότητα αλλά και στο μοντέλο) για να εξάγει 600totes/hour. Για να μπορεί ο χρήστης του μοντέλου να ορίσει μικρότερους ρυθμούς εισόδου ακολουθείται το εξής σκεπτικό:

Η ουρά εξόδου κάθε πύργου λειτουργεί ως μετρητής, στον οποίο μπορεί να οριστεί:

- ο Το διάστημα αναγωγής
- ο Η χρονική στιγμή (στο διάστημα αναγωγής) όπου ξεκινάει η ουρά να απελευθερώνει totes
- ο Η χρονική στιγμή (στο διάστημα αναγωγής) όπου σταματά η ουρά να απελευθερώνει totes

Για παράδειγμα χρόνων στα σενάρια που εξετάστηκαν παρακάτω:

	ΠΥΡΓΟΣ 1			ΠΥΡΓΟΣ 2			ΠΥΡΓΟΣ 3		
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	ΣΤΙΓΜΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΣΤΙΓΜΗ ΚΛΕΙΣΙΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	ΣΤΙΓΜΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΣΤΙΓΜΗ ΚΛΕΙΣΙΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	ΣΤΙΓΜΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΣΤΙΓΜΗ ΚΛΕΙΣΙΜΑΤΟΣ
SCENARIO 1	3600	0	3600	3600	0	3600	3600	0	3600
SCENARIO 2	3600	0	1200	3600	1201	2400	3600	2401	3600
SCENARIO 3	1800	0	600	1800	601	1200	1800	1201	1800
SCENARIO 4	3600	0	900	3600	1000	1900	3600	2000	2900

Πίνακας 3.3-16: Χρονιστής Πύργων

Τα αποτελέσματα που είχαν τα παραπάνω σενάρια φαίνονται στη συνέχεια. Με τη χρήση αυτού χρονιστή, γίνεται εύκολος ο καθορισμός των διαστημάτων απελευθέρωσης totes, ανεξάρτητα από το εκάστοτε διάστημα που χρησιμοποιείται για τα σενάρια της μοντελοποίησης.

### ΣΗΜΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

Για κάθε πύργο:

- ο ρυθμός εισόδου των totes για τον κάθε πύργο (OSR 1 1, OSR 2 1, OSR 3 1)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- ii. Ο ρυθμός εξόδου των totes για τον κάθε πύργο (**OSR 1 2 OSR 2 2, OSR 3 2)**

### ΤΜΗΜΑΤΙΚΟ VALIDATION

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ
22.032 ΘΕΣΕΙΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΤΕΣ
3 ΠΥΡΓΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ
2 ΕΙΔΗ ΤΟΤΕΣ: ΕΙΔΟΣ 1: ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ: 600X400X425 ΑΠΟΘΗΚΕΥΕΤΑΙ ΣΕ: 7 ΑΠΟ ΤΑ 17 ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΩΝ ΠΥΡΓΩΝ ( 9.072 ΘΕΣΕΙΣ) ΕΙΔΟΣ 2: ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ: 600X400X325 ΑΠΟΘΗΚΕΥΕΤΑΙ ΣΕ: 10 ΑΠΟ ΤΑ 17 ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΩΝ ΠΥΡΓΩΝ ( 12.960 ΘΕΣΕΙΣ)
1-4 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΟΙ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΟΥΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΤΟΤΕ
17 ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑ ΠΥΡΓΟ
2 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΡΑΦΙΩΝ (RACKS) ΚΑΙ ΕΝΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ (SHUTTLE) ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ SHUTTLE: ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ: 7M/S <sup>2</sup> ΤΑΧΥΤΗΤΑ: 5M/S ΜΕΓΙΣΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ : 2 ΤΟΤΕΣ
1 ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ 1 ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΕΞΟΔΟΥ ΣΕ ΚΑΘΕ ΠΥΡΓΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ LIFT: ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ: 7M/S <sup>2</sup> ΤΑΧΥΤΗΤΑ: 5M/S ΜΕΓΙΣΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ : 2 ΤΟΤΕΣ
600 ΤΟΤΕΣ/Η ΕΙΝΑΙ Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΤΕΣ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΠΥΡΓΟ
400 ΤΟΤΕΣ/Η ΕΙΝΑΙ Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΤΕΣ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΠΥΡΓΟ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΝΤΕΞΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΩΝ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΩΝ (ΑΦΟΥ ΕΧΕΙ ΟΡΙΟ ΤΑ 1200 ΤΟΤΕΣ/Η)

Πίνακας 3.3-17: Πύργοι O.S.R. - Συγκεντρωτικά Δεδομένα

ΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ
ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΕΝΑ ΤΟΤΕ (ΟΠΟΙΑ ΣΤΙΓΜΗ, ΟΠΟΥ ΚΑΙ ΝΑ ΒΡΕΘΕΙ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ) ΘΑ ΕΙΝΑΙ ΕΙΤΕ ΑΔΕΙΟ ΕΙΤΕ ΜΕ ΕΝΑ ΤΕΜΑΧΙΟ ΜΕΣΑ ΤΟΥ</li> <li>• ΤΟ ΤΕΜΑΧΙΟ ΑΥΤΟ ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΝΑ ΚΑΝΕΙ ΜΕ ΤΟΥΣ ΚΩΔΙΚΟΥΣ (ΕΝΑΝ Ή ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟΥΣ), ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΤΟΤΕ, ΠΟΥ ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΑ ΕΙΝΑΙ ΑΥΤΟ ΠΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΕΙ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</li> <li>• ΔΕΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΚΛΙΣΗ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ ΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΠΟΥ ΦΕΡΟΥΝ</li> <li>• ΠΑΡΟΛΑ ΑΥΤΑ Η ΡΟΗ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ ΕΙΝΑΙ ΜΕ ΤΕΤΟΙΟ ΡΥΘΜΟ ΩΣΤΕ ΝΑ</li> </ul>
ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΕΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΤΟΥΣ. ΑΥΤΟ ΣΥΝΕΠΑΓΕΤΑΙ ΟΤΙ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΔΥΟ ΕΙΔΩΝ ΡΑΦΙΑ ΠΟΥ ΔΕΧΟΝΤΑΙ ΤΟΤΕΣ</li> <li>• ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΣΤΟ DECONTING Ο ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΤΑ ΤΟΤΕΣ ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΝΑ ΚΑΝΕΙ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΟΥΣ.</li> </ul>
ΤΑ ΤΟΤΕΣ ΚΑΤΑΝΕΜΟΝΤΑΙ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΑ ΣΕ ΚΑΘΕ ΟΡΟΦΟ
FIFO ΛΟΓΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ, ΚΑΙ ΟΧΙ ΚΛΙΣΗ ΜΕ ΚΩΔΙΚΟΥΣ
Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΑ SHUTTLES ΓΙΝΕΤΑΙ ΜΕ FIFO ΛΟΓΙΚΗ

Πίνακας 3.3-18: Πύργοι O.S.R. - Όρια Μελέτης Παραδοχές

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

ΔΕΙΚΤΕΣ VALIDATION
600 ΤΟΤΕΣ/Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΠΥΡΓΟ

Πίνακας 3.3-19: Πύργοι Ο.Σ.Ρ. - Δείκτες Validation

ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
ΝΑ ΦΑΝΕΙ ΟΤΙ ΟΙ ΠΥΡΓΟΙ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΑΠΟΔΟΣΟΥΝ ΤΟ ΠΟΣΟ ΤΩΝ ΤΟΤΕΣ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΚΑΘΕ ΩΡΑ.

Πίνακας 3.3-20: Πύργοι Ο.Σ.Ρ. - Στόχοι Προσομοίωσης

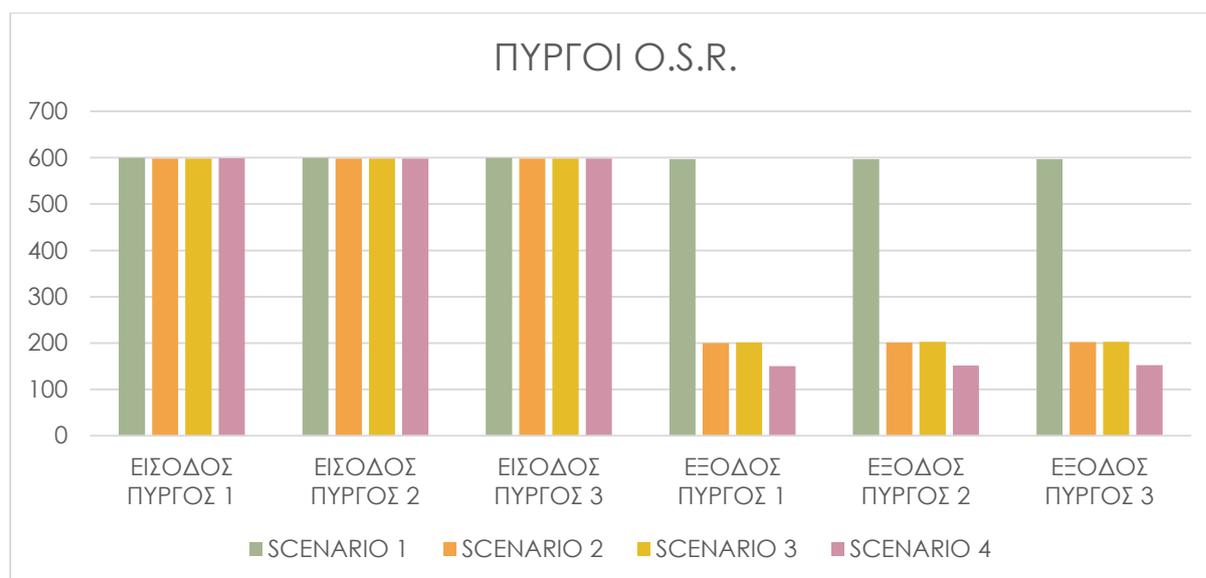
Σε όλα τα σενάρια που αναλύονται παρακάτω η είσοδος έχει οριστεί να είναι 600 totes/hour.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1: Είχε οριστεί κάθε πύργος να έχει δυνατότητα να απελευθερώνει 600 totes/ hour.

ΣΕΝΑΡΙΟ 2,4: Στόχος ήταν να εξεταστεί αν μπορεί να οριστεί ο κάθε πύργος να εξαγει αριθμό μικρότερο του 600 totes/h. Τυχαία επιλέχθηκαν τα 200totes / hour (1/3 της μέγιστης ζήτησης) (Σενάριο 2) και τα 150 totes/ hour (Σενάριο 4).

ΣΕΝΑΡΙΟ 3: Στόχος ήταν να εξεταστεί αν μπορεί να οριστεί ο κάθε πύργος να εξαγει αριθμό μικρότερο του 600 totes/h, σε μικρότερο κύκλο του μετρητή από αυτόν του σεναρίου 2. Και πάλι ο στόχος είναι τα 200totes / hour (1/3 της μέγιστης ζήτησης).

Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα τα αποτελέσματα των σεναρίων είναι τα προβλεπόμενα.



Διάγραμμα 3.3-12: Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – Σενάρια καθορισμού φόρτισης πύργων

#### ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

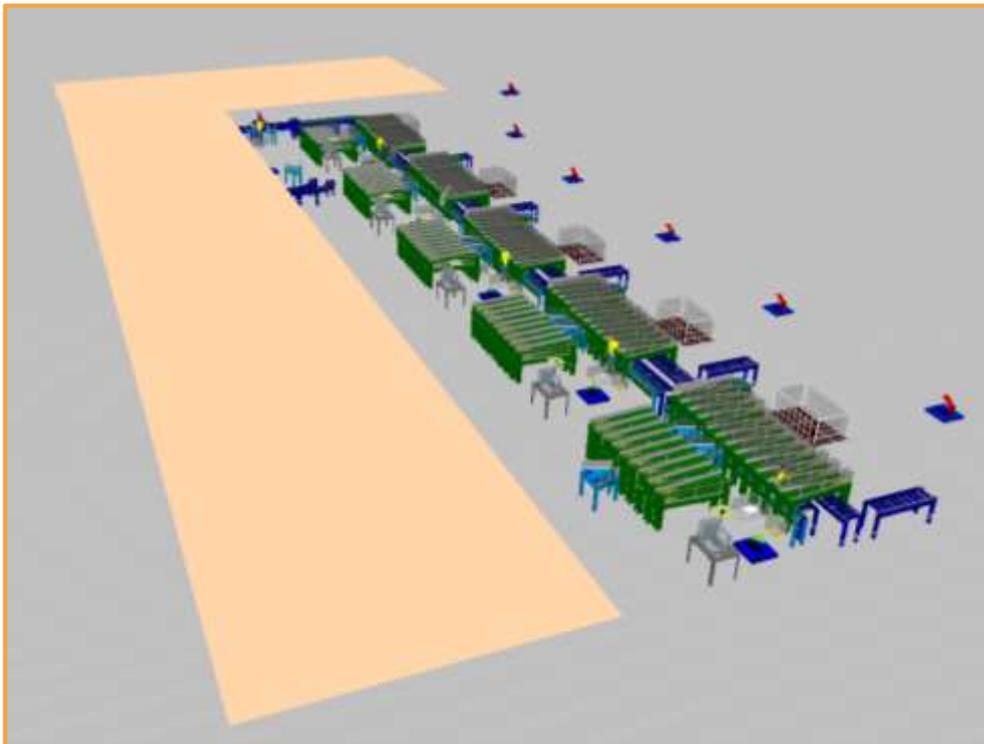
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Από αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται ότι το μοντέλο της εγκατάστασης είναι validated, με την έννοια ότι για τις θεωρητικές συνθήκες δίνει τα θεωρητικά αποτελέσματα. Επειδή η εγκατάσταση δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει ιστορικά δεδομένα, δεν μπορεί να γίνει πιο αξιόπιστο validation.

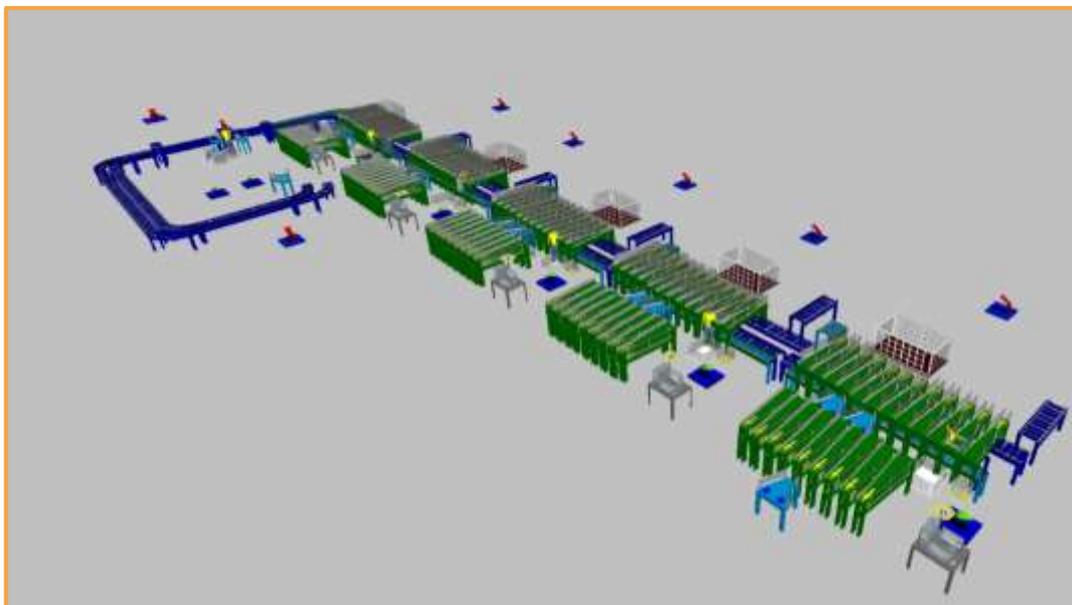
Αναλυτικά τα αποτελέσματα φαίνονται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**.

### 3.3.5 ΤΜΗΜΑ PICKING

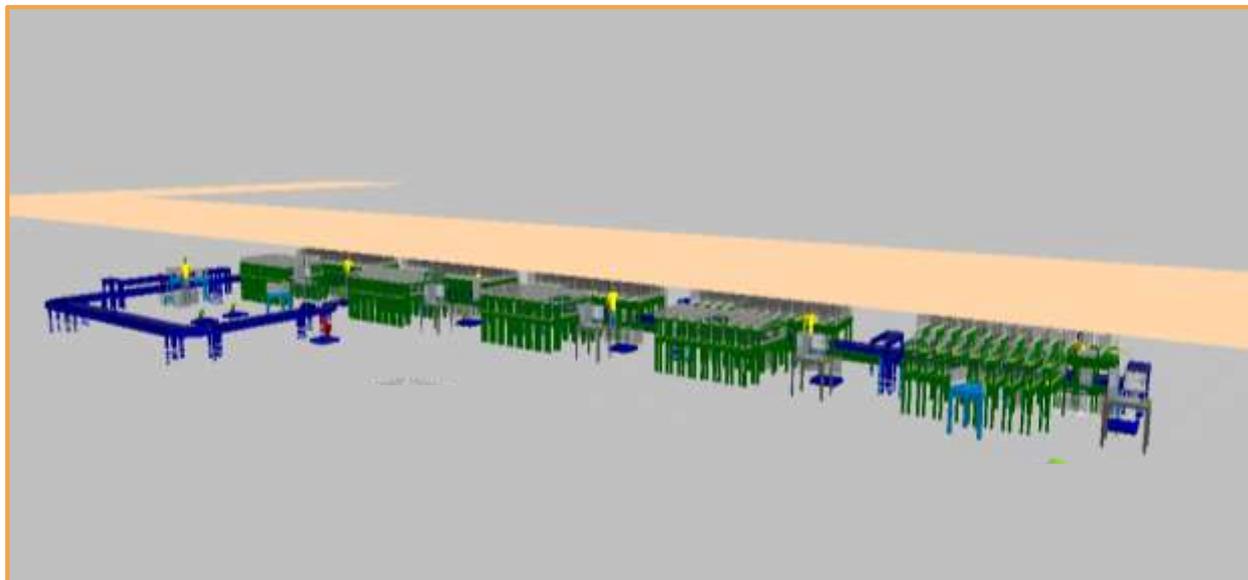
#### ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ



Εικόνα 3.3-16: Picking

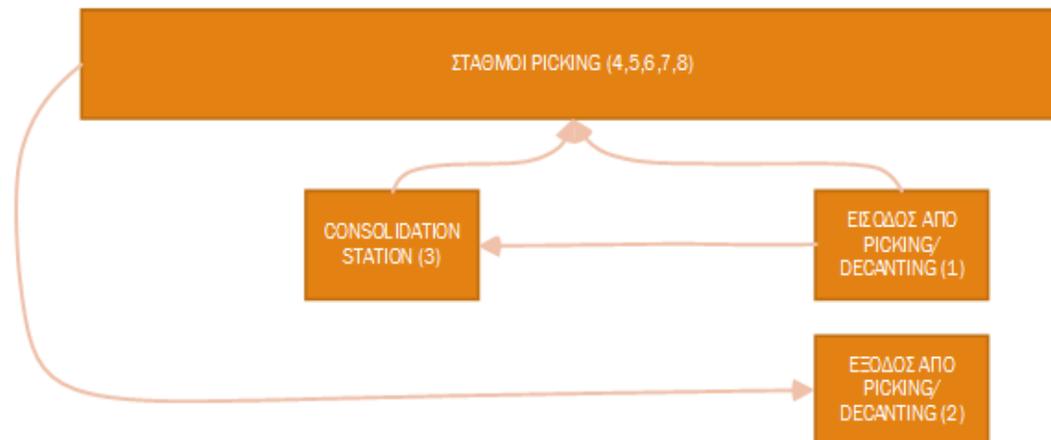
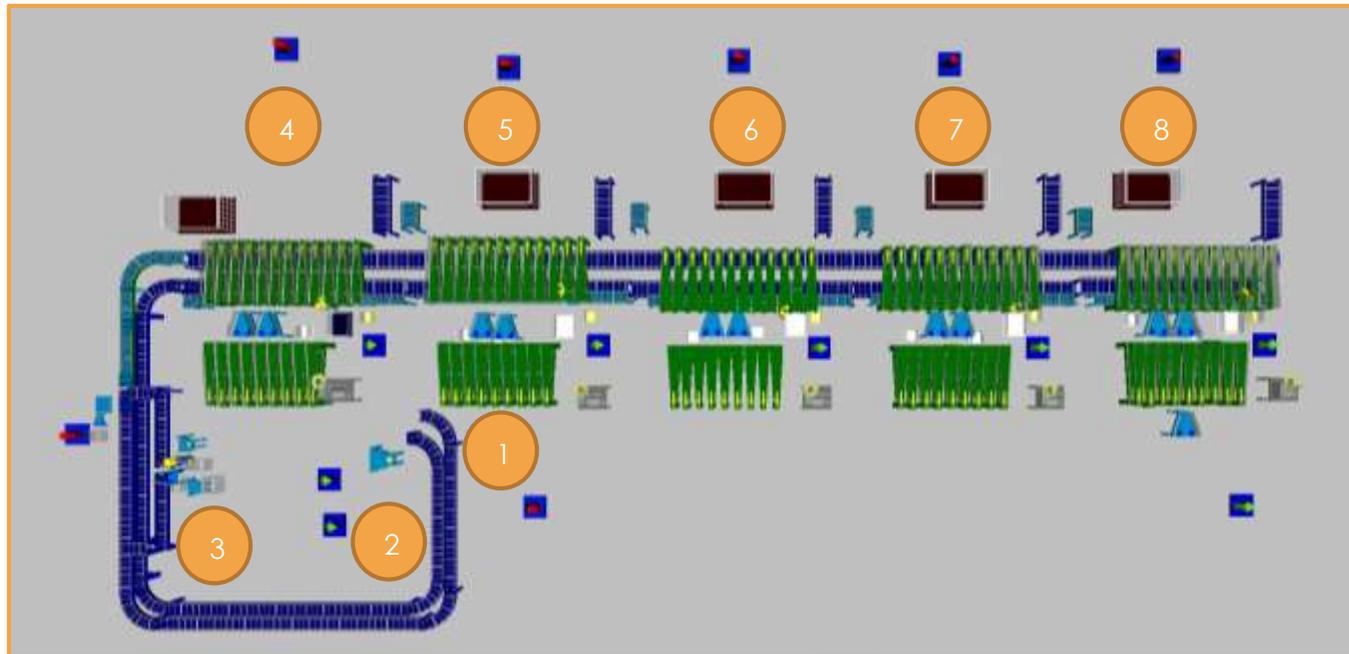


Εικόνα 3.3-17: Περιοχή Picking

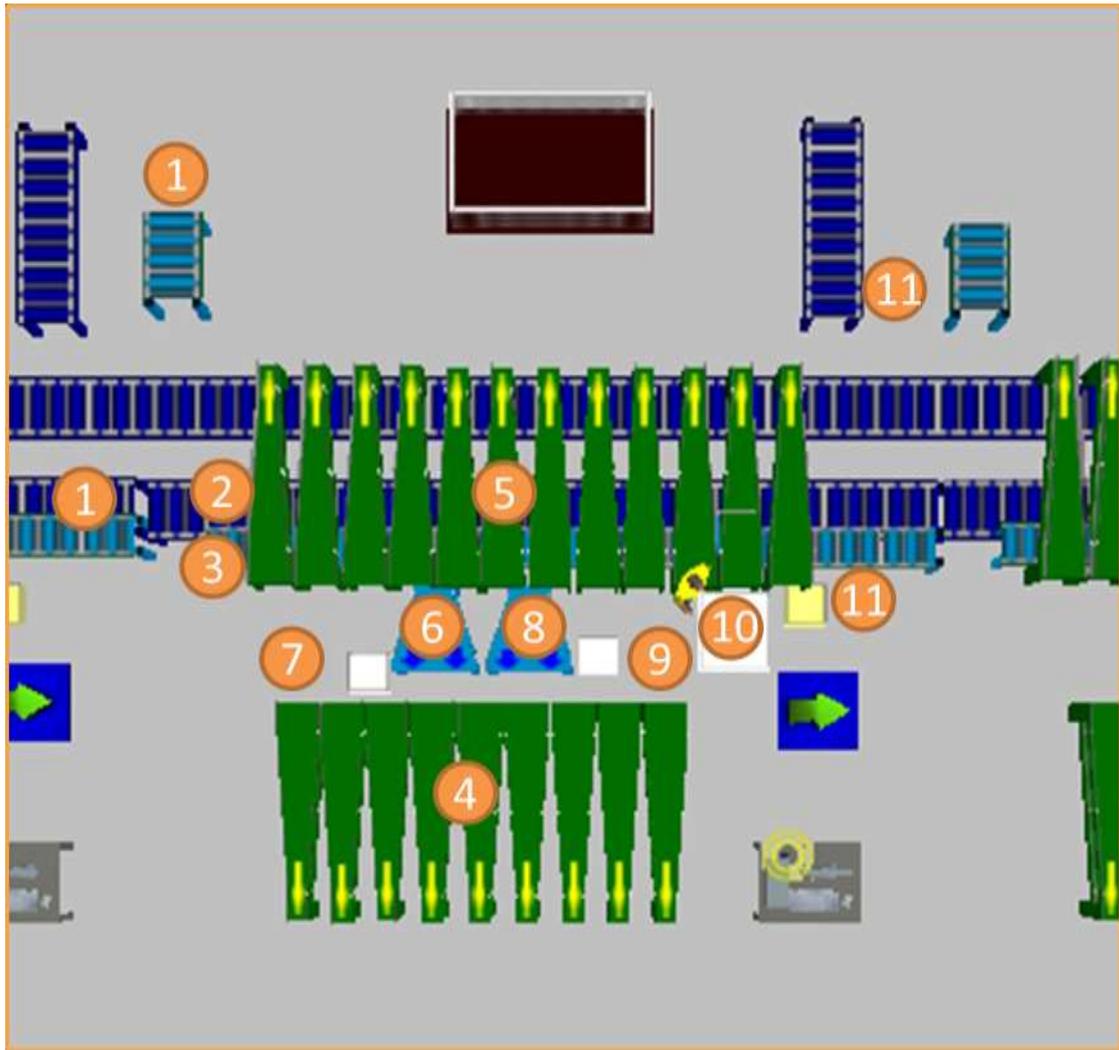


Εικόνα 3.3-18: Picking

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 3.3-19: Picking - Διαδρομές Totes



Εικόνα 3.3-20: Picking - Επεξήγηση Θέσεων

Σημεία σταθμών picking και οι λειτουργίες που εκτελούν:

- 1: Ραουλόδρομος εισόδου σταθμού.** Εισάγει τα totes στον σχετικό σταθμό
- 2: Μεσαιός ραουλόδρομος.** Οδηγεί τα totes που φτάνουν σε αυτόν, στον επόμενο σταθμό picking. Πρόκειται για totes για τα οποία τη δεδομένη στιγμή δεν υπάρχει χώρος να μπουν στον πρώτο ραουλόδρομο που προσπέρασαν (ραουλόδρομος 3)
- 3: Ραουλόδρομος επιλογής:** Είναι ο ραουλόδρομος που έχει θέσεις για 10 totes. Ο χειριστής κάθε φορά επιλέγει τεμάχια από το 1<sup>ο</sup> tote της δεκάδας. Όταν τελειώσει με αυτό, το ωθεί για να πάει παραπέρα και παίρνει τεμάχια για picking από το αμέσως επόμενο που έρχεται πρώτο.
- 4,5: Θυρίδες καταστημάτων:** ο χώρος που βρίσκονται τα cartons για κάθε κατάσταση, και όπου οι χειριστές τοποθετούν τα περιεχόμενα των totes.

**6,7,8,9: Τα αντικείμενα με τα παραπάνω νούμερα αντιπροσωπεύουν την διαδικασία picking:** Με σκοπό να μη χρειαστεί να τροφοδοτείται κάθε τότε με διαφορετικό ποσό αντικειμένων (στην περιοχή του decanting).

Η διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε για το picking είναι η παρακάτω:

- i. **Μετά το πέρας του ραουλόδρομου 3 τα totes εισέρχονται στον διαχωριστή 6:** Αυτός κάνοντας split στο τότε βγάζει 2 πανομοιότυπα totes. Το ένα πάει στο σημείο 7 και το άλλο στο σημείο 9. Από εκεί και πέρα οι πορείες τους είναι παράλληλες
- ii. **Σημείο 9:** τροφοδοτεί το σημείο 8
- iii. **Σημείο 8:** πρόκειται για άλλον ένα διαχωριστή στον οποίο **μπορεί να καθοριστεί το πλήθος των totes που προκύπτουν από τη διαιρέση**
- iv. **Σημείο 10:** Πάνε τα totes που προκύπτουν από το σημείο 8 και τοποθετούνται από τον χειριστή στα καταστήματα που είναι **ανοικτά κάθε στιγμή με τυχαίο τρόπο.**
- v. **Σημείο 7:** Παραμένει το αρχικό τότε μέχρι να μοιραστούν όλα τα περιεχόμενα του σημείου 10. Με αυτό τον τρόπο ελέγχεται οτι ολοκληρώνεται η επεξεργασία ενός τότε πριν γίνει η εισαγωγή του επόμενου.
- vi. **Σημείο 11:** Μεταφέρεται το τότε μετά το σημείο 7. Στο σημείο αυτό, βάσει ποσοστού δίνεται και η κατεύθυνση του εάν θα προχωρήσει στον επόμενο σταθμό, σε κάποιον άλλο σταθμό (πιθανά) ή στην έξοδο
- vii. **Σημείο 12:** Ραουλόδρομοι που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία των σταθμών.<sup>14</sup>

### ΛΟΓΙΚΗ- ΠΙΝΑΚΕΣ

Για την υλοποίηση της διαδικασία picking χρησιμοποιείται ένας αριθμός πινάκων από όπου ορίζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

<i>Όνομα Global Table</i>	<i>Μεταβλητές που ορίζονται</i>
<b>GT1</b>	Τρόπος ροής των totes προς τα υπόλοιπα τμήματα του μοντέλου Τρόπος ροής των totes ανάμεσα στους σταθμούς Ποσότητες totes που προκύπτουν από το split του δεύτερου separator Πιθανές ποσότητες ανα τεμάχιο που απαιτεί κάθε φορά το κάθε διαθέσιμο μαγαζί. Ποσοστό totes για είσοδο στον consolidation station
<b>PICKERS TIME</b>	Περιλαμβάνονται τα στοιχεία που αφορούν τον απαιτούμενο χρόνο του χειριστή για φόρτωση
<b>SEP_CONTENT _PERCENTAGE</b>	Σε κάθε σταθμό ορίζεται το πλήθος των τεμαχίων που δημιουργούνται από κάθε τότε.

<sup>14</sup> Φαίνεται να απέχουν από το υπόλοιπο μοντέλο, αυτό όμως δεν επηρεάζει τη λογική και έγινε μόνο για οπτικούς λόγους.

<i>Όνομα Global Table</i>	<i>Μεταβλητές που ορίζονται</i>
<b>St_1 (έως 5) Stores</b>	Καθορίζεται ποια καταστήματα σε κάθε σταθμό θα είναι ανοικτά και για πόσο χρόνο. Για κάθε κατάσταση καθορίζεται τι πλήθος τεμαχίων απαιτείται για το σχηματισμό ενός carton.

**Πίνακας 3.3-21: Picking - Πίνακες**

Όλα τα δεδομένα που τίθενται μέσω πινάκων μπορούν να αλλάξουν ανά πάσα στιγμή, ακόμη και κατά το 'τρέξιμο' του μοντέλου.

## ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

**I. Όποτε κάθε σταθμός picking είναι διαθέσιμος, δέχεται totes.** Στο μοντέλο τα totes δεν φεύγουν από τους πύργους ή το decanting με σκοπό να πάνε σε έναν ορισμένο σταθμό picking. Εδώ τα totes εισέρχονται στους σταθμούς όταν αυτοί είναι διαθέσιμοι, αφού σκοπός είναι εξεταστούν οι μέγιστες δυνατότητες της εγκατάστασης.

### **II. Πορεία totes μετά την επεξεργασία τους από έναν σταθμό**

Εφόσον ένα tote «επεξεργαστεί» από έναν σταθμό, μπορεί:

- Να συνεχίσει στον αμέσως επόμενο
- Να συνεχίσει για κάποιον άλλο σταθμό
- Να οδηγηθεί στην έξοδο

**Η επιλογή της πορείας του γίνεται βάσει ποσοστού** (πχ. Από τα totes που βγαίνουν από τον 2<sup>ο</sup> σταθμό picking, το 20% θα πάει στον 3<sup>ο</sup> σταθμό, το 50% θα πάει σε άλλον επόμενο και το 30% θα οδηγηθεί προς την έξοδο).

Κάθε tote, (αν και όταν φτάνει στο σταθμό picking έχει περιεχόμενο 1), μπορεί περνώντας από κατάλληλο αντικείμενο να διασπαστεί

**δημιουργώντας έτσι τα 'τεμάχια' που θα χρησιμοποιηθούν για το picking.**

Να σημειωθεί ότι αυτό δεν προκαλεί τη προσθήκη επιπλέον χρόνου. Ο χρόνος που χρεώνεται για το picking κάθε καταστήματος είναι ο χρόνος που κάνει ο χειριστής του σταθμού για να τοποθετήσει τα αντικείμενα στη σωστή θέση. **Το πλήθος των τεμαχίων στα οποία 'διασπάται ένα tote' καθορίζεται από το χρήστη σε κάθε σενάριο**

### **III. Τρόπος εκτέλεσης picking από τον χειριστή**

Στο μοντέλο θεωρείται ότι στη πραγματική εγκατάσταση μία διαδρομή του χειριστή καλύπτει την επιλογή, τη μεταφορά και τη τοποθέτηση ενός τεμαχίου. Η αρχική εκτίμηση είναι ότι ο χειριστής αφιερώνει **10sec** για την επιλογή **κάθε τεμαχίου από 1 tote σε 1 κατάσταση.**

### **IV. Ραουλόδρομος Buffer**

Όπως έχει σημειωθεί **όλα τα totes που φτάνουν στο τμήμα του picking θα πρέπει να περάσουν από έναν τουλάχιστον σταθμό**. Ταυτόχρονα όμως ένα tote μπορεί να εισέλθει σε έναν σταθμό μόνο εάν μία από τις 10 διαθέσιμες θέσεις για totes είναι κενή (μιλάμε τουλάχιστον για την τελευταία θέση από τις 10, καθώς τα totes προωθούνται και δεν επιλέγει ο χειριστής όποιο θέλει για να κάνει το picking. Έτσι λοιπόν σε περιπτώσεις όπου όλοι οι σταθμοί είναι σε πλήρη λειτουργία προέκυψε το φαινόμενο τα totes απλά να διέρχονται από τους ραουλόδρομους και χωρίς να επεξεργάζονται από κάποιο σταθμό να κατευθύνονται προς το decanting ή τους πύργους. **Για να αποφευχθεί αυτό** τοποθετήθηκε ο **ραουλόδρομος buffer** (ο οποίος υπάρχει κανονικά στην εγκατάσταση, αλλά στο μοντέλο του προστέθηκε επιπλέον λογική), ο οποίος εντοπίζει τα totes που δεν έχουν επεξεργαστεί και τα ξαναοδηγεί στη πλευρά των σταθμών.<sup>15</sup>

Σε περίπτωση μεγάλης φόρτισης του τμήματος των σταθμών όλο και περισσότερα totes βγαίνουν από το κομμάτι του picking χωρίς να έχουν επεξεργαστεί, οπότε συσσωρεύονται στο buffer. Όμως τα φυσικά χαρακτηριστικά αυτού του τμήματος των ραουλόδρομων δεν επιτρέπουν τη συσσώρευση πάνω από **20 totes κάθε στιγμή**. Σε περίπτωση που ξεπεραστεί αυτό το όριο, το όποιο σενάριο σταματά ως ανέφικτο.

### **V. Τροφοδοσία Consolidation Station**

Το πλήθος των totes που οδηγούνται στον σταθμό **καθορίζεται βάσει ποσοστού των διερχομένων totes από τον προηγούμενο ραουλόδρομο**.

Η συγχώνευση μπορεί να γίνει από:

- 2 totes
- 3 totes
- 4 totes

σε 1 tote. Μετά τη συγχώνευση το γεμάτο tote κατευθύνεται προς τους πύργους O.S.R. και τα άδεια επιστρέφουν στο decanting για να γεμίσουν.

Ο χρόνος που έχει υποθεθεί για τον χειριστή του σταθμού consolidation είναι σε κάθε περίπτωση ίδιος με αυτόν των χειριστών στο picking.

### **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ**

Έξι είναι οι παράγοντες που οδηγούν στην παραμετροποίηση του μοντέλου όσον αφορά το picking:

---

<sup>15</sup> Και στην πραγματικότητα, αν δεν υπάρχει ελεύθερη θέση στους σταθμούς, τότε το tote κάνει loop επάνω στο ραουλόδρομο και δεν επιστρέφει ούτε στο OSR ούτε φυσικά στο decanting.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

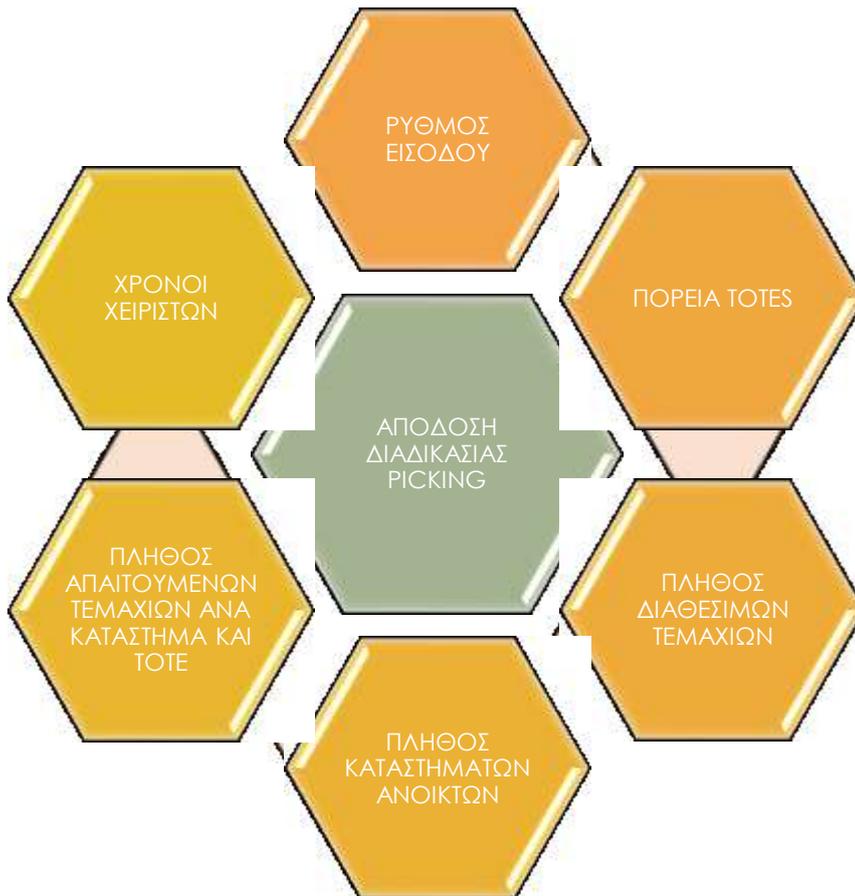
1. Ο ρυθμός εισόδου των totes (totes/hour)
2. Η πορεία των totes μετά την πρώτη επεξεργασία τους (αν θα περάσουν από περισσότερους από 1 σταθμούς)
3. Το πλήθος των τεμαχίων που προκύπτει από κάθε tote.
4. Το πλήθος των ανοικτών κάθε φορά καταστημάτων:
5. Το πλήθος τεμαχίων που απαιτεί το κάθε carton που διαμορφώνεται σε κάθε κατάσταση.
6. Τα χαρακτηριστικά του χειριστή (πόσο χρόνο χρειάζεται για να φορτώσει και να ξεφορτώσει κάθε τεμάχιο).

Για τον consolidation station μπορεί από πίνακα να καθορισθεί το ποσοστό των totes που διέρχονται από τον σταθμό.

Το πλήθος των totes που οδηγείται στον consolidation station δεν επιβαρύνει τη λειτουργία των σταθμών αφού:

- Αφορά μόνο ένα ποσοστό των totes
- Μετά τη συγχώνευση τους, τα άδεια totes οδηγούνται στο decanting και τα γεμάτα στο O.S.R. οπότε δεν απασχολούν παραπάνω την εγκατάσταση picking

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 3.3-21: Pickling - Παράγοντες Παραμετροποίησης

### ΣΗΜΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

- i. Το πλήθος των κιβωτίων που εξέρχονται από κάθε σταθμό (**πρέπει να είναι ~ 22κιβώτια / h**) Φαίνεται από τα σημεία παρατήρησης:
  - **Pick St 1: Cartons/hour**
  - **Pick St 2: Cartons/hour**
  - **Pick St 3: Cartons/hour**
  - **Pick St 4: Cartons/hour**
  - **Pick St 5: Cartons/hour**
- ii. Το πλήθος των τεμαχίων που μπορεί να κάνει picking ο χειριστής σε κάθε σταθμό (**πρέπει να είναι ~ 350 τμχ/ hour**) . Φαίνεται από τα σημεία παρατήρησης:
  - **Pick St 1: Totes/hour**
  - **Pick St 2: Totes/hour**
  - **Pick St 3: Totes/hour**
  - **Pick St 4: Totes/hour**
  - **Pick St 5: Totes/hour**
- iii. Το πλήθος των totes που βρίσκονται κάθε στιγμή πάνω στον Ραουλόδρομο Buffer. Φαίνεται από το σημείο παρατήρησης:
  - **Buffer Content**

### **ΤΜΗΜΑΤΙΚΟ VALIDATION**

Οπότε βάσει των παραπάνω τα σενάρια που θα εξεταστούν είναι τα εξής:

1. Ο ρυθμός εισόδου των totes (totes/hour):

Οι ρυθμοί εισόδου που εξετάστηκαν είναι ανά :

- 3 sec (1200 totes/hour)
- 4 sec (900 totes/hour)
- 5 sec (720 totes/hour)
- 6 sec (600 totes/hour)
- 7 sec (514 totes/hour)
- 8 sec (450 totes/hour)
- 9 sec (400 totes/hour)

2. Η πορεία των totes μετά την πρώτη επεξεργασία τους

- Θα εξεταστεί το 100% των totes να εξέρχεται απευθείας από τους σταθμούς μετά την πρώτη επεξεργασία τους.
- Επίσης θα εξεταστεί το:
  - 20%
  - 50%
  - 70%

Να εξυπηρετείται και από άλλους σταθμούς

3. Το πλήθος των ανοικτών κάθε φορά καταστημάτων που είναι διαθέσιμα για να τροφοδοτηθούν με totes <sup>16</sup>:

- 5
- 15
- 30

καταστήματα.

4. Το πλήθος τεμαχίων που απαιτεί το κάθε carton που διαμορφώνεται για κάθε κατάστημα.

- 5 (τεμάχια πολύ μεγάλου όγκου)
- 16 (μέσος όρος)
- 25 (τεμάχια πολύ μικρού όγκου)

5. Το χρόνο του κάθε χειριστή για φορτοεκφόρτωση

- 8 sec
- 9 sec

---

<sup>16</sup> Η εγκατάσταση έχει δυναμικότητα να τροφοδοτήσει 150 καταστήματα. Η αλυσίδα τη δεδομένη στιγμή έχει 75.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- 10 sec
- 12 sec
- 14 sec
- 16 sec

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ
5 ΣΤΑΘΜΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΚΑΘΕ ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΑΣΧΟΛΕΙ: <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 ΑΤΟΜΟ ΩΣ PICKER</li><li>• 1-2 ΑΤΟΜΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ CARTONS ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ</li></ul>
30 ΘΥΡΙΔΕΣ ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΤΑΘΜΟ, ΠΟΥ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΟΥΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ, ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΘΟΥΝ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΣΤΑΘΜΟ
Ο PICKER ΑΣΧΟΛΕΙΤΑΙ ΚΑΘΕ ΦΟΡΑ ΜΕ ΕΝΑ ΤΟΤΕ
16 ΤΜΧ ΑΠΟ ΤΟΤΕΣ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΜΕΣΟ ΟΡΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ CARTON
22 CARTON / HOUR ΕΙΝΑΙ Ο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
350 ΤΜΧ/Η ΕΙΝΑΙ Ο ΡΥΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ PICKER
ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΕΝΟΣ CARTON ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΕΝΑΣ Ή ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟΙ ΚΩΔΙΚΟΙ
1 ΤΟΤΕ ΠΕΡΝΑΕΙ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΣΤΑΘΜΟ PICKING
1 ΤΟΤΕ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΕΙΤΕ ΝΑ ΟΔΗΓΗΘΕΙ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΞΟΔΟ Ή ΑΛΛΟ ΣΤΑΘΜΟ
1200 ΤΟΤΕΣ/ Η ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΦΕΡΟΥΝ ΟΙ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ
0,27 Μ/SEC ΕΙΝΑΙ Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΩΝ

Πίνακας 3.3-22: Picking - Συγκεντρωτικά Δεδομένα

ΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ
ΔΕΝ ΜΕΛΕΤΑΤΑΙ Ο ΤΡΟΠΟΣ ΕΞΟΔΟΥ ΤΩΝ CARTONS ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΜΜΑΤΙ ΤΟΥ PICKING
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΟΝΟ Ο PICKER ΚΑΙ ΟΧΙ ΤΑ ΑΛΛΑ ΑΤΟΜΑ ΠΟΥ ΕΡΓΑΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΩΝ CARTONS
ΚΑΤΑΛΗΨΗ ΤΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ PICKING ΚΑΙ ΟΧΙ ΣΤΟΧΕΥΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΤΟΤΕΣ ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΤΑΘΜΟ
ΔΕΝ ΑΦΟΡΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ Η ΜΕΤΕΠΕΙΤΑ ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ CARTONS

Πίνακας 3.3-23: Picking - Όρια Μελέτης Παραδοχές

ΔΕΙΚΤΕΣ VALIDATION
ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΩΝ: ΝΑ ΕΧΕΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΝΑ ΑΝΤΕΞΕΙ ΤΗ ΚΙΝΗΣΗ 1200 ΤΟΤΕΣ/Η ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΥ.
~22 CARTONS / HOUR ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟ
~ 350 ΤΜΧ / HOUR ΑΝΑ ΧΕΙΡΙΣΤΗ

Πίνακας 3.3-24: Picking - Δείκτες Validation

ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
ΝΑ ΕΞΕΤΑΣΤΟΥΝ ΣΕΝΑΡΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΑΡΙΘΜΟ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ, ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣ ΜΟΙΡΑΣΜΑ ΚΛΠ

Πίνακας 3.3-25: Picking - Στόχοι Προσομοίωσης

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Οι ομάδες σεναρίων που εξετάστηκαν είναι αυτές στον παρακάτω πίνακα και αποτελούν παραλλαγές της ομάδας 1. Το πλήθος των σεναρίων είναι μεγάλο και για αυτά χρησιμοποιήθηκε και πάλι ο Experimenter. Αυτή η διαδικασία γίνεται **για να προσδιοριστούν οι συνθήκες για τις οποίες επιτυγχάνονται οι θεωρητικές αποδόσεις**.<sup>17</sup> Οπότε για τη περίπτωση του picking, η διαδικασία του validation και η διαδικασία εξέτασης σεναρίων εν γένει θα γίνουν ταυτόχρονα.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΟΜΑΔΑ 1	ΟΜΑΔΑ 2	ΟΜΑΔΑ 3	ΟΜΑΔΑ 4	ΟΜΑΔΑ 5
<b>ΡΥΘΜΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΟΤΕΣ</b>	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8,9	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8,9	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8,9	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8,9	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8,9
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΤΜΧ ΠΟΥ ΣΠΑΕΙ ΤΟ ΚΑΘΕ ΤΟΤΕ</b>	ΑΝΑ 1,3,5	3	3	3	3
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΑΓΑΖΙΩΝ</b>	5	5	ΑΝΑ 5,15,30	5	5
<b>ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ</b>	0%	0%	0%	ΑΝΑ 20%, 50%, 70% ΝΑ ΠΕΡΝΟΥΝ ΑΠΟ ΆΛΛΟ ΣΤΑΘΜΟ	0%
<b>ΧΡΟΝΟΙ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ</b>	10	ΑΝΑ 5,6,7,8,9,10	10	5	5
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΤΟΤΕ</b>	16	16	16	16	5, 16,25
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ</b>	21	42	21	21	21

Πίνακας 3.3-26: Picking - Ομάδες Σεναρίων

<sup>17</sup> Αν και αυτό φαίνεται σαν «εξαναγκασμένο» validation, πρέπει να γίνει, αφού για τους παράγοντες που εκτιμάται ότι επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος δεν έχουμε ξεκάθαρες εκτιμήσεις.

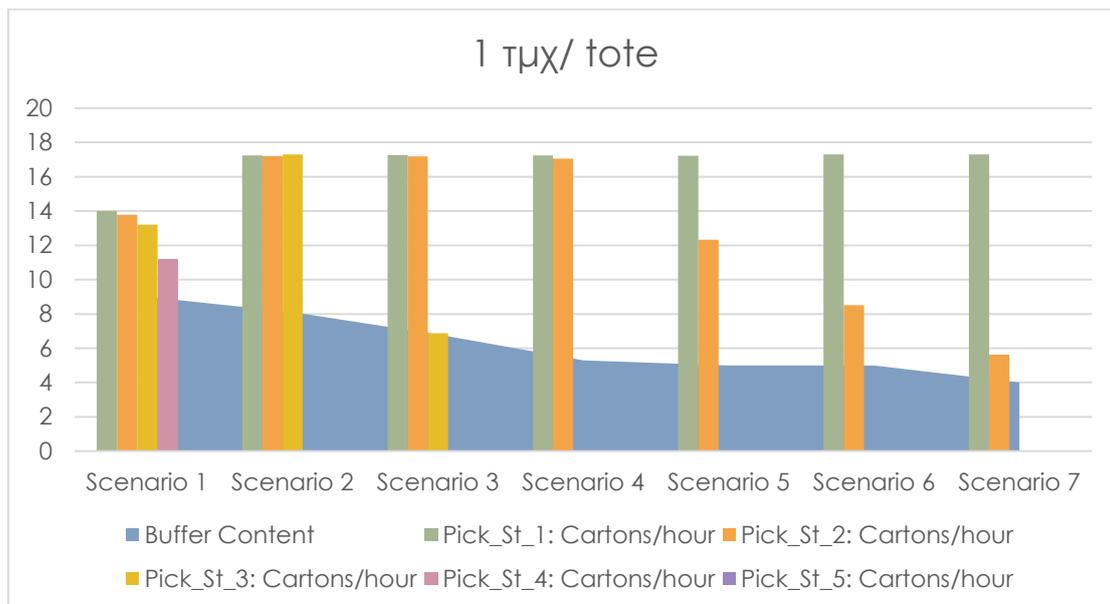
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### ΟΜΑΔΑ 1: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΣΕΝΑΡΙΑ 1-7	ΣΕΝΑΡΙΑ 8-14	ΣΕΝΑΡΙΑ 15-21
ΡΥΘΜΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΟΤΕ	ANA 3,4,5,6,7, 8,9 SEC	ANA 3,4,5,6,7, 8,9 SEC	ANA 3,4,5,6,7, 8,9 SEC
ΠΛΗΘΟΣ ΤΜΧ ΠΟΥ ΣΠΑΕΙ ΤΟ ΚΑΘΕ ΤΟΤΕ	1	3	5
ΠΛΗΘΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΑΓΑΖΙΩΝ	5	5	5
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ	0%	0%	0%
ΧΡΟΝΟΙ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ	10	10	10
ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΤΟΤΕ	16	16	16

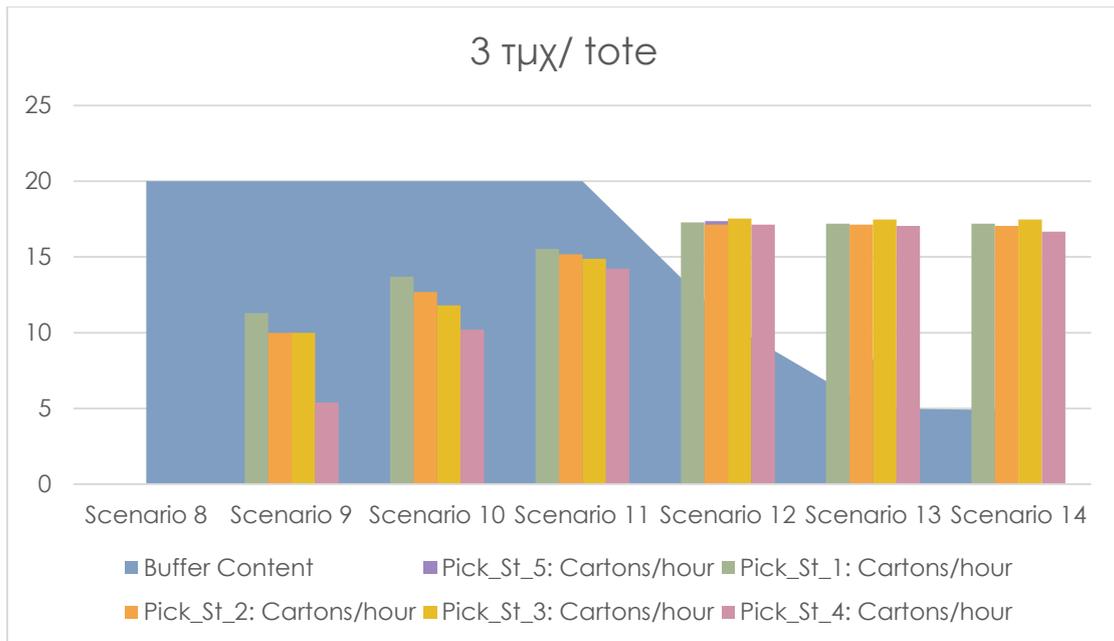
Πίνακας 3.3-27: Picking - Ομάδα 1

Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα. Να σημειωθεί ότι σε όποια διαγράμματα εμφανίζεται δευτερεύων άξονας, αφορά τη μεταβλητή Buffer Content

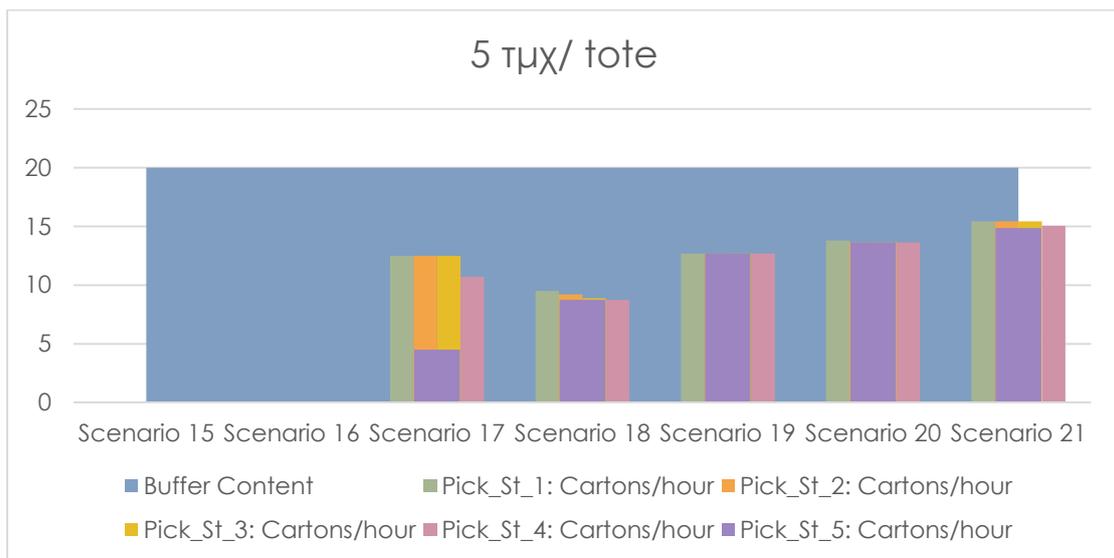


Διάγραμμα 3.3-13: Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Carton/hour) για εξαγωγή 1 τμχ από κάθε tote.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

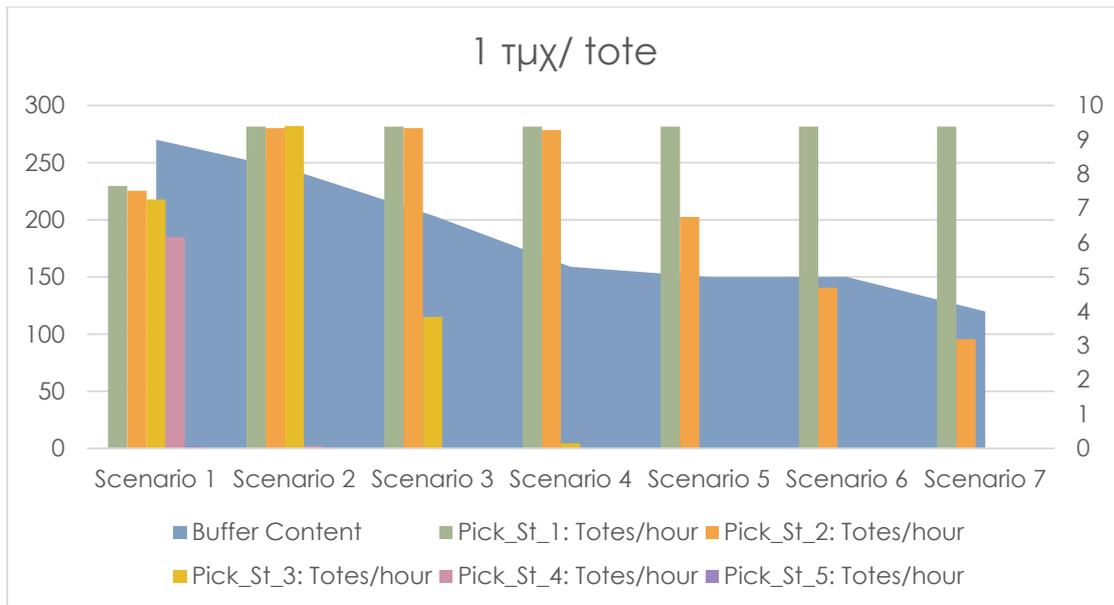


**Διάγραμμα 3.3-14: Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Carton/hour) για εξαγωγή 3 τμχ από κάθε tote.**

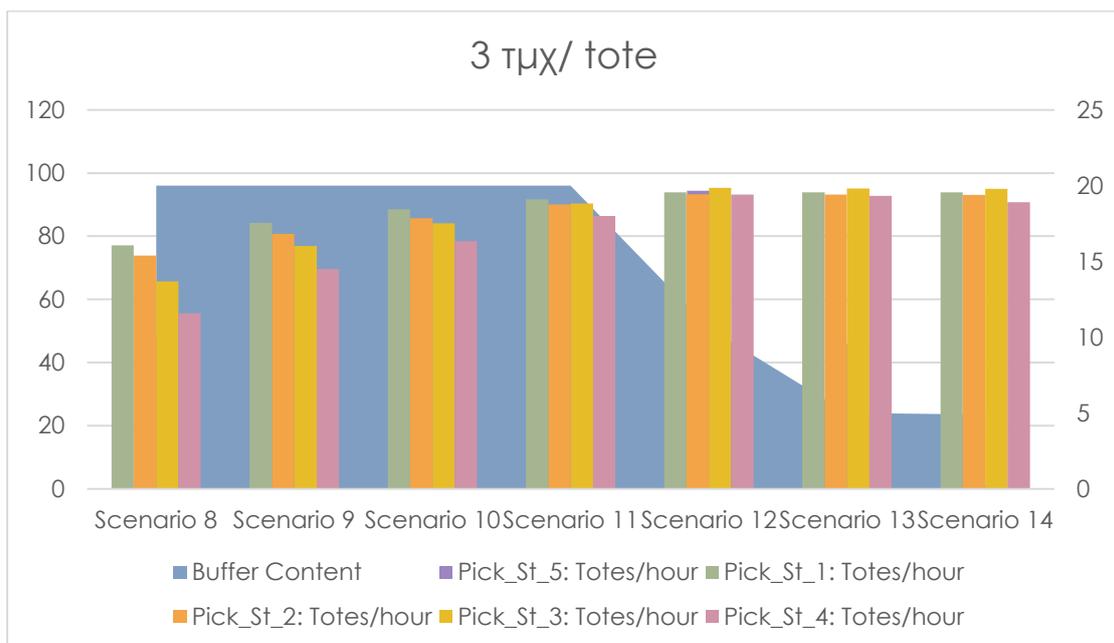


**Διάγραμμα 3.3-15: Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Carton/hour) για εξαγωγή 5 τμχ από κάθε tote.**

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

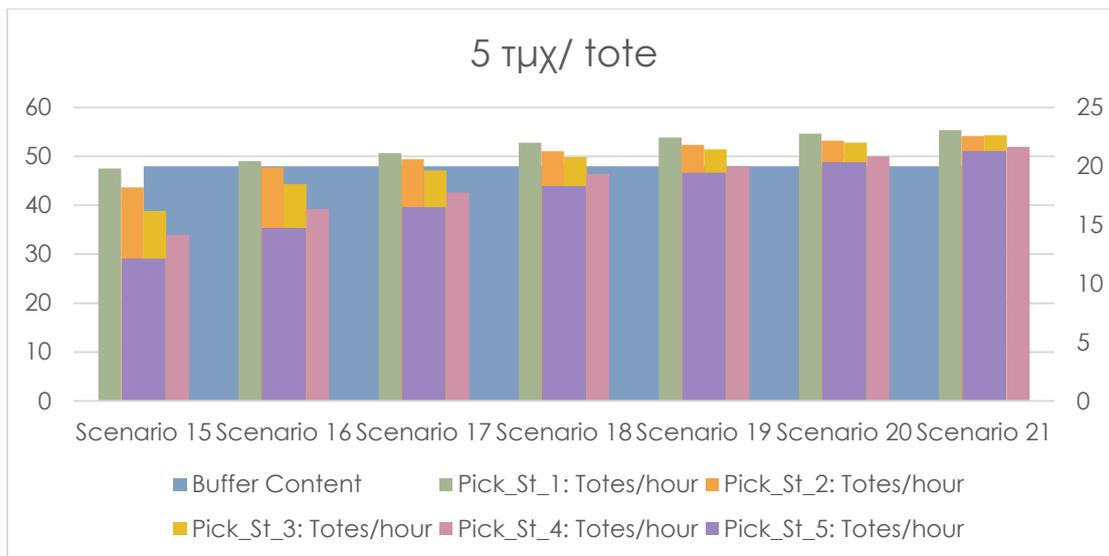


Διάγραμμα 3.3-16 Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Totes/hour) για εξαγωγή 1 τμχ από κάθε tote.



Διάγραμμα 3.3-17 Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Totes/hour) για εξαγωγή 3 τμχ από κάθε tote

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-18 Picking - Ομάδα 1 - Απόδοση (Totes/hour) για εξαγωγή 5 τμχ από κάθε tote

#### ΣΧΟΛΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ:

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕ ΝΩΝ CARTONS / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙ ΚΟ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕ ΝΩΝ TOTES / HOUR	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕ ΝΩΝ ΤΜΧ / / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙ ΚΟ
Scenario 1	52,17	47%	859,4	859,4	49%
Scenario 2	51,743	47%	846,03	846,03	48%
Scenario 3	41,317	38%	676,94	676,94	39%
Scenario 4	34,3	31%	564,44	564,44	32%
Scenario 5	29,56	27%	483,91	483,91	28%
Scenario 6	25,81	23%	422,39	422,39	24%
Scenario 7	22,93	21%	377,09	377,09	22%
Scenario 12	86,47	79%	469,93	1409,79	81%
Scenario 13	77,107	70%	420,88	1262,64	72%
Scenario 14	68,393	62%	373,92	1121,76	64%

Πίνακας 3.3-28: Picking – Ομάδα 1 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη

- Και από τα διαγράμματα αλλά και τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι πιο κοντά στα θεωρητικά δεδομένα είναι η περίπτωση των 3 τμχ / tote (~80%) δεδομένα
- 1τμχ / tote:
  - Πολύ μικρή χρήση χειριστών για τα περισσότερα σεναρία τροφοδοσίας

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- Ουσιαστικά θα μπορούσε να λειτουργήσει με λιγότερους σταθμούς
- Κάτω από τα θεωρητικά όρια
- 5 τμχ / tote:
  - Όλα τα σενάρια είναι ανέφικτα λόγω της φόρτισης στο ραουλόδρομο buffer (αφού πρέπει να μοιραστούν 5 τμχ από κάθε tote, τα υπόλοιπα ανακυκλώνονται μέχρι να εξυπηρετηθούν. Ταυτόχρονα έρχονται και τα επόμενα και άρα ο ραουλόδρομος μπλοκάρει)

Όσον αφορά τα totes/hour που εξυπηρετούνται ανα σταθμό οι μεταβολές που παρουσιάζονται είναι αρκετά μεγάλες:

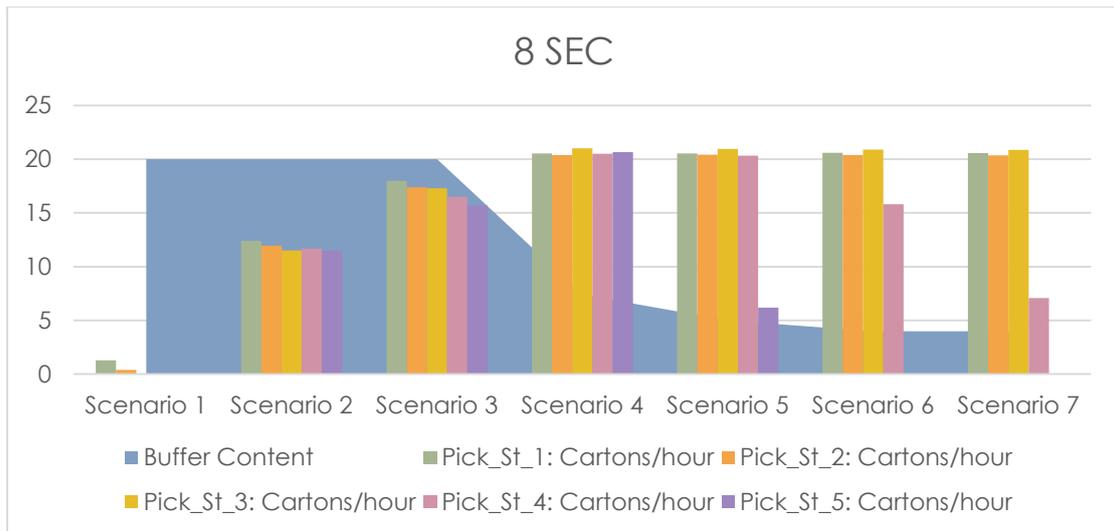
- 1 τμχ / tote αρκούν 2 σταθμοί για να καλύψουν τη ζήτηση σε κάθε περίπτωση
- 3 τμχ/ tote απαιτούνται 4 σταθμοί ανάλογα με τη τροφοδοσία για να καλύψουν τη ζήτηση.

#### ΟΜΑΔΑ 2: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

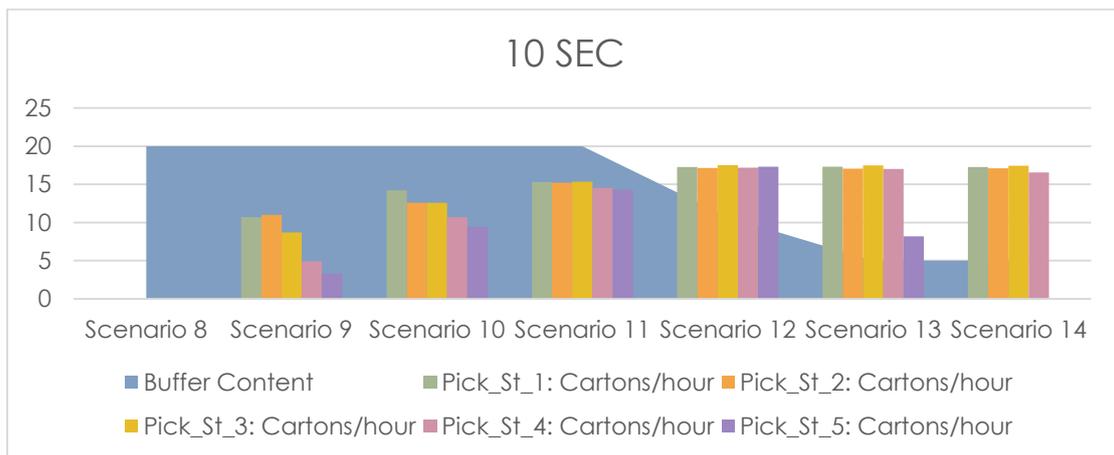
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΣΕΝΑΡΙΑ 1-7	ΣΕΝΑΡΙΑ 8-14	ΣΕΝΑΡΙΑ 15-21	ΣΕΝΑΡΙΑ 22-28	ΣΕΝΑΡΙΑ 29-35
<b>ΡΥΘΜΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΟΤΕΣ</b>	ΑΝΑ 3,4,5,6,7, 8,9 SEC				
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΤΜΧ ΠΟΥ ΣΠΑΕΙ ΤΟ ΚΑΘΕ ΤΟΤΕ</b>	3	3	3	3	3
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΑΓΑΖΙΩΝ</b>	5	5	5	5	5
<b>ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ</b>	0%	0%	0%	0%	0%
<b>ΧΡΟΝΟΙ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ</b>	8	10	12	14	16
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΤΟΤΕ</b>	16	16	16	16	16

Πίνακας 3.3-29: Picking - Ομάδα 2

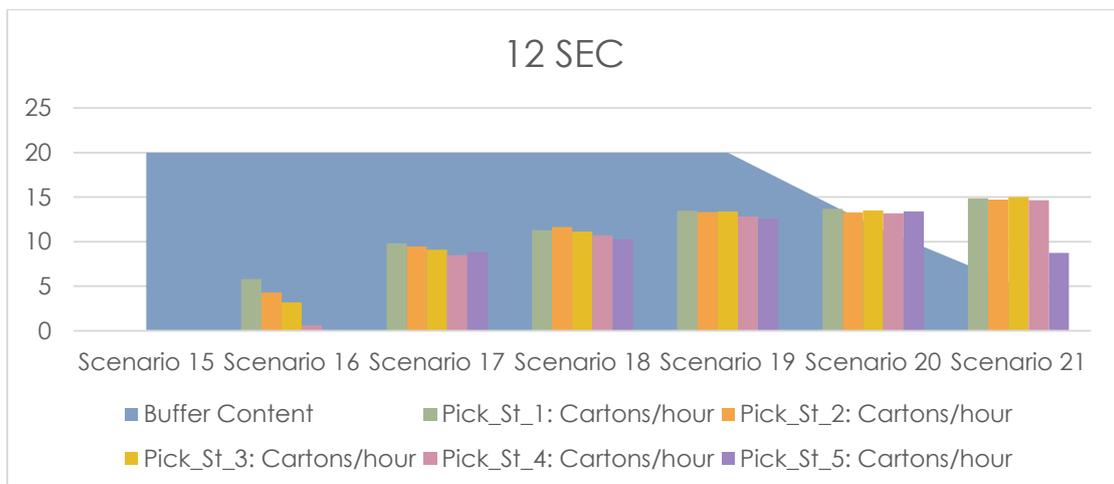
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-19: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 8 sec / τεμάχιο.

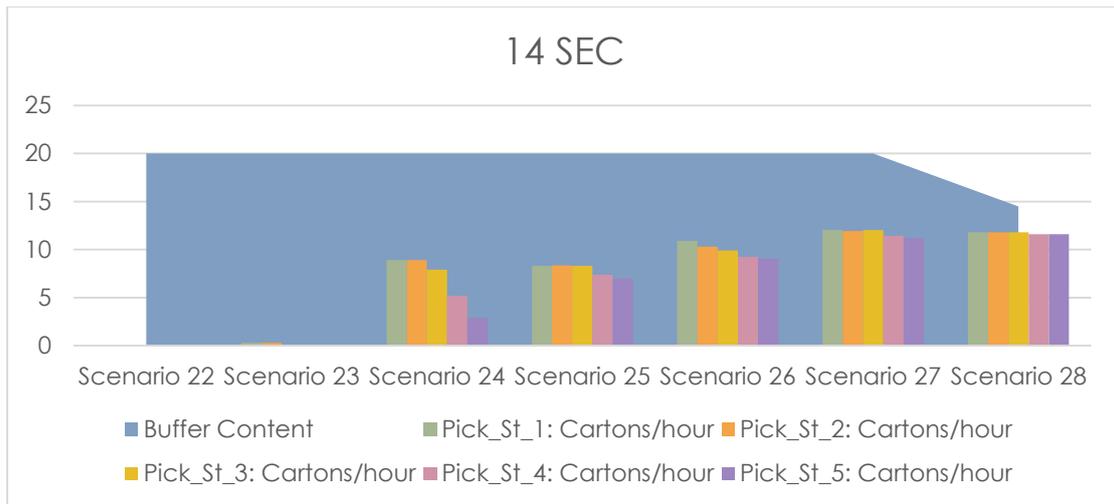


Διάγραμμα 3.3-20: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 10 sec / τεμάχιο.

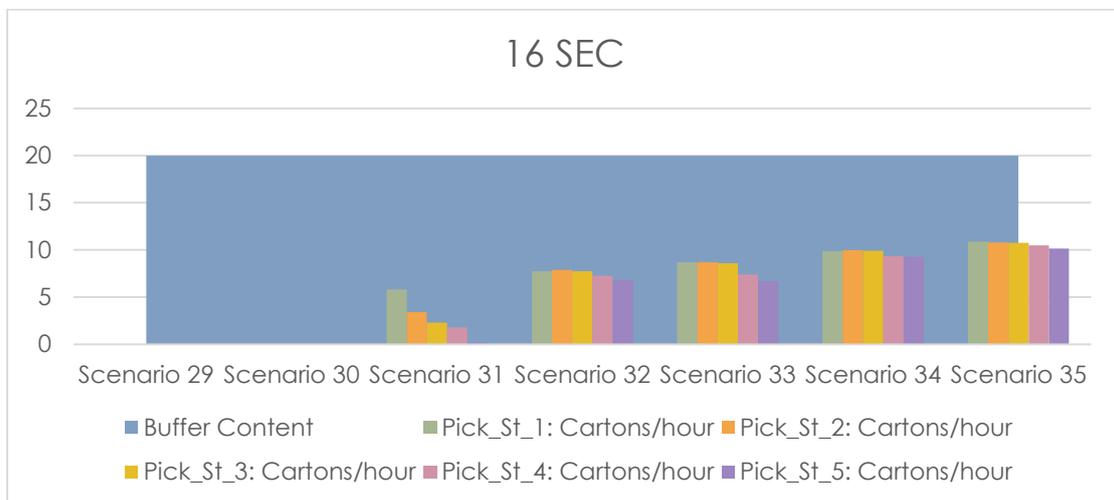


Διάγραμμα 3.3-21: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 12 sec / τεμάχιο.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

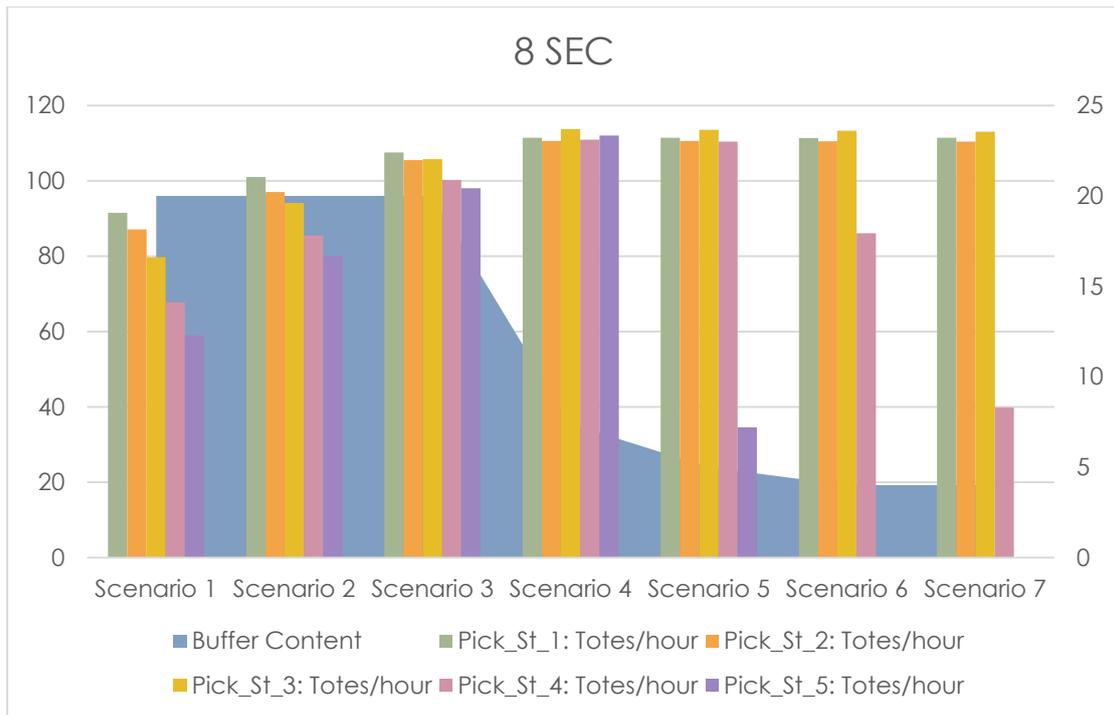


Διάγραμμα 3.3-22: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 14 sec / τεμάχιο.

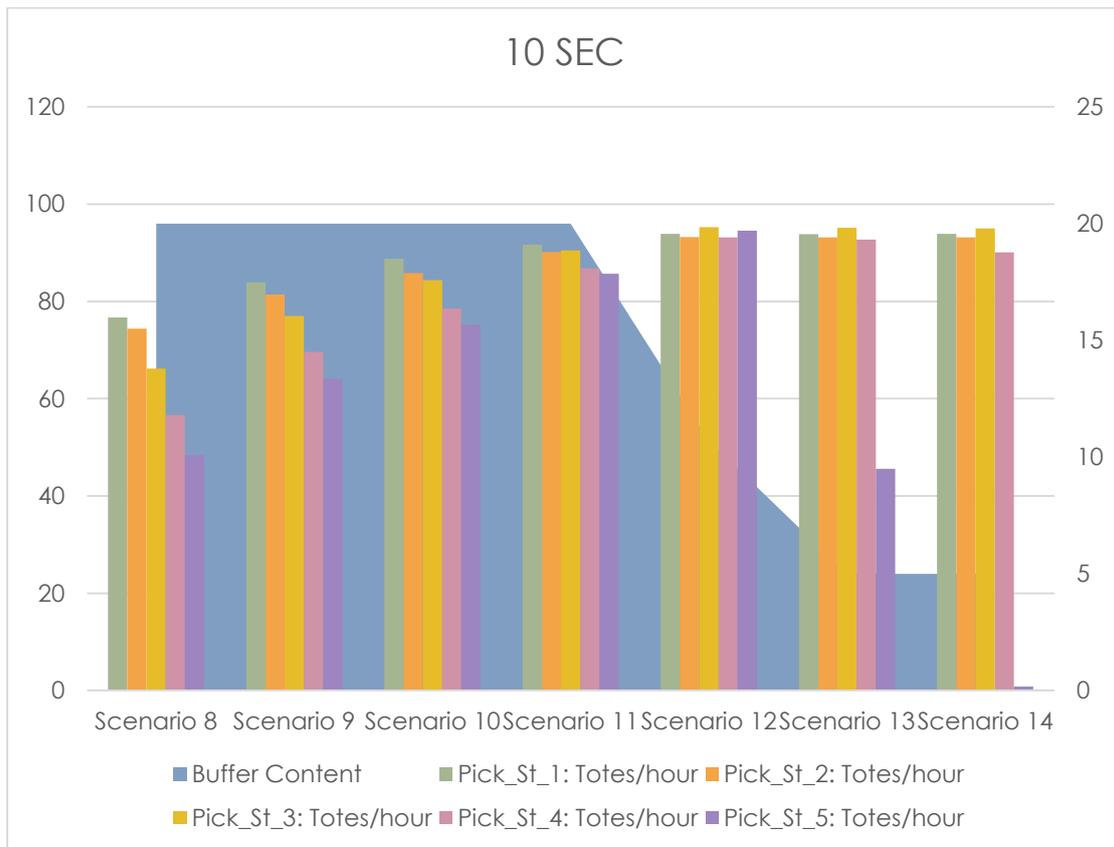


Διάγραμμα 3.3-23: Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Carton/hour) για χρόνο χειριστή 16 sec / τεμάχιο.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

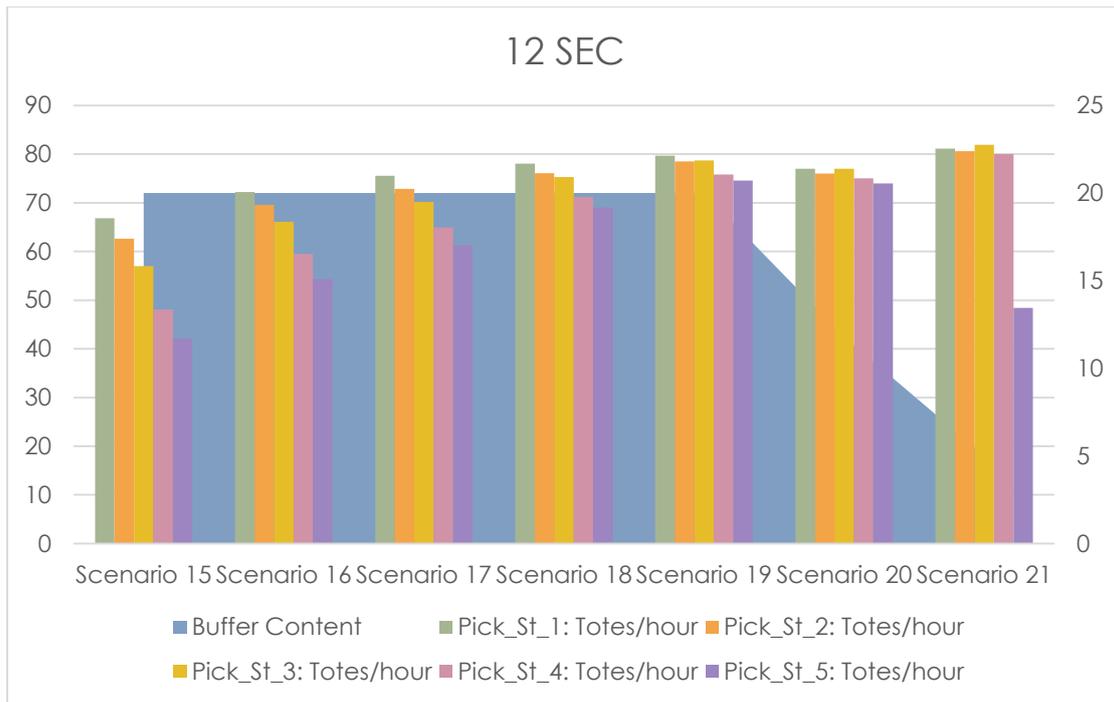


Διάγραμμα 3.3-24 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 8 sec / τεμάχιο.

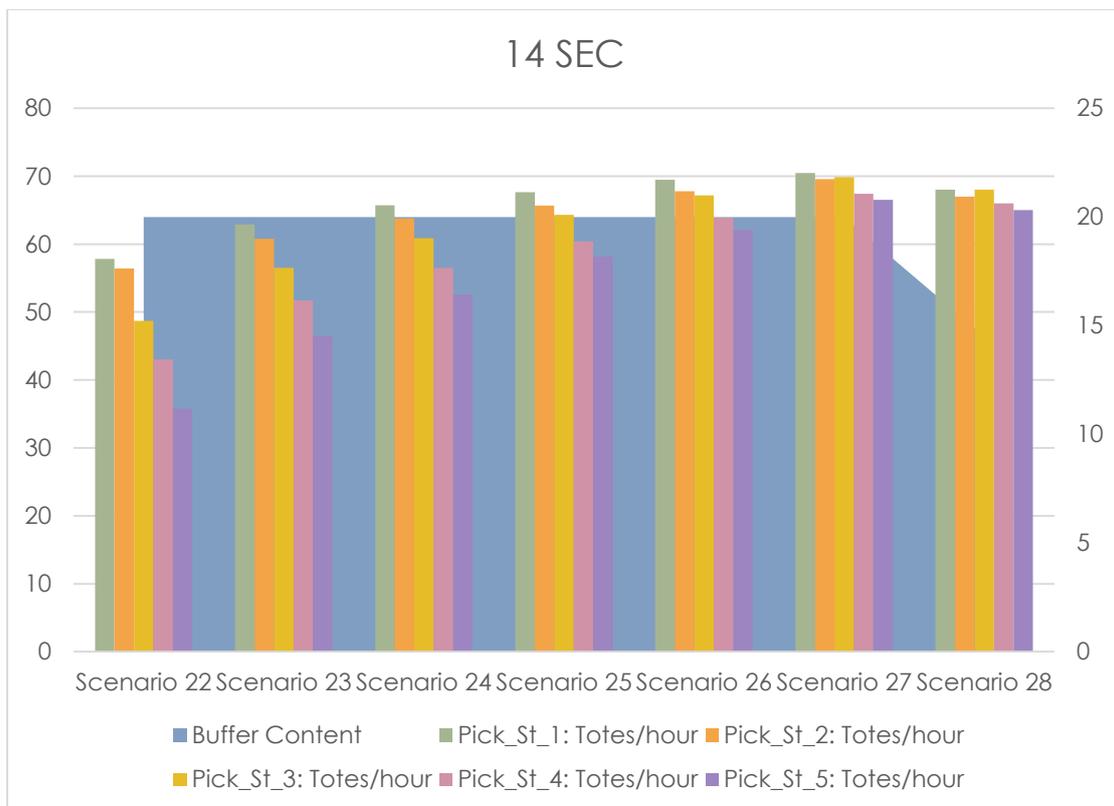


Διάγραμμα 3.3-25 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 10 sec / τεμάχιο.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

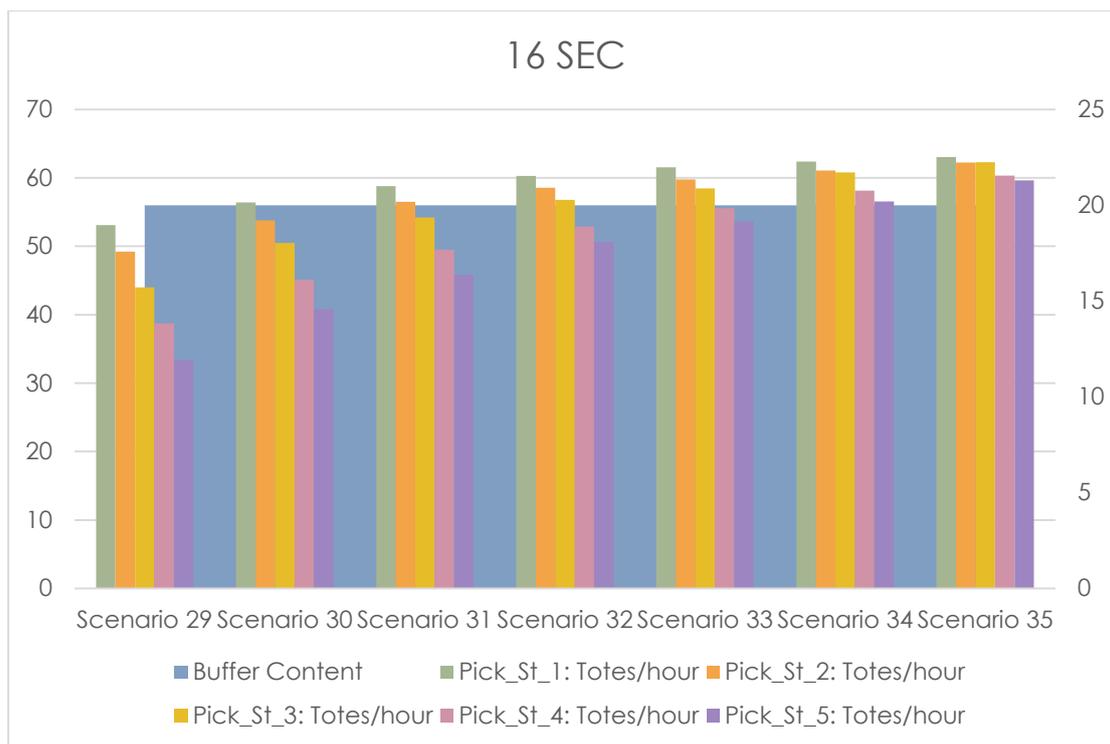


Διάγραμμα 3.3-26 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 12 sec / τεμάχιο.



Διάγραμμα 3.3-27 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 14 sec / τεμάχιο.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-28 Picking - Ομάδα 2 - Απόδοση (Totes/hour) για χρόνο χειριστή 16 sec / τεμάχιο.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ:

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕ ΝΩΝ CARTONS / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΩΝ TOTES / HOUR	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΤΜΧ/ / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ
<b>Scenario 4</b>	103,09	94%	558,65	1675,95	96%
<b>Scenario 5</b>	88,41	80%	480,55	1441,65	82%
<b>Scenario 6</b>	77,69	71%	421,15	1263,45	72%
<b>Scenario 7</b>	68,88	63%	374,64	1123,92	64%
<b>Scenario 12</b>	86,45	79%	470,04	1410,12	81%
<b>Scenario 13</b>	77,07	70%	420,4	1261,2	72%
<b>Scenario 14</b>	68,36	62%	372,92	1118,76	64%
<b>Scenario 20</b>	67,1	61%	379	1137	65%
<b>Scenario 21</b>	68,01	62%	371,99	1115,97	64%
<b>Scenario 28</b>	58,6	53%	334	1002	57%

Πίνακας 3.3-30: Picking – Ομάδα 2 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη

- 8 sec χρόνος χειριστή δίνει τα πιο κοντινά στα θεωρητικά αποτελέσματα (~95 %). Από εδώ και πέρα αυτή η τιμή θα λαμβάνεται σαν χρόνος χειριστή.
- 16 sec: κανένα σενάριο δεν είναι εφικτό για τους υπάρχοντες ρυθμούς τροφοδοσίας
- Να σημειωθεί εδώ ότι για διαφορετική τροφοδοσία και τα 10 sec θα μπορούσαν να δώσουν τα θεωρητικά αποτελέσματα. Είναι θέμα συνδυασμών

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

### ΟΜΑΔΑ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

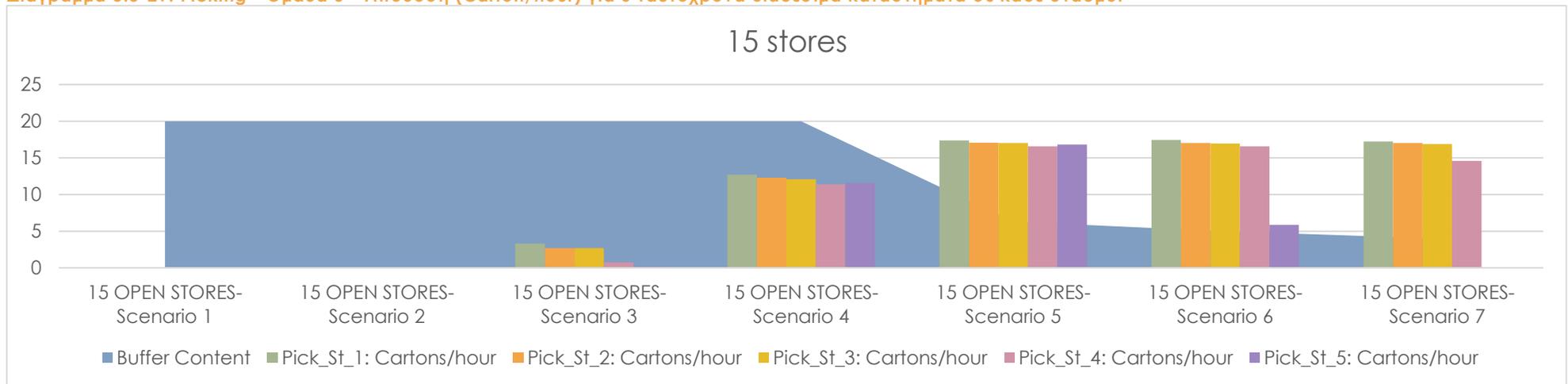
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΣΕΝΑΡΙΑ 1-7	ΣΕΝΑΡΙΑ 8-14	ΣΕΝΑΡΙΑ 15-21
<b>ΡΥΘΜΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΟΤΕΣ</b>	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8 ,9 SEC	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8, 9 SEC	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8, 9 SEC
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΤΜΧ ΠΟΥ ΣΠΑΕΙ ΤΟ ΚΑΘΕ ΤΟΤΕ</b>	3	3	3
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΑΓΑΖΙΩΝ</b>	5	15	30
<b>ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ</b>	0%	0%	0%
<b>ΧΡΟΝΟΙ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ</b>	8	8	8
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΤΟΤΕ</b>	16	16	16

Πίνακας 3.3-31: Picking - Ομάδα 3

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

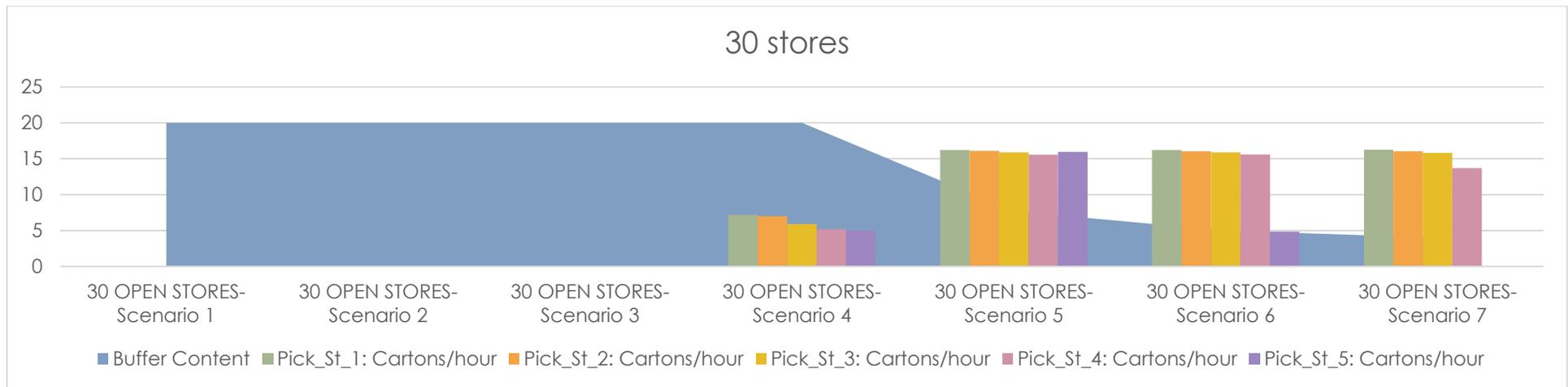


Διάγραμμα 3.3-29: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Carton/hour) για 5 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.



Διάγραμμα 3.3-30: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Carton/hour) για 15 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-31: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Carton/hour) για 30 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.



Διάγραμμα 3.3-32: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Totes/hour) για 5 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-33: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Totes/hour) για 15 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.



Διάγραμμα 3.3-34: Picking - Ομάδα 3 - Απόδοση (Totes/hour) για 30 ταυτόχρονα διαθέσιμα καταστήματα σε κάθε σταθμό.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

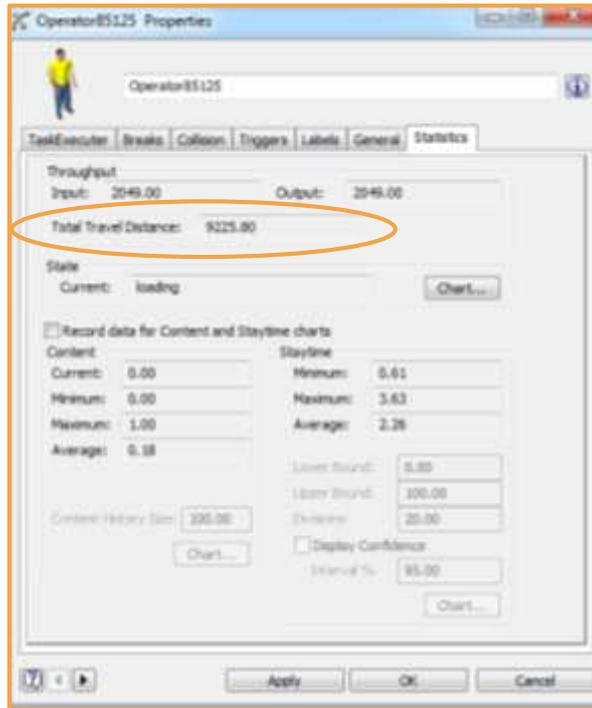
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜ ΕΝΩΝ CARTONS / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚ Ο	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝ ΩΝ ΤΟΤΕΣ / HOUR	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝ ΩΝ ΤΜΧ/ / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚ Ο
<b>15 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ</b>					
Scenario 5	<b>85,56</b>	78%	481,14	1443,42	82%
Scenario 6	<b>73,29</b>	67%	419,29	1257,87	72%
Scenario 7	<b>65,71</b>	60%	373,14	1119,42	64%
<b>30 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ</b>					
Scenario 5	<b>78,99</b>	72%	477,71	1433,13	82%
Scenario 6	<b>68,86</b>	63%	423,86	1271,58	73%
Scenario 7	<b>62,29</b>	57%	372	1116	64%
<b>5 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ</b>					
Scenario 4	<b>103,14</b>	94%	558,28	1674,84	96%
Scenario 5	<b>87,44</b>	79%	478,29	1434,87	82%
Scenario 6	<b>77,57</b>	71%	420,58	1261,74	72%
Scenario 7	<b>68,71</b>	62%	371,43	1114,29	64%

**Πίνακας 3.3-32: Picking – Ομάδα 3 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη**

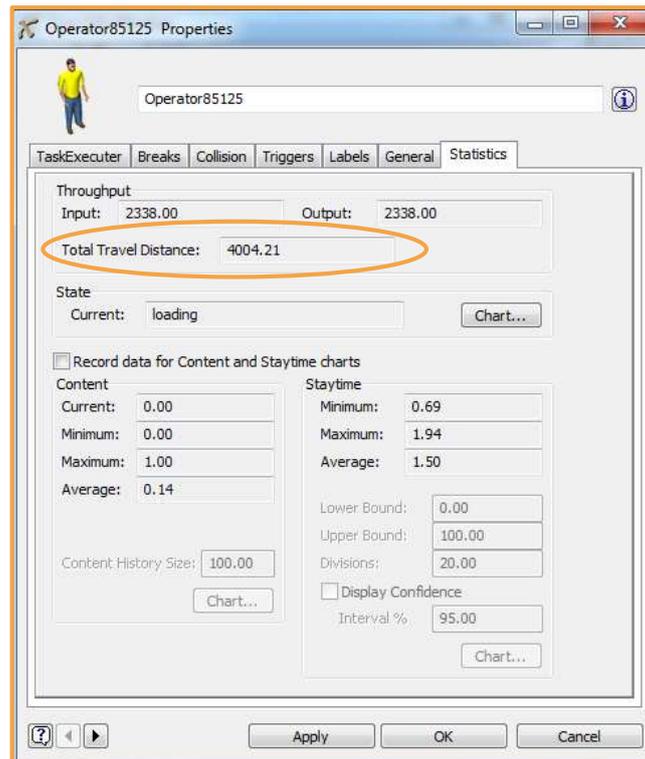
#### ΣΧΟΛΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ:

- Οι διαφορές μεταξύ 5 και 15 και 30 διαθέσιμων καταστημάτων, είναι ότι πραγματοποιείται 1 σενάριο λιγότερο.
- Τα παραπάνω συμβαίνουν επειδή από τα 5 στα 30 καταστήματα η πορεία που διανύει ο χειριστής αυξάνεται κατά 100%. Η αύξηση οφείλεται στην τυχαία επιλογή των καταστημάτων όπου θα τοποθετηθεί το κάθε τεμάχιο.
- Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται η απόσταση που διανύεται (Total Travel Distance) του χειριστή για τις δύο ακραίες περιπτώσεις: 30 και 5 καταστήματα.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 3.3-22: 30 καταστήματα



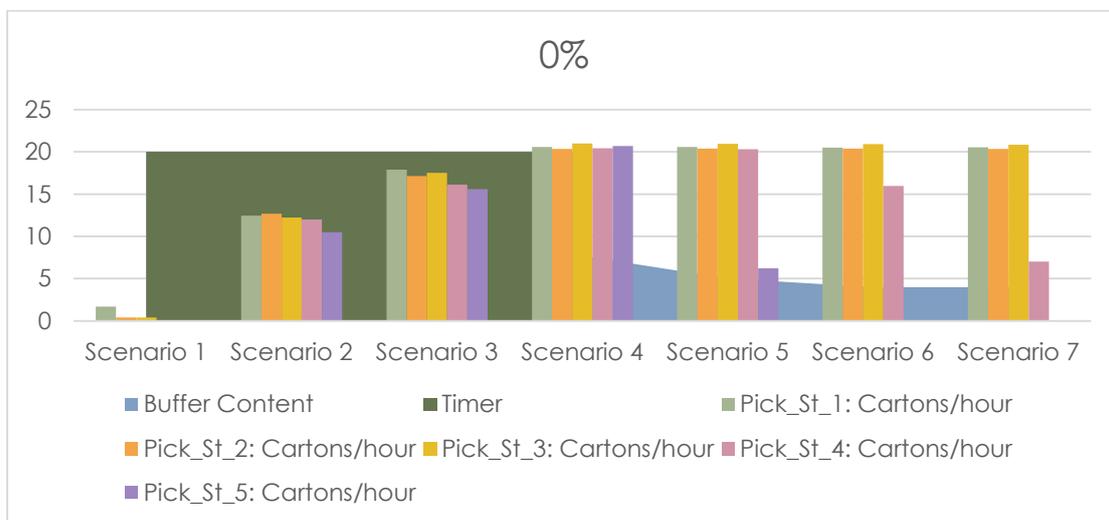
Εικόνα 3.3-23: 5 καταστήματα

### ΟΜΑΔΑ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

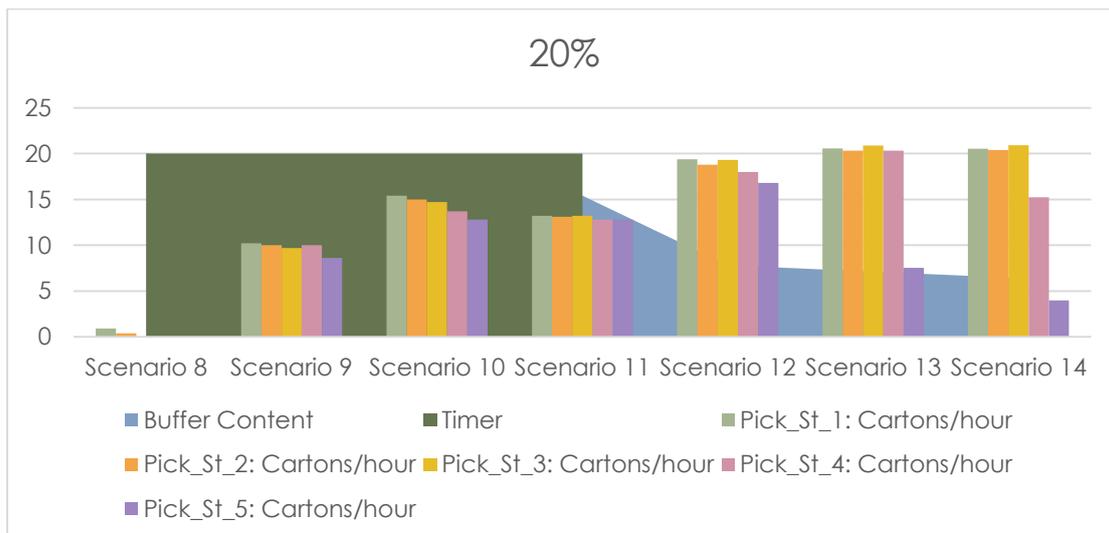
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΣΕΝΑΡΙΑ 1-7	ΣΕΝΑΡΙΑ 8-14	ΣΕΝΑΡΙΑ 15-21	ΣΕΝΑΡΙΑ 22-28
<b>ΡΥΘΜΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΟΤΕΣ</b>	ANA 3,4,5,6,7,8 ,9 SEC	ANA 3,4,5,6,7,8, 9 SEC	ANA 3,4,5,6,7,8, 9 SEC	ANA 3,4,5,6,7,8, 9 SEC
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΤΜΧ ΠΟΥ ΣΠΑΕΙ ΤΟ ΚΑΘΕ ΤΟΤΕ</b>	3	3	3	3
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΑΓΑΖΙΩΝ</b>	5	5	5	5
<b>ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ</b>	0%	20%	50%	70%
<b>ΧΡΟΝΟΙ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ</b>	8	8	8	8
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΤΟΤΕ</b>	16	16	16	16

Πίνακας 3.3-33: Picking – Ομάδα 4

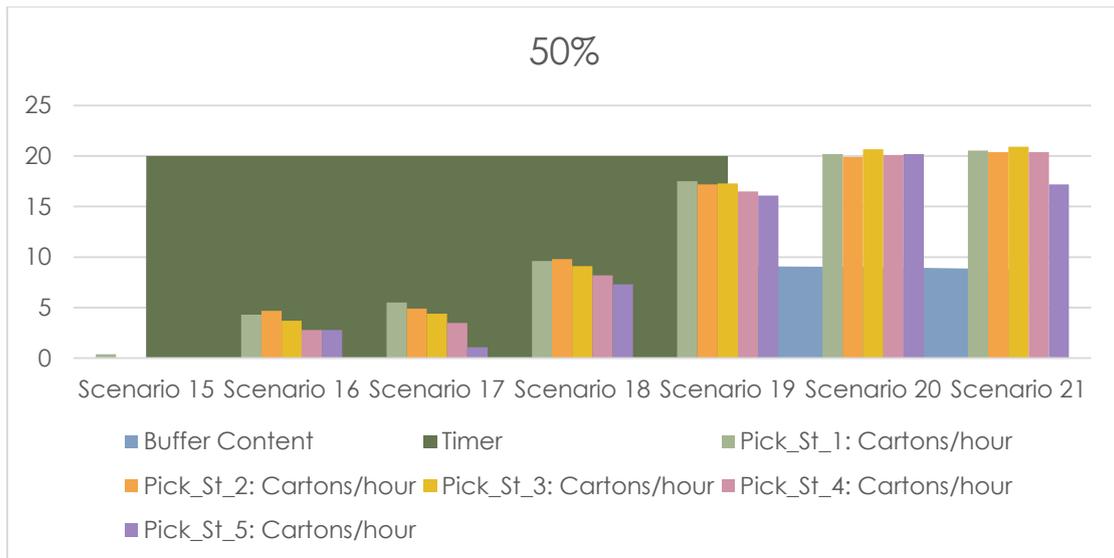


Διάγραμμα 3.3-35: Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (Carton/hour) όταν το 0% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking

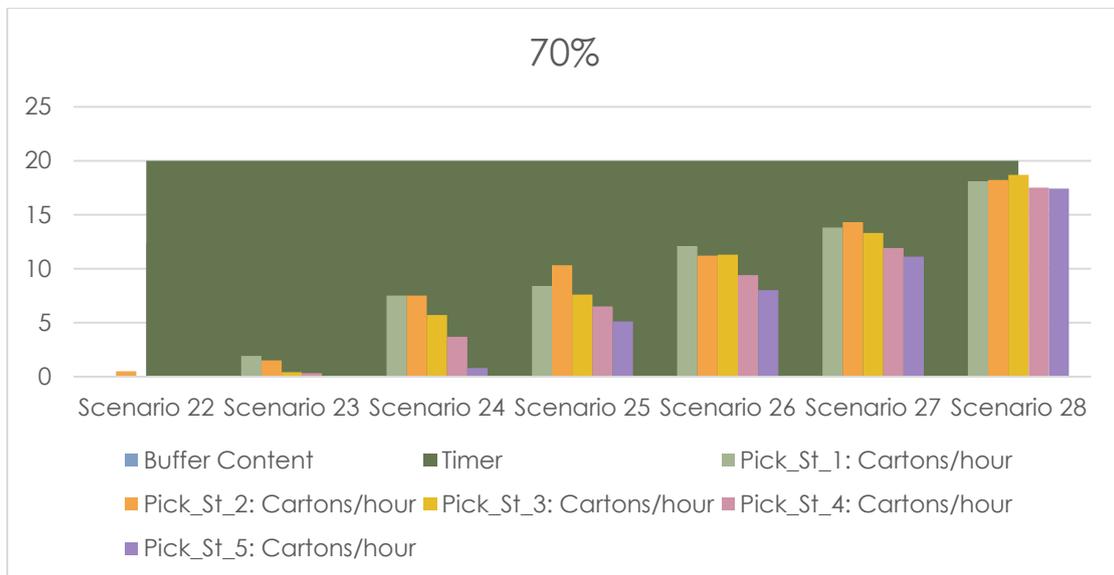


Διάγραμμα 3.3-36: Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (Carton/hour) όταν το 20% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

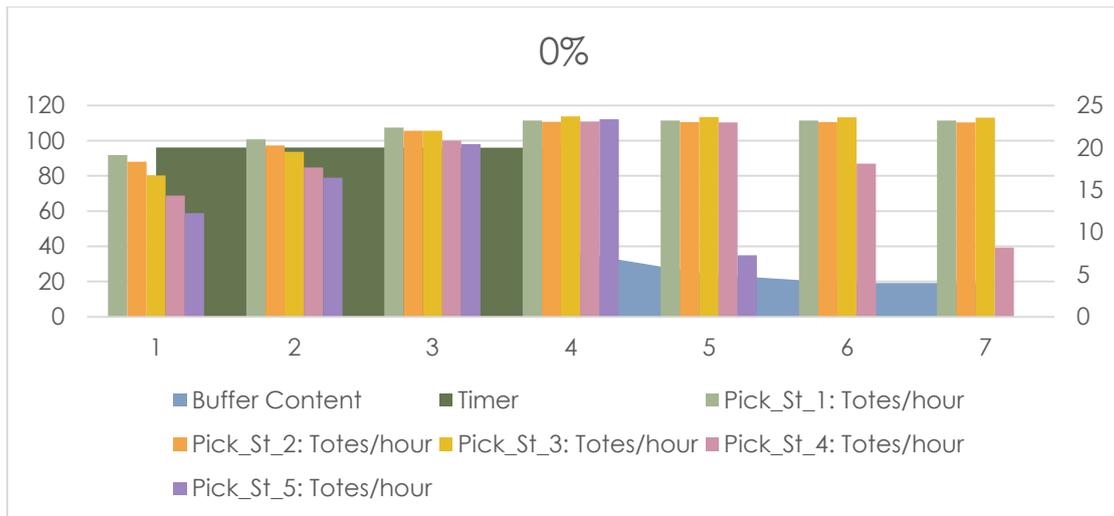


Διάγραμμα 3.3-37: Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (Carton/hour) όταν το 50% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking

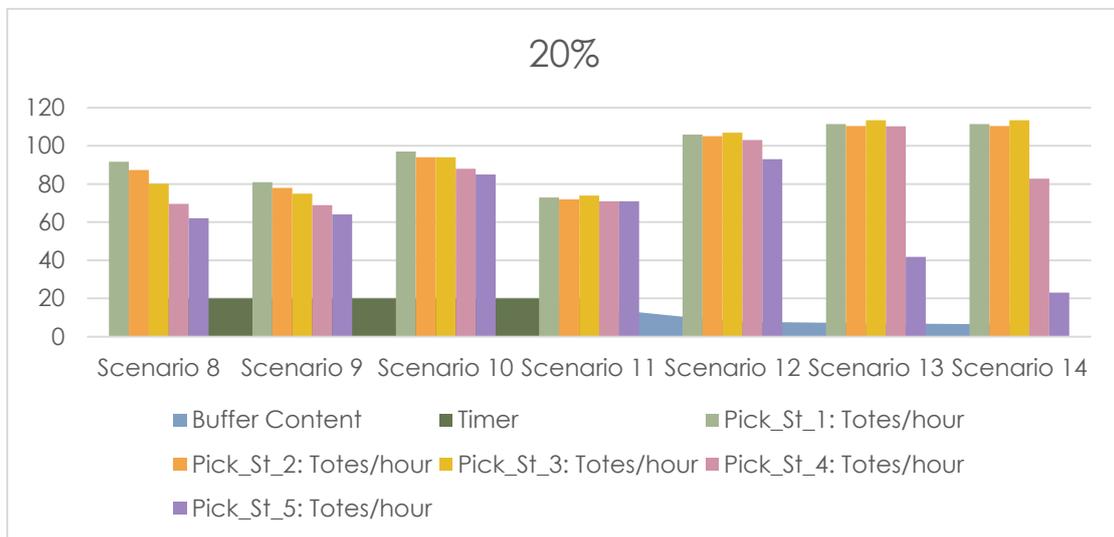


Διάγραμμα 3.3-38: Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (Carton/hour) όταν το 70% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

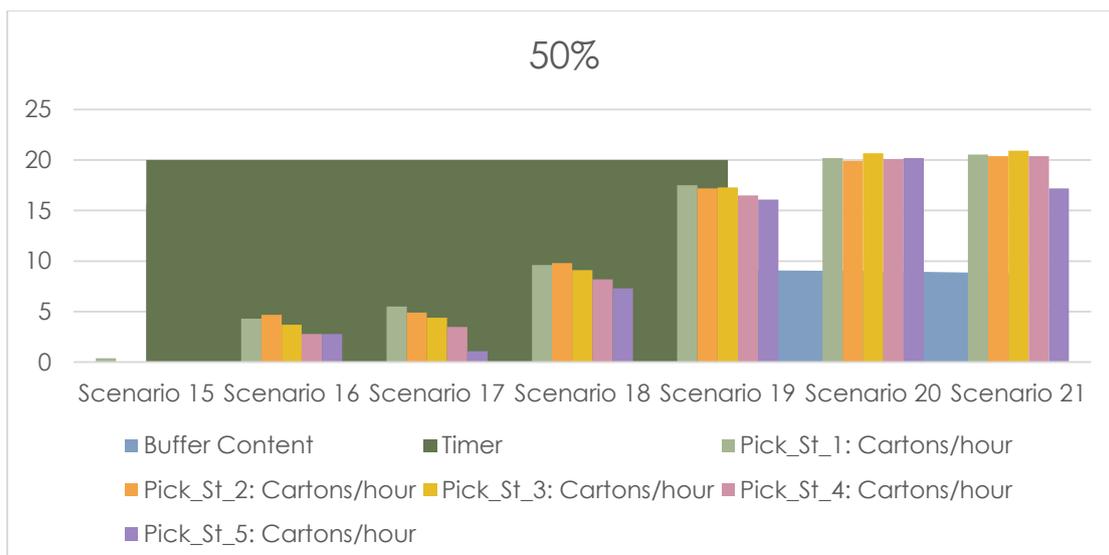


Διάγραμμα 3.3-39 Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (totes/hour) όταν το 0% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking

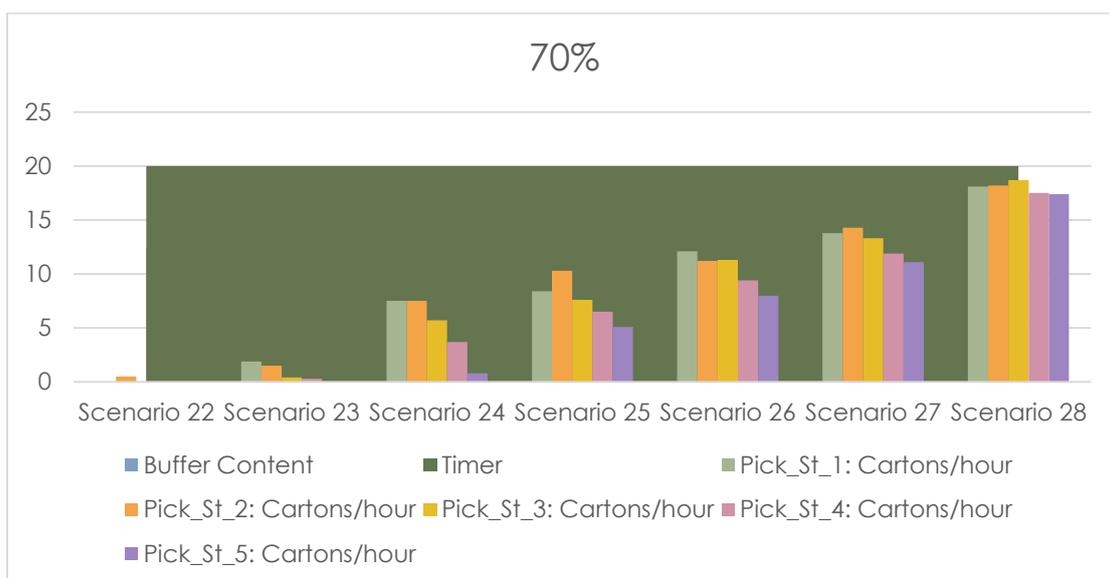


Διάγραμμα 3.3-40 Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (totes/hour) όταν το 20% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-41 Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (totes/hour) όταν το 50% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking



Διάγραμμα 3.3-42 Picking - Ομάδα 4 - Απόδοση (totes/hour) όταν το 70% των totes περνάει από περισσότερους από 1 σταθμούς για να υποστεί picking

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜ ΕΝΩΝ CARTONS / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΩ Ν TOTES / HOUR	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩ Ν ΤΜΧ/ / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚ Ο
Scenario 5	88,4	80%	480,87	1442,61	82%
Scenario 6	77,74	71%	422,07	1266,21	72%
Scenario 7	68,71	62%	374,13	1122,39	64%
Scenario 12	92,3	84%	514	1542	88%
Scenario 13	89,66	82%	487,49	1462,47	84%

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Scenario 14	81,05	74%	441,08	1323,24	76%
Scenario 20	101,06	92%	550,1	1650,3	94%
Scenario 21	99,41	90%	539,47	1618,41	92%

Πίνακας 3.3-34: Picking – Ομάδα 4 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη

	Θεωρητικό ποσοστό totes που περνούν ανα βάρδια από περισσότερους σταθμούς	Πραγματικό ποσοστό totes που περνούν ανα βάρδια από περισσότερους σταθμούς
Scenario 12	20%	14%
Scenario 13	20%	16%
Scenario 14	20%	17%
Scenario 20	50%	32%
Scenario 21	50%	41%

Πίνακας 3.3-35: Picking – Ομάδα 4 – Totes/hour που περνούν από περισσότερους από 1 σταθμούς

Στον παραπάνω πίνακα τα σενάρια αφορούν περιπτώσεις όπου το 20% και το 50% κατευθύνονται σε περισσότερους σταθμούς. Παρότι όλα τα 5 παραπάνω σενάρια είναι εφικτά, δεν αγγίζουν τις θεωρητικές τιμές, με τους παραπάνω ρυθμούς εισόδου. Για μικρότερο ρυθμό εισόδου (<400 totes/hour) θα μπορούσε αντίστοιχα το 20 και το 50% των totes να επεξεργάζονται από περισσότερους σταθμούς.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ:

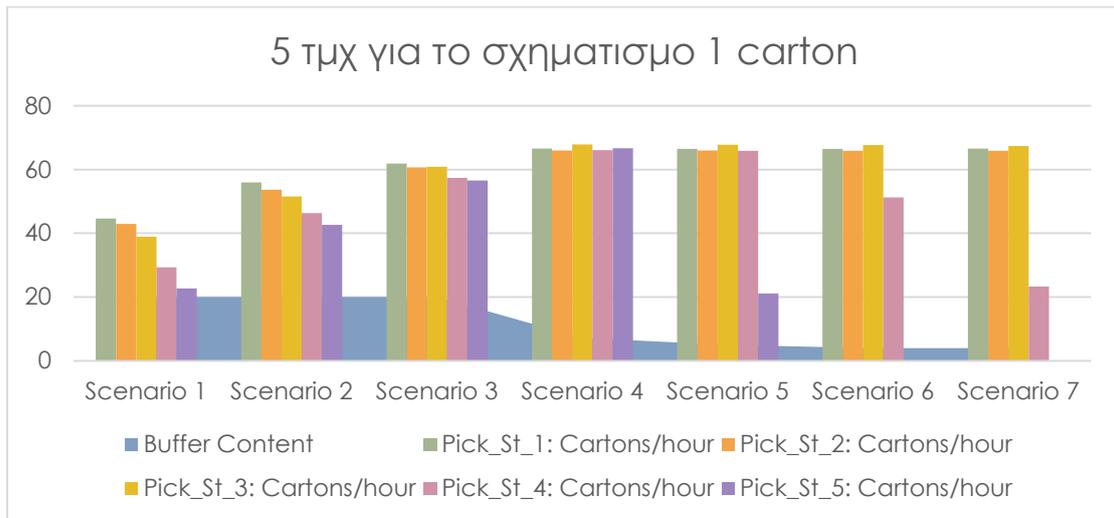
- Μπορεί κάποιο σενάριο να φαίνεται εντάξει όσον αφορά τον ραουλόδρομο buffer, αλλά να μπλοκάρει σε χαμηλότερο χρόνο από το συνολικό για τη προσομοίωση. Για να δείξουμε αυτό προστέθηκε η μεταβλητή TIMER (και εδώ τιμή 20 δείχνει ανέφικτο σενάριο)
- 20%: όμοια αποτελέσματα με το 0%.
- 50%: πολύ καλή απόδοση στα λίγα εφικτά του σενάρια
- 70%: κανένα εφικτό σενάριο

#### ΟΜΑΔΑ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

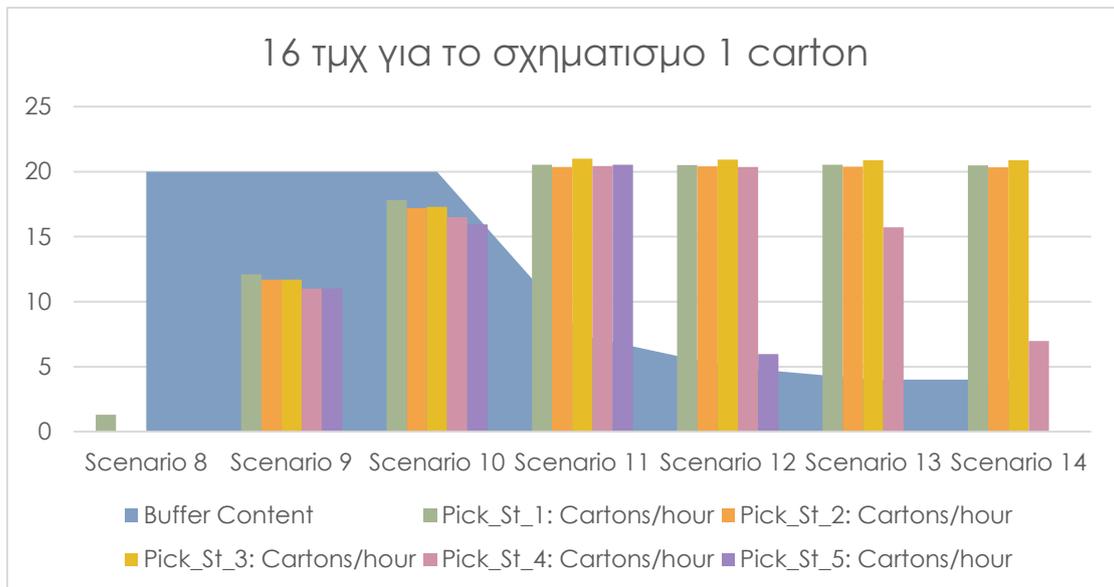
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΣΕΝΑΡΙΑ 1-7	ΣΕΝΑΡΙΑ 8-14	ΣΕΝΑΡΙΑ 15-21
ΡΥΘΜΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΟΤΕΣ	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8,9 SEC	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8,9 SEC	ΑΝΑ 3,4,5,6,7,8,9 SEC
ΠΛΗΘΟΣ ΤΜΧ ΠΟΥ ΣΠΑΕΙ ΤΟ ΚΑΘΕ ΤΟΤΕ	3	3	3
ΠΛΗΘΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΑΓΑΖΙΩΝ	5	5	5
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ	0%	0%	0%
ΧΡΟΝΟΙ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ	8	8	8
ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΤΟΤΕ	5	16	25

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Πίνακας 3.3-36: Picking - Ομάδα 5

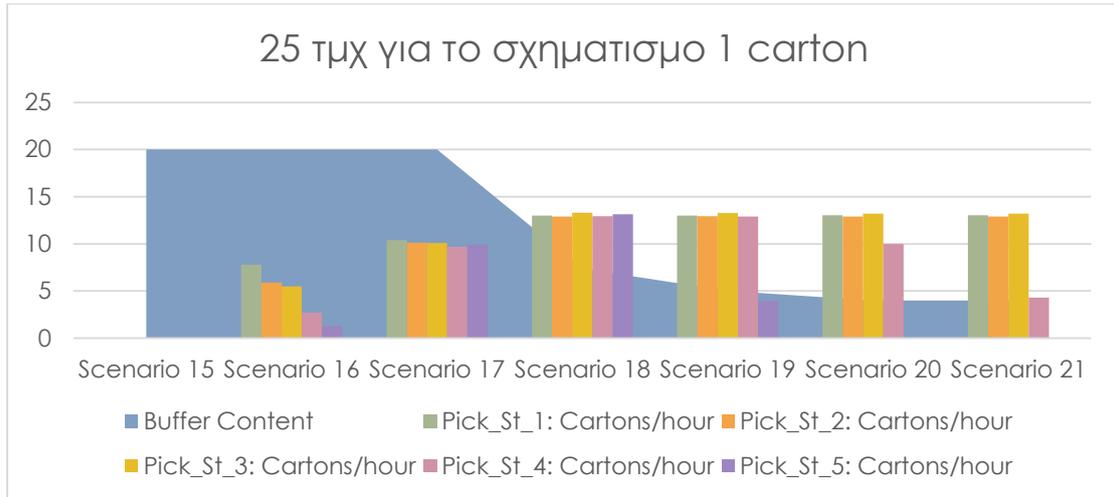


Διάγραμμα 3.3-43: Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Carton/hour) όταν απαιτούνται 5 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton

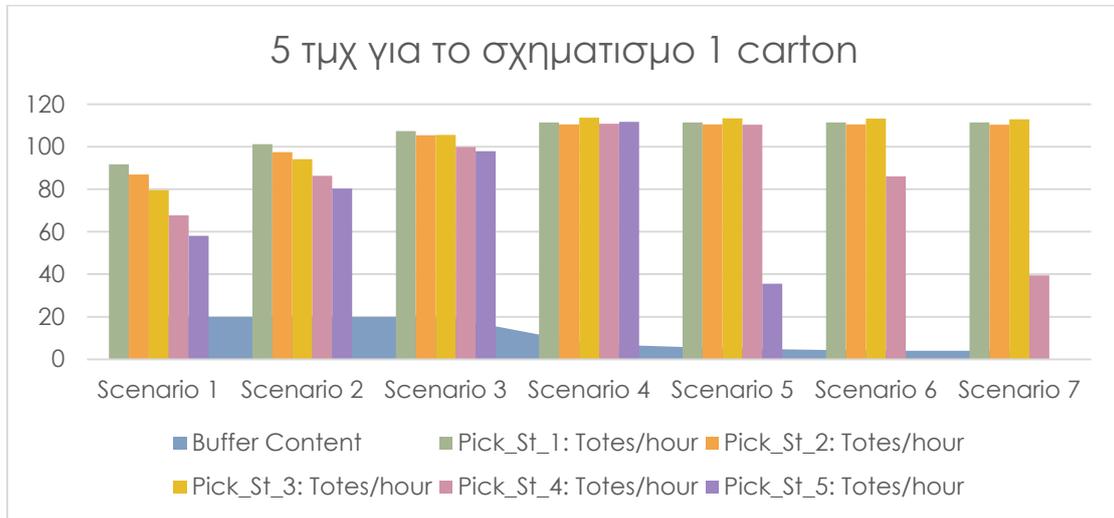


Διάγραμμα 3.3-44: Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Carton/hour) όταν απαιτούνται 16 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

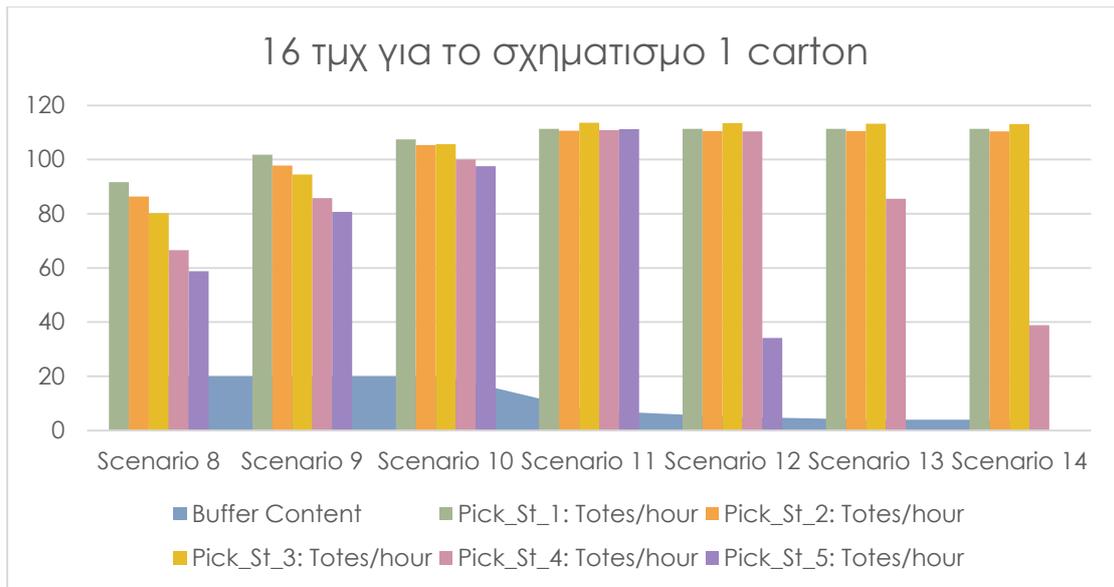


Διάγραμμα 3.3-45: Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Carton/hour) όταν απαιτούνται 5 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton

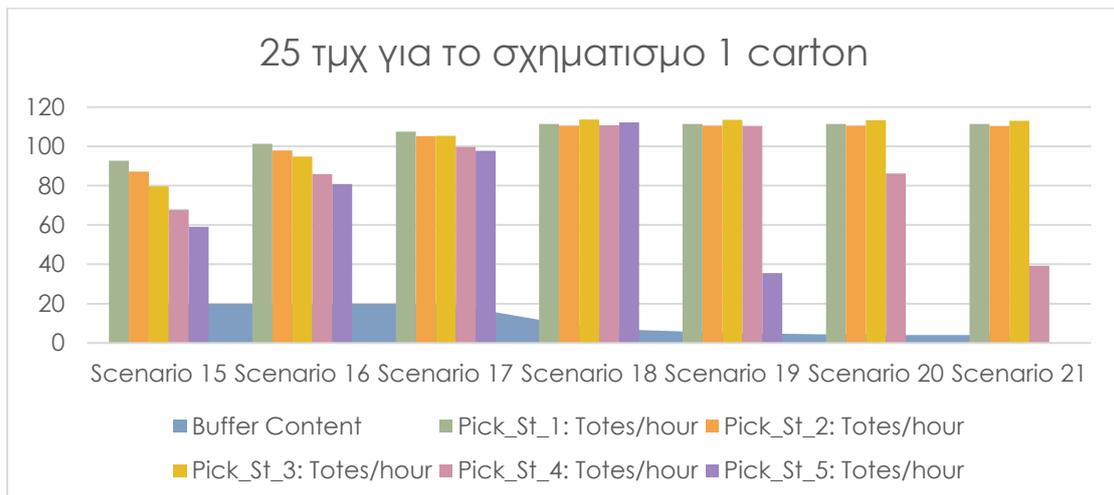


Διάγραμμα 3.3-46 Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Τμχ/hour) όταν απαιτούνται 5 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Διάγραμμα 3.3-47 Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Τμχ/hour) όταν απαιτούνται 16 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton



Διάγραμμα 3.3-48 Picking - Ομάδα 5 - Απόδοση (Τμχ/hour) όταν απαιτούνται 25 τμχ για τον σχηματισμό ενός carton

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΩΝ CARTONS / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΩΝ TOTES / HOUR	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΤΜΧ / / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ
<b>Scenario 4</b>	333,3	303%	558,25	1674,75	96%
<b>Scenario 5</b>	287,26	261%	481,4	1444,2	83%
<b>Scenario 6</b>	251,38	229%	421,25	1263,75	72%
<b>Scenario 7</b>	223,17	203%	374,17	1122,51	64%
<b>Scenario 11</b>	102,87	94%	557,92	1673,76	96%
<b>Scenario 12</b>	88,19	80%	479,91	1439,73	82%
<b>Scenario 13</b>	77,51	70%	420,66	1261,98	72%

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΩΝ CARTONS / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΤΟΤΕΣ / HOUR	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΤΜΧ / HOUR	% ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ
Scenario 14	68,65	62%	373,75	1121,25	64%
Scenario 18	65,31	59%	558,86	1676,58	96%
Scenario 19	56,06	51%	481,37	1444,11	83%
Scenario 20	49,15	45%	421,59	1264,77	72%
Scenario 21	43,45	40%	374,03	1122,09	64%

Πίνακας 3.3-37: Picking – Ομάδα 5 – Αποδόσεις εφικτών σεναρίων σε σχέση με τα θεωρητικά μεγέθη

#### ΣΧΟΛΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ:

- Με 5 τμχ/ carton οι τιμές είναι πολύ πιο πάνω από τις θεωρητικές
- Με 25τμχ/carton οι τιμές είναι πολύ πιο κάτω από τις θεωρητικές

#### ΣΥΝΟΨΙΖΟΝΤΑΣ

Συνοψίζοντας για την περιοχή του picking εξετάστηκαν αρκετοί συνδυασμοί συνθηκών. Κάποιοι δίνουν αποτελέσματα κοντινά με αυτά που έχουν τεθεί θεωρητικά και κάποιοι άλλοι τα προσεγγίζουν λιγότερο. Το μοντέλο για το picking μπορεί να θεωρηθεί validated, αλλά σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξετάζονται όλες οι παράμετροι για να φανεί εάν ένα σενάριο που δομείται είναι εφικτό.

Αναλυτικά τα αποτελέσματα φαίνονται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**.

## 3.4 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ - ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω η αναπαράσταση των τμημάτων της εγκατάστασης καθώς και η εξέταση των σεναρίων έγινε σε 3 επί μέρους μοντέλα. Τα μοντέλα αυτά ενώθηκαν για να σχηματιστεί το συνολικό, που όμως λόγω μεγέθους ήταν αρκετά δύσχρηστο.

Το συνολικό μοντέλο φέρει ακριβώς ότι και τα μερικά, οπότε δεν έχει κάποια προστιθέμενη αξία από πλευράς υπολογισμών για την παρούσα εργασία.

Στη συνέχεια θα ακολουθήσει μια πιο αναλυτική περιγραφή της λογικής του μοντέλου βάσει των σημαντικότερων υπολειπομένων που επιτελούνται.

### 3.4.1 ΤΜΗΜΑ DECANTING – PRE ZONE

#### **ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΜΧ / ΚΙΒΩΤΙΩΝ - ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΜΧ/ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ<sup>18</sup>**

##### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

Για κάθε έναν από τους τρεις σταθμούς decanting:

- Πηγή x 1
- Ουρά x 2
- Συνδυαστής x 2
- Χειριστές x 2

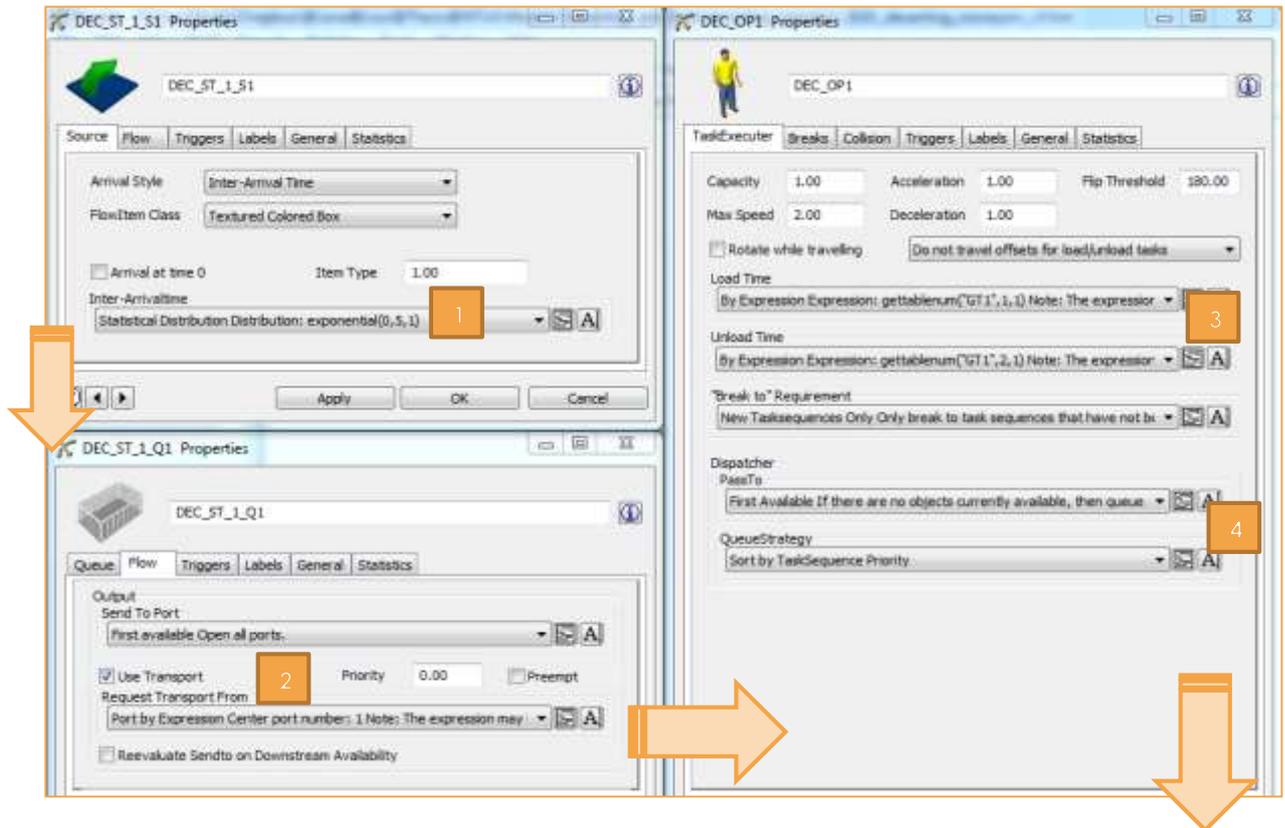
##### ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Έχει επισημανθεί ότι στο decanting τοποθετείται μόνο 1 αντικείμενο σε κάθε tote.

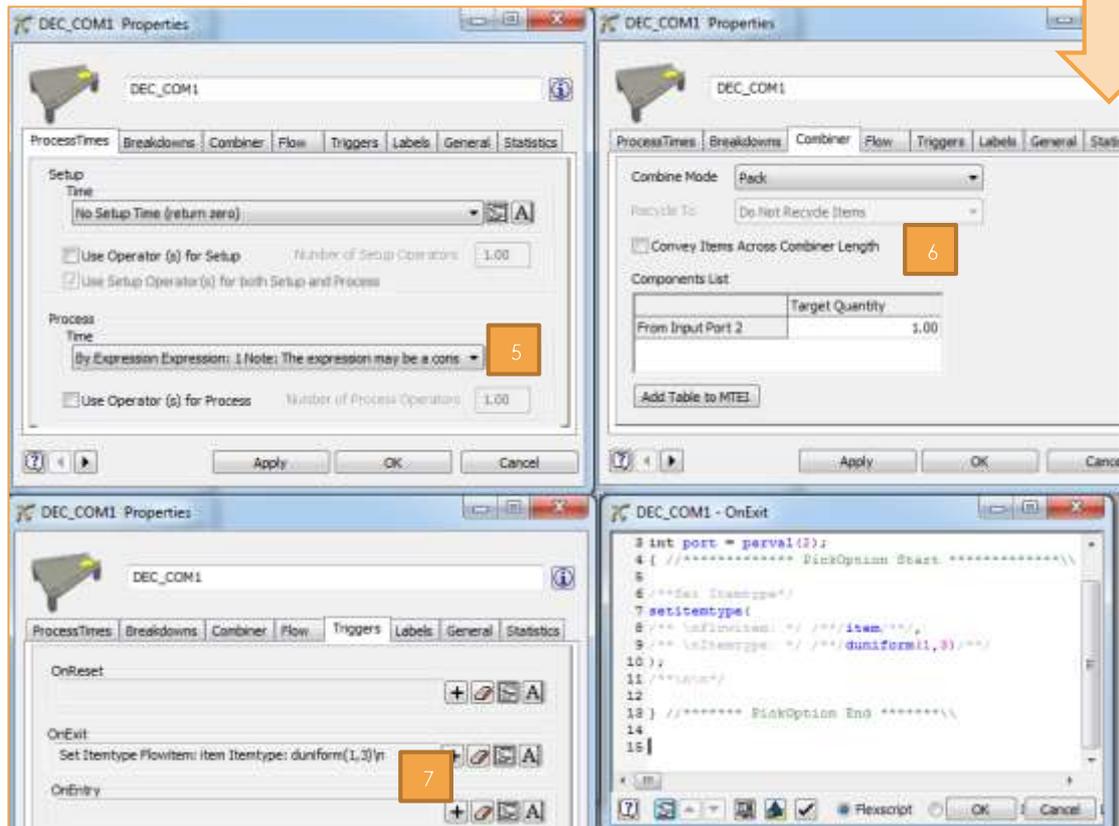
<sup>19</sup> Οι συνδέσεις των αντικειμένων ροής άρα και η πορεία των flow items φαίνεται από τα βέλη κατεύθυνσης ανάμεσα στις εικόνες. Επίσης σε κάθε υποενότητα οι αριθμοί της λίστας των περιγραφών είναι αντίστοιχοι των αριθμών των εικόνων.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 3.4-1 Decanting ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΜΧ / ΚΙΒΩΤΙΩΝ - ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΜΧ/ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ

- 1) Κατανομή άφιξης των «τεμαχίων» προς τοποθέτηση από τη πηγή
- 2) Δήλωση χρήσης χειριστή για τη μεταφορά των τεμαχίων στο σταθμό
- 3) Παραπομπή σε πίνακα (**GT1**) όπου ορίζονται οι χρόνοι των χειριστών (παραμετροποίηση)
- 4) Τρόπος ανταπόκρισης χειριστή σε κλήσης για μεταφορά αντικειμένων
- 5) Διάρκεια τοποθέτησης τεμαχίου (1 sec αφού ο χειριστής επιφορτίζεται με όλο το χρόνο)
- 6) Απαιτούμενη ποσότητα για να γίνει το racking (1τμχ)
- 7) Απόδοση itemtype 1,2 ή 3 με ομοιόμορφο τρόπο κατά την έξοδο, που δείχνει σε ποιόν πύργο θα αποθηκευτεί το tote όταν γεμίσει



Εικόνα 3.4-2 Decanting ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΜΧ / ΚΙΒΩΤΙΩΝ - ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΜΧ/ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ

## ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΔΕΙΩΝ ΤΟΤΕΣ ΠΡΟΣ DECANTING

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομοι x 2
- Ουρές x 6 (μία για κάθε συνδυαστή κάθε σταθμού)

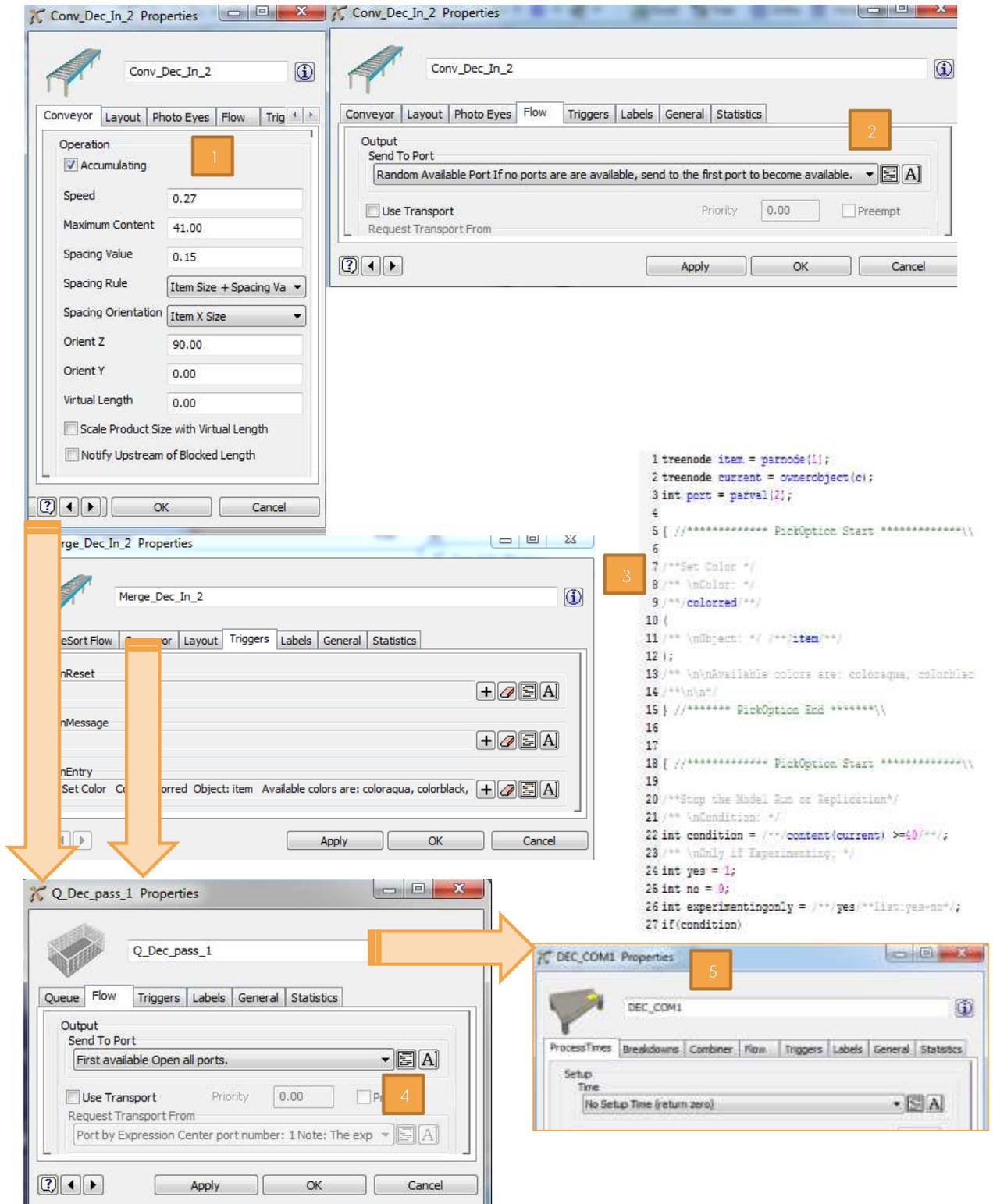
ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Τεχνικά χαρακτηριστικά του ραουλόδρομου εισόδου<sup>20</sup>
- 2) Ραουλόδρομος εισόδου και ο τρόπος εξόδου των αντικειμένων ροής από αυτόν: ο ραουλόδρομος στέλνει τότε με τυχαίο τρόπο σε όποιο σταθμό είναι διαθέσιμος.
- 3) Ραουλόδρομος buffer: η έξοδος των totes γίνεται επίσης όταν υπάρχει διαθέσιμη θέση, αλλιώς επανακυκλοφορούν στο ραουλόδρομο. Κατά την είσοδο στο ραουλόδρομο τα totes αλλάζουν χρώμα (κόκκινο) και ελέγχεται το τρέχον πλήθος τους. Αν είναι άνω από 40, το εκάστοτε σενάριο σταματά να τρέχει.

<sup>20</sup> Είναι κοινά για όλους τους ραουλόδρομους και στα άλλα τμήματα της εγκατάστασης.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

- 4) Ουρά περιέκτη: κάθε μία αποτελεί την πρώτη είσοδο για τον κάθε συνδυαστή, δηλαδή τον προμηθεύει με τον περιέκτη (τοτε στη περίπτωση μας).
- 5) Συνδυαστής (βλ. παραπάνω)



Εικόνα 3.4-3: Decanting- ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΔΕΙΩΝ ΤΟΤΕ ΠΡΟΣ DECANTING

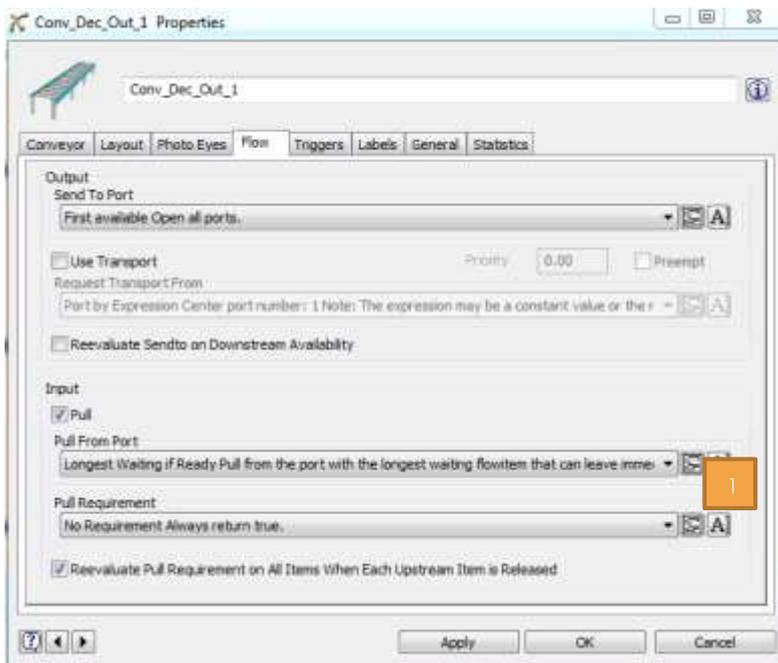
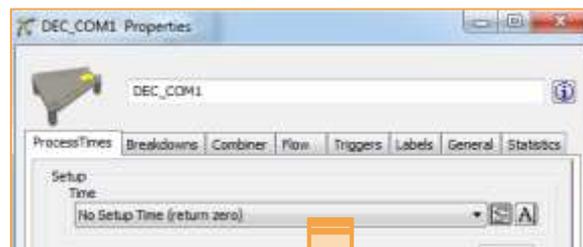
## ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΤΟ DECANTING

### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομος x 1

### ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Ο ραουλόδρομος εξόδου (έξοδος των συνδυαστών) καλεί το τοτε που περιμένει περισσότερο για να το οδηγήσει στη pre-zone
- 2) Ανάλογα με τον itemtype του αντικειμένου ροής, του δίνει το κατάλληλο χρώμα (οπότε φαίνεται εύκολα σε ποιο πύργο θα καταλήξει)



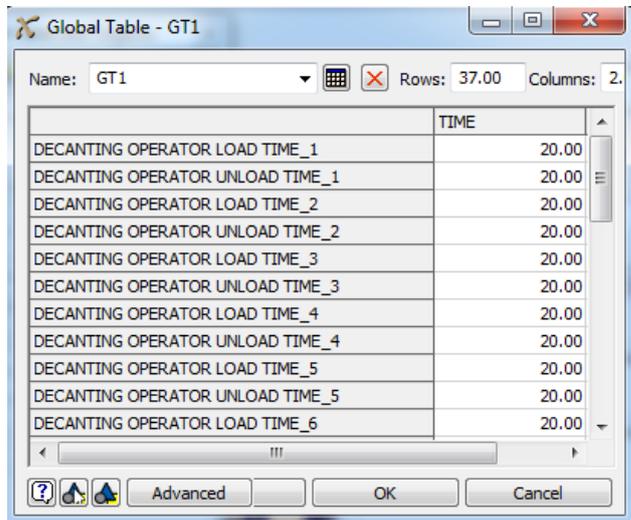
```
19 int value = /**/getitemtype(item)/**/;  
20 switch(value)  
21 {  
22     /** \nCases: */  
23     /**/  
24 case 1: colored(item);break;  
25 case 2: colorgreen(item);break;  
26 case 3: colorlime(item);break;  
27 default: colorarray(item, value);break;  
28     /**/  
29 }  
30 /**\n\n*/  
31 } /******* PickOption End *****\  
--
```

2

Εικόνα 3.4-1: Decanting – Έξοδος totes προς pre zone

## ΠΙΝΑΚΕΣ DECANTING

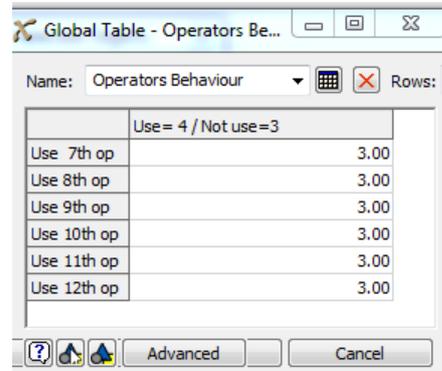
- 1) GT1: όσον αφορά το decanting καθορίζεται ο χρόνος που απαιτείται από το χειριστή για τη φορτοεκφόρτωση του τότε



	TIME
DECANTING OPERATOR LOAD TIME_1	20.00
DECANTING OPERATOR UNLOAD TIME_1	20.00
DECANTING OPERATOR LOAD TIME_2	20.00
DECANTING OPERATOR UNLOAD TIME_2	20.00
DECANTING OPERATOR LOAD TIME_3	20.00
DECANTING OPERATOR UNLOAD TIME_3	20.00
DECANTING OPERATOR LOAD TIME_4	20.00
DECANTING OPERATOR UNLOAD TIME_4	20.00
DECANTING OPERATOR LOAD TIME_5	20.00
DECANTING OPERATOR UNLOAD TIME_5	20.00
DECANTING OPERATOR LOAD TIME_6	20.00

Εικόνα 3.4-2: Decanting – GT1

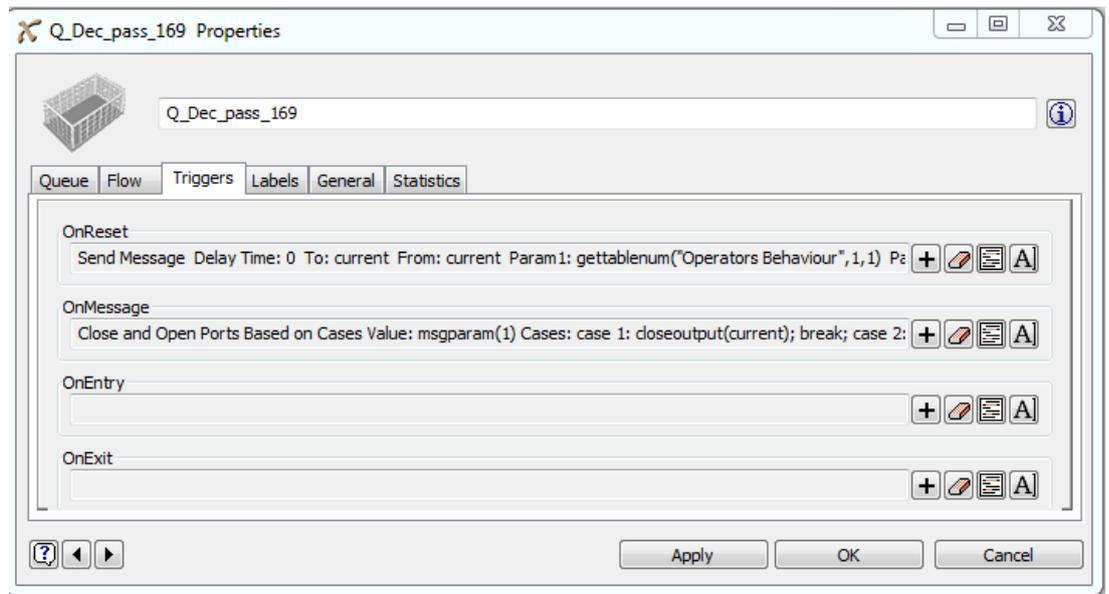
- 2) Operators Behavior: καθορίζεται πόσοι από τους επιπλέον χειριστές θα χρησιμοποιηθούν. Όταν στον πίνακα τοποθετείται η τιμή «4» ο χειριστής χρησιμοποιείται, ενώ με τη τιμή «3» δεν χρησιμοποιείται.



	Use = 4 / Not use = 3
Use 7th op	3.00
Use 8th op	3.00
Use 9th op	3.00
Use 10th op	3.00
Use 11th op	3.00
Use 12th op	3.00

Εικόνα 3.4-3: Decanting Operators Behaviour

Για την διαδικασία χρησιμοποιούνται οι ουρές περιεκτών των επιπλέον σταθμών. Κατά το reset του μοντέλου (πριν το τρέξιμο) η ουρά λαμβάνει τη αντίστοιχη τιμή από τον πίνακα και είτε ανοίγει είτε κλείνει τις εισόδους (επιτρέποντας ή αποκλείοντας τη χρήση του σταθμού).



Εικόνα 3.4-4: Decanting - Triggers Ουράς Περιεκτών των επιπλέον σταθμών

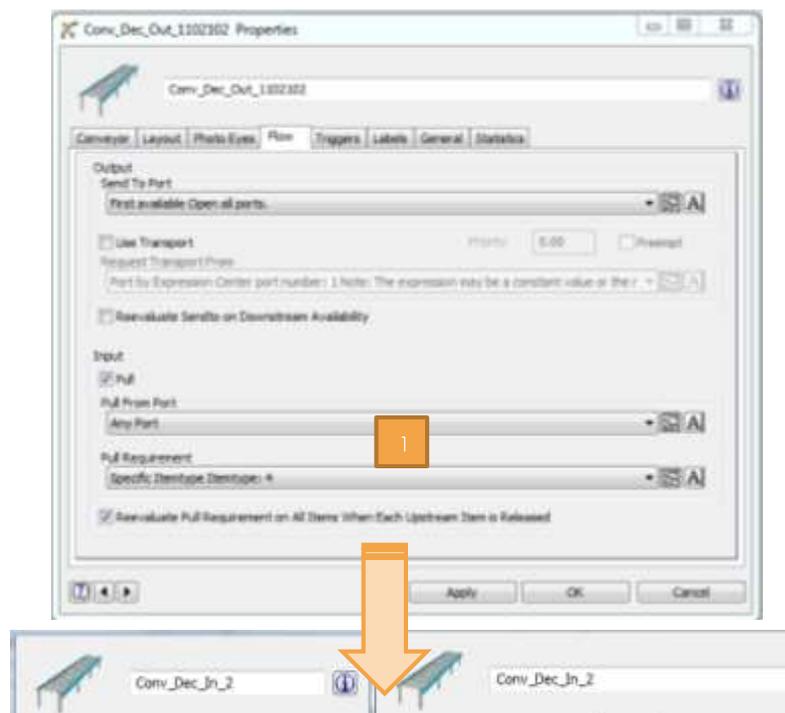
## PRE ZONE- ΕΙΣΟΔΟΣ/ ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ DECANTING

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομος εισόδου x 1
- Ραουλόδρομος εξόδου x 1

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Ραουλόδρομος Εισόδου: Λαμβάνει άδεια totes (itemtype 4) που έρχονται από το ricking και τα οδηγεί τους ραουλόδρομους εισόδου του decanting.



Εικόνα 3.4-5: Pre Zone – ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΕ DECANTING

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- 2) Ραουλόδρομος Εξόδου: Λαμβάνει γεμάτα totes (itemtypes 1,2,3) που πάνε προς τους πύργους. Δεν φέρει επιπλέον λογική.



Εικόνα 3.4-6: Pre Zone – ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ DECANTING

### PRE ZONE- ΕΙΣΟΔΟΣ/ ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ PICKING

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομος εισόδου x 1
- Ραουλόδρομος εξόδου x 1

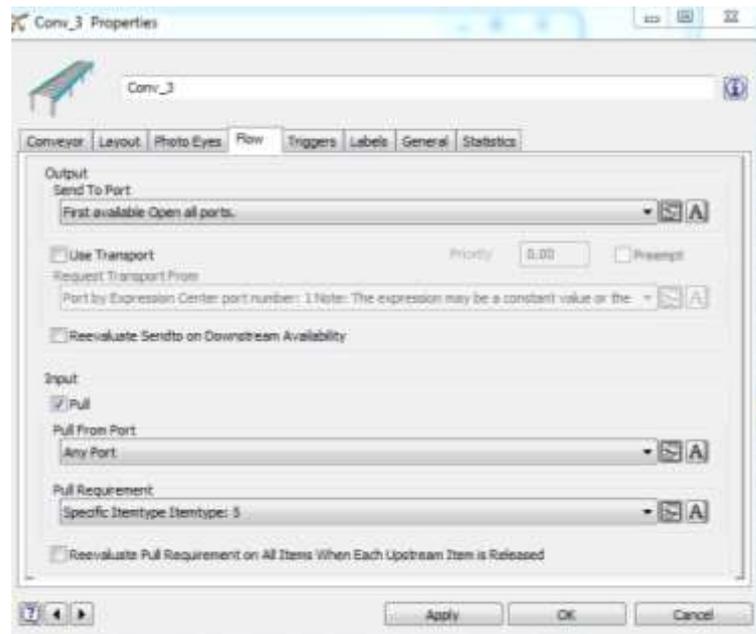
ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Ραουλόδρομος Εισόδου: φέρει άδεια totes που οδηγούνται απευθείας για γέμισμα στο decanting



Εικόνα 3.4-7: Pre Zone – ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΠΟ PICKING

- 2) Ραουλόδρομος Εξόδου: Λαμβάνει γεμάτα totes (itemtype 5) που πάνε προς το picking.



Εικόνα 3.4-8: Pre Zone – ΕΞΟΔΟΣ ΠΡΟΣ PICKING

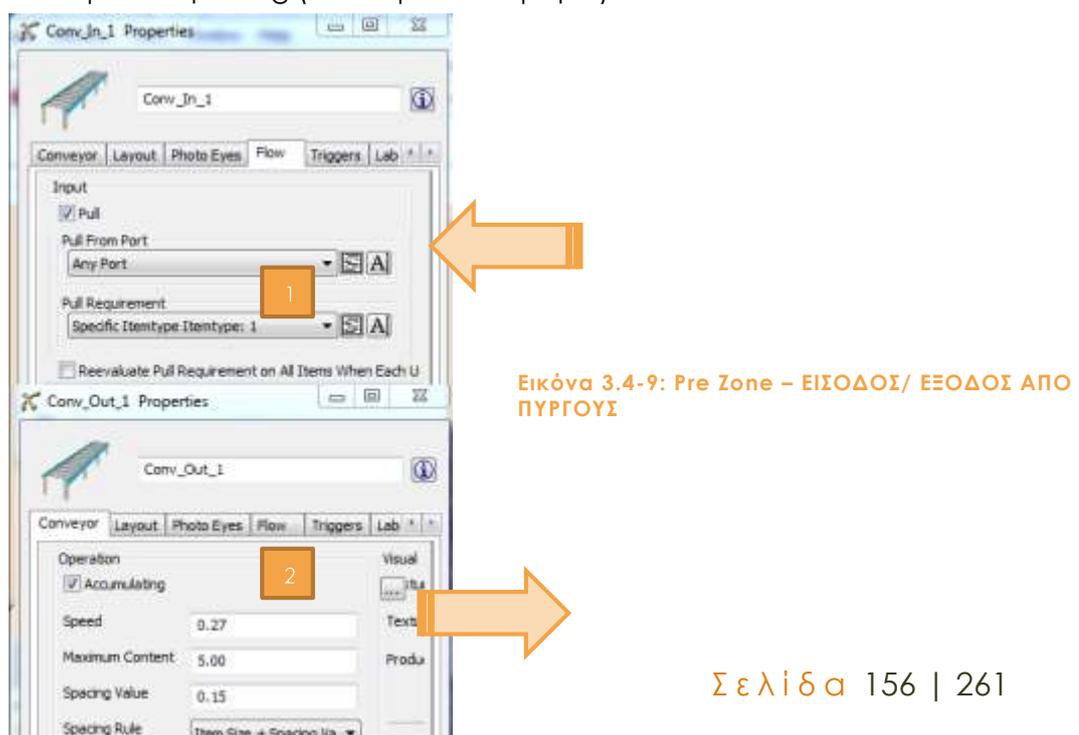
### PRE ZONE- ΕΙΣΟΔΟΣ/ ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΠΥΡΓΟΥΣ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομος εισόδου x 3
- Ραουλόδρομος εξόδου x 3

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Ραουλόδρομος εισόδου: για κάθε πύργο καλεί τα totes με το αντίστοιχο itemtype
- 2) Ραουλόδρομος εισόδου: για κάθε πύργο οδηγεί τα totes στη pre zone και ύστερα στο picking (λοιποί ραουλόδρομοι)



Εικόνα 3.4-9: Pre Zone – ΕΙΣΟΔΟΣ/ ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΠΥΡΓΟΥΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### PRE ZONE- ΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ

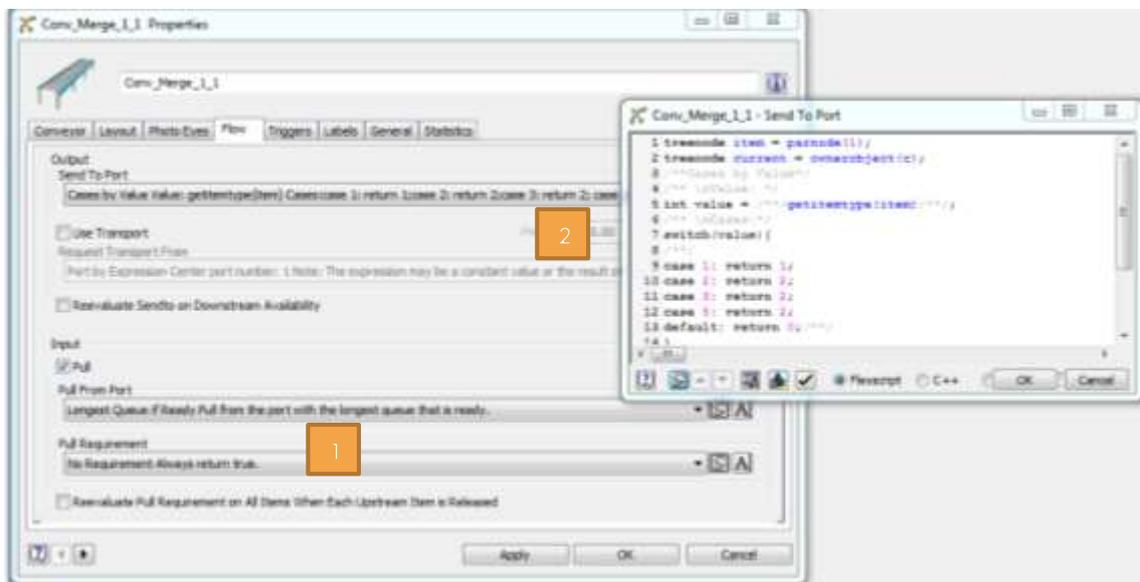
#### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομοι x 7

#### ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

Οι ραουλόδρομοι που βρίσκονται στο κέντρο της pre zone δέχονται τόσο γεμάτα όσο και άδεια totes.

- 1) Συνήθως φέρουν περισσότερες από μία εισόδους οπότε, καλούν όποιο tote είναι διαθέσιμο να απελευθερωθεί και έχει που περιμένει μεγαλύτερο διάστημα
- 2) Κατά την έξοδο τους κάθε φορά λαμβάνεται το itemType τους και προωθούνται κατάλληλα.



Εικόνα 3.4-10: Pre Zone- ΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ

### 3.4.2 ΤΜΗΜΑ ΠΥΡΓΩΝ OSR

#### ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΤΟΥΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ ΤΩΝ ΠΥΡΓΩΝ

#### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

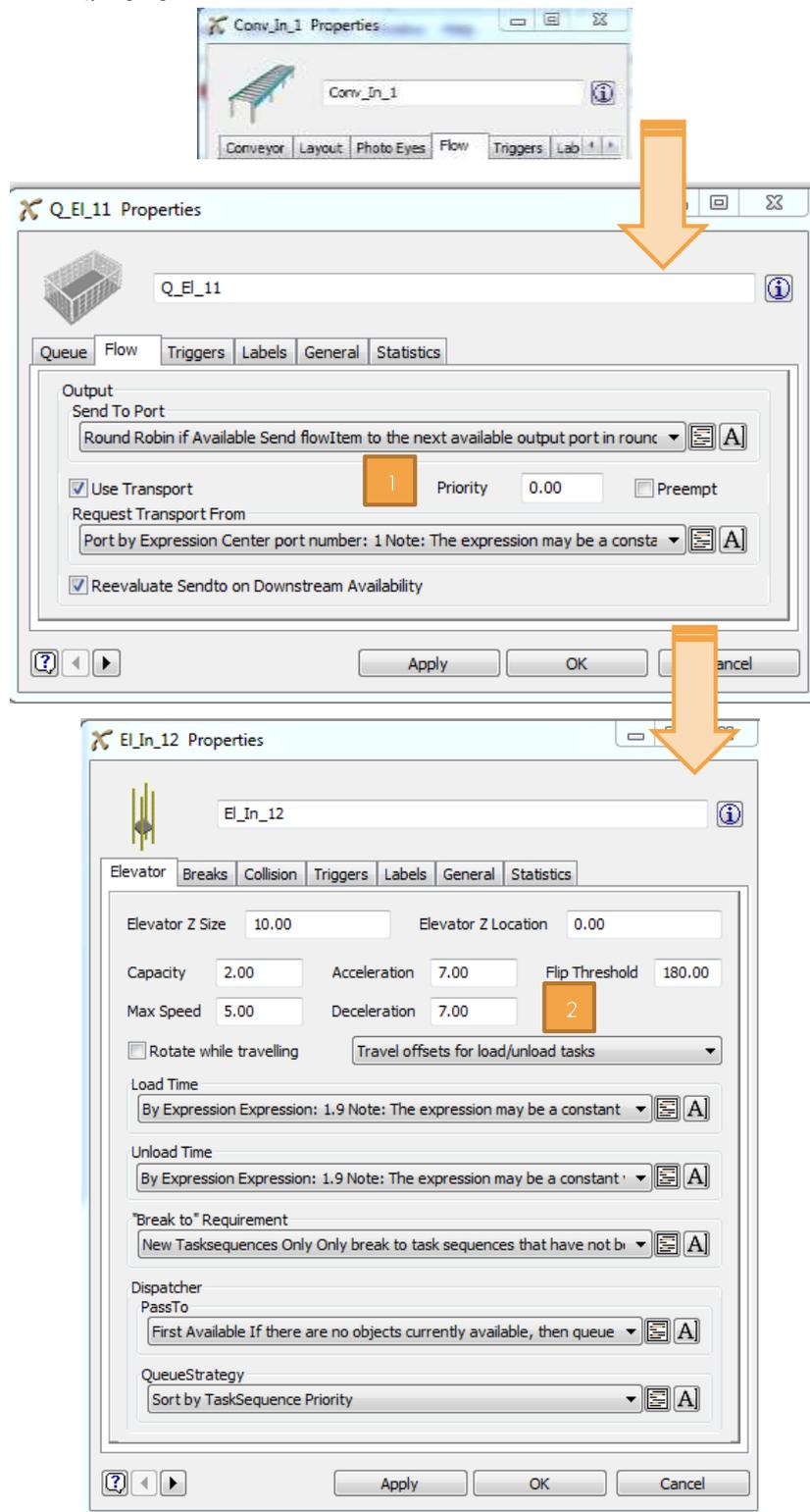
- Ανελκυστήρες εισόδου x 3
- Ουρές εισόδου x 3
- Πηγές (μετρητές) x 3
- Ουρές και καταβόθρες<sup>21</sup> x3

#### ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

<sup>21</sup> Χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των κιβωτίων των πηγών μετρητών

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- 1) Τρόπος κατανομής των totes από την ουρά στον εκάστοτε πύργο: κυκλικά στους ορόφους όταν ο επόμενος είναι διαθέσιμος. Σε περίπτωση που δεν είναι παραλείπεται και επιλέγεται ο επόμενος. Η είσοδος στις ουρές γίνεται από τους αντίστοιχους ραουλόδρομους της pre zone
- 2) Τα χαρακτηριστικά του ανελκυστήρα. Είναι τα ίδια και για τους ανελκυστήρες εξόδου.



Εικόνα 3.4-11: Πύργοι O.S.R. – ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΕ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

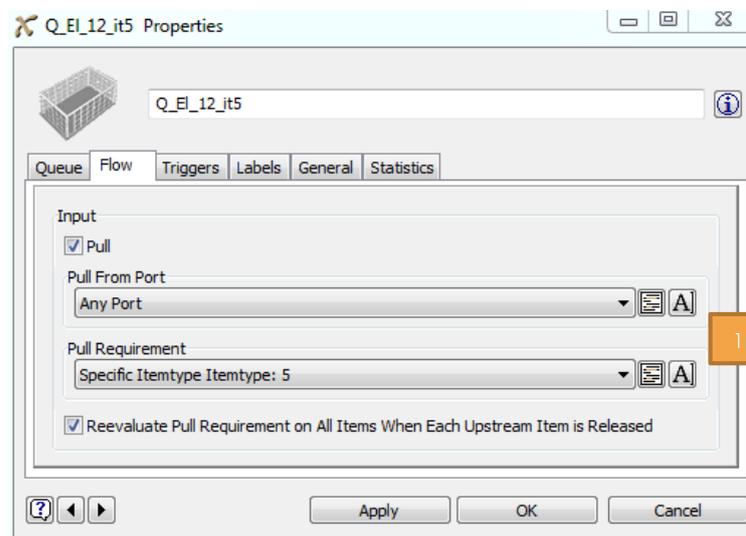
## ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ ΤΩΝ ΠΥΡΓΩΝ

### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

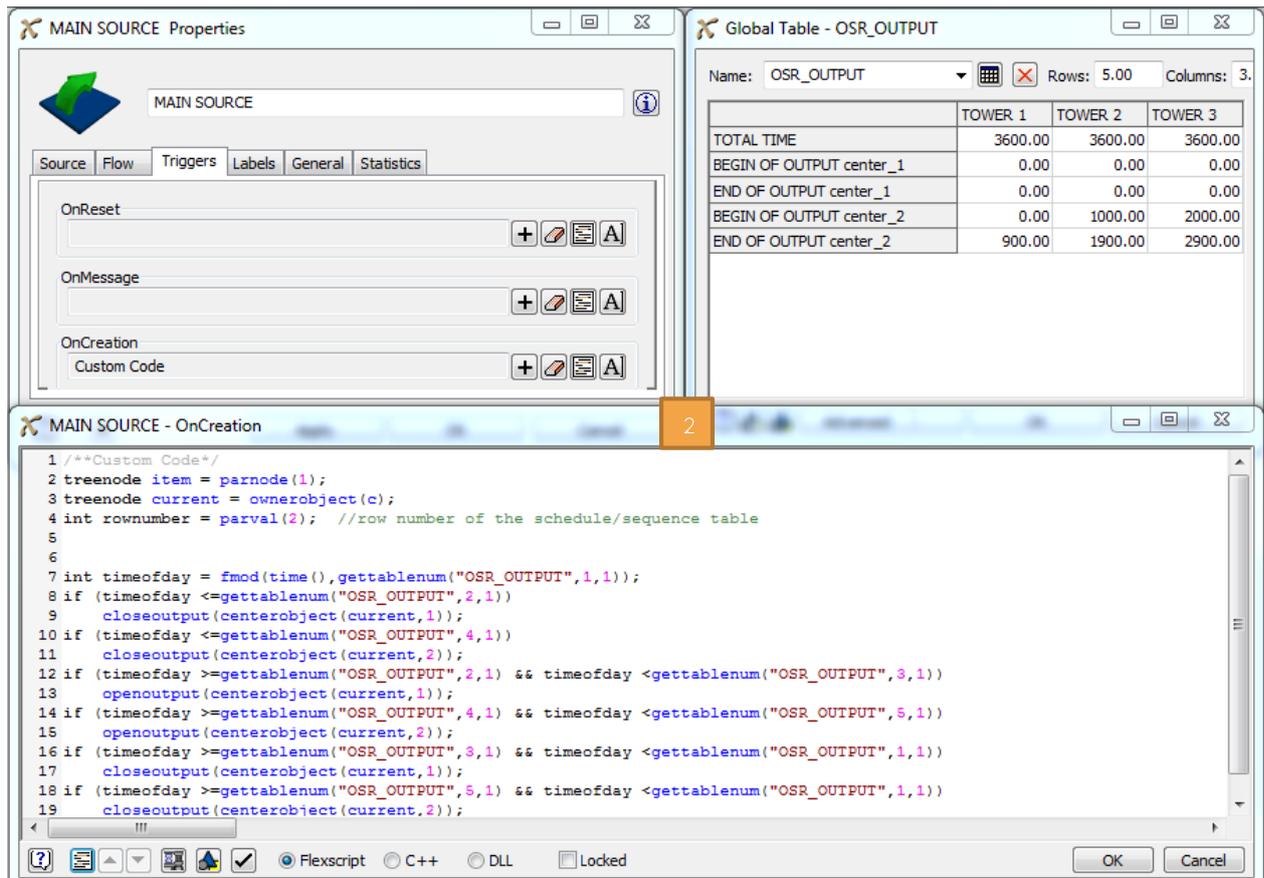
- Ανελκυστήρες εξόδου x 3
- Ουρές εξόδου x 3

### ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Η ουρά εξόδου τραβάει από κάθε πύργο αντίστοιχα τα *tokens* που έχουν *itemtype* 5 (με λογική FIFO).
- 2) Το ποια διαστήματα θα είναι ανοικτή η ουρά για να λάβει *token* καθορίζεται με τον παρακάτω τρόπο:
  - a. Φέρει *central port* με πηγή που παράγει κιβώτια ανα 0.1sec. Τα κιβώτια αυτά οδηγούνται σε καταβόθρα και δεν παίζουν κανέναν επιπλέον ρόλο στο μοντέλο.
  - b. Κάθε φορά που παράγεται ένα κιβώτιο (*on creation trigger*) εκτελείται κώδικας όπου
    - i. Διαβάζονται οι τιμές που καθορίζουν τα διαστήματα (δευτερόλεπτα στην ώρα) από τον πίνακα *OSR\_OUTPUT* για τα οποία οι εκάστοτε ουρά εξόδου θα είναι ανοικτή (π.χ. όπως φαίνεται παρακάτω η ουρά εξόδου του πύργου 3 θα είναι ανοικτός κάθε ώρα από το 2000<sup>ο</sup> ως το 2900<sup>ο</sup> δευτερόλεπτο).
    - ii. Λαμβάνεται το υπόλοιπο της διαίρεσης της τρέχουσας χρονικής στιγμής με το 3600 (διάστημα αναγωγής)
    - iii. Ελέγχεται σε ποιο διάστημα είναι
    - iv. Στέλνεται κατάλληλο μήνυμα στην ουρά εξόδου να ανοίξει ή να κλείσει (αντίστοιχα και να παραμείνει κλειστή ή ανοικτή)



Εικόνα 3.4-12  
Πύργοι Ο.Σ.Ρ. –  
ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ  
ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ



Εικόνα 3.4-13 Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΞΟΔΟΥ ΠΥΡΓΟΥ

## SHUTTLE – ΡΑΦΙΑ (RACKS)

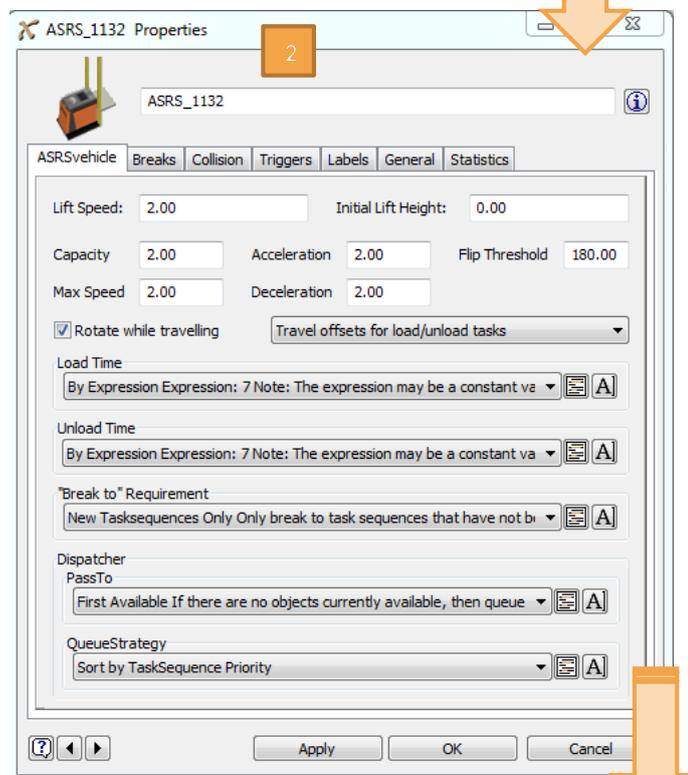
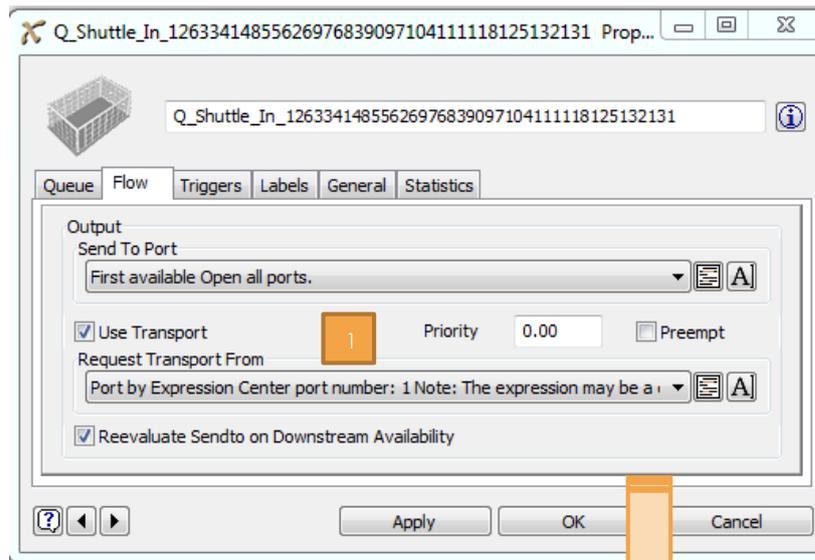
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ<sup>22</sup>

- Ουρά εισόδου x 1
- Ουρά εξόδου x 1
- Shuttle x 1
- Ράφια x 2

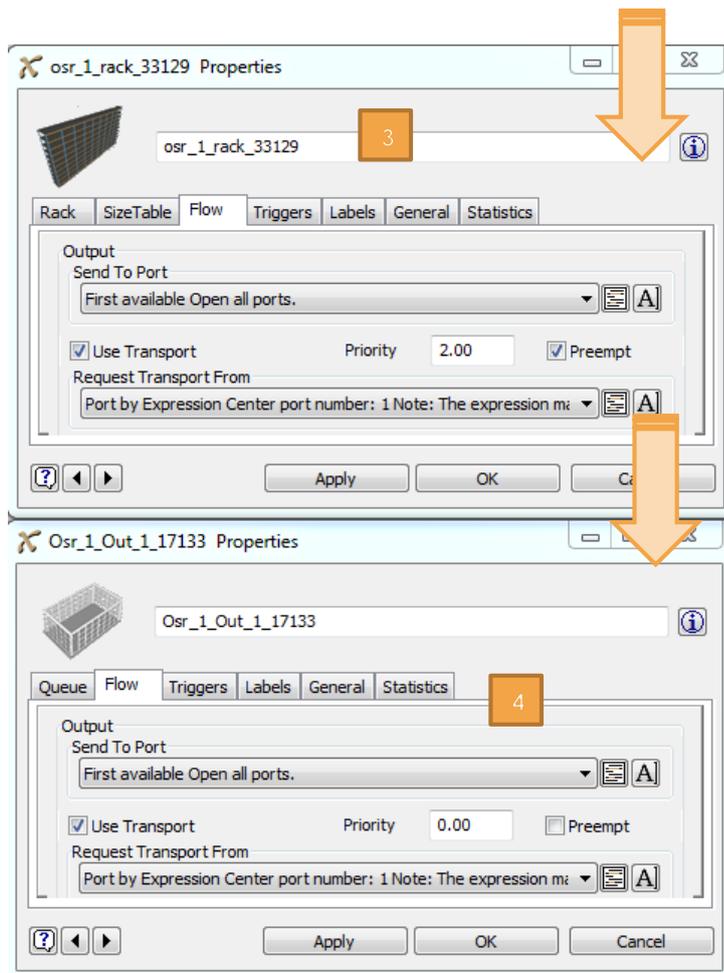
ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Ουρά εισόδου: λαμβάνει τα τοτες από τον ανελκυστήρα και με τη χρήση του shuttle τα τοποθετεί στα racks.
- 2) Shuttle: εξυπηρετεί την ουρά εισόδου και τα racks με λογική FIFO
- 3) Racks
- 4) Ουρά εξόδου

<sup>22</sup> Για κάθε όροφο σε κάθε πύργο (x3)



Εικόνα 3.4-14: Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – ΟΥΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ / SHUTTLE



Εικόνα 3.4-15: Πύργοι Ο.Σ.Ρ. – ΟΥΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ / SHUTTLE

### 3.4.3 ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΘΜΩΝ PICKING CONSOLIDATION STATION

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομοι x 4
- Ουρές x 3
- Συνδυαστές x 2
- Διαχωριστής x 1
- Χειριστής x 1

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Ραουλόδρομοι 1 και 2: Ο ραουλόδρομος 1 δέχεται (από τον προηγούμενο του ραουλόδρομο εισόδου στο picking) ποσοστό επί των συνολικά εισερχομένων totes. Το ποσοστό ορίζεται από τον πίνακα GT1. Με την είσοδο των totes τους αποδίδει άλλο χρώμα (γαλάζιο). Τα totes οδηγούνται στον ραουλόδρομο 2.

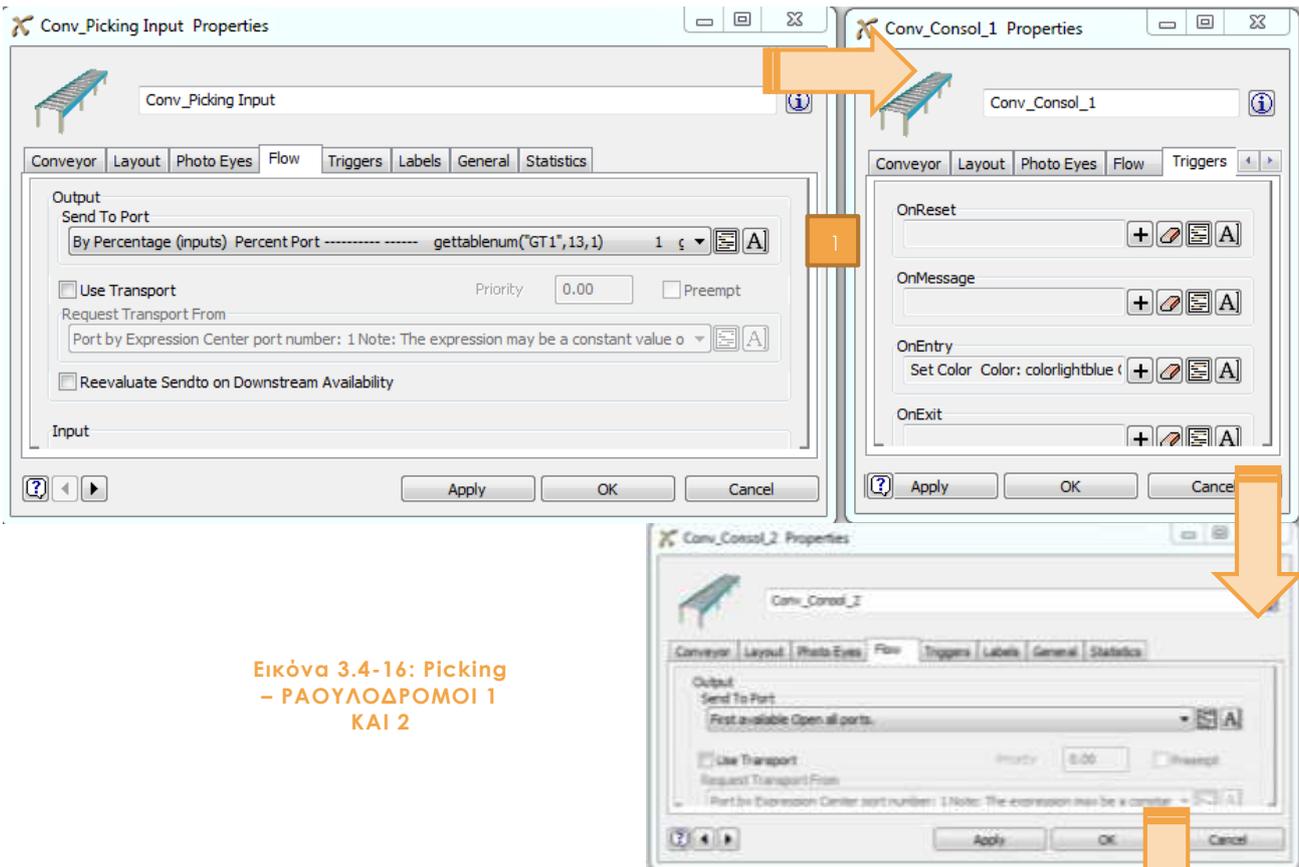
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- 2) Διαχωριστής: Το tote εισέρχεται και διαχωρίζεται (unpack) σε περιέκτη και περιεχόμενο. Περιεχόμενο και περιέκτης βγαίνουν από διαφορετικές εξόδους, με πρώτο το περιεχόμενο από την έξοδο 2. Με την έξοδο του περιεχομένου ο διαχωριστής στέλνει μήνυμα στον εαυτό του για να κλείσει την είσοδο, ώστε να μην ξεκινήσει η επεξεργασία άλλου tote πριν να ολοκληρωθεί του πρώτου.
- 3) Ουρές 1 και 2: Δέχονται τους περιέκτες και τα περιεχόμενα αντίστοιχα.
  - a. Ουρά 1: Με την απελευθέρωση του περιέκτη στέλνεται μήνυμα στον διαχωριστή για να ανοίξει και να παραλάβει το επόμενο tote.
  - b. Ουρά 2: Τα περιεχόμενα περνούν από την ουρά και οδεύουν προς τον συνδυαστή 2. Με την έξοδο τους τους αποδίδεται με τρόπο ομοιόμορφο itemtype 2,3 ή 4<sup>23</sup>.
- 4) Συνδυαστής 1:
  - a. Από την πρώτη είσοδο λαμβάνει το tote που εξέρχεται από την Ουρά 1 (περιέκτης συνεπτυγμένου tote)
  - b. Από τη δεύτερη είσοδο λαμβάνει το αποτέλεσμα της σύμπτυξης τους συνδυαστή 2
- 5) Συνδυαστής 2: Λαμβάνει τα περιεχόμενα της ουράς 2. Το απαιτούμενο πλήθος για την σύσταση του νέου tote καθορίζεται από τον παραπάνω itemtype του περιέκτη (π.χ. αν είναι 3 θα απαιτηθούν τα περιεχόμενα 3 totes για να συντεθεί το νέο). Το πρώτο από τα παραπάνω 3 totes θα αποτελέσει τον περιέκτη για τον συνδυαστή 1. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε τελικά 2 άδεια totes και ένα γεμάτο, γεμάτο όμως μόνο με 1 «εμάχι», οπότε με την έξοδο τους μπορούν να συνεχίσουν την πορεία τους χωρίς πρόβλημα στο μοντέλο, ενώ έχουν υποστεί την επεξεργασία από τον consolidation station.
- 6) Ραουλόδρομοι 3 και 4: χρησιμοποιούνται για την έξοδο των totes που κατευθύνονται προς τους πύργους (γεμάτα) ή προς το decanting (άδεια). Αυτό επιτυγχάνεται με την απόδοση του κατάλληλου itemtype κατά την είσοδο και την έξοδο τους από τη κατάλληλη θύρα.
- 7) Χειριστής: Δρα επικουρικά με τον συνδυαστή και την ουρά 1, με τους χρόνους που καταναλώνει αυτός αλλά και τα άλλα αντικείμενα να έχουν αποδοθεί κατάλληλα.

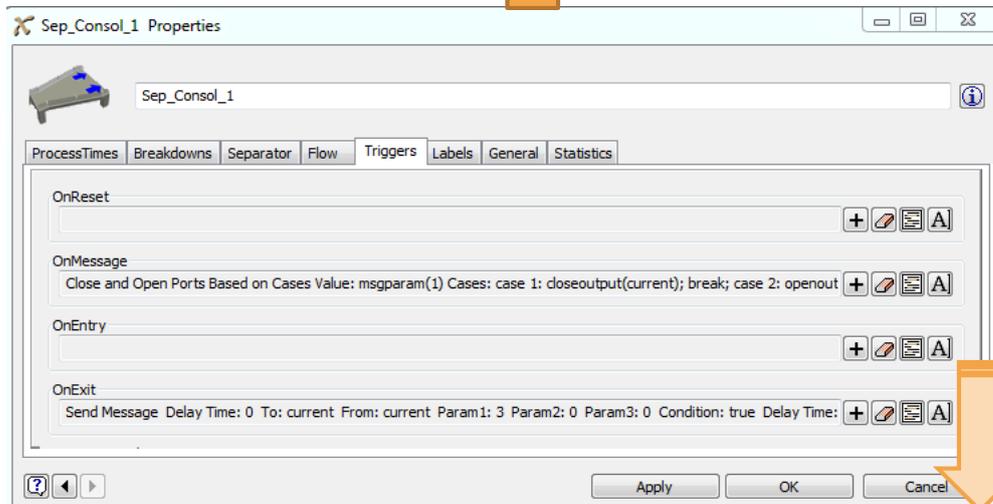
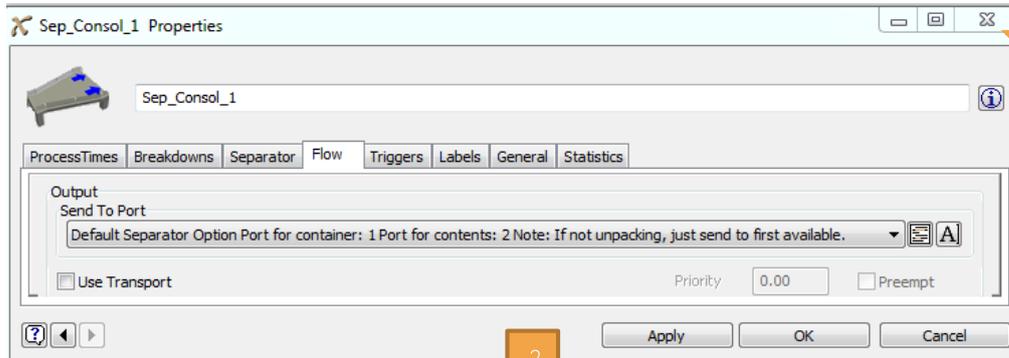
---

<sup>23</sup> Ο Itemtype αυτός δεν έχει να κάνει με πορεία των totes όπως στα προηγούμενα και είναι εσωτερικός για τη περιοχή του consolidation station.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

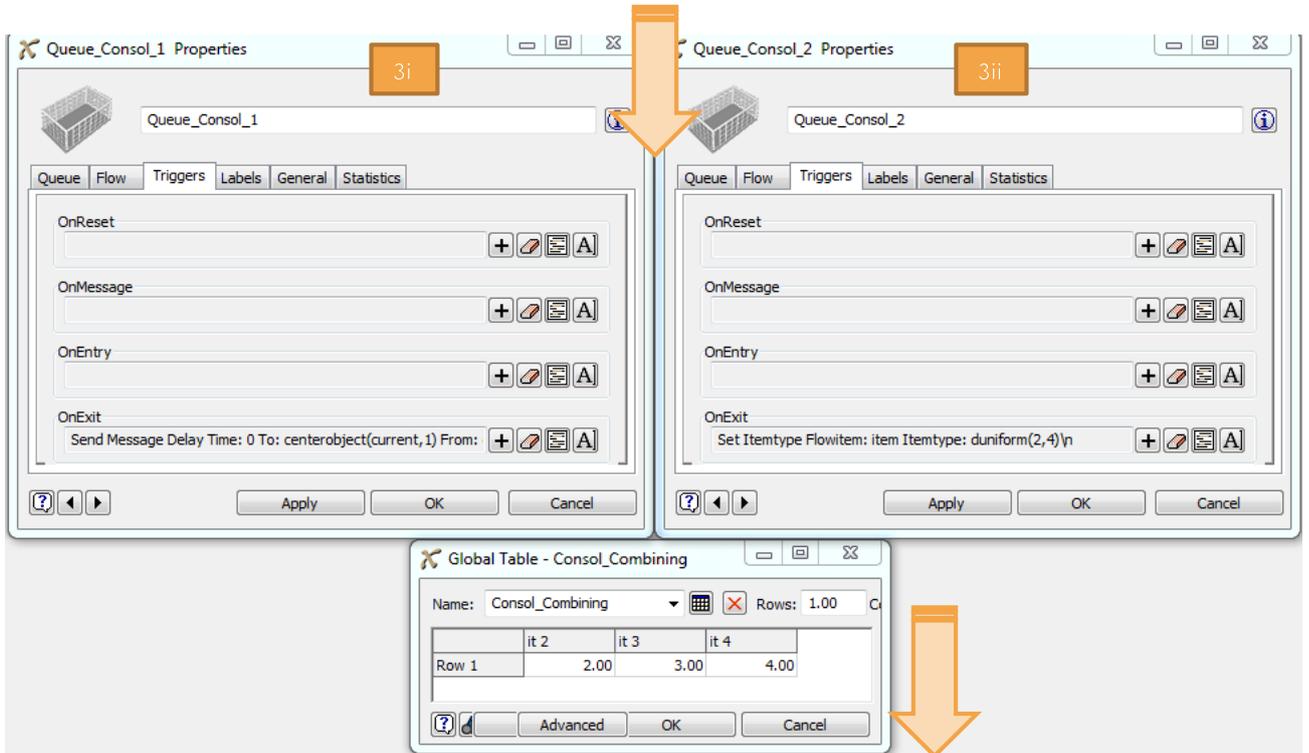


Εικόνα 3.4-16: Picking – ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ 1 ΚΑΙ 2

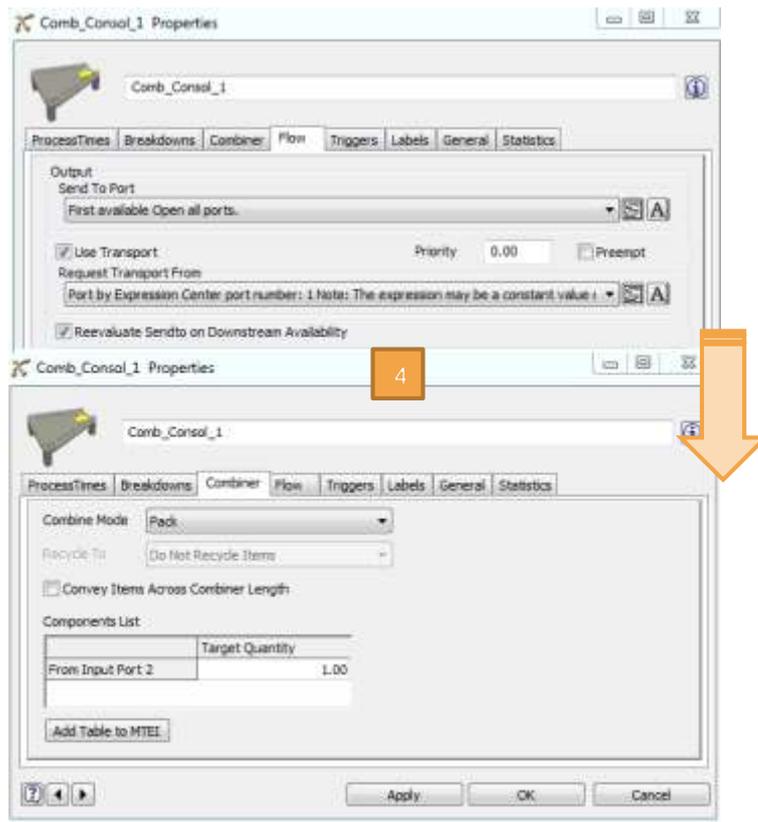


Εικόνα 3.4-17: Picking – ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ 1

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

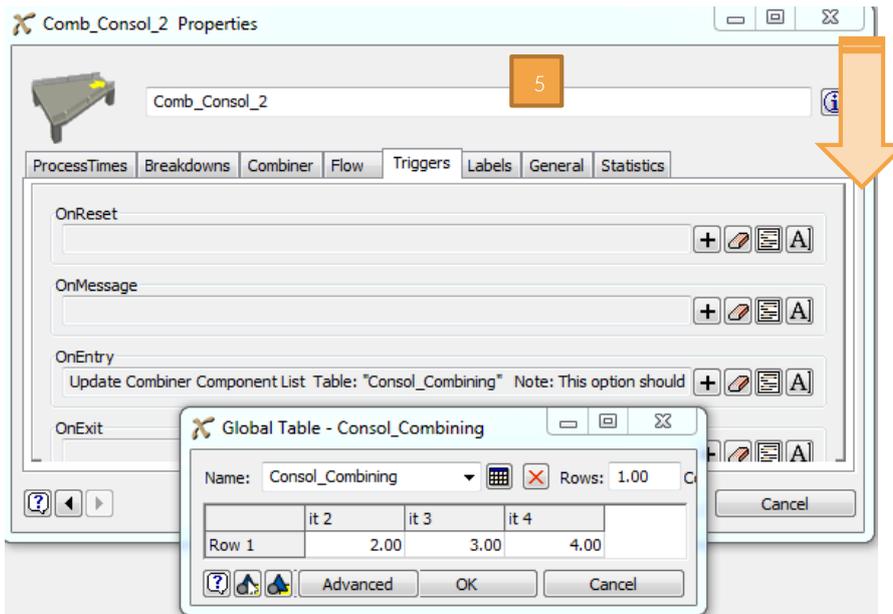


Εικόνα 3.4-18: Picking – ΟΥΡΕΣ 1 ΚΑΙ 2

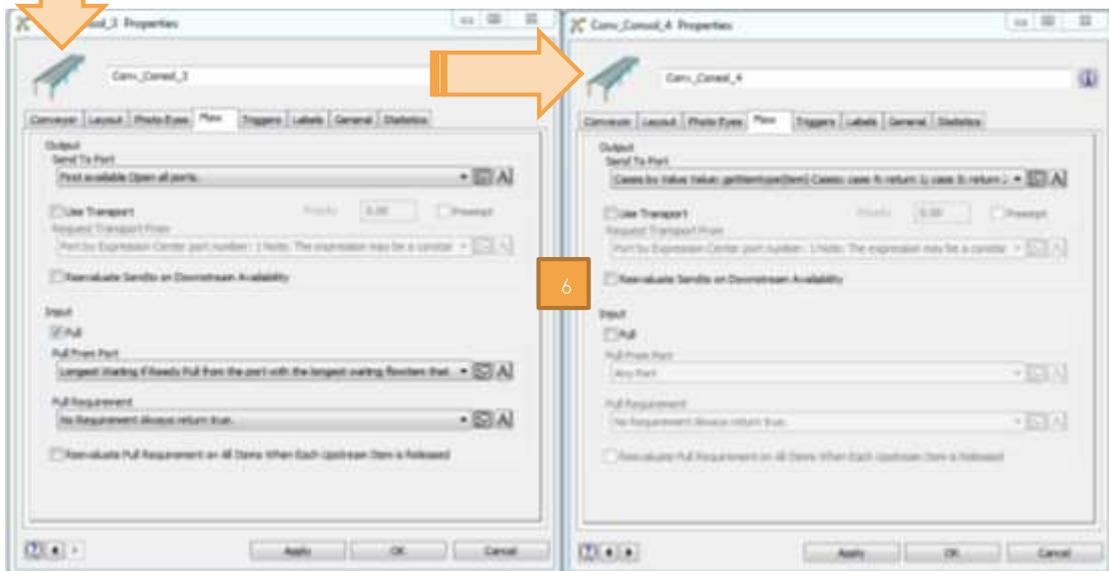


Εικόνα 3.4-19: Picking – ΣΥΝΔΥΑΣΤΗΣ 1

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 3.4-20: Picking – ΣΥΝΔΥΑΣΤΗΣ 2



Εικόνα 3.4-21: Picking – ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ 3 ΚΑΙ 4



Εικόνα 3.4-22: Picking – ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ CONSOLIDATION STATION

## ΣΤΑΘΜΟΣ PICKING<sup>24</sup>

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομοι x 4
- Ουρές x 5
- Συνδυαστές x 32
- Διαμοιραστής x1
- Χειριστής x1
- Πηγή x1
- Καταβόθρα x1

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

- 1) Ραουλόδρομοι εισόδου σε σταθμό (1 και 2)
  - a. Ραουλόδρομος 1: αν ο σταθμός που πρόκειται να δεχτεί τότε δεν έχει διαθέσιμη θέση τότε πάει στον ραουλόδρομο 1 και συνεχίζει την πορεία του για τον επόμενο σταθμό.
  - b. Ραουλόδρομος 2: αν ο σταθμός που πρόκειται να δεχτεί τότε έχει διαθέσιμη θέση, τότε το τότε προωθείται στον ραουλόδρομο 2.

<sup>24</sup> Τα παρακάτω ισχύουν για κάθε σταθμό ( x5)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- 2) Ουρά 1: βρίσκεται στο τέλος του ραουλόδρομου 2 και έχει 10 διαθέσιμες θέσεις<sup>25</sup>. Η επιλογή των totes από την ουρά γίνεται με λογική FIFO
- 3) Διαχωριστής 1: Διαιρεί το tote που εισάγεται σε αυτόν από την ουρά 1 σε δύο όμοια και τα οδηγεί σε δύο ουρές (ουρές 3 και 4)
- 4) Ουρά 3: Σκοπός της είναι να οδηγήσει το tote που λαμβάνει στον διαχωριστή 2
- 5) Ουρά 4: Παραλαμβάνει το tote από τον διαχωριστή 1 και παραμένει κλειστή μέχρι να λάβει σχετικό μήνυμα να ανοίξει από την ουρά 5. Έτσι εξασφαλίζεται ότι δεν θα ξεκινήσει η επεξεργασία άλλου tote ενώ θα εξελίσσεται η επεξεργασία του πρώτου.
- 6) Διαχωριστής 2: Για κάθε tote που λαμβάνει, για να καθοριστεί κάθε φορά σε πόσα μέρη θα το διασπάσει ή με άλλα λόγια πόσα τεμάχια από αυτό θα είναι διαθέσιμα για picking
  - a. Από τον πίνακα SEP\_CONTENT\_PERCENTAGE λαμβάνει τα ποσοστά που έχουν καθοριστεί για όλες τα πλήθη διάσπασης (π.χ στην αντίστοιχη εικόνα φαίνεται ότι το 100% των totes θα δώσει το πλήθος τεμαχίων της πρώτης επιλογής)
  - b. Από τον πίνακα GT1 φαίνεται η τιμή, δηλ. το πλήθος διάσπασης των totes (π.χ στην αντίστοιχη εικόνα φαίνεται ότι θα δώσει 5 τεμάχια)
- 7) Ουρά 5: Παραλαμβάνει από τον διαχωριστή 2 τα τεμάχια για τα μοιράσει στους συνδυαστές/ καταστήματα. Τα μοιράζει με τρόπο τυχαίο. Κάθε φορά που εξέρχεται ένα tote ένας εσωτερικός μετρητής μειώνει τη τιμή του κατά 1 και όταν φτάσει στο μηδέν (δηλαδή έχουν μοιραστεί όλα τα περιεχόμενα της ουράς) στέλνει μήνυμα στην ουρά 4 να ανοίξει. Η τοποθέτηση στα καταστήματα γίνεται με τη χρήση του χειριστή.
- 8) Χειριστής: χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία των καταστημάτων και η διαδοχή των κινήσεων του συντονίζεται από τον διαμοιραστή.
- 9) Συνδυαστής/κατάστημα: Η πρώτη είσοδος τους (δηλαδή ο νέος περιέκτης (carton)) τους παρέχεται μέσω πηγής και ουράς. Τα περιεχόμενα τους παρέχονται από την ουρά 5. Για τους συνδυαστές καταστήματα (30 το σύνολο τους σε κάθε σταθμό) καθορίζονται τα εξής:

---

<sup>25</sup> Ο σταθμός θεωρείται ότι έχει διαθέσιμες θέσεις εάν αυτή η ουρά έχει διαθέσιμες θέσεις

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

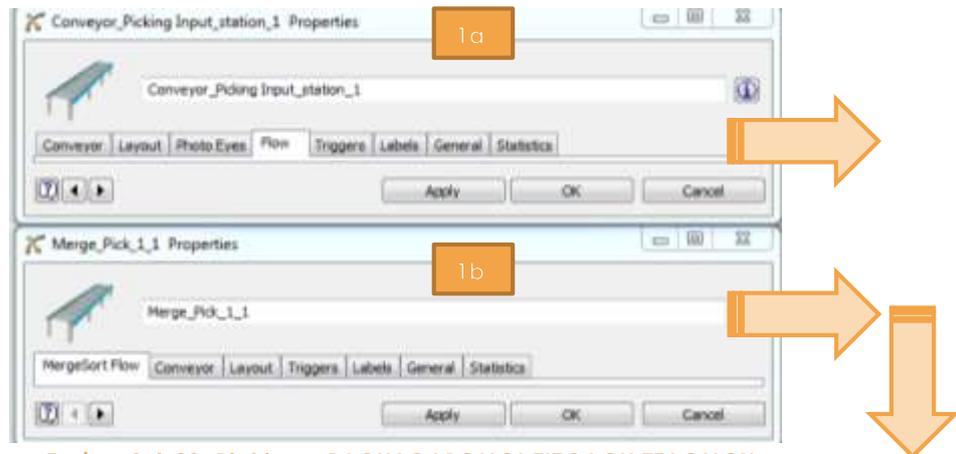
- α. Το πλήθος των καταστημάτων που είναι διαθέσιμο να παραλάβει κάθε στιγμή. Για γίνει αυτό συμβαίνουν τα παρακάτω:
- i. Εξωτερική πηγή με πυκνή κατανομή, κατά τη δημιουργία αντικειμένων ροής στέλνει μήνυμα σε ουρά που παίζει ρόλο μετρητή.
  - ii. Η ουρά σαρώνει όλα τα καταστήματα του σταθμού υπολογίζοντας το υπόλοιπο της διαίρεσης της τρέχουσας χρονικής στιγμής με το συνολικό χρόνο όπως ορίζεται στην Τρίτη στήλη των πινάκων  $St\_x\_Stores$ .
  - iii. Για το υπόλοιπο που υπολογίζεται ελέγχει αν είναι μέσα στα όρια που καθορίζουν οι στήλες 1 και 2 του ίδιου πίνακα. Για κάθε κατάσταση που συμβαίνει αυτό, του στέλνεται μήνυμα να ανοίξει και παίρνει πράσινο χρώμα
  - iv. Κάθε κατάσταση που είναι εκτός των χρονικών ορίων των δύο στηλών παραμένει κλειστό και παίρνει χρώμα μπλε.
- β. Το ποσό των τεμαχίων που πρέπει να συλλέξει ένα κατάστημα ώστε να μπορεί να θεωρηθεί ότι μπορεί να κλείσει το carton του. Για γίνει αυτό συμβαίνουν τα παρακάτω κάθε φορά που εισέρχεται τότε στο σταθμό:
- i. Από τον πίνακα  $St\_x\_Stores$  λαμβάνει τα ποσοστά που έχουν καθοριστεί για όλες τα πλήθη διάσπασης (π.χ. στην αντίστοιχη εικόνα φαίνεται ότι το 100% των τότες θα δώσει το πλήθος τεμαχίων της πρώτης επιλογής)
  - ii. Από τον πίνακα GT1 φαίνεται η τιμή, δηλ. το πλήθος διάσπασης των τότες (π.χ. στην αντίστοιχη εικόνα φαίνεται ότι θα δώσει 16 τεμάχια)

Μετά τη κατανομή των τότες στα καταστήματα και την συμπλήρωση των cartons από αυτά γίνεται η προώθηση τους σε καταβόθρες, δηλαδή βγαίνουν από το μοντέλο.

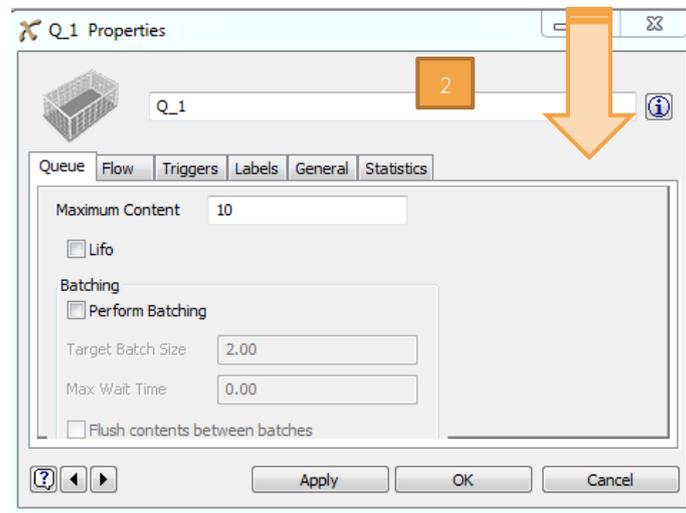
- 10) Ουρά 6: Όταν ένα τότε είναι έτοιμο απελευθερώνεται από την Ουρά 4, υπάρχει η επιλογή να οδηγηθεί στον επόμενο σταθμό, σε άλλο τυχαίο σταθμό ή προς την έξοδο. Αυτό καθορίζεται από την ουρά 6. Κατά την έξοδο κάθε τότε από αυτήν ορισμένο ποσοστό των τότες θα οδηγηθεί προς κάθε κατεύθυνση. Το ποσοστό καθορίζεται από τον πίνακα GT1. Επίσης σε αυτή τη ουρά τοποθετείται ετικέτα σε κάθε

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

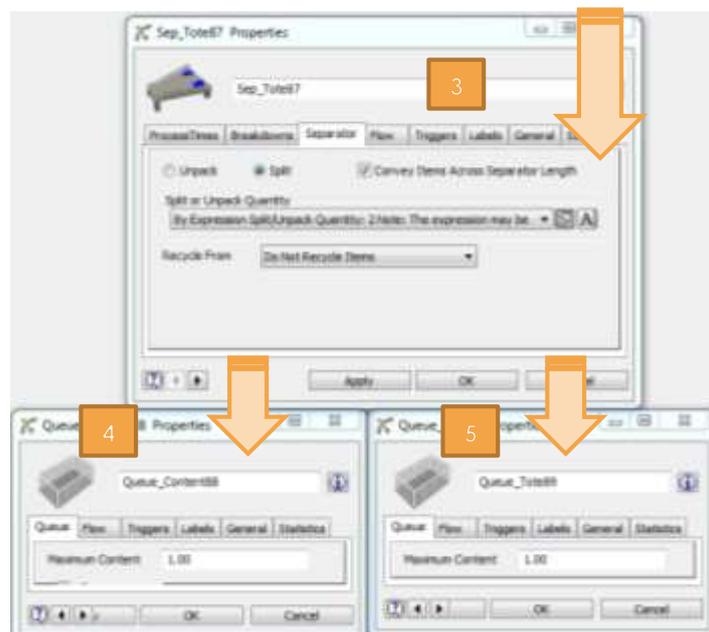
επεξεργασμένο τότε για να μπορεί να μετρηθεί, εφόσον είναι επιθυμητό, το πλήθος των σταθμών από τους οποίους πέρασε.



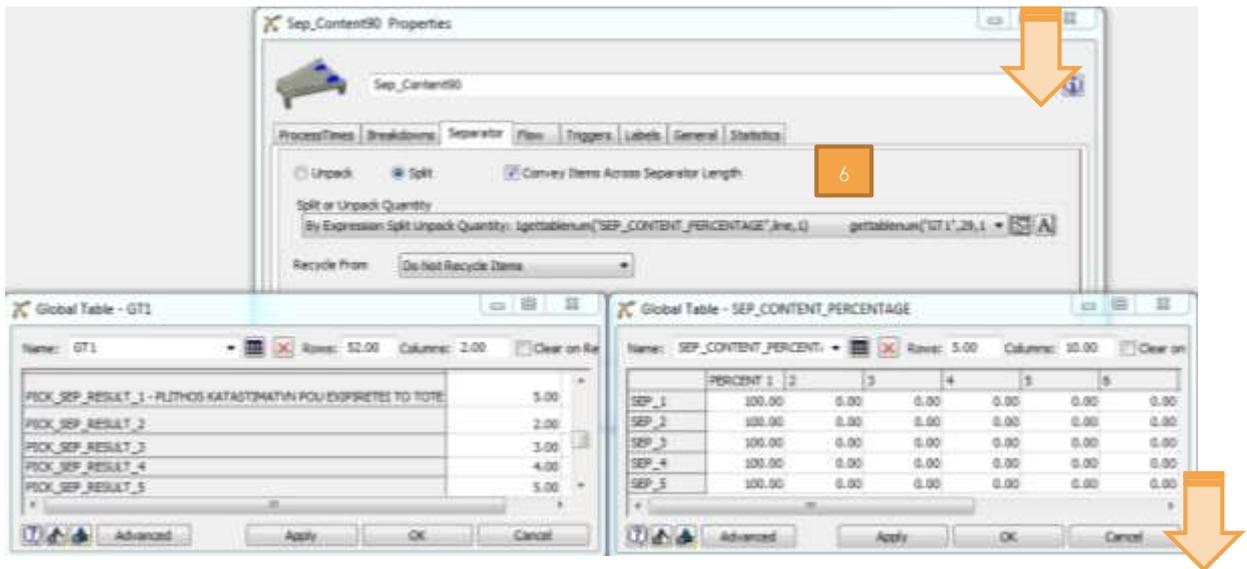
Εικόνα 3.4-23: Picking – ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΙ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ



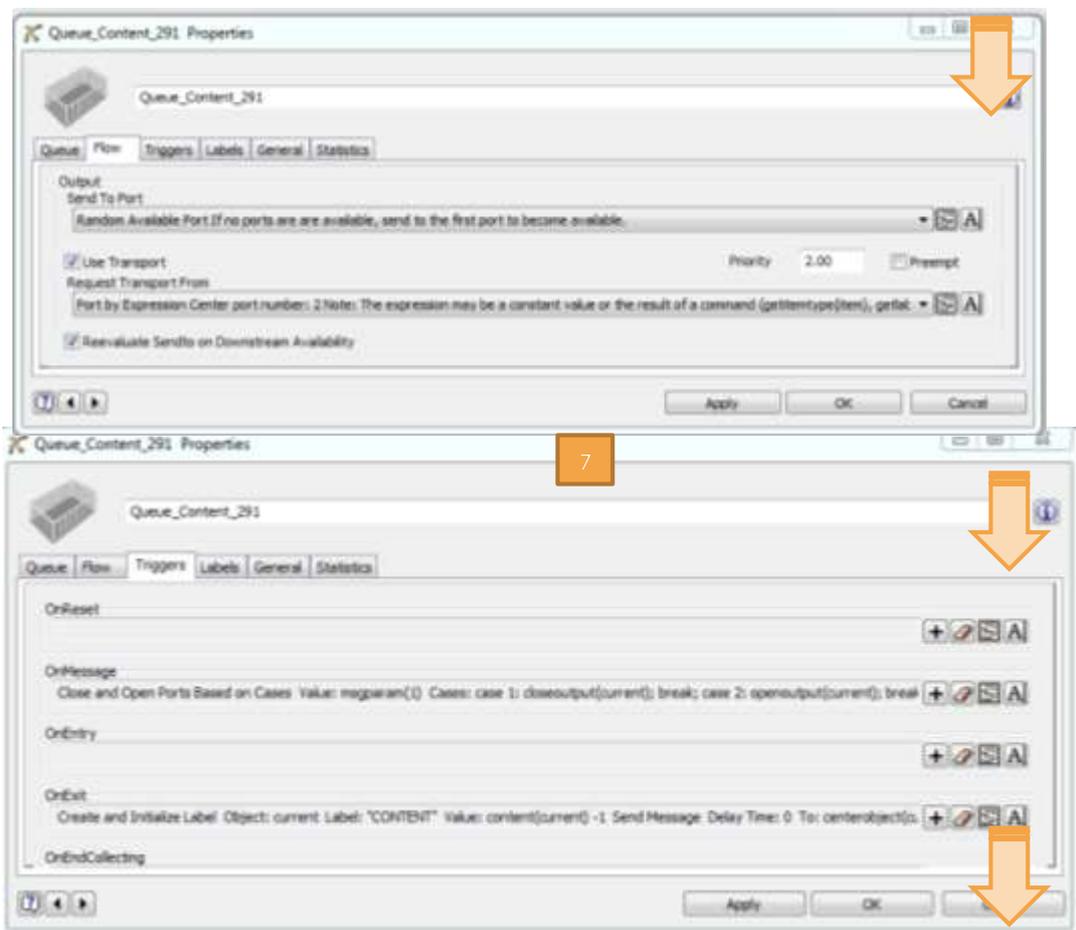
Εικόνα 3.4-24: Picking – ΟΥΡΑ ΑΝΑΜΟΝΗΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 3.4-26: Picking – ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ 2



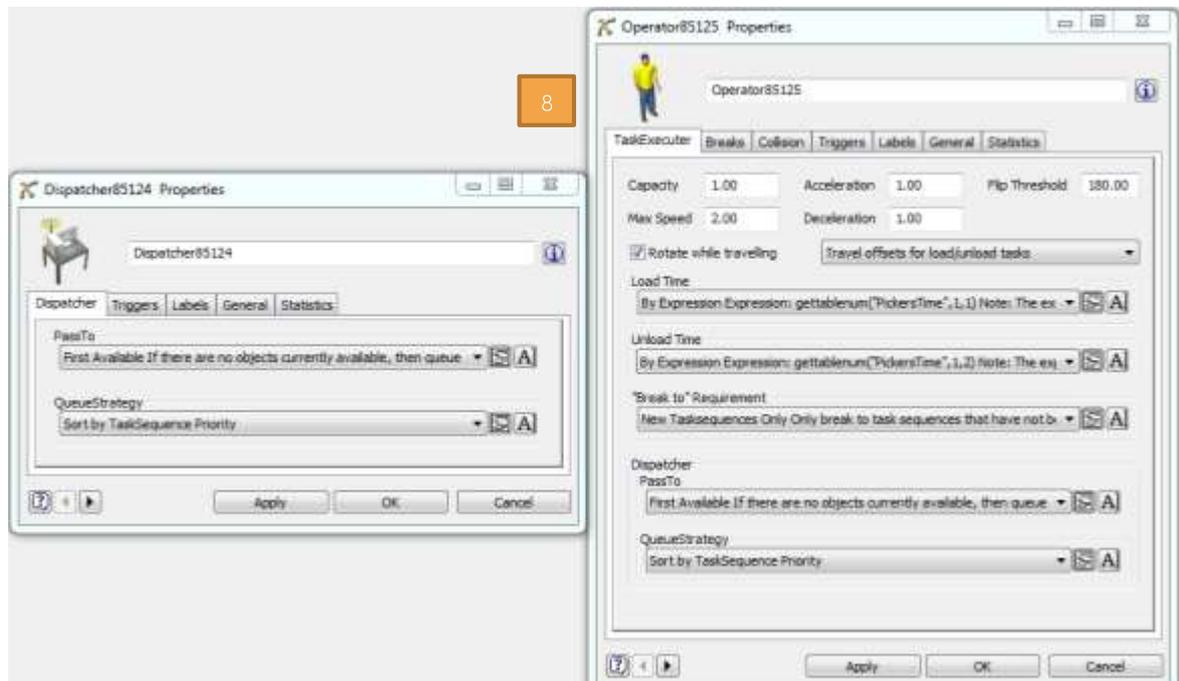
Εικόνα 3.4-27: Picking – ΟΥΡΑ 5

```

Queue_Content_291 - OnExit
1 treenode item = parnode(1);
2 treenode current = ownerobject(c);
3 int port = parval(2);
4 { //***** PickOption Start *****\\
5 /**Create and Initialize Label*/
6 /** \nObject: */
7 treenode involved = /**/current/**/;
8 /** \nLabel: */
9 string labelname = /**/"CONTENT"/**/;
10 /** \nValue: */
11 double newvalue = /**/content(current) -1/**/;
12 /**\n\n*/
13 addlabel(involved,labelname);
14 setlabelnum(involved, labelname, newvalue);
15 } //***** PickOption End *****\\
16 { //***** PickOption Start *****\\
17 /**Send Message*/
18 int NoDelay = -1;
19 /** \nDelay Time: */
20 double delaytime = /**/0/**/list:NoDelay-0-10-getlabelnum(current, "messagedelay")**/;
21 /** \nTo: */
22 treenode toobject = /**/centerobject(current,1)/**/;
23 /** \nFrom: */
24 treenode fromobject = /**/current/**/;
25 /** \nParam1: */
26 double param1 = /**/2/**/;
27 /** \nParam2: */
28 double param2 = /**/0/**/;
29 /** \nParam3: */
30 double param3 = /**/0/**/;
31 /** \nCondition: */
32 int condition = /**/true/**/;
33 /**\n\nDelay Time:\n      NoDelay: message sent immediately within trigger contex \n 0: de
34 int value = getlabelnum(current, "CONTENT");
35 if (value ==0)
36 {
37 if(condition)
38 {
39     if(delaytime == NoDelay)
40         sendmessage(toobject, fromobject, param1, param2, param3);
41     else senddelayedmessage(toobject, max(0, delaytime), fromobject, param1, param2, param3);
42 }
43 }
44 } //***** PickOption End *****\\

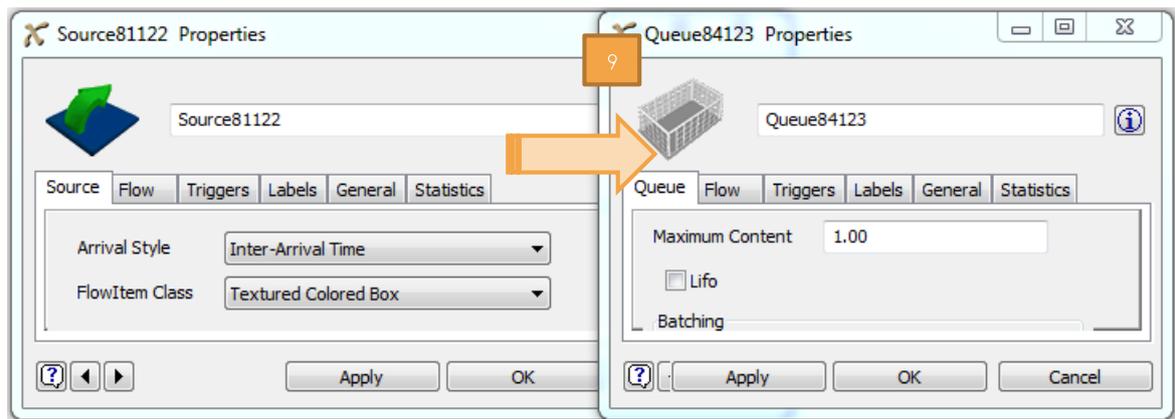
```

Εικόνα 3.4-28: Picking – ΟΥΡΑ 5

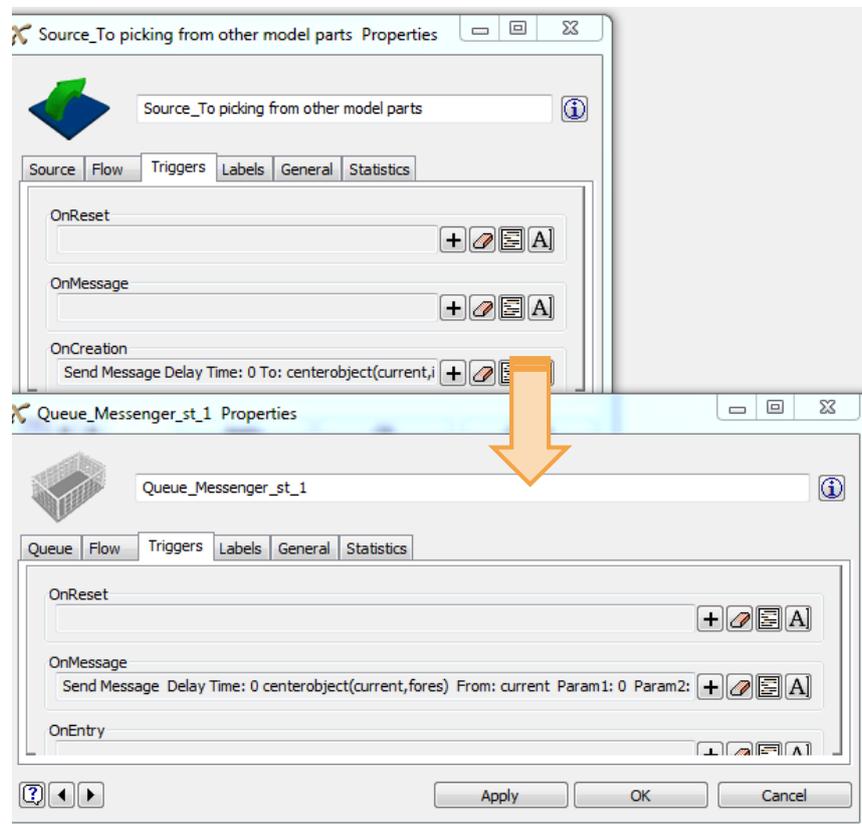


Εικόνα 3.4-29: Picking – ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ/ ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΤΗΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 3.4-31: Picking – ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΟΥΡΑ ΣΥΝΔΥΑΣΤΗ/ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ



Εικόνα 3.4-30 Picking – ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΟΥΡΑ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΠΛΗΘΟΥΣ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

9

```

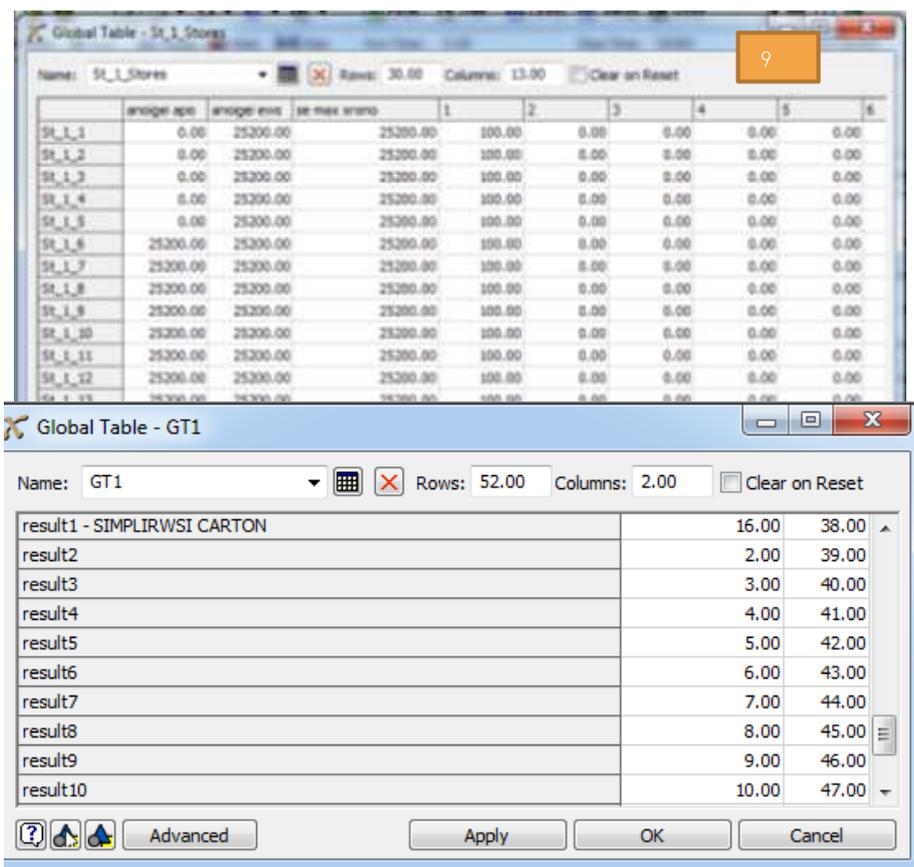
1 treenode item = parnode(1);
2 treenode current = ownerobject(c);
3 int port = parval(2);
4 { //***** PickOption Start *****\\
5 /**Send Message*/
6 int NoDelay = -1;
7 /** \nDelay Time: */
8 double delaytime = /**/0/**list:NoDelay~0~10~getlabelnum(current, "messagedelay")*/;
9
10 for ( int fores =2 ; fores <=31; fores ++ )
11 {
12 treenode toobject = /**/centerobject(current,fores)/**/;
13 /** \nFrom: */
14 treenode fromobject = /**/current/**/;
15 /** \nParam1: */
16 double param1 = /**/0/**/;
17 /** \nParam2: */
18 double param2 = /**/0/**/;
19 /** \nParam3: */
20 double param3;
21 int ipoloipo = fmod(time(), gettablenum("St_1_Stores", (fores-1),3));
22 if ((ipoloipo >= gettablenum("St_1_Stores", (fores-1),1)) && (ipoloipo <= gettablenum("St_1_Stores", (fores-1),2)))
23 {
24 { param3=4;
25 setcolor(current,50,0,0);}
26
27 /** \nCondition: */
28 int condition = /**/true/**/;
29
30 /**\n\nDelay Time:\n NoDelay: message sent immediately within trigger contex \n 0: delayed message sent in 0 time*/
31 if(condition)
32 { if(delaytime == NoDelay)
33 sendmessage(toobject,fromobject,param1,param2,param3);
34 else senddelayedmessage(toobject, max(0,delaytime), fromobject,param1,param2,param3);
35 }
36 else
37 { param3=3;
38 setcolor(current,0,0,50);}
39 /** \nCondition: */
40 int condition = /**/true/**/;
41 /**\n\nDelay Time:\n NoDelay: message sent immediately within trigger contex \n 0: delayed message sent in 0 time*/
42 if(condition)
43 {
44 if(delaytime == NoDelay)
45 sendmessage(toobject,fromobject,param1,param2,param3);
46 else senddelayedmessage(toobject, max(0,delaytime), fromobject,param1,param2,param3);} //***** PickOption End ****

```

Name: St_1_Stores	aroge age	aroge ens	se max trans	1	2	3	4	5	6
St_1_1	0.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_2	0.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_3	0.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_4	0.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_5	0.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_6	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_7	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_8	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_9	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_10	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_11	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_12	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_13	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_14	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_15	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_16	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_17	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_18	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_19	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_20	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_21	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_22	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_23	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_24	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_25	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_26	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_27	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_28	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_29	25200.00	25200.00	25200.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
St_1_30	25200.00	25200.00	28800.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Εικόνα 3.4-32 Picking – ΚΩΔΙΚΑΣ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΠΛΗΘΟΥΣ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 3.4-33: Picking –ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΠΛΗΘΟΥΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ CARTON

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```

2 treenode current = ownerobject(c);
3 int port = parval(2);
4 string tablename = /**/"St_1_Stores"/**/;
5 int line = /**/1/**/;
6 if(port == 1)
7 { treenode thelist = getvarnode(current,"componentlist");
8   treenode thesum = getvarnode(current,"targetcomponentsum");
9   setnodenum(thesum,0);
10
11 double percent1 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,4)/**/;
12 /** \n */
13 double result1 = /**/gettablenum("GT1",38,1)/**/;
14 /** \n */
15 double percent2 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,5)/**/;
16 /** \n */
17 double result2 = /**/gettablenum("GT1",39,1)/**/;
18 /** \n */
19 double percent3 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,6)/**/;
20 /** \n */
21 double result3 = /**/gettablenum("GT1",40,1)/**/;
22 /** \n */
23 double percent4 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,7)/**/;
24 /** \n */
25 double result4 = /**/gettablenum("GT1",41,1)/**/;
26 /** \n */
27 double percent5 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,8)/**/;
28 /** \n */
29 double result5 = /**/gettablenum("GT1",42,1)/**/;
30 /** \n */
31 double percent6 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,9)/**/;
32 /** \n */
33 double result6 = gettablenum("GT1",43,1);
34 /** \n */
35 double percent7 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,10)/**/;
36 /** \n */
37 double result7 = /**/gettablenum("GT1",44,1)/**/;
38 /** \n */
39 double percent8 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,11)/**/;
40 /** \n */
41 double result8 = /**/gettablenum("GT1",45,1)/**/;
42 /** \n */
43 double percent9 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,12)/**/;
44 /** \n */
45 double result9 = /**/gettablenum("GT1",46,1)/**/;

```

```

47 double percent10 = /**/gettablenum("St_1_Stores",line,13)/**/;
48 /** \n */
49 double result10 = /**/gettablenum("GT1",47,1)/**/;
50 double randomnum = uniform(0,100,1);
51 percent2 = percent1 + percent2;
52 percent3 = percent2 + percent3;
53 percent4 = percent3 + percent4;
54 percent5 = percent4 + percent5;
55 percent6 = percent5 + percent6;
56 percent7 = percent6 + percent7;
57 percent8 = percent7 + percent8;
58 percent9 = percent8 + percent9;
59 percent10 = percent9 + percent10;
60 if(fabs(100 - percent10) > 0.1)
61 { stop();
62   msg("Percentage Error",
63     concat(
64       "Percentages do not add up to 100 for ",
65       nodetopath(current,1),
66       " send to field"
67     )
68     ,1
69   );
70   return 0;
71 }
72
73 if( randomnum<=percent1)
74 {
75   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result1);
76   inc(thesum,result1);
77 }
78 else if( randomnum<=percent2)
79 {
80   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result2);
81   inc(thesum,"result2");
82 }
83 else if( randomnum<=percent3)
84 {
85   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result3);
86   inc(thesum,result3);
87 }
88 else if( randomnum<=percent4)
89 {
90   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result4);

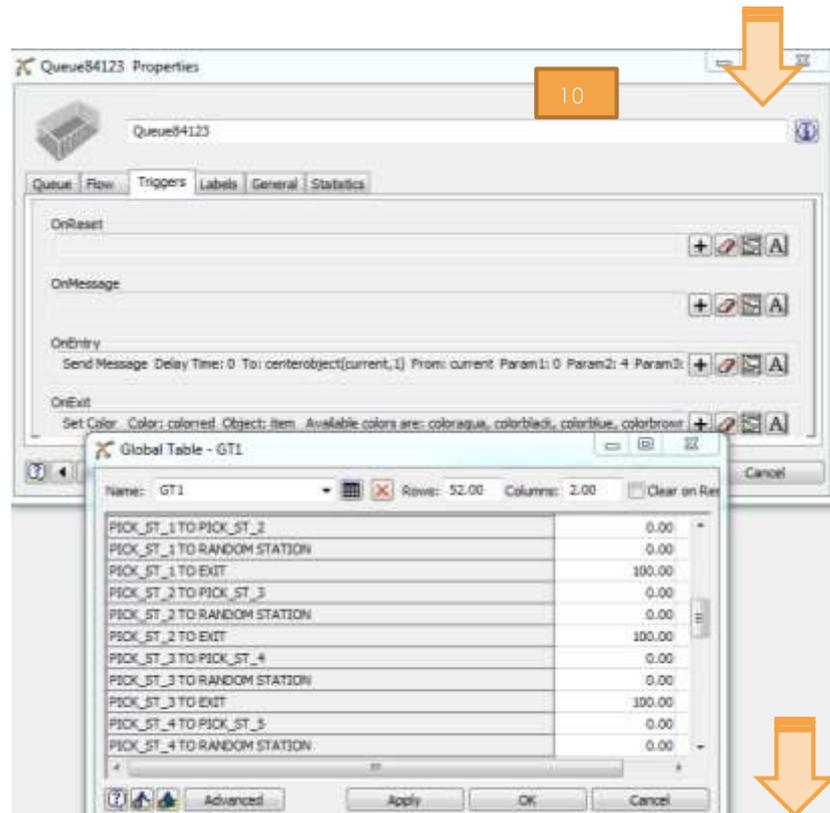
```

```

83 else if( randomnum<=percent3)
84 {
85   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result3);
86   inc(thesum,result3);
87 }
88 else if( randomnum<=percent4)
89 {
90   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result4);
91   inc(thesum,result4);
92 }
93 else if( randomnum<=percent5)
94 {
95   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result5);
96   inc(thesum,result5);
97 }
98
99 else if( randomnum<=percent6)
100 {
101   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result6);
102   inc(thesum,result6);
103 }
104 else if( randomnum<=percent7)
105 {
106   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result7);
107   inc(thesum,result7);
108 }
109 else if( randomnum<=percent8)
110 {
111   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result8);
112   inc(thesum,result8);
113 }
114 else if( randomnum<=percent9)
115 {
116   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result9);
117   inc(thesum,result9);
118 }
119 else if( randomnum<=percent10)
120 {
121   setnodenum(cellrowcolumn(thelist,1,1),result10);
122   inc(thesum,result10);
123 }
124 }

```

Εικόνα 3.4-34: Picking –ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΠΛΗΘΟΥΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ CARTON



Εικόνα 3.4-35: Picking –ΟΥΡΑ 6 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΤΑΙΡΩ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΟΤΕ

Σε αυτό το σημείο σχετικά με το περιεχόμενο των totes, πρέπει να τονιστεί ότι:

- Εισέρχονται με περιεχόμενο **1 τεμάχιο** (όπως ακριβώς τροφοδοτούνται από το decanting)
- Εξερχόμενα αφού έχουν επεξεργαστεί από κάποιον σταθμό φέρουν και πάλι **1 τεμάχιο ανεξάρτητα με το πλήθος των τεμαχίων που προέκυψαν και διατέθηκαν για το picking.**
- Όπως θα φανεί παρακάτω στην έξοδο από το picking **μπορεί τελικά να εξέλθουν είτε με το «συμβολικό» 1 τεμάχιο μέσα τους είτε τελείως άδεια.**

## ΕΞΟΔΟΣ ΑΠΟ PICKING

### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

- Ραουλόδρομοι x 3
- Ουρές x 5
- Διαμοιραστής x1
- Καταβόθρα x1

### ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥΣ

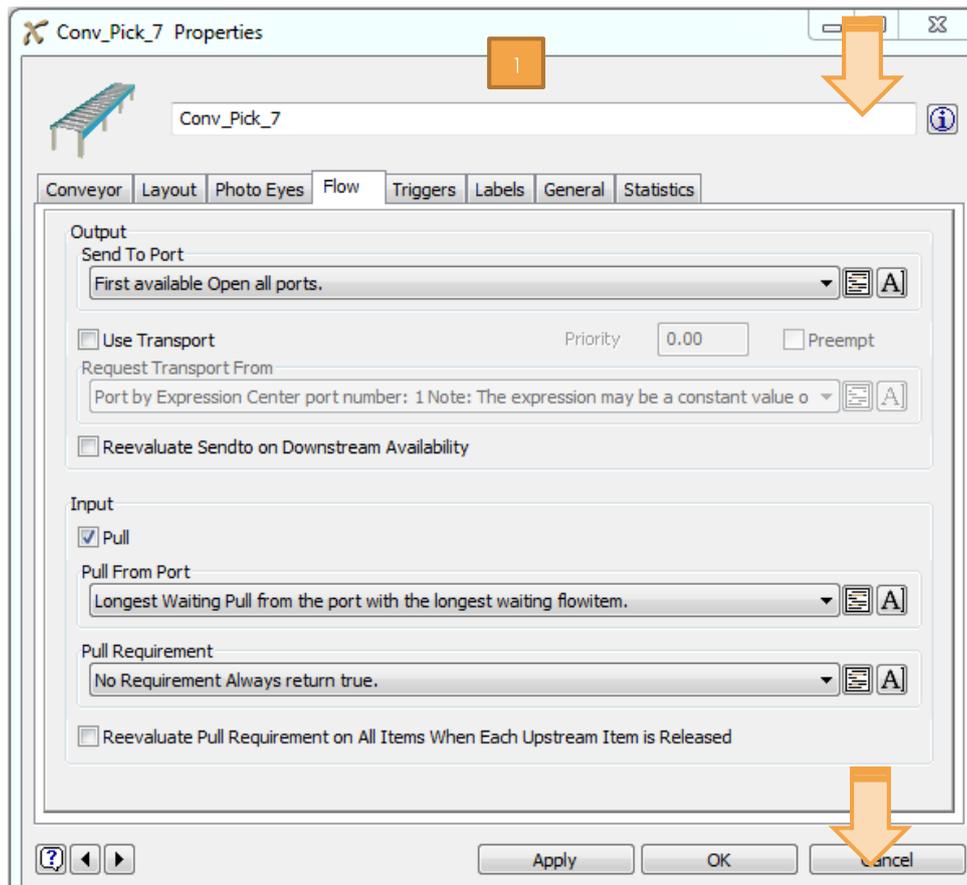
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- 1) Ραουλόδρομος εξόδου 1: Πρόκειται για τον κεντρικό ραουλόδρομο που παραλαμβάνει είτε όσα totes επεξεργάστηκαν και οδεύουν έξω από το τμήμα του picking είτε όσα totes δεν είχαν διαθέσιμο χώρο για να επεξεργαστούν οπότε θα ξαναπεράσουν από το σύστημα. Τραβάει τα totes από τους σταθμούς με προτεραιότητα σε αυτά που αναμένουν μεγαλύτερο διάστημα.
- 2) Ραουλόδρομος buffer: Δέχεται τα totes του ραουλόδρομου εξόδου 1 και κάνει τον διαχωρισμό ανάμεσα σε αυτά που έχουν επεξεργαστεί και σε αυτά που δεν έχουν. Επίσης σε περίπτωση που το περιεχόμενο του περάσει τα 20 totes σταματά το τρέξιμο του εκάστοτε μοντέλου ως αδύνατο.
- 3) Ουρά 1: οδηγεί τα totes που δεν έχουν επεξεργαστεί πίσω στο picking, δίνοντας τους ροζ χρώμα για να ξεχωρίζουν εύκολα.
- 4) Ουρά 2: καθορίζει ποια από τα totes θα καταλήξουν γεμάτα και να οδεύουν προς τους πύργους και ποια άδεια και να οδεύουν προς το decanting. Η επιλογή γίνεται βάσει ποσοστού επί του συνολικού αριθμού εισερχομένων totes. Τα ποσοστά δηλώνονται στον πίνακα GT1. (π.χ. στην σχετική εικόνα φαίνεται ότι το 100% των εισερχομένων totes θα πάνε γεμάτα προς τους πύργους). Στην ουρά 2 καταλήγουν και τα totes που εξέρχονται από τον consolidation station και φυσικά υφίστανται την ίδια επεξεργασία. Οι έξοδοι της ουράς 2 είναι οι ουρές 3 και 4.
- 5) Ουρά 3: Είναι η ουρά στην οποία καταλήγουν τα totes που θα οδηγηθούν γεμάτα προς τους πύργους. Σε αυτά αποδίδεται με ομοιόμορφο τρόπο itemtype 1,2 ή3 και οδεύουν προς τον ραουλόδρομο εξόδου 2 (που συνδέεται με τη pre zone κλπ)
- 6) Ουρά 4: Είναι η ουρά στην οποία καταλήγουν τα totes που θα οδηγηθούν άδεια προς το decanting. Συνδέεται με διαχωριστή που κάνει unpack στα totes. Με τη βοήθεια ουράς και καταβόθρας πετάει τα περιεχόμενα τους εκτός μοντέλου ενώ ο περιέκτης κατευθύνεται προς τον ραουλόδρομο εξόδου 2.<sup>26</sup>
- 7) Ραουλόδρομος εξόδου 2: Συνδέει το picking με τη pre zone

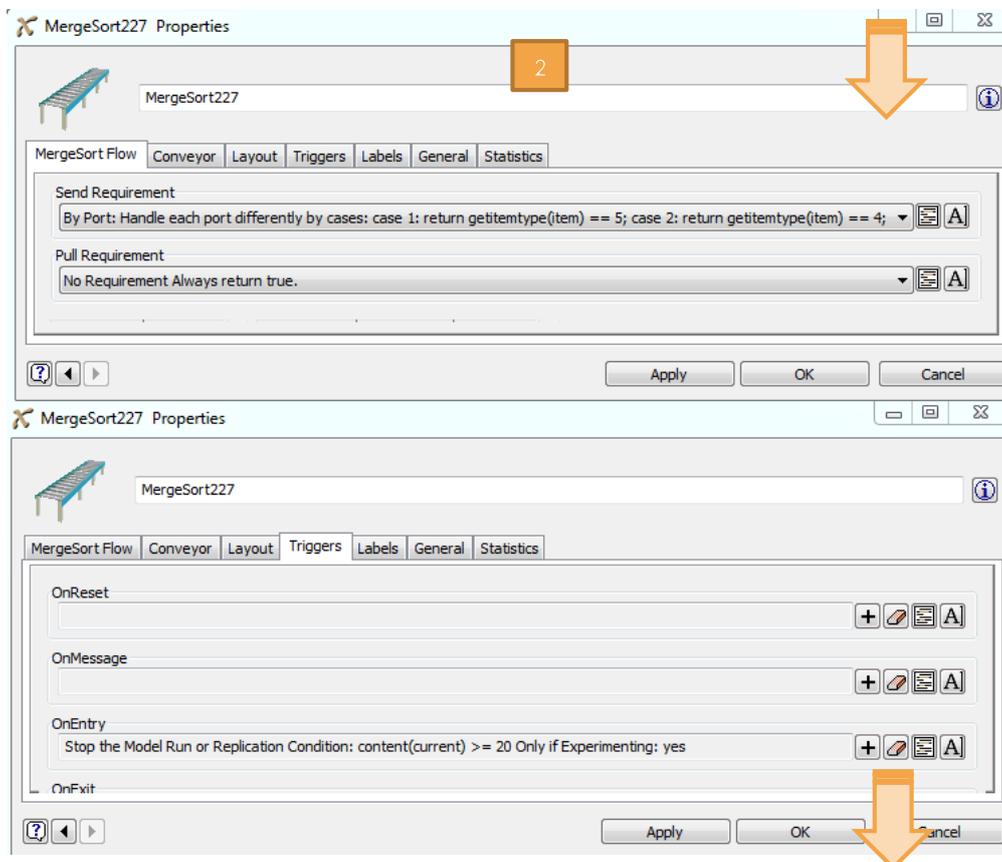
---

<sup>26</sup> Οι διεργασίες στον διαχωριστή και τη καταβόθρα έχει οριστεί να μην καταναλώνουν επιπλέον χρόνο στο μοντέλο.

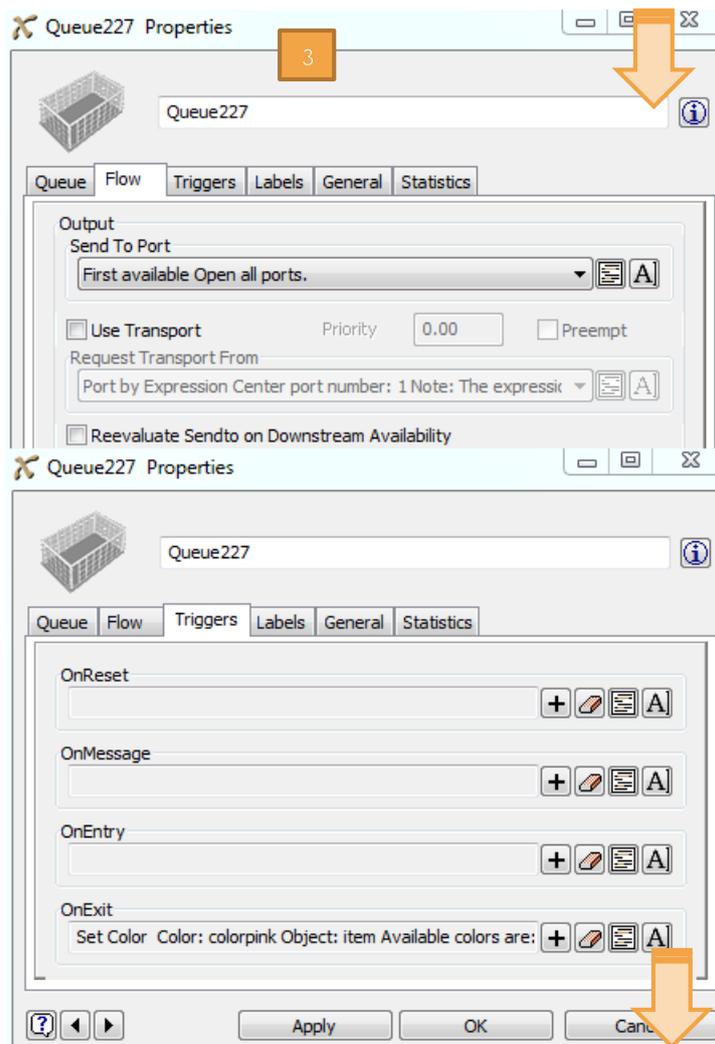
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



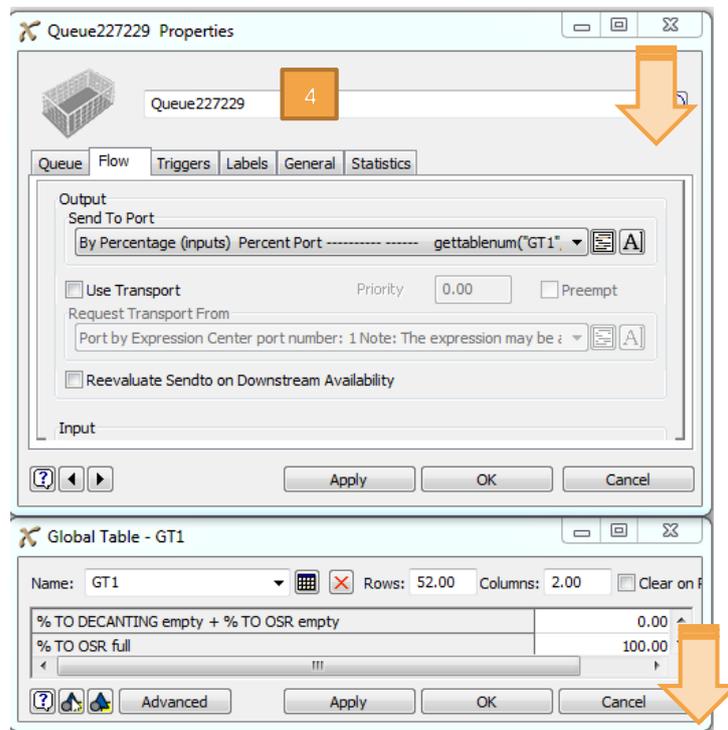
Εικόνα 3.4-37: Picking –ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ ΕΞΟΔΟΥ



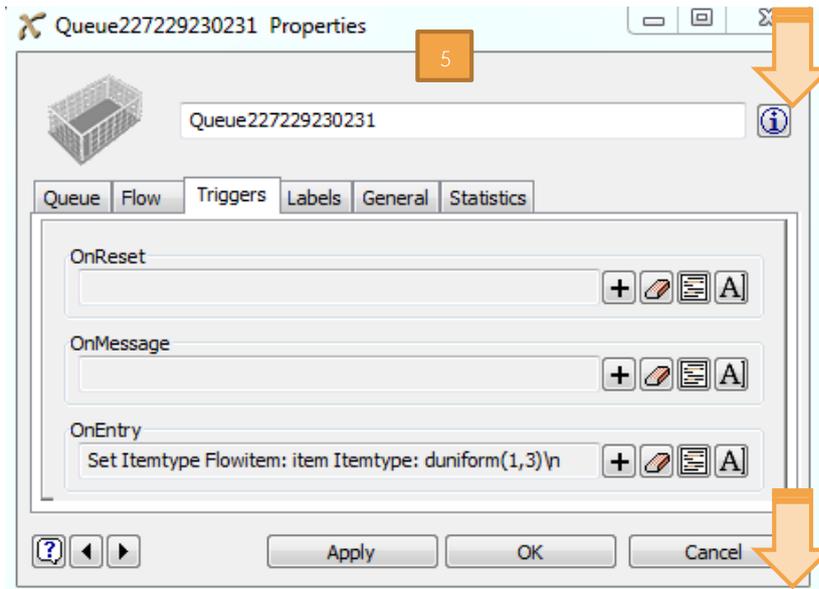
Εικόνα 3.4-36: Picking –ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ BUFFER



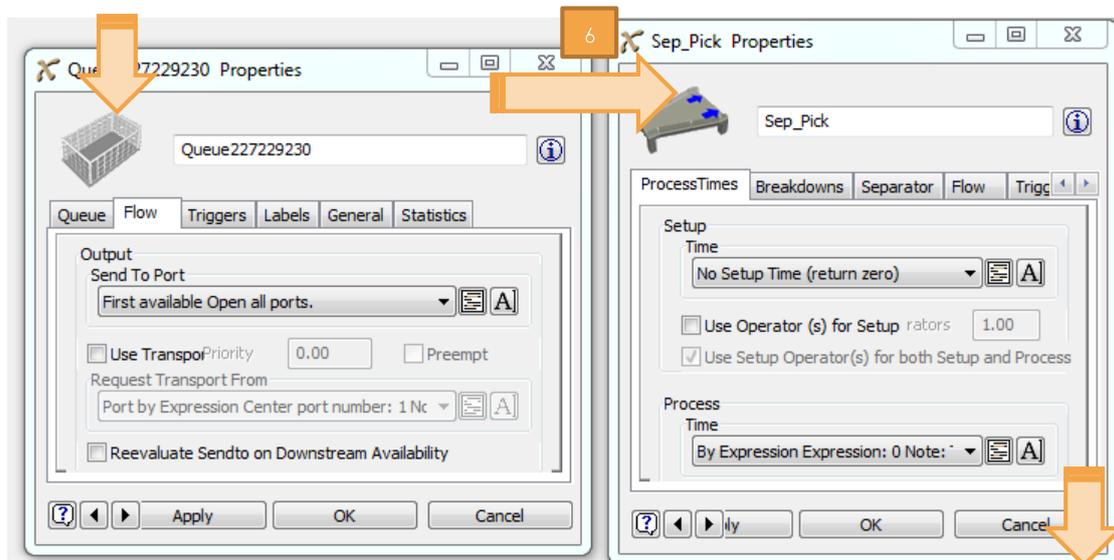
Εικόνα 3.4-38: Picking –ΟΥΡΑ 1



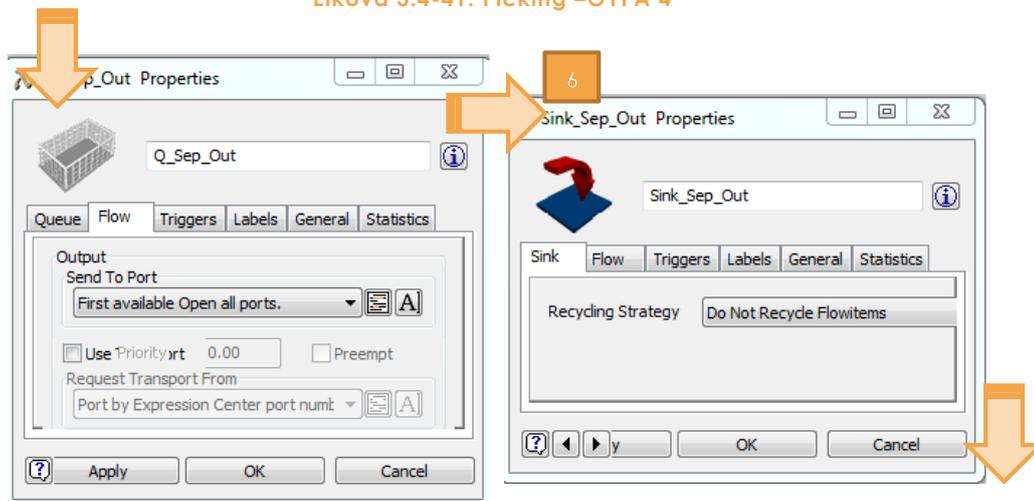
Εικόνα 3.4-39: Picking –ΟΥΡΑ 2



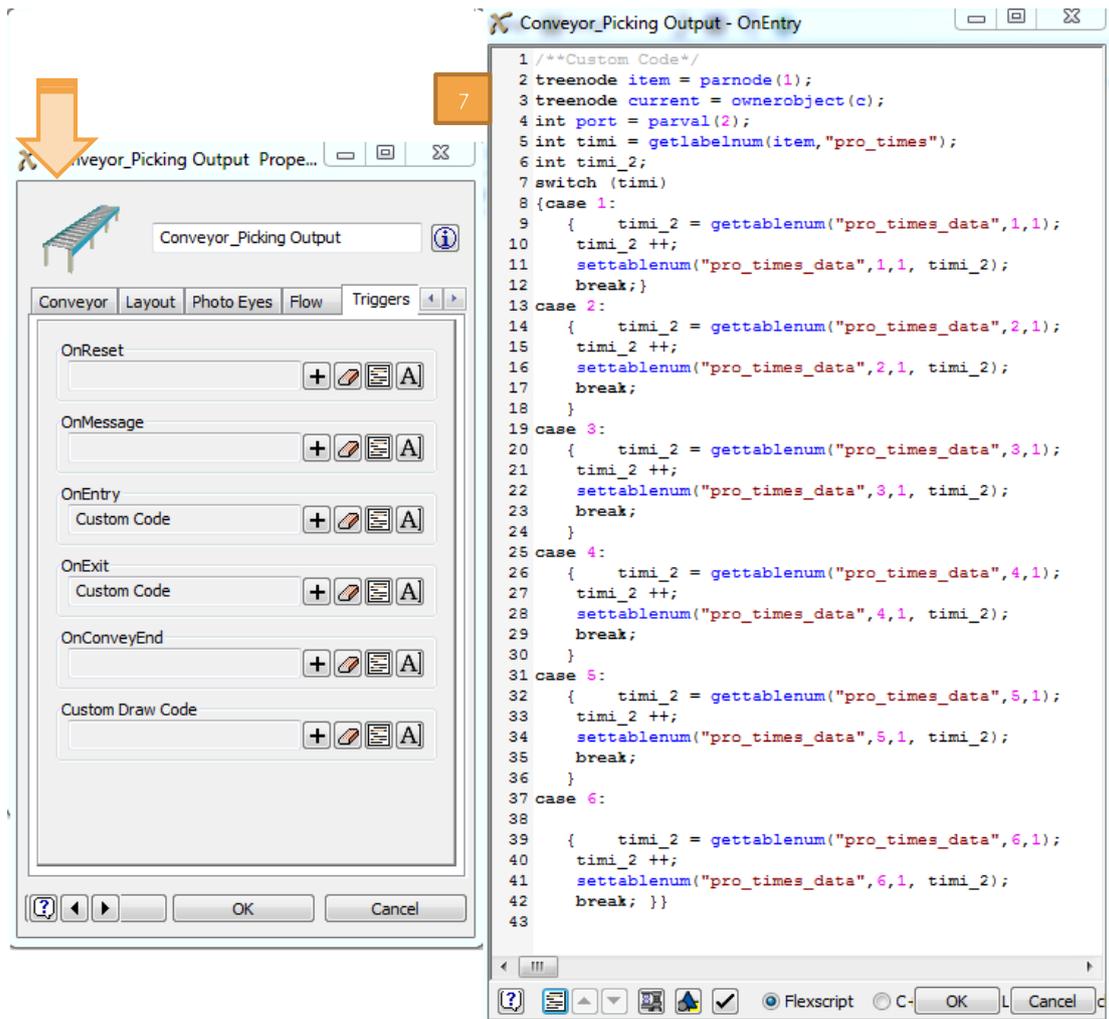
Εικόνα 3.4-40: Picking –ΟΥΡΑ 3



Εικόνα 3.4-41: Picking –ΟΥΡΑ 4



Εικόνα 3.4-42: Picking –ΟΥΡΑ 4 – ΟΥΡΑ ΕΞΟΔΟΥ ΠΕΡΙΧΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΒΟΘΡΑ



Εικόνα 3.4-43: Picking –ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ ΕΞΟΔΟΥ 2



## 4

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## 4.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

## 4.1.1.1 DECANTING 6 ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ

Experimentation Report

Number of Scenarios: 13

Number of Replications Per Scenario: 10

Warmup Time: 0

**Dec\_Point\_1**

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	968	11	957 - 979	950	981
Scenario 2	877.0	4.7	872.2 - 881.9	870.5	884.8
Scenario 3	798.3	2.8	795.5 - 801.2	794.0	803.2
Scenario 4	729.3	2.7	726.5 - 732.1	723.3	732.0
Scenario 5	673.5	2.2	671.2 - 675.7	669.0	675.8
Scenario 6	624.9	1.2	623.6 - 626.2	623.4	627.6
Scenario 7	581	9	571 - 590	555	585
Scenario 8	547.54	0.52	547.00 - 548.08	546.26	548.13
Scenario 9	512.13	0.08	512.05 - 512.21	512.00	512.29
Scenario 10	477.94	0.10	477.84 - 478.05	477.86	478.14
Scenario 11	448.03	0.13	447.89 - 448.16	447.86	448.29
Scenario 12	421.69	0.11	421.57 - 421.80	421.57	421.86
Scenario 13	398.26	0.09	398.16 - 398.35	398.14	398.43

**Dec\_Point\_2**

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	176	15	161 - 192	161	203
Scenario 2	243	16	227 - 260	225	268
Scenario 3	296	13	283 - 310	275	326
Scenario 4	339	10	329 - 349	326	358
Scenario 5	388	8	379 - 397	375	397
Scenario 6	426	7	418 - 433	416	438
Scenario 7	466	12	454 - 478	450	496
Scenario 8	497.5	2.3	495.2 - 499.9	493.6	500.6
Scenario 9	502.31	0.39	501.92 - 502.71	501.71	502.86
Scenario 10	469.77	0.40	469.36 - 470.18	468.86	470.14
Scenario 11	440.83	0.16	440.66 - 441.00	440.57	441.14

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 12	415.19	0.34	414.84	-	415.53	414.57	415.71
Scenario 13	392.40	0.35	392.04	-	392.76	391.86	393.14

**Dec\_Point3i**

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	50.3	4.9	45.3	-	55.4	41.7	57.9
Scenario 2	56.9	3.0	53.8	-	59.9	52.1	62.8
Scenario 3	62.4	2.6	59.7	-	65.1	59.3	67.2
Scenario 4	66.9	3.7	63.1	-	70.7	62.3	72.6
Scenario 5	71.2	4.0	67.1	-	75.3	61.4	75.1
Scenario 6	75.4	2.7	72.6	-	78.2	70.4	78.2
Scenario 7	80.9	1.6	79.2	-	82.5	78.1	83.9
Scenario 8	84.56	0.60	83.94	-	85.18	83.59	85.30
Scenario 9	84.1	1.3	82.7	-	85.5	81.7	85.9
Scenario 10	78.4	1.8	76.6	-	80.3	75.6	81.0
Scenario 11	74.5	2.4	72.0	-	77.0	71.1	79.0
Scenario 12	69.8	2.0	67.7	-	71.8	66.6	72.4
Scenario 13	65.2	1.4	63.8	-	66.6	62.3	66.9

**Dec\_Point3ii**

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	50.3	4.2	46.0	-	54.7	42.6	57.4
Scenario 2	55.9	4.1	51.8	-	60.1	47.8	62.5
Scenario 3	62.4	3.2	59.1	-	65.6	56.7	67.2
Scenario 4	66.1	3.6	62.3	-	69.8	59.0	70.0
Scenario 5	72.3	2.8	69.4	-	75.1	68.0	75.1
Scenario 6	76.8	1.6	75.1	-	78.5	73.4	78.2
Scenario 7	80.9	2.2	78.6	-	83.2	76.7	84.8
Scenario 8	84.0	1.2	82.8	-	85.3	81.3	85.4
Scenario 9	84.3	1.2	83.1	-	85.5	82.0	85.6
Scenario 10	78.8	2.8	75.9	-	81.7	73.1	82.3
Scenario 11	73.8	2.3	71.4	-	76.2	71.0	77.6
Scenario 12	68.5	2.2	66.2	-	70.8	66.1	72.3
Scenario 13	66.0	2.9	63.0	-	69.1	62.4	71.9

**Dec\_Point3iii**

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	49.2	2.8	46.4	-	52.1	46.2	53.2
Scenario 2	57.3	3.7	53.5	-	61.2	52.2	62.8
Scenario 3	62.0	2.7	59.2	-	64.8	57.3	67.2
Scenario 4	67.5	3.5	63.9	-	71.1	62.0	72.6
Scenario 5	72.1	3.1	68.9	-	75.3	67.5	76.9
Scenario 6	75.3	2.3	72.9	-	77.6	72.1	78.1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 7	80.4	1.6	78.7	-	82.0	77.7	82.6
Scenario 8	83.9	1.1	82.7	-	85.0	82.2	85.8
Scenario 9	84.27	0.46	83.80	-	84.74	83.57	85.14
Scenario 10	78.8	1.4	77.3	-	80.2	76.6	81.6
Scenario 11	74.1	2.5	71.6	-	76.6	70.9	79.3
Scenario 12	70.1	2.5	67.5	-	72.7	64.7	73.0
Scenario 13	66.3	2.6	63.7	-	69.0	62.6	70.4

**Dec\_Point3iv**

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	49.7	5.5	44.0 - 55.4	41.0	57.9
Scenario 2	58.8	3.2	55.4 - 62.1	52.5	63.4
Scenario 3	62.4	3.2	59.1 - 65.6	57.3	67.2
Scenario 4	66.1	2.5	63.5 - 68.6	62.0	69.0
Scenario 5	73.6	2.2	71.3 - 75.8	68.0	75.7
Scenario 6	76.5	2.7	73.7 - 79.3	70.3	79.3
Scenario 7	80.7	2.7	77.9 - 83.4	74.6	84.3
Scenario 8	84.2	0.8	83.4 - 85.0	82.5	84.9
Scenario 9	84.8	1.0	83.7 - 85.9	83.0	86.0
Scenario 10	79.1	1.9	77.1 - 81.1	75.4	81.3
Scenario 11	73.4	1.9	71.4 - 75.4	70.7	77.0
Scenario 12	70.2	2.5	67.6 - 72.8	65.6	73.1
Scenario 13	65.8	2.8	62.9 - 68.6	60.0	70.6

**Dec\_Point3v**

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	51.0	2.0	48.9 - 53.0	47.7	53.2
Scenario 2	58.7	3.5	55.1 - 62.4	52.6	63.4
Scenario 3	62.4	2.6	59.8 - 65.0	59.4	68.4
Scenario 4	66.1	3.6	62.4 - 69.7	61.2	72.6
Scenario 5	71.5	2.5	68.9 - 74.1	65.2	74.6
Scenario 6	75.4	2.7	72.6 - 78.2	68.7	78.0
Scenario 7	80.1	2.5	77.6 - 82.7	77.0	84.8
Scenario 8	84.1	1.2	82.8 - 85.4	81.7	85.4
Scenario 9	84.4	1.1	83.3 - 85.5	82.9	86.1
Scenario 10	79.1	2.2	76.9 - 81.4	74.6	81.3
Scenario 11	74.6	2.1	72.5 - 76.7	72.3	79.3
Scenario 12	69.7	2.7	66.9 - 72.5	65.4	74.3
Scenario 13	65.9	3.1	62.7 - 69.2	62.4	72.1

**Dec\_Point3vi**

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	49.8	2.7	47.0 - 52.6	45.5	53.2
Scenario 2	56.9	3.1	53.7 - 60.1	51.5	62.5

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 3	63.5	3.1	60.3	-	66.7	57.0	67.2
Scenario 4	67.3	2.6	64.6	-	69.9	64.1	70.8
Scenario 5	72.3	2.8	69.4	-	75.2	65.4	75.1
Scenario 6	76.4	2.7	73.6	-	79.2	70.5	79.3
Scenario 7	81.0	1.7	79.2	-	82.7	78.5	84.8
Scenario 8	84.71	0.51	84.19	-	85.23	83.69	85.41
Scenario 9	83.5	1.4	82.1	-	84.9	81.4	85.6
Scenario 10	78.2	1.4	76.8	-	79.6	76.4	80.4
Scenario 11	73.1	2.2	70.8	-	75.4	67.7	76.4
Scenario 12	69.3	3.1	66.2	-	72.5	64.1	75.1
Scenario 13	65.4	3.2	62.2	-	68.7	60.3	70.7

### Dec\_Point4

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	40.00	0.00	40.00	- 40.00	40.00
Scenario 2	40.00	0.00	40.00	- 40.00	40.00
Scenario 3	40.00	0.00	40.00	- 40.00	40.00
Scenario 4	40.00	0.00	40.00	- 40.00	40.00
Scenario 5	40.00	0.00	40.00	- 40.00	40.00
Scenario 6	40.00	0.00	40.00	- 40.00	40.00
Scenario 7	40.00	0.00	40.00	- 40.00	40.00
Scenario 8	40.00	0.00	40.00	- 40.00	40.00
Scenario 9	10.9	0.6	10.3	- 11.5	10.0
Scenario 10	8.20	0.42	7.77	- 8.63	8.00
Scenario 11	7.6	0.7	6.9	- 8.3	7.0
Scenario 12	6.90	0.32	6.58	- 7.23	6.00
Scenario 13	8.20	0.42	7.77	- 8.63	8.00

### 4.1.1.2 DECANTING ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟΙ ΧΕΡΙΣΤΕΣ

Experimentation Report

Number of Scenarios: 56

Number of Replications Per Scenario: 10

Warmup Time: 0

Dec\_Point\_1

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	984	18	965	- 1003	949
Scenario 2	901.5	5.6	895.8	- 907.3	892.7
Scenario 3	816.0	3.2	812.8	- 819.3	808.7

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 4	746.3	1.6	744.6	-	747.9	744.0	749.6
Scenario 5	688.0	1.8	686.2	-	689.9	686.1	690.8
Scenario 6	638.4	0.7	637.7	-	639.2	637.1	639.7
Scenario 7	596.30	0.24	596.05	-	596.54	595.80	596.60
Scenario 8	551.39	0.17	551.22	-	551.56	551.14	551.57
Scenario 9	1023	10	1013	-	1033	1007	1037
Scenario 10	921.3	4.2	917.0	-	925.5	913.4	926.4
Scenario 11	825	33	791	-	859	731	838
Scenario 12	764.2	2.0	762.2	-	766.2	762.0	768.7
Scenario 13	706.4	0.8	705.6	-	707.2	705.3	707.4
Scenario 14	651.76	0.12	651.64	-	651.88	651.57	651.86
Scenario 15	597.44	0.24	597.20	-	597.69	597.14	598.00
Scenario 16	551.47	0.12	551.35	-	551.59	551.29	551.57
Scenario 17	1049.1	4.1	1044.9	-	1053.4	1042.9	1055.7
Scenario 18	943.7	3.5	940.2	-	947.3	940.0	951.9
Scenario 19	857.1	2.3	854.7	-	859.5	852.9	860.0
Scenario 20	785.4	0.7	784.7	-	786.2	784.6	786.6
Scenario 21	716.96	0.22	716.73	-	717.19	716.57	717.43
Scenario 22	651.73	0.13	651.60	-	651.86	651.57	651.86
Scenario 23	597.36	0.14	597.21	-	597.50	597.14	597.57
Scenario 24	551.44	0.18	551.25	-	551.63	551.14	551.86
Scenario 25	1076.3	4.1	1072.1	-	1080.5	1066.2	1080.4
Scenario 26	966.2	2.9	963.3	-	969.2	962.0	971.4
Scenario 27	877.7	1.5	876.3	-	879.2	874.8	880.1
Scenario 28	796.59	0.33	796.24	-	796.93	796.14	797.29
Scenario 29	717.03	0.19	716.84	-	717.22	716.71	717.29
Scenario 30	651.71	0.10	651.62	-	651.81	651.57	651.86
Scenario 31	597.41	0.17	597.24	-	597.59	597.14	597.71
Scenario 32	551.47	0.14	551.33	-	551.61	551.29	551.71
Scenario 33	1100.1	3.9	1096.1	-	1104.1	1091.8	1105.4
Scenario 34	989.8	1.4	988.4	-	991.3	986.9	991.9
Scenario 35	896.10	0.23	895.86	-	896.34	895.86	896.57
Scenario 36	796.69	0.24	796.44	-	796.93	796.29	797.14
Scenario 37	716.97	0.15	716.82	-	717.12	716.71	717.14
Scenario 38	651.69	0.16	651.52	-	651.85	651.43	652.00
Scenario 39	597.40	0.13	597.27	-	597.53	597.14	597.57
Scenario 40	551.40	0.18	551.22	-	551.58	551.14	551.71
Scenario 41	1128.1	3.1	1124.9	-	1131.3	1123.1	1132.3
Scenario 42	1016.61	0.46	1016.13	-	1017.09	1015.62	1017.36
Scenario 43	896.14	0.31	895.83	-	896.46	895.57	896.71
Scenario 44	796.54	0.32	796.21	-	796.87	796.00	797.00
Scenario 45	717.00	0.19	716.80	-	717.20	716.57	717.29
Scenario 46	651.66	0.17	651.48	-	651.83	651.43	652.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 47	597.47	0.20	597.26	-	597.68	597.14	597.86
Scenario 48	551.44	0.18	551.25	-	551.63	551.14	551.71
Scenario 49	1124.5	2.2	1122.2	-	1126.9	1120.6	1128.0
Scenario 50	1016.5	0.7	1015.8	-	1017.2	1015.4	1017.5
Scenario 51	896.13	0.28	895.84	-	896.42	895.57	896.57
Scenario 52	796.60	0.22	796.37	-	796.83	796.14	796.86
Scenario 53	717.01	0.26	716.74	-	717.29	716.57	717.43
Scenario 54	651.77	0.20	651.56	-	651.98	651.29	652.00
Scenario 55	597.39	0.15	597.23	-	597.54	597.14	597.57
Scenario 56	551.50	0.14	551.36	-	551.64	551.29	551.71

### Dec\_Point\_2

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	237	28	209	-	266	172	274
Scenario 2	333	14	318	-	348	312	354
Scenario 3	370	20	350	-	390	336	402
Scenario 4	428	11	416	-	439	410	442
Scenario 5	482	10	472	-	492	464	500
Scenario 6	523.0	5.2	517.6	-	528.3	515.1	532.6
Scenario 7	567.7	1.2	566.5	-	568.9	566.1	570.2
Scenario 8	541.90	0.36	541.53	-	542.27	541.14	542.29
Scenario 9	329	25	303	-	355	272	353
Scenario 10	395	13	381	-	408	368	420
Scenario 11	486	41	443	-	528	465	601
Scenario 12	538	13	525	-	552	521	562
Scenario 13	611.8	4.7	606.9	-	616.6	606.4	619.4
Scenario 14	639.11	0.31	638.80	-	639.43	638.57	639.57
Scenario 15	587.44	0.40	587.03	-	587.85	586.86	588.00
Scenario 16	542.84	0.29	542.55	-	543.14	542.43	543.43
Scenario 17	398	16	381	-	414	378	424
Scenario 18	497	17	480	-	515	468	521
Scenario 19	596	12	584	-	609	578	613
Scenario 20	686	7	679	-	694	676	699
Scenario 21	703.80	0.42	703.37	-	704.23	703.29	704.43
Scenario 22	641.01	0.48	640.52	-	641.51	640.29	641.71
Scenario 23	588.26	0.35	587.90	-	588.62	587.71	589.00
Scenario 24	543.59	0.40	543.18	-	543.99	543.00	544.00
Scenario 25	504	22	482	-	526	481	549
Scenario 26	616	17	599	-	633	582	644
Scenario 27	735	7	728	-	743	725	747
Scenario 28	781.6	0.7	780.9	-	782.3	780.6	783.0
Scenario 29	704.99	0.40	704.57	-	705.40	704.43	705.71
Scenario 30	641.81	0.46	641.34	-	642.28	641.00	642.43
Scenario 31	588.56	0.48	588.07	-	589.05	587.86	589.29

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 32	543.80	0.19	543.60	-	544.00	543.57	544.00
Scenario 33	596	23	573	-	619	544	623
Scenario 34	755	8	747	-	764	738	767
Scenario 35	877.67	0.50	877.16	-	878.18	876.71	878.14
Scenario 36	783.23	0.54	782.68	-	783.78	782.57	784.14
Scenario 37	705.83	0.36	705.46	-	706.19	705.29	706.43
Scenario 38	642.0	0.6	641.3	-	642.6	640.9	642.9
Scenario 39	588.94	0.24	588.70	-	589.18	588.57	589.29
Scenario 40	543.79	0.26	543.52	-	544.06	543.29	544.14
Scenario 41	739	20	719	-	760	713	767
Scenario 42	939.5	3.2	936.2	-	942.7	935.2	945.2
Scenario 43	879.89	0.46	879.42	-	880.35	879.29	880.57
Scenario 44	783.77	0.49	783.27	-	784.28	782.86	784.43
Scenario 45	706.41	0.28	706.13	-	706.70	705.86	707.00
Scenario 46	642.23	0.38	641.84	-	642.62	641.71	642.71
Scenario 47	589.17	0.22	588.94	-	589.40	588.86	589.57
Scenario 48	543.96	0.29	543.66	-	544.25	543.43	544.43
Scenario 49	722	14	708	-	736	704	739
Scenario 50	939.8	5.6	934.0	-	945.6	927.1	945.5
Scenario 51	880.0	0.8	879.2	-	880.8	878.7	881.1
Scenario 52	783.91	0.57	783.33	-	784.50	783.00	784.57
Scenario 53	706.3	0.6	705.7	-	706.9	705.1	707.3
Scenario 54	642.14	0.34	641.80	-	642.49	641.57	642.57
Scenario 55	589.07	0.49	588.57	-	589.57	588.29	589.57
Scenario 56	544.14	0.21	543.92	-	544.36	543.71	544.43

Dec\_Point3i

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	52.2	3.3	48.8 - 55.6	47.5	56.2
Scenario 2	60.1	3.1	56.9 - 63.2	53.4	63.6
Scenario 3	62	7	54 - 69	44	69
Scenario 4	69.1	3.1	65.9 - 72.2	64.4	74.7
Scenario 5	73.7	2.6	71.0 - 76.4	67.9	77.5
Scenario 6	77.3	1.8	75.4 - 79.1	74.6	79.9
Scenario 7	82.05	0.43	81.60 - 82.50	81.40	82.64
Scenario 8	77.8	0.9	76.8 - 78.7	76.0	79.1
Scenario 9	54	9	46 - 63	34	62
Scenario 10	61.3	4.5	56.6 - 65.9	51.7	65.8
Scenario 11	68.3	5.0	63.2 - 73.5	60.0	78.8
Scenario 12	73.3	3.2	70.1 - 76.6	65.0	75.8
Scenario 13	78.6	1.4	77.2 - 80.0	76.4	80.2
Scenario 14	80.9	1.0	79.9 - 81.9	78.9	82.3
Scenario 15	72.5	1.8	70.6 - 74.4	69.7	75.0
Scenario 16	69.0	2.3	66.7 - 71.4	65.1	72.1

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 17	57.6	2.2	55.4	-	59.9	55.0	61.9
Scenario 18	64.2	5.3	58.7	-	69.7	51.4	71.0
Scenario 19	71.4	5.1	66.2	-	76.7	59.5	76.1
Scenario 20	78.4	2.2	76.2	-	80.6	74.6	80.3
Scenario 21	78.4	1.1	77.3	-	79.6	77.1	80.4
Scenario 22	71.6	2.3	69.2	-	74.0	67.9	74.7
Scenario 23	65.2	1.6	63.5	-	66.8	62.0	68.0
Scenario 24	61.5	2.8	58.6	-	64.4	58.3	66.1
Scenario 25	62.3	3.6	58.6	-	66.0	56.8	68.2
Scenario 26	68.2	4.2	63.8	-	72.5	59.7	72.6
Scenario 27	77.0	1.7	75.2	-	78.7	74.4	79.1
Scenario 28	78.9	1.0	77.9	-	79.9	77.0	80.1
Scenario 29	72.8	1.9	70.8	-	74.8	71.0	77.1
Scenario 30	64.8	3.4	61.3	-	68.3	57.7	70.0
Scenario 31	60.5	2.7	57.8	-	63.3	57.6	64.9
Scenario 32	56.1	2.0	54.0	-	58.1	52.1	58.3
Scenario 33	64.3	2.3	61.9	-	66.7	61.1	68.1
Scenario 34	73.4	2.4	71.0	-	75.9	69.2	76.7
Scenario 35	80.3	1.1	79.2	-	81.5	78.9	82.1
Scenario 36	71.1	3.5	67.5	-	74.6	66.6	76.6
Scenario 37	64.5	2.2	62.3	-	66.7	62.4	68.7
Scenario 38	59.1	2.0	57.1	-	61.2	55.1	61.4
Scenario 39	53.3	1.8	51.5	-	55.2	49.4	55.1
Scenario 40	49.6	2.6	46.9	-	52.3	45.0	53.0
Scenario 41	68.3	4.3	63.9	-	72.7	60.9	73.4
Scenario 42	79.80	0.74	79.04	-	80.57	78.94	80.89
Scenario 43	74.6	2.1	72.4	-	76.8	70.6	77.9
Scenario 44	67.6	2.6	64.9	-	70.3	63.3	71.4
Scenario 45	60.3	3.0	57.2	-	63.4	54.7	65.4
Scenario 46	55.2	2.0	53.2	-	57.2	51.6	58.3
Scenario 47	50.5	1.9	48.5	-	52.5	47.6	53.0
Scenario 48	45.4	2.4	43.0	-	47.8	42.3	50.9
Scenario 49	68.0	4.1	63.9	-	72.2	60.1	72.1
Scenario 50	79.3	1.6	77.7	-	80.9	76.3	81.3
Scenario 51	75.1	2.2	72.9	-	77.3	72.0	79.7
Scenario 52	65.1	2.4	62.6	-	67.6	62.0	69.0
Scenario 53	59.1	3.0	56.1	-	62.2	55.1	63.0
Scenario 54	54.7	2.8	51.8	-	57.6	49.7	59.0
Scenario 55	48.7	2.4	46.2	-	51.2	44.9	51.9
Scenario 56	46.4	2.9	43.5	-	49.4	41.4	51.4

Dec\_Point3ii

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max
Scenario 1	52.2	5.4	46.7	-	57.7	41.6 60.0

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 2	60.8	3.4	57.3	-	64.3	56.1	65.6
Scenario 3	62.3	4.8	57.4	-	67.2	52.2	68.8
Scenario 4	69.1	2.8	66.2	-	71.9	64.4	72.6
Scenario 5	73.6	2.8	70.7	-	76.5	67.9	77.5
Scenario 6	76.5	2.0	74.5	-	78.6	73.9	79.6
Scenario 7	81.7	0.7	81.0	-	82.4	79.9	82.4
Scenario 8	78.0	1.6	76.3	-	79.7	75.0	79.9
Scenario 9	56.9	5.0	51.8	-	62.0	44.9	62.4
Scenario 10	60.6	5.0	55.5	-	65.7	49.2	66.9
Scenario 11	67.6	4.4	63.1	-	72.2	63.1	78.8
Scenario 12	70.7	4.5	66.0	-	75.3	65.4	75.8
Scenario 13	79.0	1.3	77.7	-	80.4	76.6	80.4
Scenario 14	80.2	0.8	79.4	-	81.0	79.0	81.7
Scenario 15	73.4	1.8	71.6	-	75.2	70.6	76.1
Scenario 16	69.1	1.8	67.3	-	71.0	65.3	71.6
Scenario 17	57.2	5.5	51.5	-	62.9	46.1	63.7
Scenario 18	65.9	2.2	63.6	-	68.2	62.0	68.5
Scenario 19	71.9	2.5	69.3	-	74.6	67.5	74.7
Scenario 20	78.3	1.5	76.8	-	79.9	75.5	80.6
Scenario 21	79.09	0.67	78.40	-	79.77	78.14	80.00
Scenario 22	71.6	2.0	69.5	-	73.7	67.4	74.3
Scenario 23	65.6	3.1	62.4	-	68.7	58.0	69.9
Scenario 24	60.7	3.6	57.0	-	64.4	56.4	67.3
Scenario 25	61.9	4.1	57.7	-	66.2	53.8	67.5
Scenario 26	67.0	5.1	61.7	-	72.2	55.3	72.2
Scenario 27	75.9	1.6	74.2	-	77.6	72.4	77.6
Scenario 28	78.7	2.0	76.7	-	80.7	74.0	81.1
Scenario 29	71.4	1.6	69.7	-	73.1	69.0	74.4
Scenario 30	65.9	1.5	64.3	-	67.4	64.1	68.4
Scenario 31	58.9	1.7	57.2	-	60.7	55.6	61.3
Scenario 32	53.3	2.4	50.8	-	55.8	49.0	57.1
Scenario 33	62.4	5.2	57.1	-	67.7	53.9	69.8
Scenario 34	72.3	1.8	70.4	-	74.1	69.5	74.8
Scenario 35	80.5	0.8	79.6	-	81.3	79.0	81.9
Scenario 36	71.8	2.5	69.2	-	74.4	68.9	77.0
Scenario 37	64.0	1.9	62.1	-	65.9	61.4	66.4
Scenario 38	58.8	1.6	57.2	-	60.4	55.9	62.0
Scenario 39	53.5	3.0	50.4	-	56.6	48.3	58.9
Scenario 40	49.9	1.6	48.3	-	51.6	46.6	52.6
Scenario 41	68.5	4.1	64.3	-	72.8	61.5	73.4
Scenario 42	79.4	1.2	78.2	-	80.6	77.7	81.1
Scenario 43	72.8	2.0	70.8	-	74.8	69.1	75.6
Scenario 44	65.2	2.6	62.5	-	67.9	60.3	68.7

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 45	59.5	2.5	56.9	-	62.1	56.7	65.0
Scenario 46	54.2	2.7	51.4	-	57.0	49.4	57.7
Scenario 47	48.5	1.5	47.0	-	50.0	46.4	50.6
Scenario 48	45.9	3.1	42.8	-	49.1	41.0	49.0
Scenario 49	66.3	4.4	61.9	-	70.8	58.1	72.1
Scenario 50	79.1	1.8	77.3	-	81.0	76.0	81.5
Scenario 51	74.4	1.2	73.2	-	75.7	72.3	75.9
Scenario 52	66.8	2.9	63.8	-	69.8	63.1	71.0
Scenario 53	59.3	2.5	56.8	-	61.9	54.7	64.3
Scenario 54	51.5	2.1	49.3	-	53.6	48.3	54.4
Scenario 55	49.8	1.9	47.9	-	51.7	45.7	52.4
Scenario 56	45.1	2.6	42.5	-	47.8	41.7	49.7

Dec\_Point3iii

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	52.7	3.5	49.1	-	56.3	47.5	56.7
Scenario 2	61.6	3.4	58.1	-	65.1	56.3	66.7
Scenario 3	63.9	2.7	61.2	-	66.7	58.1	66.3
Scenario 4	67.8	2.0	65.7	-	69.8	63.5	70.5
Scenario 5	73.4	2.4	70.9	-	75.9	70.3	77.2
Scenario 6	77.5	1.7	75.8	-	79.2	74.3	79.4
Scenario 7	81.88	0.57	81.29	-	82.47	80.79	82.47
Scenario 8	78.5	1.7	76.7	-	80.2	75.3	80.9
Scenario 9	57.4	3.7	53.5	-	61.2	49.7	62.4
Scenario 10	63.0	1.8	61.1	-	64.8	58.9	65.6
Scenario 11	67.6	5.1	62.4	-	72.8	62.9	78.8
Scenario 12	73.4	1.9	71.4	-	75.3	71.2	75.8
Scenario 13	78.5	1.5	76.9	-	80.1	75.6	80.1
Scenario 14	80.6	1.0	79.5	-	81.6	79.1	82.1
Scenario 15	73.8	2.4	71.3	-	76.3	70.7	78.3
Scenario 16	69.2	2.0	67.1	-	71.2	64.6	71.7
Scenario 17	57.6	6.6	50.8	-	64.4	46.4	65.3
Scenario 18	64.5	2.9	61.6	-	67.5	60.5	68.7
Scenario 19	70.7	2.3	68.4	-	73.0	66.3	73.5
Scenario 20	78.0	2.1	75.8	-	80.2	74.5	80.6
Scenario 21	78.3	2.0	76.2	-	80.3	74.9	81.3
Scenario 22	70.8	2.2	68.6	-	73.1	66.9	74.1
Scenario 23	64.2	2.1	62.0	-	66.4	61.1	67.0
Scenario 24	60.8	2.3	58.4	-	63.2	57.3	65.4
Scenario 25	58.8	3.6	55.1	-	62.5	53.4	64.1
Scenario 26	70.1	1.7	68.3	-	71.9	66.6	72.4
Scenario 27	78.0	1.0	76.9	-	79.1	75.9	79.4
Scenario 28	78.8	2.5	76.2	-	81.4	72.3	80.9
Scenario 29	71.8	2.4	69.3	-	74.3	67.9	74.6

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 30	65.3	2.1	63.1	-	67.4	61.0	68.3
Scenario 31	59.8	2.5	57.2	-	62.4	56.7	63.6
Scenario 32	55.2	2.5	52.6	-	57.7	51.3	59.9
Scenario 33	63.0	3.7	59.2	-	66.8	55.2	68.1
Scenario 34	72.3	4.3	67.8	-	76.7	61.5	75.5
Scenario 35	79.79	0.54	79.23	-	80.34	78.86	80.57
Scenario 36	71.6	2.1	69.5	-	73.8	68.9	75.1
Scenario 37	63.4	1.8	61.5	-	65.2	60.0	65.7
Scenario 38	58.8	3.5	55.2	-	62.4	53.1	63.9
Scenario 39	53.5	2.5	50.9	-	56.2	49.6	58.0
Scenario 40	50.0	2.5	47.5	-	52.6	45.3	55.1
Scenario 41	68.0	1.8	66.1	-	69.9	65.0	71.1
Scenario 42	80.3	1.3	79.0	-	81.7	76.8	81.4
Scenario 43	73.9	1.4	72.5	-	75.3	71.0	75.6
Scenario 44	66.7	3.4	63.2	-	70.1	62.3	71.4
Scenario 45	60.2	2.6	57.6	-	62.9	54.4	62.7
Scenario 46	53.9	1.9	52.0	-	55.9	49.7	56.0
Scenario 47	49.9	2.2	47.6	-	52.1	46.4	53.6
Scenario 48	45.8	2.5	43.2	-	48.4	43.4	51.6
Scenario 49	66.9	5.4	61.4	-	72.4	56.0	71.8
Scenario 50	79.4	1.4	78.0	-	80.8	76.0	80.6
Scenario 51	72.9	1.9	71.0	-	74.9	69.0	75.3
Scenario 52	67.5	1.9	65.5	-	69.5	64.0	70.3
Scenario 53	58.9	3.3	55.4	-	62.3	53.9	63.0
Scenario 54	53.8	2.0	51.7	-	55.9	50.4	56.6
Scenario 55	50.9	2.0	48.9	-	53.0	47.9	54.7
Scenario 56	45.3	2.1	43.1	-	47.4	42.3	48.0

### Dec\_Point3iv

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	53.2	4.3	48.8	-	57.6	47.4	60.0
Scenario 2	61.6	3.4	58.1	-	65.1	56.8	66.5
Scenario 3	61.9	5.7	56.0	-	67.7	51.0	69.3
Scenario 4	68.4	2.3	66.0	-	70.8	64.4	71.3
Scenario 5	73.0	1.9	71.0	-	74.9	70.1	74.8
Scenario 6	76.8	2.6	74.2	-	79.5	71.5	79.2
Scenario 7	81.73	0.65	81.06	-	82.39	80.87	82.59
Scenario 8	77.6	0.7	76.8	-	78.3	76.4	78.9
Scenario 9	53.3	4.9	48.2	-	58.4	45.2	58.8
Scenario 10	61.2	5.1	55.9	-	66.4	49.6	66.9
Scenario 11	68.3	5.3	62.8	-	73.7	58.3	76.3
Scenario 12	71.6	4.9	66.6	-	76.6	62.7	77.1
Scenario 13	77.9	1.9	76.0	-	79.9	74.8	80.9
Scenario 14	80.4	1.1	79.3	-	81.5	77.9	81.6

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 15	74.9	1.8	73.0	-	76.8	72.7	78.6
Scenario 16	67.2	2.5	64.6	-	69.8	62.7	70.6
Scenario 17	58.8	4.2	54.5	-	63.1	48.4	62.9
Scenario 18	62	7	55	-	69	45	68
Scenario 19	70.1	3.8	66.2	-	74.1	64.2	75.3
Scenario 20	77.6	2.0	75.6	-	79.7	73.8	80.6
Scenario 21	78.9	1.3	77.5	-	80.3	76.9	80.7
Scenario 22	73.3	2.1	71.1	-	75.5	70.4	76.0
Scenario 23	65.1	1.9	63.2	-	67.0	62.9	67.9
Scenario 24	60.6	2.4	58.1	-	63.1	56.6	65.0
Scenario 25	63.3	2.4	60.8	-	65.8	59.6	67.1
Scenario 26	68.7	2.3	66.3	-	71.0	65.3	71.7
Scenario 27	76.2	1.7	74.5	-	78.0	73.2	79.2
Scenario 28	78.6	1.2	77.3	-	79.8	76.3	80.0
Scenario 29	70.1	2.9	67.1	-	73.0	65.7	75.6
Scenario 30	65.3	3.4	61.7	-	68.8	59.0	69.0
Scenario 31	57.9	3.1	54.7	-	61.1	54.0	64.0
Scenario 32	53.8	2.5	51.3	-	56.3	48.3	58.3
Scenario 33	65.9	3.4	62.5	-	69.4	59.0	70.1
Scenario 34	72.2	3.1	69.0	-	75.4	67.0	75.7
Scenario 35	80.2	1.1	79.1	-	81.3	78.4	81.7
Scenario 36	72.0	2.3	69.6	-	74.3	68.0	75.3
Scenario 37	65.2	2.9	62.2	-	68.3	62.1	71.7
Scenario 38	57.1	1.4	55.7	-	58.6	55.1	59.7
Scenario 39	53.9	1.6	52.3	-	55.5	51.1	57.0
Scenario 40	49.8	2.8	46.9	-	52.6	42.9	52.6
Scenario 41	69.9	3.8	65.9	-	73.8	62.2	74.6
Scenario 42	79.0	1.0	78.1	-	80.0	77.7	80.6
Scenario 43	74.5	2.3	72.0	-	76.9	70.0	77.4
Scenario 44	67.0	3.4	63.5	-	70.4	62.4	72.4
Scenario 45	58.8	2.4	56.3	-	61.4	54.4	61.1
Scenario 46	54.2	2.5	51.6	-	56.8	49.4	58.0
Scenario 47	48.2	3.1	45.0	-	51.4	42.4	53.0
Scenario 48	45.2	2.0	43.1	-	47.3	41.7	48.3
Scenario 49	66.6	4.1	62.3	-	70.8	60.1	73.3
Scenario 50	79.2	1.4	77.8	-	80.6	75.7	80.7
Scenario 51	73.4	1.9	71.4	-	75.3	71.4	77.1
Scenario 52	67.2	1.7	65.5	-	68.9	64.7	71.0
Scenario 53	58.6	3.4	55.1	-	62.1	52.0	62.3
Scenario 54	52.6	2.6	49.9	-	55.2	48.9	55.9
Scenario 55	50.2	2.5	47.6	-	52.7	46.4	54.7
Scenario 56	45.2	2.5	42.7	-	47.8	41.6	49.9

Dec\_Point3v

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	52.1	4.7	47.3 - 57.0	46.0	60.0
Scenario 2	61.2	4.5	56.6 - 65.8	52.7	66.7
Scenario 3	62.9	3.0	59.9 - 66.0	58.6	69.0
Scenario 4	69.8	1.4	68.4 - 71.2	66.9	71.3
Scenario 5	72.7	3.0	69.7 - 75.8	67.3	77.5
Scenario 6	77.2	2.2	75.0 - 79.5	72.9	79.5
Scenario 7	81.81	0.67	81.12 - 82.50	80.74	82.70
Scenario 8	78.2	2.3	75.8 - 80.5	75.4	81.6
Scenario 9	58.3	2.5	55.7 - 60.9	54.3	62.8
Scenario 10	59.5	6.6	52.8 - 66.2	48.2	66.9
Scenario 11	67.9	3.9	63.8 - 71.9	62.9	76.3
Scenario 12	71.7	2.8	68.8 - 74.6	65.7	75.5
Scenario 13	77.8	1.5	76.3 - 79.4	75.3	80.2
Scenario 14	80.3	0.8	79.5 - 81.1	79.0	81.6
Scenario 15	73.8	2.6	71.1 - 76.4	68.9	76.4
Scenario 16	68.9	2.6	66.2 - 71.6	64.7	72.9
Scenario 17	58.4	3.2	55.1 - 61.7	50.3	61.4
Scenario 18	65.6	2.8	62.7 - 68.4	60.9	68.4
Scenario 19	72.5	1.8	70.7 - 74.3	70.2	75.2
Scenario 20	78.3	1.4	76.9 - 79.7	75.3	80.1
Scenario 21	78.0	1.4	76.6 - 79.4	76.0	80.3
Scenario 22	71.1	3.2	67.9 - 74.4	65.3	74.9
Scenario 23	67.5	2.1	65.3 - 69.6	63.0	70.1
Scenario 24	61.4	2.2	59.1 - 63.7	57.9	64.4
Scenario 25	61.0	4.9	55.9 - 66.0	52.9	68.2
Scenario 26	65.2	4.0	61.1 - 69.4	59.4	71.6
Scenario 27	74.7	1.8	72.9 - 76.6	72.3	76.8
Scenario 28	79.4	1.1	78.3 - 80.4	77.1	80.7
Scenario 29	70.9	2.0	68.8 - 73.0	67.0	73.0
Scenario 30	63.4	3.3	60.0 - 66.8	57.7	68.3
Scenario 31	60.4	2.8	57.5 - 63.3	57.1	66.4
Scenario 32	55.0	2.9	52.0 - 58.0	50.3	59.9
Scenario 33	65.6	2.1	63.5 - 67.8	61.8	69.5
Scenario 34	72.7	2.2	70.4 - 74.9	69.5	75.1
Scenario 35	80.4	0.9	79.4 - 81.3	78.0	81.4
Scenario 36	72.8	2.3	70.4 - 75.1	69.0	76.6
Scenario 37	65.6	1.7	63.8 - 67.3	63.6	68.6
Scenario 38	58.9	2.8	56.1 - 61.8	54.4	63.0
Scenario 39	53.2	3.4	49.8 - 56.7	48.7	58.9
Scenario 40	48.9	2.1	46.7 - 51.1	45.7	53.6
Scenario 41	68.9	4.2	64.5 - 73.2	60.9	73.4
Scenario 42	80.23	0.71	79.51 - 80.96	79.17	80.99

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 43	72.0	1.7	70.3	-	73.8	69.6	75.1
Scenario 44	65.3	3.3	62.0	-	68.6	59.0	69.3
Scenario 45	59.7	2.6	57.1	-	62.3	55.4	62.9
Scenario 46	53.3	2.3	50.9	-	55.6	49.1	55.6
Scenario 47	49.5	3.2	46.2	-	52.8	44.6	54.3
Scenario 48	45.6	2.5	43.0	-	48.1	42.0	49.6
Scenario 49	69.5	3.3	66.1	-	72.9	61.2	72.7
Scenario 50	80.4	0.6	79.8	-	81.1	79.1	81.3
Scenario 51	73.4	1.6	71.7	-	75.0	71.4	76.9
Scenario 52	64.5	2.8	61.6	-	67.3	60.0	69.7
Scenario 53	59.9	1.6	58.3	-	61.5	57.4	63.0
Scenario 54	53.2	1.8	51.3	-	55.0	49.3	55.3
Scenario 55	49.6	2.5	47.0	-	52.2	45.9	55.3
Scenario 56	44.2	2.6	41.5	-	46.8	40.6	48.4

### Dec\_Point3vi

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	51.7	3.0	48.7	-	54.7	47.5	56.6
Scenario 2	62.0	2.0	60.0	-	64.0	59.6	65.6
Scenario 3	62.6	4.4	58.1	-	67.1	57.4	69.3
Scenario 4	65.0	5.6	59.2	-	70.8	54.0	71.2
Scenario 5	74.1	1.9	72.1	-	76.0	71.0	76.9
Scenario 6	77.9	1.0	76.8	-	78.9	76.7	79.8
Scenario 7	81.5	0.6	80.9	-	82.2	80.3	82.5
Scenario 8	78.0	1.3	76.7	-	79.3	76.6	80.4
Scenario 9	56.4	4.6	51.6	-	61.2	48.6	62.6
Scenario 10	62.3	2.9	59.3	-	65.3	56.9	65.6
Scenario 11	69.2	3.4	65.7	-	72.7	65.5	78.0
Scenario 12	72.0	3.1	68.8	-	75.3	66.2	74.9
Scenario 13	78.7	1.1	77.6	-	79.9	77.2	80.3
Scenario 14	80.7	1.0	79.7	-	81.7	78.9	81.9
Scenario 15	75.5	2.4	73.1	-	78.0	71.9	80.3
Scenario 16	69.0	1.7	67.3	-	70.7	65.4	70.6
Scenario 17	58.4	4.2	54.0	-	62.7	51.4	64.3
Scenario 18	64.7	4.8	59.8	-	69.6	56.7	71.0
Scenario 19	72.6	2.6	69.9	-	75.2	68.4	76.1
Scenario 20	77.8	2.3	75.4	-	80.1	73.3	81.1
Scenario 21	79.5	2.1	77.4	-	81.6	75.1	81.6
Scenario 22	72.0	2.9	69.0	-	75.0	66.9	76.0
Scenario 23	66.3	2.6	63.7	-	69.0	61.1	69.6
Scenario 24	60.6	2.0	58.5	-	62.6	56.4	63.6
Scenario 25	61.6	4.2	57.3	-	66.0	53.8	68.2
Scenario 26	69.7	2.4	67.2	-	72.1	64.4	73.0
Scenario 27	75.8	1.8	74.0	-	77.6	72.6	78.8

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 28	77.9	1.1	76.8	-	79.0	76.3	79.9
Scenario 29	71.6	1.9	69.6	-	73.5	69.0	74.1
Scenario 30	62.9	2.0	60.8	-	64.9	58.7	65.9
Scenario 31	58.6	2.1	56.4	-	60.8	54.9	61.7
Scenario 32	55.3	2.8	52.4	-	58.2	50.4	60.0
Scenario 33	63.1	5.1	57.9	-	68.4	53.0	67.4
Scenario 34	74.1	2.1	71.9	-	76.2	70.8	76.7
Scenario 35	80.5	0.9	79.6	-	81.3	78.7	82.0
Scenario 36	71.1	2.8	68.3	-	73.9	66.1	75.6
Scenario 37	64.6	2.8	61.8	-	67.5	60.1	68.3
Scenario 38	59.1	1.7	57.3	-	60.9	56.9	61.9
Scenario 39	54.9	1.7	53.2	-	56.7	52.3	56.7
Scenario 40	49.0	2.2	46.7	-	51.3	45.4	52.6
Scenario 41	68.9	3.5	65.3	-	72.5	63.3	73.4
Scenario 42	79.7	1.1	78.6	-	80.8	77.3	81.2
Scenario 43	73.9	2.5	71.4	-	76.4	68.9	76.3
Scenario 44	64.6	2.4	62.1	-	67.1	60.1	69.0
Scenario 45	59.1	2.3	56.8	-	61.4	55.7	62.0
Scenario 46	53.0	4.0	48.9	-	57.0	46.9	58.9
Scenario 47	48.8	3.0	45.8	-	51.9	44.4	52.9
Scenario 48	43.7	2.4	41.3	-	46.1	40.3	47.6
Scenario 49	69.5	2.1	67.3	-	71.6	65.5	72.1
Scenario 50	79.6	0.9	78.6	-	80.5	77.8	80.7
Scenario 51	74.3	1.6	72.7	-	76.0	70.7	77.1
Scenario 52	66.3	2.5	63.7	-	68.9	61.1	69.1
Scenario 53	60.2	2.4	57.7	-	62.6	57.1	64.7
Scenario 54	52.8	3.0	49.7	-	55.9	48.0	58.6
Scenario 55	48.5	3.6	44.8	-	52.2	43.7	55.3
Scenario 56	45.5	2.9	42.5	-	48.5	40.3	50.0

### Dec\_Point3vii

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max		
Scenario 1	46	16	29	-	63	0	55
Scenario 2	56.5	4.6	51.8	-	61.2	47.1	62.3
Scenario 3	62.9	3.4	59.4	-	66.5	57.4	68.8
Scenario 4	67.3	2.9	64.3	-	70.3	62.0	71.1
Scenario 5	73.0	2.1	70.9	-	75.2	70.1	76.1
Scenario 6	77.0	1.9	75.0	-	78.9	72.7	78.6
Scenario 7	81.7	0.8	81.0	-	82.5	80.4	82.7
Scenario 8	77.0	2.0	74.9	-	79.1	73.9	79.3
Scenario 9	54.1	5.2	48.8	-	59.4	43.7	60.5
Scenario 10	60.6	3.9	56.6	-	64.5	51.8	65.6
Scenario 11	67.9	4.3	63.4	-	72.3	62.5	78.8
Scenario 12	72.8	1.3	71.4	-	74.2	70.6	74.4

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 13	78.5	1.5	77.0	-	80.0	76.7	80.8
Scenario 14	79.8	1.1	78.8	-	80.9	78.3	81.9
Scenario 15	73.3	2.5	70.8	-	75.9	70.9	79.1
Scenario 16	66.8	2.1	64.6	-	68.9	64.0	70.0
Scenario 17	56.0	6.4	49.4	-	62.6	44.4	61.9
Scenario 18	63.2	3.4	59.7	-	66.7	55.5	67.4
Scenario 19	70.8	3.0	67.8	-	73.8	65.6	74.0
Scenario 20	78.3	1.0	77.3	-	79.4	76.1	80.0
Scenario 21	78.3	1.9	76.3	-	80.2	75.4	81.6
Scenario 22	71.5	2.6	68.9	-	74.2	67.0	75.3
Scenario 23	66.8	2.7	64.0	-	69.7	61.6	69.4
Scenario 24	60.5	2.2	58.3	-	62.8	57.3	64.7
Scenario 25	62.0	4.3	57.5	-	66.4	53.8	67.5
Scenario 26	67.7	4.6	63.0	-	72.3	57.6	72.4
Scenario 27	76.5	1.8	74.7	-	78.4	73.1	78.5
Scenario 28	78.7	0.8	77.9	-	79.6	77.7	79.9
Scenario 29	69.6	1.2	68.4	-	70.8	67.9	71.7
Scenario 30	64.0	2.5	61.4	-	66.6	60.3	68.1
Scenario 31	59.3	1.5	57.8	-	60.8	57.1	61.4
Scenario 32	54.7	2.3	52.4	-	57.0	51.7	59.6
Scenario 33	62	7	55	-	69	47	70
Scenario 34	74.5	1.6	72.8	-	76.1	70.5	75.9
Scenario 35	80.1	0.7	79.4	-	80.8	78.9	81.0
Scenario 36	71.5	3.4	68.0	-	74.9	63.9	76.3
Scenario 37	63.2	1.8	61.3	-	65.0	59.9	65.4
Scenario 38	57.9	3.4	54.3	-	61.4	53.3	63.4
Scenario 39	53.1	2.8	50.3	-	55.9	48.3	58.9
Scenario 40	49.5	3.2	46.2	-	52.8	42.6	53.4
Scenario 41	68.8	1.8	67.0	-	70.7	65.9	71.7
Scenario 42	78.9	1.3	77.5	-	80.2	76.8	81.4
Scenario 43	73.9	1.5	72.4	-	75.5	71.7	76.7
Scenario 44	64.6	3.2	61.4	-	67.8	60.6	70.9
Scenario 45	58.6	2.1	56.5	-	60.7	54.9	61.1
Scenario 46	53.1	2.9	50.1	-	56.0	48.4	57.1
Scenario 47	49.0	3.3	45.6	-	52.3	43.7	54.3
Scenario 48	45.2	2.0	43.2	-	47.2	40.4	47.4
Scenario 49	68.2	2.6	65.6	-	70.9	63.3	71.7
Scenario 50	80.0	1.1	78.9	-	81.1	78.3	81.5
Scenario 51	74.2	1.8	72.3	-	76.0	71.0	76.6
Scenario 52	64.2	2.0	62.1	-	66.2	61.4	68.3
Scenario 53	58.6	3.3	55.2	-	62.0	53.3	62.7
Scenario 54	54.6	2.1	52.4	-	56.7	50.1	57.7
Scenario 55	48.5	1.6	46.9	-	50.1	46.4	51.9

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 56 46.4 1.6 44.7 - 48.1 43.6 49.4

Dec\_Point3viii

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 4	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 5	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 9	54.7	1.8	52.8	-	56.6	53.4 59.2
Scenario 10	59.2	3.6	55.5	-	62.9	53.8 65.6
Scenario 11	66.2	5.8	60.2	-	72.1	60.0 78.8
Scenario 12	71.6	2.5	69.1	-	74.1	68.1 75.8
Scenario 13	78.3	1.5	76.8	-	79.9	75.5 79.8
Scenario 14	80.0	1.1	78.9	-	81.1	78.4 82.1
Scenario 15	73.6	1.6	71.9	-	75.3	71.1 76.0
Scenario 16	67.2	1.9	65.2	-	69.2	64.1 70.9
Scenario 17	55	7	48	-	62	40 62
Scenario 18	63.6	5.2	58.3	-	69.0	53.0 68.0
Scenario 19	72.8	1.3	71.5	-	74.1	70.6 74.7
Scenario 20	78.2	1.6	76.5	-	79.8	75.2 80.0
Scenario 21	78.7	1.2	77.4	-	79.9	77.1 80.6
Scenario 22	71.0	1.8	69.2	-	72.8	68.1 73.1
Scenario 23	65.5	2.1	63.4	-	67.6	62.6 68.4
Scenario 24	59.8	2.4	57.3	-	62.3	55.3 64.3
Scenario 25	61.4	3.2	58.0	-	64.7	54.0 65.1
Scenario 26	68.7	2.7	65.9	-	71.5	64.6 73.0
Scenario 27	76.2	2.4	73.8	-	78.6	72.5 79.1
Scenario 28	78.4	1.8	76.6	-	80.2	74.6 81.1
Scenario 29	69.9	1.7	68.1	-	71.6	67.1 72.4
Scenario 30	64.3	2.3	62.0	-	66.7	61.1 68.9
Scenario 31	58.9	3.3	55.5	-	62.3	52.3 63.3
Scenario 32	54.6	3.2	51.3	-	57.8	49.4 58.1
Scenario 33	61.6	5.9	55.6	-	67.6	47.9 66.5
Scenario 34	72.8	3.9	68.8	-	76.9	64.6 76.2
Scenario 35	81.0	0.9	80.0	-	81.9	79.7 82.0
Scenario 36	71.7	1.9	69.7	-	73.7	69.1 74.3
Scenario 37	66.0	2.5	63.4	-	68.6	62.4 70.4
Scenario 38	58.9	2.9	55.9	-	61.9	54.7 64.7
Scenario 39	54.9	3.1	51.7	-	58.2	51.1 62.3
Scenario 40	49.9	3.2	46.6	-	53.2	45.7 55.3

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 41	68.4	2.9	65.4	-	71.4	62.2	72.6
Scenario 42	79.0	1.0	77.9	-	80.0	77.7	80.6
Scenario 43	74.2	2.3	71.8	-	76.5	71.3	78.1
Scenario 44	66.5	2.2	64.3	-	68.8	63.3	69.1
Scenario 45	58.2	3.4	54.6	-	61.7	54.3	63.4
Scenario 46	53.5	2.4	51.0	-	55.9	50.6	57.3
Scenario 47	49.5	2.9	46.5	-	52.4	45.4	54.4
Scenario 48	47.8	3.4	44.3	-	51.3	41.9	53.0
Scenario 49	67.6	3.6	63.9	-	71.2	60.2	71.3
Scenario 50	79.7	1.4	78.3	-	81.2	76.7	80.9
Scenario 51	73.8	1.4	72.3	-	75.2	71.9	75.6
Scenario 52	64.4	2.6	61.7	-	67.1	61.3	69.9
Scenario 53	57.7	2.8	54.9	-	60.6	51.7	62.3
Scenario 54	54.5	2.6	51.9	-	57.2	50.6	59.0
Scenario 55	48.8	2.7	46.0	-	51.5	44.7	52.1
Scenario 56	45.8	3.3	42.5	-	49.2	40.0	51.3

### Dec\_Point3ix

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max		
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 4	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 5	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 10	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 11	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 13	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	58.0	3.6	54.3	-	61.6	49.3	61.4
Scenario 18	64.4	3.8	60.5	-	68.4	55.4	68.4
Scenario 19	71.0	3.0	67.9	-	74.1	65.0	74.7
Scenario 20	79.4	0.6	78.8	-	80.1	77.9	80.1
Scenario 21	78.8	1.5	77.3	-	80.3	76.1	80.3
Scenario 22	71.8	3.3	68.4	-	75.2	66.0	76.6
Scenario 23	65.6	2.6	63.0	-	68.3	61.7	69.6
Scenario 24	60.7	1.8	58.9	-	62.6	58.3	64.0
Scenario 25	60.3	5.0	55.2	-	65.4	53.0	67.1

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 26	67.7	2.4	65.3	-	70.1	64.1	71.3
Scenario 27	77.1	1.6	75.4	-	78.7	73.5	78.8
Scenario 28	78.1	1.7	76.4	-	79.9	75.7	81.1
Scenario 29	69.8	2.6	67.2	-	72.5	65.9	74.1
Scenario 30	64.2	2.3	61.9	-	66.5	60.1	68.0
Scenario 31	58.5	2.5	56.0	-	61.1	55.1	62.9
Scenario 32	53.9	2.8	51.0	-	56.8	49.1	57.3
Scenario 33	63.5	3.5	59.9	-	67.2	56.4	67.4
Scenario 34	71.8	2.8	68.9	-	74.7	67.2	76.7
Scenario 35	80.2	1.3	78.9	-	81.5	78.0	81.4
Scenario 36	72.0	2.5	69.4	-	74.6	68.1	75.9
Scenario 37	63.8	2.2	61.5	-	66.1	60.3	67.6
Scenario 38	59.2	2.4	56.8	-	61.7	54.6	62.1
Scenario 39	54.9	2.8	51.9	-	57.8	50.7	60.4
Scenario 40	50.2	3.3	46.9	-	53.6	43.0	53.7
Scenario 41	68.0	2.3	65.7	-	70.3	64.8	71.1
Scenario 42	79.9	1.1	78.8	-	81.0	78.1	81.4
Scenario 43	73.6	1.7	71.8	-	75.4	70.0	76.0
Scenario 44	65.2	3.3	61.8	-	68.5	59.3	68.4
Scenario 45	60.1	4.1	55.9	-	64.2	55.6	67.0
Scenario 46	53.8	3.6	50.1	-	57.6	48.6	58.9
Scenario 47	49.8	2.5	47.2	-	52.4	46.4	53.7
Scenario 48	45.1	2.8	42.2	-	48.0	42.4	51.4
Scenario 49	63	8	55	-	71	51	71
Scenario 50	80.2	0.9	79.3	-	81.0	77.9	81.0
Scenario 51	73.0	1.3	71.7	-	74.3	71.6	75.0
Scenario 52	64.3	2.7	61.5	-	67.1	60.4	67.9
Scenario 53	58.3	2.3	56.0	-	60.7	52.7	60.7
Scenario 54	54.4	2.9	51.4	-	57.4	50.9	58.3
Scenario 55	49.5	2.2	47.2	-	51.7	45.4	52.6
Scenario 56	47.2	2.8	44.3	-	50.1	42.6	51.3

### Dec\_Point3x

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 4	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 5	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 9	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00
Scenario 10	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 11	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 13	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 19	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 20	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 25	62.6	3.6	58.9	-	66.3	56.3	68.2
Scenario 26	69.3	2.9	66.3	-	72.2	62.8	73.0
Scenario 27	75.5	2.6	72.8	-	78.1	71.2	79.7
Scenario 28	78.8	1.2	77.5	-	80.0	77.1	80.7
Scenario 29	71.3	2.6	68.6	-	73.9	67.0	74.7
Scenario 30	65.6	3.7	61.8	-	69.4	57.9	69.6
Scenario 31	59.2	3.0	56.1	-	62.3	54.6	63.3
Scenario 32	55.2	2.6	52.6	-	57.8	52.0	58.1
Scenario 33	64.6	3.2	61.3	-	67.9	59.0	68.1
Scenario 34	73.5	2.7	70.7	-	76.3	68.2	76.1
Scenario 35	79.8	1.0	78.7	-	80.8	78.0	81.1
Scenario 36	71.2	2.9	68.3	-	74.1	66.7	77.1
Scenario 37	64.8	1.8	63.0	-	66.6	62.3	67.7
Scenario 38	58.7	3.5	55.1	-	62.3	53.0	64.6
Scenario 39	53.3	2.8	50.5	-	56.2	49.3	58.4
Scenario 40	49.6	3.5	46.0	-	53.1	41.9	53.4
Scenario 41	67.0	3.9	63.0	-	71.0	60.6	73.0
Scenario 42	80.0	1.2	78.7	-	81.2	77.7	81.4
Scenario 43	73.2	1.9	71.3	-	75.2	70.3	76.3
Scenario 44	66.0	2.3	63.6	-	68.3	63.0	69.6
Scenario 45	59.3	2.4	56.9	-	61.8	56.3	63.9
Scenario 46	53.1	2.2	50.8	-	55.4	50.4	57.6
Scenario 47	50.4	2.7	47.7	-	53.2	46.1	54.9
Scenario 48	46.6	2.1	44.5	-	48.8	44.3	50.6
Scenario 49	67.3	4.1	63.1	-	71.6	62.3	73.3
Scenario 50	80.0	1.2	78.8	-	81.2	78.3	81.3
Scenario 51	73.8	1.7	72.0	-	75.6	70.1	75.6
Scenario 52	66.3	3.8	62.4	-	70.2	59.7	72.0
Scenario 53	60.1	2.9	57.2	-	63.1	57.0	65.7

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 54	55.3	2.9	52.3	-	58.3	50.9	60.6
Scenario 55	49.5	1.9	47.5	-	51.5	47.6	52.3
Scenario 56	45.2	2.5	42.6	-	47.8	41.9	48.7

Dec\_Point3xi

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 2	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 3	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 4	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 5	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 9	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 10	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 11	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 13	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 17	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 19	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 20	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 23	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 25	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 26	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 28	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 29	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 31	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 32	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
Scenario 33	61.2	5.0	56.1	-	66.4	50.0	67.4
Scenario 34	72.9	1.3	71.6	-	74.3	70.9	74.8
Scenario 35	80.3	1.0	79.3	-	81.3	78.7	81.7
Scenario 36	71.1	3.2	67.8	-	74.4	65.9	77.0
Scenario 37	65.1	1.7	63.3	-	66.8	61.7	67.4
Scenario 38	59.3	3.6	55.5	-	63.0	53.4	66.0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 39	53.7	2.0	51.6	-	55.7	49.9	56.1
Scenario 40	50.5	3.0	47.4	-	53.6	45.7	56.6
Scenario 41	66.5	4.8	61.5	-	71.4	54.8	70.7
Scenario 42	79.2	0.8	78.3	-	80.0	77.7	80.4
Scenario 43	74.2	2.6	71.5	-	76.8	70.0	78.4
Scenario 44	65.3	2.6	62.6	-	68.0	61.7	69.0
Scenario 45	59.2	2.6	56.5	-	61.9	54.3	64.9
Scenario 46	54.5	3.0	51.4	-	57.6	49.4	58.1
Scenario 47	49.3	2.7	46.5	-	52.1	44.4	54.6
Scenario 48	45.0	2.5	42.5	-	47.6	41.0	49.9
Scenario 49	65.6	2.7	62.8	-	68.4	59.8	69.6
Scenario 50	79.9	1.0	78.9	-	80.8	78.3	80.9
Scenario 51	73.2	1.7	71.4	-	75.0	70.3	75.4
Scenario 52	66.4	2.0	64.4	-	68.4	63.9	70.6
Scenario 53	58.8	2.0	56.8	-	60.9	54.3	61.1
Scenario 54	55.1	3.3	51.6	-	58.5	51.7	60.9
Scenario 55	50.5	3.4	47.0	-	54.0	44.9	55.9
Scenario 56	45.7	1.8	43.8	-	47.6	41.9	48.4

Dec\_Point3xii

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 4	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 5	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 9	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 10	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 11	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 12	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 13	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 14	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 17	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 18	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 19	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 20	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 21	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 22	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 23	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 24	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 25	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 26	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 27	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 28	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 29	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 31	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 32	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 33	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 34	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 35	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 36	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 37	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 38	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 39	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 40	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 41	67.1	5.1	61.8	-	72.4	53.9	72.4
Scenario 42	80.1	1.0	79.0	-	81.2	78.1	81.2
Scenario 43	74.1	1.9	72.2	-	76.1	71.3	78.0
Scenario 44	64.8	2.7	62.0	-	67.6	60.6	68.7
Scenario 45	57.3	3.2	54.1	-	60.6	51.0	62.0
Scenario 46	54.3	2.6	51.6	-	57.0	49.3	58.6
Scenario 47	49.3	2.2	47.1	-	51.6	45.6	52.0
Scenario 48	45.8	2.0	43.7	-	47.9	42.0	49.0
Scenario 49	67.9	3.2	64.6	-	71.2	61.4	71.7
Scenario 50	79.3	1.3	78.0	-	80.6	76.8	81.0
Scenario 51	73.7	1.6	72.0	-	75.4	72.0	76.1
Scenario 52	65.7	3.0	62.6	-	68.7	61.1	70.6
Scenario 53	60.7	2.3	58.4	-	63.0	57.0	63.3
Scenario 54	53.5	1.7	51.8	-	55.3	50.0	56.3
Scenario 55	48.2	2.2	46.0	-	50.5	44.1	52.0
Scenario 56	45.1	2.6	42.4	-	47.8	40.9	49.1

Dec\_Point4

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)	Min	Max		
Scenario 1	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 2	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 3	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 4	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 5	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 6	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 7	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 8	8.60	0.52	8.07	-	9.13	8.00	9.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 9	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 10	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 11	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 12	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 13	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 14	13.0	0.5	12.5	-	13.5	12.0	14.0
Scenario 15	10.7	0.7	10.0	-	11.4	10.0	12.0
Scenario 16	8.2	0.8	7.4	-	9.0	7.0	10.0
Scenario 17	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 18	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 19	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 20	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 21	14.10	0.32	13.78	-	14.42	14.00	15.00
Scenario 22	12.6	0.7	11.9	-	13.3	12.0	14.0
Scenario 23	9.90	0.32	9.58	-	10.23	9.00	10.00
Scenario 24	7.8	0.6	7.2	-	8.4	7.0	9.0
Scenario 25	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 26	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 27	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 28	15.8	2.1	13.6	-	18.0	10.0	17.0
Scenario 29	13.50	0.53	12.96	-	14.04	13.00	14.00
Scenario 30	12.20	0.42	11.77	-	12.63	12.00	13.00
Scenario 31	10.0	0.7	9.3	-	10.7	9.0	11.0
Scenario 32	8.0	0.5	7.5	-	8.5	7.0	9.0
Scenario 33	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 34	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 35	23.3	1.3	22.0	-	24.6	22.0	25.0
Scenario 36	16.1	0.6	15.5	-	16.7	15.0	17.0
Scenario 37	14.1	0.7	13.3	-	14.9	13.0	15.0
Scenario 38	11.9	0.6	11.3	-	12.5	11.0	13.0
Scenario 39	9.7	0.7	9.0	-	10.4	9.0	11.0
Scenario 40	7.9	0.6	7.3	-	8.5	7.0	9.0
Scenario 41	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 42	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 43	22.5	1.0	21.5	-	23.5	21.0	24.0
Scenario 44	16.1	0.6	15.5	-	16.7	15.0	17.0
Scenario 45	13.60	0.52	13.07	-	14.13	13.00	14.00
Scenario 46	12.10	0.32	11.78	-	12.42	12.00	13.00
Scenario 47	9.20	0.42	8.77	-	9.63	9.00	10.00
Scenario 48	7.70	0.48	7.20	-	8.20	7.00	8.00
Scenario 49	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 50	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 51	22.7	1.3	21.3	-	24.1	21.0	25.0

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 52	16.20	0.42	15.77	-	16.63	16.00	17.00
Scenario 53	13.7	0.7	13.0	-	14.4	12.0	14.0
Scenario 54	11.9	0.6	11.3	-	12.5	11.0	13.0
Scenario 55	9.40	0.52	8.87	-	9.93	9.00	10.00
Scenario 56	7.40	0.52	6.87	-	7.93	7.00	8.00

### Input for pre zone

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (99%)		Min	Max	
Scenario 1	237	28	209	-	266	172	274
Scenario 2	333	14	318	-	348	312	354
Scenario 3	370	20	350	-	390	336	402
Scenario 4	428	11	416	-	439	410	442
Scenario 5	482	10	472	-	492	464	500
Scenario 6	523.0	5.2	517.6	-	528.3	515.1	532.6
Scenario 7	567.7	1.2	566.5	-	568.9	566.1	570.2
Scenario 8	541.90	0.36	541.53	-	542.27	541.14	542.29
Scenario 9	329	25	303	-	355	272	353
Scenario 10	395	13	381	-	408	368	420
Scenario 11	486	41	443	-	528	465	601
Scenario 12	538	13	525	-	552	521	562
Scenario 13	611.8	4.7	606.9	-	616.6	606.4	619.4
Scenario 14	639.11	0.31	638.80	-	639.43	638.57	639.57
Scenario 15	587.44	0.40	587.03	-	587.85	586.86	588.00
Scenario 16	542.84	0.29	542.55	-	543.14	542.43	543.43
Scenario 17	398	16	381	-	414	378	424
Scenario 18	497	17	480	-	515	468	521
Scenario 19	596	12	584	-	609	578	613
Scenario 20	686	7	679	-	694	676	699
Scenario 21	703.80	0.42	703.37	-	704.23	703.29	704.43
Scenario 22	641.01	0.48	640.52	-	641.51	640.29	641.71
Scenario 23	588.26	0.35	587.90	-	588.62	587.71	589.00
Scenario 24	543.59	0.40	543.18	-	543.99	543.00	544.00
Scenario 25	504	22	482	-	526	481	549
Scenario 26	616	17	599	-	633	582	644
Scenario 27	735	7	728	-	743	725	747
Scenario 28	781.6	0.7	780.9	-	782.3	780.6	783.0
Scenario 29	704.99	0.40	704.57	-	705.40	704.43	705.71
Scenario 30	641.81	0.46	641.34	-	642.28	641.00	642.43
Scenario 31	588.56	0.48	588.07	-	589.05	587.86	589.29
Scenario 32	543.80	0.19	543.60	-	544.00	543.57	544.00
Scenario 33	596	23	573	-	619	544	623
Scenario 34	755	8	747	-	764	738	767
Scenario 35	877.67	0.50	877.16	-	878.18	876.71	878.14
Scenario 36	783.23	0.54	782.68	-	783.78	782.57	784.14

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 37	705.83	0.36	705.46	-	706.19	705.29	706.43
Scenario 38	642.0	0.6	641.3	-	642.6	640.9	642.9
Scenario 39	588.94	0.24	588.70	-	589.18	588.57	589.29
Scenario 40	543.79	0.26	543.52	-	544.06	543.29	544.14
Scenario 41	739	20	719	-	760	713	767
Scenario 42	939.5	3.2	936.2	-	942.7	935.2	945.2
Scenario 43	879.89	0.46	879.42	-	880.35	879.29	880.57
Scenario 44	783.77	0.49	783.27	-	784.28	782.86	784.43
Scenario 45	706.41	0.28	706.13	-	706.70	705.86	707.00
Scenario 46	642.23	0.38	641.84	-	642.62	641.71	642.71
Scenario 47	589.17	0.22	588.94	-	589.40	588.86	589.57
Scenario 48	543.96	0.29	543.66	-	544.25	543.43	544.43
Scenario 49	722	14	708	-	736	704	739
Scenario 50	939.8	5.6	934.0	-	945.6	927.1	945.5
Scenario 51	880.0	0.8	879.2	-	880.8	878.7	881.1
Scenario 52	783.91	0.57	783.33	-	784.50	783.00	784.57
Scenario 53	706.3	0.6	705.7	-	706.9	705.1	707.3
Scenario 54	642.14	0.34	641.80	-	642.49	641.57	642.57
Scenario 55	589.07	0.49	588.57	-	589.57	588.29	589.57
Scenario 56	544.14	0.21	543.92	-	544.36	543.71	544.43

### 4.1.1.3PRE – ZONE

#### Experimentation Report

Number of Scenarios: 44

Number of Replications Per Scenario: 10

Warmup Time: 0

#### PrZ\_1

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	894	15	885	-	902	852	899
Scenario 2	798.64	0.20	798.52	-	798.76	798.43	799.00
Scenario 3	718.60	0.24	718.46	-	718.74	718.29	719.00
Scenario 4	653.44	0.16	653.35	-	653.53	653.14	653.71
Scenario 5	598.42	0.19	598.31	-	598.54	598.21	598.77
Scenario 6	551.14	0.29	550.97	-	551.30	550.63	551.52
Scenario 7	513.34	0.14	513.26	-	513.42	513.14	513.57
Scenario 8	479.03	0.11	478.96	-	479.09	478.86	479.14
Scenario 9	449.21	0.10	449.16	-	449.27	449.00	449.29
Scenario 10	422.77	0.10	422.71	-	422.83	422.57	422.86
Scenario 11	399.19	0.10	399.13	-	399.24	399.00	399.29
Scenario 12	898.53	0.26	898.38	-	898.68	898.00	898.86

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 13	798.51	0.20	798.40	-	798.63	798.29	798.86
Scenario 14	718.67	0.25	718.53	-	718.82	718.29	719.00
Scenario 15	653.36	0.15	653.27	-	653.45	653.14	653.71
Scenario 16	598.89	0.15	598.80	-	598.97	598.71	599.14
Scenario 17	552.81	0.18	552.71	-	552.92	552.57	553.14
Scenario 18	513.34	0.20	513.22	-	513.46	513.00	513.71
Scenario 19	479.13	0.11	479.07	-	479.19	479.00	479.29
Scenario 20	449.19	0.12	449.12	-	449.25	449.00	449.29
Scenario 21	422.76	0.14	422.68	-	422.84	422.57	423.00
Scenario 22	399.23	0.12	399.16	-	399.30	399.00	399.43
Scenario 23	898.00	0.52	897.70	-	898.30	897.14	898.71
Scenario 24	798.56	0.20	798.44	-	798.67	798.29	798.86
Scenario 25	718.79	0.20	718.67	-	718.90	718.43	719.14
Scenario 26	653.26	0.23	653.12	-	653.39	652.86	653.57
Scenario 27	598.94	0.15	598.85	-	599.03	598.71	599.14
Scenario 28	552.83	0.11	552.76	-	552.89	552.71	553.00
Scenario 29	513.40	0.15	513.31	-	513.49	513.29	513.71
Scenario 30	479.16	0.16	479.07	-	479.25	479.00	479.43
Scenario 31	449.16	0.13	449.08	-	449.23	448.86	449.29
Scenario 32	422.76	0.12	422.69	-	422.83	422.57	423.00
Scenario 33	399.20	0.12	399.13	-	399.27	399.00	399.43
Scenario 34	896.6	0.8	896.1	-	897.1	895.7	898.3
Scenario 35	798.61	0.20	798.50	-	798.73	798.29	798.86
Scenario 36	718.80	0.26	718.65	-	718.95	718.43	719.14
Scenario 37	653.34	0.20	653.22	-	653.46	653.00	653.57
Scenario 38	598.97	0.16	598.88	-	599.07	598.71	599.29
Scenario 39	552.90	0.12	552.83	-	552.97	552.71	553.00
Scenario 40	513.34	0.14	513.26	-	513.42	513.00	513.43
Scenario 41	479.21	0.12	479.14	-	479.28	479.00	479.43
Scenario 42	449.11	0.09	449.06	-	449.17	449.00	449.29
Scenario 43	422.71	0.10	422.66	-	422.77	422.57	422.86
Scenario 44	399.23	0.10	399.17	-	399.29	399.14	399.43

### PrZ\_2

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	818	190	708	-	928	276	879
Scenario 2	781.57	0.52	781.27	-	781.87	780.43	782.14
Scenario 3	703.49	0.55	703.17	-	703.81	702.57	704.43
Scenario 4	639.23	0.31	639.05	-	639.41	638.86	639.86
Scenario 5	566.9	1.4	566.2	-	567.7	565.2	569.3
Scenario 6	498.3	1.7	497.3	-	499.3	494.8	500.3
Scenario 7	502.17	0.28	502.01	-	502.34	501.71	502.71
Scenario 8	469.71	0.43	469.47	-	469.96	469.00	470.29
Scenario 9	441.03	0.32	440.84	-	441.21	440.29	441.29

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 10	415.27	0.30	415.10	-	415.44	414.71	415.71
Scenario 11	392.29	0.29	392.12	-	392.46	391.86	392.71
Scenario 12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 13	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 19	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 20	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	442.0	5.3	438.9	-	445.1	436.7	453.3
Scenario 24	391.3	3.4	389.3	-	393.3	383.9	397.4
Scenario 25	352.0	7.0	347.9	-	356.1	344.1	360.6
Scenario 26	319.6	3.4	317.6	-	321.5	314.7	325.3
Scenario 27	294.2	3.6	292.1	-	296.3	287.6	298.1
Scenario 28	271.1	4.7	268.4	-	273.8	263.3	276.3
Scenario 29	251.5	3.9	249.3	-	253.8	241.4	254.7
Scenario 30	236.7	3.3	234.7	-	238.6	231.0	241.7
Scenario 31	219.7	2.9	218.0	-	221.3	212.6	222.4
Scenario 32	208.9	2.6	207.4	-	210.4	203.7	212.3
Scenario 33	195.3	3.9	193.1	-	197.6	187.4	201.0
Scenario 34	617.7	5.2	614.7	-	620.7	609.0	627.9
Scenario 35	550.7	4.5	548.1	-	553.3	546.3	561.7
Scenario 36	495.7	4.2	493.2	-	498.1	488.4	501.1
Scenario 37	450.6	4.7	447.9	-	453.3	443.3	459.3
Scenario 38	411.7	3.3	409.7	-	413.6	407.1	416.4
Scenario 39	381.8	2.9	380.1	-	383.5	377.1	385.7
Scenario 40	353.5	4.6	350.9	-	356.2	348.0	361.7
Scenario 41	331.0	3.4	329.1	-	333.0	325.0	336.4
Scenario 42	306.6	4.3	304.1	-	309.1	297.6	311.0
Scenario 43	292.2	3.5	290.2	-	294.2	286.6	296.0
Scenario 44	275.3	4.0	272.9	-	277.6	269.7	281.1

### PrZ\_3

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	399.2	2.1	398.0	-	400.4	393.1	400.3
Scenario 2	399.70	0.14	399.62	-	399.78	399.43	399.86
Scenario 3	399.86	0.13	399.78	-	399.94	399.71	400.14
Scenario 4	399.89	0.19	399.78	-	399.99	399.43	400.14
Scenario 5	399.73	0.14	399.65	-	399.81	399.52	399.99
Scenario 6	399.64	0.16	399.55	-	399.73	399.42	399.82

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 7	399.77	0.17	399.67	-	399.87	399.57	400.00
Scenario 8	399.79	0.19	399.67	-	399.90	399.43	400.14
Scenario 9	399.843	0.045	399.817	-	399.869	399.714	399.857
Scenario 10	399.81	0.18	399.71	-	399.92	399.57	400.00
Scenario 11	399.77	0.12	399.70	-	399.84	399.57	399.86
Scenario 12	399.81	0.18	399.71	-	399.92	399.57	400.14
Scenario 13	399.76	0.14	399.68	-	399.84	399.57	400.00
Scenario 14	399.80	0.18	399.70	-	399.90	399.57	400.14
Scenario 15	399.86	0.12	399.79	-	399.92	399.71	400.00
Scenario 16	399.83	0.24	399.69	-	399.97	399.57	400.43
Scenario 17	399.81	0.18	399.71	-	399.92	399.43	400.00
Scenario 18	399.77	0.12	399.70	-	399.84	399.57	400.00
Scenario 19	399.84	0.16	399.75	-	399.93	399.57	400.00
Scenario 20	399.76	0.18	399.65	-	399.86	399.43	400.00
Scenario 21	399.81	0.18	399.71	-	399.92	399.57	400.14
Scenario 22	399.87	0.22	399.75	-	400.00	399.57	400.14
Scenario 23	399.74	0.20	399.63	-	399.86	399.43	400.00
Scenario 24	399.87	0.20	399.76	-	399.98	399.43	400.14
Scenario 25	399.73	0.11	399.67	-	399.79	399.57	399.86
Scenario 26	399.87	0.13	399.80	-	399.94	399.71	400.00
Scenario 27	399.84	0.20	399.73	-	399.96	399.57	400.29
Scenario 28	399.87	0.13	399.80	-	399.94	399.71	400.00
Scenario 29	399.86	0.13	399.78	-	399.94	399.71	400.14
Scenario 30	399.83	0.15	399.74	-	399.91	399.57	400.00
Scenario 31	399.89	0.13	399.81	-	399.96	399.57	400.00
Scenario 32	399.81	0.21	399.69	-	399.94	399.43	400.14
Scenario 33	399.81	0.12	399.75	-	399.88	399.57	400.00
Scenario 34	399.87	0.17	399.77	-	399.97	399.71	400.29
Scenario 35	399.80	0.14	399.72	-	399.88	399.57	400.00
Scenario 36	399.80	0.10	399.74	-	399.86	399.71	400.00
Scenario 37	399.83	0.16	399.73	-	399.92	399.57	400.14
Scenario 38	399.80	0.18	399.70	-	399.90	399.57	400.14
Scenario 39	399.83	0.18	399.73	-	399.93	399.43	400.00
Scenario 40	399.71	0.13	399.64	-	399.79	399.57	399.86
Scenario 41	399.80	0.14	399.72	-	399.88	399.57	400.00
Scenario 42	399.74	0.13	399.67	-	399.82	399.57	400.00
Scenario 43	399.83	0.15	399.74	-	399.91	399.57	400.14
Scenario 44	399.80	0.12	399.73	-	399.87	399.57	400.00

PrZ\_4

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	399.1	2.1	397.9	-	400.4	393.1	400.1
Scenario 2	399.66	0.14	399.58	-	399.74	399.43	399.86
Scenario 3	399.86	0.13	399.78	-	399.94	399.71	400.14

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 4	399.86	0.19	399.75	-	399.97	399.43	400.14
Scenario 5	399.67	0.15	399.58	-	399.76	399.51	399.99
Scenario 6	399.45	0.24	399.31	-	399.59	399.08	399.82
Scenario 7	399.70	0.16	399.61	-	399.79	399.43	400.00
Scenario 8	399.76	0.17	399.66	-	399.85	399.43	400.00
Scenario 9	399.786	0.075	399.742	-	399.829	399.714	399.857
Scenario 10	399.81	0.18	399.71	-	399.92	399.57	400.00
Scenario 11	399.73	0.11	399.67	-	399.79	399.57	399.86
Scenario 12	399.76	0.21	399.63	-	399.88	399.43	400.14
Scenario 13	399.74	0.15	399.66	-	399.83	399.57	400.00
Scenario 14	399.77	0.23	399.64	-	399.90	399.43	400.14
Scenario 15	399.81	0.12	399.75	-	399.88	399.71	400.00
Scenario 16	399.80	0.25	399.65	-	399.95	399.57	400.43
Scenario 17	399.80	0.18	399.70	-	399.90	399.43	400.00
Scenario 18	399.71	0.15	399.63	-	399.80	399.43	400.00
Scenario 19	399.79	0.12	399.72	-	399.86	399.57	400.00
Scenario 20	399.73	0.20	399.62	-	399.84	399.43	400.00
Scenario 21	399.77	0.18	399.67	-	399.88	399.43	400.14
Scenario 22	399.81	0.17	399.72	-	399.91	399.57	400.00
Scenario 23	399.71	0.19	399.60	-	399.82	399.43	400.00
Scenario 24	399.83	0.23	399.69	-	399.96	399.29	400.14
Scenario 25	399.71	0.12	399.65	-	399.78	399.57	399.86
Scenario 26	399.84	0.13	399.77	-	399.92	399.71	400.00
Scenario 27	399.80	0.15	399.71	-	399.89	399.57	400.14
Scenario 28	399.84	0.11	399.78	-	399.90	399.71	400.00
Scenario 29	399.86	0.13	399.78	-	399.94	399.71	400.14
Scenario 30	399.79	0.12	399.72	-	399.86	399.57	400.00
Scenario 31	399.80	0.12	399.73	-	399.87	399.57	400.00
Scenario 32	399.81	0.21	399.69	-	399.94	399.43	400.14
Scenario 33	399.74	0.13	399.67	-	399.82	399.43	399.86
Scenario 34	399.84	0.14	399.76	-	399.93	399.71	400.14
Scenario 35	399.79	0.14	399.71	-	399.87	399.57	400.00
Scenario 36	399.77	0.14	399.69	-	399.85	399.57	400.00
Scenario 37	399.80	0.17	399.70	-	399.90	399.57	400.14
Scenario 38	399.79	0.19	399.67	-	399.90	399.57	400.14
Scenario 39	399.77	0.17	399.67	-	399.87	399.43	400.00
Scenario 40	399.70	0.13	399.63	-	399.77	399.57	399.86
Scenario 41	399.79	0.12	399.72	-	399.86	399.57	400.00
Scenario 42	399.73	0.13	399.66	-	399.80	399.57	400.00
Scenario 43	399.79	0.18	399.68	-	399.89	399.43	400.14
Scenario 44	399.77	0.12	399.70	-	399.84	399.57	400.00

PrZ\_5

Mean      St. Dev.      Confidence Interval (90%) Min      Max

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 1	398.7	3.3	396.7	-	400.6	389.2	400.1
Scenario 2	399.57	0.12	399.50	-	399.64	399.43	399.71
Scenario 3	399.74	0.16	399.65	-	399.84	399.57	400.00
Scenario 4	399.76	0.20	399.64	-	399.87	399.29	400.00
Scenario 5	399.52	0.15	399.43	-	399.61	399.30	399.77
Scenario 6	399.23	0.16	399.14	-	399.32	399.01	399.47
Scenario 7	399.64	0.17	399.55	-	399.74	399.43	399.86
Scenario 8	399.70	0.17	399.60	-	399.80	399.43	400.00
Scenario 9	399.70	0.08	399.65	-	399.75	399.57	399.86
Scenario 10	399.69	0.18	399.58	-	399.79	399.43	399.86
Scenario 11	399.61	0.12	399.55	-	399.68	399.43	399.71
Scenario 12	399.69	0.19	399.58	-	399.79	399.43	400.00
Scenario 13	399.66	0.15	399.57	-	399.75	399.43	400.00
Scenario 14	399.67	0.19	399.56	-	399.78	399.43	400.00
Scenario 15	399.73	0.13	399.66	-	399.80	399.57	399.86
Scenario 16	399.69	0.26	399.54	-	399.84	399.43	400.29
Scenario 17	399.66	0.18	399.55	-	399.76	399.29	399.86
Scenario 18	399.63	0.12	399.56	-	399.70	399.43	399.86
Scenario 19	399.69	0.15	399.60	-	399.77	399.43	399.86
Scenario 20	399.61	0.18	399.51	-	399.72	399.29	399.86
Scenario 21	399.67	0.17	399.58	-	399.77	399.43	400.00
Scenario 22	399.71	0.21	399.59	-	399.84	399.43	400.00
Scenario 23	399.61	0.19	399.50	-	399.73	399.29	399.86
Scenario 24	399.73	0.20	399.62	-	399.84	399.29	400.00
Scenario 25	399.614	0.069	399.574	-	399.654	399.571	399.714
Scenario 26	399.76	0.15	399.67	-	399.84	399.57	400.00
Scenario 27	399.73	0.20	399.62	-	399.84	399.43	400.14
Scenario 28	399.74	0.15	399.66	-	399.83	399.57	400.00
Scenario 29	399.73	0.14	399.65	-	399.81	399.57	400.00
Scenario 30	399.67	0.15	399.58	-	399.76	399.43	399.86
Scenario 31	399.70	0.14	399.62	-	399.78	399.43	399.86
Scenario 32	399.70	0.23	399.57	-	399.83	399.29	400.00
Scenario 33	399.69	0.16	399.59	-	399.78	399.29	399.86
Scenario 34	399.76	0.17	399.66	-	399.85	399.57	400.14
Scenario 35	399.67	0.14	399.59	-	399.75	399.43	399.86
Scenario 36	399.70	0.11	399.64	-	399.76	399.57	399.86
Scenario 37	399.71	0.15	399.63	-	399.80	399.57	400.00
Scenario 38	399.67	0.18	399.57	-	399.78	399.43	400.00
Scenario 39	399.69	0.20	399.57	-	399.80	399.29	400.00
Scenario 40	399.59	0.13	399.51	-	399.66	399.43	399.71
Scenario 41	399.69	0.16	399.59	-	399.78	399.43	399.86
Scenario 42	399.63	0.15	399.54	-	399.72	399.43	399.86
Scenario 43	399.69	0.15	399.60	-	399.77	399.43	400.00

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 44 399.66 0.12 399.59 - 399.73 399.43 399.86

PrZ\_6

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	1182	41	1159	-	1206	1067	1196
Scenario 2	1194.86	0.33	1194.67	-	1195.05	1194.29	1195.29
Scenario 3	1195.43	0.43	1195.18	-	1195.68	1194.86	1196.14
Scenario 4	1195.4	0.6	1195.1	-	1195.7	1194.0	1196.1
Scenario 5	1192.89	0.44	1192.63	-	1193.15	1192.22	1193.59
Scenario 6	1187.8	0.8	1187.3	-	1188.2	1186.4	1189.2
Scenario 7	1195.06	0.45	1194.79	-	1195.32	1194.43	1195.71
Scenario 8	1195.19	0.55	1194.87	-	1195.50	1194.14	1196.00
Scenario 9	1195.26	0.20	1195.14	-	1195.37	1194.86	1195.43
Scenario 10	1195.30	0.52	1195.00	-	1195.60	1194.57	1196.00
Scenario 11	1195.04	0.35	1194.84	-	1195.25	1194.43	1195.43
Scenario 12	1195.20	0.57	1194.87	-	1195.53	1194.43	1196.29
Scenario 13	1195.04	0.39	1194.82	-	1195.27	1194.57	1195.86
Scenario 14	1195.21	0.59	1194.87	-	1195.56	1194.29	1196.14
Scenario 15	1195.37	0.32	1195.18	-	1195.56	1194.86	1195.71
Scenario 16	1195.3	0.7	1194.9	-	1195.7	1194.7	1197.1
Scenario 17	1195.19	0.56	1194.86	-	1195.51	1194.00	1195.86
Scenario 18	1195.07	0.43	1194.82	-	1195.32	1194.29	1195.86
Scenario 19	1195.23	0.41	1194.99	-	1195.46	1194.43	1195.71
Scenario 20	1195.04	0.55	1194.73	-	1195.36	1194.14	1195.86
Scenario 21	1195.20	0.49	1194.92	-	1195.48	1194.43	1196.14
Scenario 22	1195.34	0.58	1195.01	-	1195.68	1194.43	1196.14
Scenario 23	1195.03	0.53	1194.72	-	1195.33	1194.14	1195.71
Scenario 24	1195.4	0.6	1195.0	-	1195.7	1193.9	1196.3
Scenario 25	1195.01	0.26	1194.87	-	1195.16	1194.71	1195.43
Scenario 26	1195.41	0.40	1195.19	-	1195.64	1194.86	1195.86
Scenario 27	1195.3	0.5	1195.1	-	1195.6	1194.4	1196.4
Scenario 28	1195.40	0.37	1195.19	-	1195.61	1194.86	1196.00
Scenario 29	1195.43	0.40	1195.20	-	1195.66	1194.86	1196.14
Scenario 30	1195.23	0.42	1194.98	-	1195.47	1194.43	1195.86
Scenario 31	1195.34	0.42	1195.10	-	1195.58	1194.43	1195.86
Scenario 32	1195.3	0.6	1194.9	-	1195.6	1194.1	1196.1
Scenario 33	1195.19	0.39	1194.96	-	1195.41	1194.29	1195.71
Scenario 34	1195.37	0.44	1195.12	-	1195.63	1194.86	1196.43
Scenario 35	1195.24	0.32	1195.06	-	1195.43	1194.71	1195.71
Scenario 36	1195.21	0.30	1195.04	-	1195.39	1194.86	1195.71
Scenario 37	1195.31	0.49	1195.03	-	1195.60	1194.57	1196.14
Scenario 38	1195.17	0.55	1194.85	-	1195.49	1194.43	1196.14
Scenario 39	1195.24	0.53	1194.94	-	1195.55	1194.14	1196.00
Scenario 40	1194.93	0.42	1194.69	-	1195.17	1194.43	1195.43

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 41	1195.21	0.44	1194.96	-	1195.47	1194.57	1196.00
Scenario 42	1195.01	0.37	1194.80	-	1195.23	1194.43	1195.71
Scenario 43	1195.20	0.47	1194.93	-	1195.47	1194.29	1196.14
Scenario 44	1195.19	0.36	1194.98	-	1195.39	1194.43	1195.71

### PrZ\_7

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	885	33	866	-	905	790	896
Scenario 2	796.67	0.22	796.54	-	796.80	796.43	797.00
Scenario 3	716.80	0.20	716.68	-	716.92	716.57	717.14
Scenario 4	651.80	0.19	651.69	-	651.91	651.57	652.14
Scenario 5	596.17	0.23	596.03	-	596.30	595.78	596.60
Scenario 6	547.60	0.29	547.44	-	547.77	547.16	547.90
Scenario 7	512.06	0.14	511.98	-	512.14	511.86	512.29
Scenario 8	477.84	0.11	477.78	-	477.90	477.71	478.00
Scenario 9	448.10	0.10	448.04	-	448.16	448.00	448.29
Scenario 10	421.70	0.08	421.65	-	421.75	421.57	421.86
Scenario 11	398.20	0.10	398.14	-	398.26	398.00	398.29
Scenario 12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 13	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 19	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 20	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	448.2	5.2	445.1	-	451.2	443.0	459.7
Scenario 24	397.2	3.3	395.3	-	399.2	389.6	402.6
Scenario 25	357.0	7.2	352.8	-	361.1	348.6	366.6
Scenario 26	323.9	3.3	322.0	-	325.8	318.6	329.6
Scenario 27	298.5	3.8	296.3	-	300.7	292.0	302.9
Scenario 28	274.9	4.6	272.2	-	277.6	266.7	280.1
Scenario 29	254.9	4.0	252.6	-	257.2	244.4	258.3
Scenario 30	240.0	3.3	238.1	-	241.9	234.1	244.9
Scenario 31	222.5	3.1	220.7	-	224.3	214.4	225.0
Scenario 32	211.6	2.7	210.1	-	213.2	206.3	215.0
Scenario 33	197.9	3.9	195.6	-	200.2	190.0	203.4
Scenario 34	627	5	624	-	630	617	637
Scenario 35	558.6	4.2	556.2	-	561.1	554.4	568.3
Scenario 36	502.6	4.5	500.0	-	505.2	494.6	508.1
Scenario 37	457.2	4.6	454.5	-	459.9	449.9	465.3

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 38	417.8	3.5	415.8	-	419.9	414.0	422.4
Scenario 39	387.4	3.1	385.6	-	389.2	382.9	391.3
Scenario 40	358.6	4.4	356.1	-	361.2	352.7	366.1
Scenario 41	335.5	3.4	333.5	-	337.5	329.0	340.7
Scenario 42	310.7	4.4	308.1	-	313.3	301.3	315.6
Scenario 43	296.3	3.5	294.3	-	298.3	290.1	300.3
Scenario 44	279.3	4.2	276.9	-	281.8	273.3	285.3

### PrZ\_8

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	271	68	231	-	310	78	300
Scenario 2	257.3	6.4	253.6	-	261.1	248.4	267.1
Scenario 3	234.4	3.7	232.2	-	236.6	228.3	241.0
Scenario 4	217.1	3.0	215.3	-	218.8	210.7	220.4
Scenario 5	186.1	4.5	183.5	-	188.7	179.9	191.4
Scenario 6	168.1	6.1	164.6	-	171.7	158.9	178.8
Scenario 7	167.1	3.9	164.9	-	169.3	162.6	174.6
Scenario 8	156.3	1.6	155.4	-	157.2	153.9	158.4
Scenario 9	146.3	2.4	144.9	-	147.7	142.7	149.9
Scenario 10	135.9	2.3	134.6	-	137.2	132.1	139.7
Scenario 11	131.4	5.1	128.5	-	134.3	122.6	138.9
Scenario 12	294.2	4.0	291.8	-	296.5	289.0	303.1
Scenario 13	261.5	5.5	258.3	-	264.6	255.3	270.0
Scenario 14	233.1	4.8	230.3	-	235.9	223.1	238.3
Scenario 15	216.4	3.7	214.3	-	218.5	209.0	220.4
Scenario 16	198.7	3.7	196.6	-	200.8	194.1	204.4
Scenario 17	183.3	4.7	180.5	-	186.0	177.0	194.0
Scenario 18	171.1	4.1	168.7	-	173.5	167.1	180.0
Scenario 19	157.4	3.0	155.6	-	159.2	152.9	163.9
Scenario 20	147.0	4.5	144.4	-	149.6	141.3	155.4
Scenario 21	140.1	3.4	138.1	-	142.0	135.3	146.6
Scenario 22	131.5	1.8	130.5	-	132.5	129.0	134.7
Scenario 23	298.8	4.3	296.3	-	301.3	293.6	308.1
Scenario 24	267.3	5.5	264.1	-	270.4	259.0	276.9
Scenario 25	239.8	3.5	237.8	-	241.8	235.6	245.4
Scenario 26	217.8	5.0	214.9	-	220.7	208.6	225.0
Scenario 27	199.6	4.7	196.8	-	202.3	190.0	206.3
Scenario 28	182.6	3.1	180.8	-	184.5	177.6	188.1
Scenario 29	172.4	3.7	170.3	-	174.6	164.6	177.1
Scenario 30	161.8	4.4	159.2	-	164.3	154.3	168.4
Scenario 31	150.6	3.4	148.6	-	152.5	144.1	154.3
Scenario 32	139.6	3.4	137.7	-	141.6	135.0	146.7
Scenario 33	132.2	2.5	130.8	-	133.7	128.7	137.0
Scenario 34	295.8	5.3	292.8	-	298.9	289.4	308.1

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 35	262.7	5.6	259.4	-	265.9	252.0	269.4
Scenario 36	235.7	3.4	233.7	-	237.7	232.4	242.4
Scenario 37	217.3	5.2	214.2	-	220.3	205.3	223.9
Scenario 38	196.6	5.6	193.4	-	199.9	188.4	203.4
Scenario 39	182	6	179	-	186	173	196
Scenario 40	168.1	4.1	165.7	-	170.5	161.3	175.0
Scenario 41	158.6	2.4	157.2	-	160.0	155.6	163.4
Scenario 42	147.7	4.2	145.3	-	150.2	143.3	156.7
Scenario 43	135.8	2.3	134.5	-	137.1	133.4	139.9
Scenario 44	132.0	2.4	130.6	-	133.4	129.3	138.3

### PrZ\_9

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	271	68	232	-	310	78	299
Scenario 2	259.3	4.0	257.0	-	261.6	254.0	265.4
Scenario 3	237.0	3.2	235.1	-	238.9	232.7	241.7
Scenario 4	210.9	5.6	207.6	-	214.1	201.7	219.7
Scenario 5	187.5	4.7	184.8	-	190.2	180.5	193.9
Scenario 6	165	7	161	-	169	153	174
Scenario 7	167.6	3.3	165.7	-	169.6	163.0	174.9
Scenario 8	154.2	3.3	152.2	-	156.1	149.6	158.4
Scenario 9	146.1	3.1	144.4	-	147.9	142.0	151.0
Scenario 10	138.3	3.9	136.1	-	140.6	133.6	142.9
Scenario 11	131.1	4.5	128.4	-	133.7	122.9	137.0
Scenario 12	295.5	5.0	292.7	-	298.4	284.3	302.0
Scenario 13	262.9	2.4	261.5	-	264.3	257.9	267.0
Scenario 14	239	6	236	-	243	227	248
Scenario 15	215.3	3.6	213.2	-	217.4	211.4	223.4
Scenario 16	193.8	3.1	192.0	-	195.6	186.7	196.4
Scenario 17	182.0	4.9	179.1	-	184.8	175.3	189.4
Scenario 18	169.7	3.8	167.5	-	171.9	163.6	175.7
Scenario 19	156.3	3.2	154.4	-	158.1	152.4	162.4
Scenario 20	148.9	5.0	146.0	-	151.7	140.4	154.9
Scenario 21	139.3	3.7	137.2	-	141.4	135.3	148.4
Scenario 22	131.8	3.8	129.6	-	134.0	126.1	137.7
Scenario 23	299.9	4.1	297.6	-	302.3	293.4	308.4
Scenario 24	261.1	6.1	257.5	-	264.6	250.6	269.1
Scenario 25	238.8	3.1	237.0	-	240.6	234.3	244.1
Scenario 26	218.9	5.9	215.4	-	222.3	209.9	229.1
Scenario 27	198.0	4.2	195.6	-	200.5	193.0	206.6
Scenario 28	186.2	2.9	184.5	-	187.9	182.1	191.9
Scenario 29	168.5	4.2	166.1	-	170.9	162.9	176.0
Scenario 30	158.8	5.0	156.0	-	161.7	151.1	167.9
Scenario 31	149.1	4.4	146.5	-	151.6	142.3	158.9

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 32	140.7	4.9	137.9	-	143.5	135.4	149.6
Scenario 33	132.7	3.6	130.6	-	134.8	126.7	138.0
Scenario 34	292.3	5.3	289.3	-	295.4	283.1	299.3
Scenario 35	262.5	4.4	260.0	-	265.0	254.4	267.0
Scenario 36	238.9	3.8	236.7	-	241.2	232.0	245.9
Scenario 37	213.1	3.8	210.9	-	215.3	208.9	220.0
Scenario 38	196.1	3.6	194.0	-	198.2	190.6	203.0
Scenario 39	180.5	5.9	177.1	-	183.9	170.7	188.9
Scenario 40	168.6	3.8	166.3	-	170.8	162.1	175.4
Scenario 41	156.7	3.1	154.9	-	158.5	151.4	161.0
Scenario 42	147.5	4.2	145.1	-	150.0	138.1	153.1
Scenario 43	141.8	3.7	139.6	-	144.0	138.1	150.4
Scenario 44	130.6	4.6	127.9	-	133.2	120.6	136.3

### PrZ\_10

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	270	66	232	-	308	82	299
Scenario 2	262.7	5.7	259.5	-	266.0	254.0	270.9
Scenario 3	230.1	5.1	227.2	-	233.1	222.9	241.1
Scenario 4	209.5	3.6	207.3	-	211.6	204.0	216.9
Scenario 5	190.8	5.8	187.4	-	194.1	184.6	201.6
Scenario 6	162	7	158	-	166	150	170
Scenario 7	166.1	4.3	163.6	-	168.6	161.9	173.4
Scenario 8	157.9	3.1	156.1	-	159.7	151.6	161.7
Scenario 9	147.3	3.1	145.5	-	149.1	143.4	151.6
Scenario 10	139.9	4.0	137.6	-	142.2	134.1	148.3
Scenario 11	128.7	4.4	126.2	-	131.3	120.0	133.3
Scenario 12	306	7	302	-	310	292	316
Scenario 13	271.5	4.7	268.8	-	274.2	264.1	277.9
Scenario 14	244	7	240	-	248	234	257
Scenario 15	219.5	3.2	217.6	-	221.4	214.4	225.3
Scenario 16	204.4	4.0	202.1	-	206.7	195.9	210.1
Scenario 17	185.8	3.6	183.7	-	187.9	181.4	192.3
Scenario 18	170.9	5.3	167.8	-	174.0	159.9	177.3
Scenario 19	163.9	4.5	161.3	-	166.6	158.1	171.6
Scenario 20	151.9	3.3	149.9	-	153.8	146.1	156.0
Scenario 21	142.1	4.5	139.5	-	144.7	133.9	148.0
Scenario 22	134.7	4.1	132.3	-	137.0	128.1	140.9
Scenario 23	289.2	3.9	286.9	-	291.4	282.1	294.1
Scenario 24	260.9	3.0	259.2	-	262.7	256.6	267.4
Scenario 25	232.2	3.1	230.3	-	234.0	228.9	238.6
Scenario 26	209.5	3.6	207.4	-	211.6	205.9	216.6
Scenario 27	194.6	3.7	192.5	-	196.7	189.1	202.6
Scenario 28	178.0	3.3	176.1	-	179.9	172.4	182.1

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 29	167.0	3.9	164.7	-	169.2	160.7	172.9
Scenario 30	153.2	4.2	150.7	-	155.6	148.7	160.4
Scenario 31	144.8	2.2	143.5	-	146.1	141.6	148.4
Scenario 32	137.8	4.7	135.1	-	140.5	130.0	145.0
Scenario 33	130.1	3.3	128.2	-	132.0	124.7	135.9
Scenario 34	295.1	5.2	292.1	-	298.1	288.3	304.1
Scenario 35	262.0	3.7	259.9	-	264.1	257.4	266.4
Scenario 36	233.9	5.4	230.8	-	237.0	222.6	240.9
Scenario 37	213.2	3.4	211.2	-	215.2	209.3	219.1
Scenario 38	197.3	3.3	195.4	-	199.2	192.3	203.9
Scenario 39	181.9	3.5	179.8	-	183.9	176.7	188.1
Scenario 40	169.0	3.3	167.1	-	170.9	165.9	175.1
Scenario 41	157.4	4.3	154.9	-	159.9	148.0	161.0
Scenario 42	147.6	5.3	144.5	-	150.7	138.9	153.4
Scenario 43	139.0	3.7	136.8	-	141.2	132.0	142.6
Scenario 44	130.6	3.2	128.8	-	132.5	127.0	136.4

### Dec\_Point4

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	24.2	5.6	20.9	-	27.5	21.0	40.0
Scenario 2	16.70	0.48	16.42	-	16.98	16.00	17.00
Scenario 3	14.5	0.7	14.1	-	14.9	14.0	16.0
Scenario 4	13.0	0.5	12.7	-	13.3	12.0	14.0
Scenario 5	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 6	40.00	0.00	40.00	-	40.00	40.00	40.00
Scenario 7	10.80	0.42	10.56	-	11.04	10.00	11.00
Scenario 8	8.30	0.48	8.02	-	8.58	8.00	9.00
Scenario 9	7.10	0.32	6.92	-	7.28	7.00	8.00
Scenario 10	7.3	0.8	6.8	-	7.8	6.0	9.0
Scenario 11	8.4	0.7	8.0	-	8.8	8.0	10.0
Scenario 12	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 13	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 18	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 19	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 20	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	9.60	0.52	9.30	-	9.90	9.00	10.00
Scenario 24	9.40	0.52	9.10	-	9.70	9.00	10.00
Scenario 25	8.30	0.48	8.02	-	8.58	8.00	9.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 26	8.30	0.48	8.02	-	8.58	8.00	9.00
Scenario 27	7.20	0.42	6.96	-	7.44	7.00	8.00
Scenario 28	6.30	0.48	6.02	-	6.58	6.00	7.00
Scenario 29	7.50	0.53	7.19	-	7.81	7.00	8.00
Scenario 30	6.2	0.6	5.8	-	6.6	6.0	8.0
Scenario 31	5.70	0.48	5.42	-	5.98	5.00	6.00
Scenario 32	5.80	0.42	5.56	-	6.04	5.00	6.00
Scenario 33	6.3	0.7	5.9	-	6.7	5.0	7.0
Scenario 34	12.3	0.7	11.9	-	12.7	11.0	13.0
Scenario 35	11.1	0.7	10.7	-	11.5	10.0	12.0
Scenario 36	9.5	0.7	9.1	-	9.9	9.0	11.0
Scenario 37	9.60	0.52	9.30	-	9.90	9.00	10.00
Scenario 38	8.30	0.48	8.02	-	8.58	8.00	9.00
Scenario 39	7.30	0.48	7.02	-	7.58	7.00	8.00
Scenario 40	8.60	0.52	8.30	-	8.90	8.00	9.00
Scenario 41	7.0	0.5	6.7	-	7.3	6.0	8.0
Scenario 42	6.00	0.00	6.00	-	6.00	6.00	6.00
Scenario 43	6.10	0.32	5.92	-	6.28	6.00	7.00
Scenario 44	7.00	0.00	7.00	-	7.00	7.00	7.00

### 4.1.1.4 O.S.R. TOWERS

Experimentation Report

Number of Scenarios: 4

Number of Replications Per Scenario: 10

Warmup Time: 0

#### OSR\_1\_1

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	599.71	0.00	599.71	-	599.71	599.71
Scenario 2	598.26	0.46	597.99	-	598.52	597.71
Scenario 3	598.50	0.28	598.34	-	598.66	598.14
Scenario 4	598.64	0.42	598.40	-	598.88	598.14

#### OSR\_1\_2

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	596.76	0.22	596.63	-	596.89	596.43
Scenario 2	199.77	0.49	199.49	-	200.06	198.71
Scenario 3	200.83	0.58	200.49	-	201.16	199.86
Scenario 4	149.80	0.56	149.47	-	150.13	148.86

#### OSR\_2\_1

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	599.71	0.00	599.71	-	599.71	599.71
Scenario 2	598.30	0.40	598.07	-	598.53	597.43

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 3	598.53	0.33	598.34	-	598.72	598.00	599.00
Scenario 4	598.54	0.39	598.32	-	598.77	597.86	599.14

OSR\_2\_2

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	596.79	0.26	596.63 - 596.94	596.43	597.29
Scenario 2	201.4	0.7	201.0 - 201.9	200.1	202.4
Scenario 3	202.3	0.6	201.9 - 202.7	201.0	203.0
Scenario 4	151.54	0.56	151.22 - 151.87	150.57	152.29

OSR\_3\_1

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	599.71	0.00	599.71 - 599.71	599.71	599.71
Scenario 2	598.3	0.8	597.8 - 598.7	597.1	599.7
Scenario 3	598.40	0.19	598.29 - 598.51	598.14	598.71
Scenario 4	598.36	0.42	598.12 - 598.60	597.43	599.00

OSR\_3\_2

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	596.90	0.29	596.73 - 597.07	596.43	597.43
Scenario 2	201.8	0.7	201.4 - 202.2	200.4	203.0
Scenario 3	202.77	0.49	202.49 - 203.06	202.00	203.71
Scenario 4	151.83	0.53	151.52 - 152.14	151.14	152.86

### 4.1.1.5 PICKING

#### 4.1.1.5.1 ΟΜΑΔΑ 1

Pick\_St\_1: Cartons/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	14.00	0.10	13.94 - 14.06	13.86	14.14
Scenario 2	17.243	0.069	17.203 - 17.283	17.143	17.286
Scenario 3	17.257	0.060	17.222 - 17.292	17.143	17.286
Scenario 4	17.24	0.12	17.17 - 17.31	17.14	17.43
Scenario 5	17.23	0.12	17.16 - 17.30	17.00	17.43
Scenario 6	17.29	0.12	17.22 - 17.35	17.14	17.43
Scenario 7	17.300	0.045	17.274 - 17.326	17.286	17.429
Scenario 8	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 9	11.3	1.7	10.4 - 12.3	8.0	13.5
Scenario 10	13.7	1.2	13.0 - 14.4	11.5	15.1
Scenario 11	15.53	0.48	15.26 - 15.81	14.74	16.28
Scenario 12	17.29	0.10	17.23 - 17.34	17.14	17.43
Scenario 13	17.20	0.12	17.13 - 17.27	17.00	17.43
Scenario 14	17.21	0.10	17.16 - 17.27	17.14	17.43
Scenario 15	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	12.49	0.53	12.19	-	12.80	11.52	13.18
Scenario 18	9.5	1.8	8.5	-	10.6	8.6	14.5
Scenario 19	12.68	0.28	12.52	-	12.84	12.24	13.22
Scenario 20	13.81	0.37	13.59	-	14.02	13.18	14.30
Scenario 21	15.44	0.43	15.19	-	15.69	14.96	16.04

Pick\_St\_2: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	13.77	0.15	13.68 - 13.86	13.57	14.00
Scenario 2	17.200	0.074	17.157 - 17.243	17.143	17.286
Scenario 3	17.19	0.10	17.13 - 17.24	17.00	17.29
Scenario 4	17.06	0.15	16.97 - 17.15	16.86	17.29
Scenario 5	12.33	0.18	12.22 - 12.43	12.14	12.71
Scenario 6	8.529	0.069	8.489 - 8.569	8.429	8.571
Scenario 7	5.63	0.15	5.54 - 5.72	5.43	5.86
Scenario 8	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 9	10.0	1.8	8.9 - 11.0	7.9	13.4
Scenario 10	12.7	1.3	12.0 - 13.5	11.2	15.1
Scenario 11	15.17	0.57	14.85 - 15.50	14.15	15.75
Scenario 12	17.14	0.12	17.08 - 17.21	17.00	17.29
Scenario 13	17.14	0.10	17.09 - 17.20	17.00	17.29
Scenario 14	17.043	0.069	17.003 - 17.083	17.000	17.143
Scenario 15	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 17	12.49	0.53	12.19 - 12.80	11.52	13.18
Scenario 18	9.2	0.8	8.7 - 9.7	8.6	11.3
Scenario 19	12.68	0.28	12.52 - 12.84	12.24	13.22
Scenario 20	13.63	0.45	13.37 - 13.89	13.10	14.30
Scenario 21	15.44	0.43	15.19 - 15.69	14.96	16.04

Pick\_St\_3: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	13.21	0.22	13.09 - 13.34	13.00	13.57
Scenario 2	17.30	0.13	17.23 - 17.37	17.14	17.43
Scenario 3	6.87	0.21	6.75 - 6.99	6.57	7.29
Scenario 4	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 5	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 9	10.0	1.9	8.9	-	11.1	8.0	13.6
Scenario 10	11.8	1.3	11.1	-	12.6	9.8	13.6
Scenario 11	14.88	0.32	14.69	-	15.07	14.45	15.57
Scenario 12	17.54	0.11	17.48	-	17.61	17.43	17.71
Scenario 13	17.47	0.15	17.38	-	17.56	17.29	17.71
Scenario 14	17.47	0.10	17.42	-	17.53	17.29	17.57
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	12.49	0.53	12.19	-	12.80	11.52	13.18
Scenario 18	8.89	0.35	8.69	-	9.09	8.34	9.65
Scenario 19	12.68	0.28	12.52	-	12.84	12.24	13.22
Scenario 20	13.63	0.45	13.37	-	13.89	13.10	14.30
Scenario 21	15.44	0.43	15.19	-	15.69	14.96	16.04

Pick\_St\_4: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	11.19	0.25	11.04	-	11.33	10.86	11.57
Scenario 2	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 4	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 5	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	5.4	1.8	4.4	-	6.4	2.7	8.2
Scenario 10	10.2	1.7	9.3	-	11.2	8.1	12.1
Scenario 11	14.22	0.33	14.03	-	14.41	13.62	14.74
Scenario 12	17.14	0.10	17.09	-	17.20	17.00	17.29
Scenario 13	17.057	0.074	17.014	-	17.100	17.000	17.143
Scenario 14	16.67	0.20	16.55	-	16.79	16.29	16.86
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	10.7	2.9	9.0	-	12.4	5.3	12.8
Scenario 18	8.73	0.33	8.54	-	8.92	8.04	9.07
Scenario 19	12.68	0.28	12.52	-	12.84	12.24	13.22
Scenario 20	13.63	0.45	13.37	-	13.89	13.10	14.30
Scenario 21	15.06	0.43	14.81	-	15.30	14.11	15.70

Pick\_St\_5: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 4	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 5	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	3.2	2.1	2.0	-	4.5	0.0	5.5
Scenario 10	9.3	1.3	8.6	-	10.1	8.0	11.4
Scenario 11	14.07	0.49	13.79	-	14.35	13.28	14.86
Scenario 12	17.36	0.10	17.30	-	17.42	17.14	17.43
Scenario 13	8.24	0.34	8.05	-	8.44	7.57	8.86
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 17	4.5	5.4	1.4	-	7.7	0.0	12.0
Scenario 18	8.73	0.33	8.54	-	8.92	8.04	9.07
Scenario 19	12.68	0.28	12.52	-	12.84	12.24	13.22
Scenario 20	13.63	0.45	13.37	-	13.89	13.10	14.30
Scenario 21	14.87	0.35	14.66	-	15.07	14.11	15.24

Pick\_St\_1: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	229.5	1.8	228.5	-	230.6	227.9	232.6
Scenario 2	281.53	0.17	281.43	-	281.62	281.29	281.71
Scenario 3	281.63	0.15	281.54	-	281.72	281.43	281.86
Scenario 4	281.54	0.16	281.45	-	281.64	281.29	281.71
Scenario 5	281.51	0.14	281.43	-	281.59	281.29	281.71
Scenario 6	281.59	0.17	281.49	-	281.68	281.29	281.86
Scenario 7	281.49	0.18	281.38	-	281.59	281.29	281.71
Scenario 8	77.1	1.5	76.2	-	77.9	74.5	78.8
Scenario 9	84.2	0.9	83.7	-	84.7	83.0	85.5
Scenario 10	88.52	0.43	88.27	-	88.76	87.65	89.04
Scenario 11	91.64	0.31	91.46	-	91.81	91.02	92.01
Scenario 12	93.886	0.060	93.851	-	93.921	93.857	94.000
Scenario 13	93.886	0.060	93.851	-	93.921	93.857	94.000
Scenario 14	93.886	0.060	93.851	-	93.921	93.857	94.000
Scenario 15	47.5	1.8	46.5	-	48.6	44.3	48.9
Scenario 16	49.0	1.2	48.3	-	49.7	47.3	51.0
Scenario 17	50.64	0.53	50.33	-	50.95	49.88	51.44
Scenario 18	52.81	0.63	52.44	-	53.17	52.07	53.70
Scenario 19	53.87	0.32	53.69	-	54.06	53.31	54.33
Scenario 20	54.64	0.29	54.48	-	54.81	54.32	55.18
Scenario 21	55.35	0.23	55.22	-	55.49	55.06	55.65

Pick\_St\_2: Totes/hour

Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
------	----------	---------------------------	-----	-----

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 1	225.4	2.0	224.2	-	226.6	223.7	229.6
Scenario 2	280.20	0.19	280.09	-	280.31	279.86	280.43
Scenario 3	280.11	0.27	279.96	-	280.27	279.86	280.57
Scenario 4	278.4	0.8	277.9	-	278.8	277.0	279.7
Scenario 5	202.4	2.3	201.1	-	203.8	198.0	206.4
Scenario 6	140.8	1.4	140.0	-	141.6	138.9	143.3
Scenario 7	95.6	1.6	94.6	-	96.5	93.6	98.6
Scenario 8	73.9	1.7	72.9	-	74.8	70.7	76.8
Scenario 9	80.7	1.4	79.9	-	81.5	78.5	82.8
Scenario 10	85.71	0.61	85.35	-	86.06	84.96	86.90
Scenario 11	90.10	0.33	89.91	-	90.29	89.56	90.59
Scenario 12	93.257	0.060	93.222	-	93.292	93.143	93.286
Scenario 13	93.186	0.069	93.146	-	93.226	93.143	93.286
Scenario 14	93.13	0.11	93.07	-	93.19	93.00	93.29
Scenario 15	43.67	0.54	43.36	-	43.98	42.43	44.32
Scenario 16	47.7	1.1	47.0	-	48.3	45.6	49.2
Scenario 17	49.4	0.9	48.8	-	49.9	48.1	50.7
Scenario 18	51.06	0.70	50.65	-	51.46	50.12	52.07
Scenario 19	52.35	0.42	52.10	-	52.59	51.56	52.86
Scenario 20	53.20	0.37	52.98	-	53.42	52.54	53.67
Scenario 21	54.18	0.27	54.02	-	54.34	53.80	54.48

Pick\_St\_3: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	217.8	3.1	215.9	-	219.6	213.9	222.6
Scenario 2	282.0	1.7	281.0	-	283.0	280.1	284.3
Scenario 3	115.2	2.7	113.6	-	116.8	112.0	119.9
Scenario 4	4.5	1.9	3.4	-	5.6	1.1	7.1
Scenario 5	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 8	65.7	1.3	64.9	-	66.4	64.3	67.8
Scenario 9	76.9	1.2	76.2	-	77.6	74.8	78.9
Scenario 10	84.1	0.9	83.6	-	84.7	83.0	85.8
Scenario 11	90.32	0.34	90.12	-	90.52	89.87	90.92
Scenario 12	95.31	0.09	95.26	-	95.37	95.14	95.43
Scenario 13	95.14	0.07	95.10	-	95.18	95.00	95.29
Scenario 14	95.03	0.09	94.98	-	95.08	94.86	95.14
Scenario 15	38.82	0.48	38.54	-	39.10	37.72	39.39
Scenario 16	44.3	1.3	43.5	-	45.0	42.1	46.2
Scenario 17	47.1	1.0	46.5	-	47.7	45.5	48.4
Scenario 18	49.84	0.61	49.49	-	50.19	48.66	50.53
Scenario 19	51.46	0.41	51.23	-	51.70	50.77	52.25

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 20	52.83	0.33	52.64	-	53.02	52.42	53.43
Scenario 21	54.31	0.22	54.18	-	54.43	53.88	54.52

### Pick\_St\_4: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	184.9	3.8	182.7 - 187.1	180.3	191.1
Scenario 2	2.3	1.2	1.5 - 3.0	0.1	4.3
Scenario 3	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 4	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 5	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 8	55.6	1.1	55.0 - 56.3	54.0	57.6
Scenario 9	69.6	1.0	69.1 - 70.2	67.9	71.0
Scenario 10	78.4	1.2	77.7 - 79.1	76.8	80.1
Scenario 11	86.37	0.58	86.03 - 86.71	85.49	87.18
Scenario 12	93.14	0.13	93.06 - 93.22	92.86	93.29
Scenario 13	92.80	0.12	92.73 - 92.87	92.57	93.00
Scenario 14	90.8	1.0	90.2 - 91.3	89.1	92.0
Scenario 15	33.97	0.42	33.72 - 34.21	33.00	34.47
Scenario 16	39.2	1.2	38.5 - 39.8	37.6	40.8
Scenario 17	42.6	0.9	42.1 - 43.2	41.0	43.8
Scenario 18	46.4	0.7	45.9 - 46.8	44.9	47.0
Scenario 19	48.03	0.57	47.70 - 48.36	47.32	48.97
Scenario 20	50.01	0.55	49.70 - 50.33	49.11	50.80
Scenario 21	51.97	0.11	51.90 - 52.03	51.80	52.12

### Pick\_St\_5: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	1.8	2.4	0.4 - 3.2	0.1	8.4
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 4	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 5	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 6	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 8	48.3	1.8	47.3 - 49.3	46.1	50.6
Scenario 9	64.2	1.1	63.6 - 64.9	62.2	65.7
Scenario 10	75.1	1.1	74.4 - 75.7	73.5	76.9
Scenario 11	85.28	0.54	84.97 - 85.59	84.40	85.97
Scenario 12	94.37	0.23	94.24 - 94.50	94.00	94.71
Scenario 13	45.9	1.9	44.8 - 47.0	42.4	48.9

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 14	1.1	0.8	0.6	-	1.5	0.0	2.4
Scenario 15	29.11	0.36	28.90	-	29.32	28.29	29.54
Scenario 16	35.4	1.5	34.5	-	36.2	32.8	37.4
Scenario 17	39.6	1.3	38.9	-	40.4	37.9	41.6
Scenario 18	43.91	0.78	43.45	-	44.36	43.09	45.05
Scenario 19	46.64	0.48	46.36	-	46.92	46.04	47.51
Scenario 20	48.8	0.7	48.4	-	49.2	48.0	50.1
Scenario 21	51.10	0.25	50.96	-	51.25	50.77	51.45

### Buffer Content

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	9.00	0.00	9.00	- 9.00	9.00
Scenario 2	8.1	0.6	7.8	- 8.4	7.0
Scenario 3	6.80	0.42	6.56	- 7.04	6.00
Scenario 4	5.30	0.48	5.02	- 5.58	5.00
Scenario 5	5.00	0.00	5.00	- 5.00	5.00
Scenario 6	5.00	0.00	5.00	- 5.00	5.00
Scenario 7	4.00	0.00	4.00	- 4.00	4.00
Scenario 8	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 9	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 10	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 11	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 12	10.6	1.6	9.6	- 11.6	9.0
Scenario 13	5.00	0.00	5.00	- 5.00	5.00
Scenario 14	4.90	0.32	4.72	- 5.08	4.00
Scenario 15	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 16	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 17	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 18	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 19	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 20	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00
Scenario 21	20.00	0.00	20.00	- 20.00	20.00

### 4.1.1.5.2 ΟΜΑΔΑ 2

Pick\_St\_1: Cartons/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	1.3	2.1	0.1	- 2.6	0.0
Scenario 2	12.4	0.9	11.9	- 13.0	11.5
Scenario 3	17.97	0.49	17.69	- 18.26	17.28
Scenario 4	20.53	0.12	20.46	- 20.60	20.43
Scenario 5	20.53	0.10	20.47	- 20.58	20.43
Scenario 6	20.59	0.11	20.52	- 20.65	20.43
Scenario 7	20.57	0.12	20.50	- 20.64	20.43

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	10.7	1.5	9.8	-	11.6	8.3	13.8
Scenario 10	14.20	0.39	13.97	-	14.42	13.79	14.77
Scenario 11	15.30	0.50	15.01	-	15.59	14.73	16.08
Scenario 12	17.29	0.07	17.25	-	17.32	17.14	17.43
Scenario 13	17.300	0.045	17.274	-	17.326	17.286	17.429
Scenario 14	17.257	0.060	17.222	-	17.292	17.143	17.286
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	5.8	1.9	4.7	-	6.9	2.9	8.7
Scenario 17	9.8	0.7	9.4	-	10.3	9.0	11.2
Scenario 18	11.3	0.7	10.9	-	11.7	9.8	12.4
Scenario 19	13.46	0.41	13.22	-	13.70	12.99	14.33
Scenario 20	13.7	3.5	11.6	-	15.8	3.6	15.0
Scenario 21	14.87	0.11	14.81	-	14.93	14.71	15.00
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	0.3	0.9	-0.2	-	0.8	0.0	3.0
Scenario 24	8.9	1.4	8.1	-	9.8	6.3	10.5
Scenario 25	8.3	0.9	7.8	-	8.9	6.9	10.4
Scenario 26	10.9	0.8	10.5	-	11.4	9.0	11.9
Scenario 27	12.04	0.37	11.82	-	12.26	11.34	12.64
Scenario 28	11.8	4.1	9.4	-	14.2	0.0	13.3
Scenario 29	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 31	5.8	2.1	4.6	-	7.1	2.4	9.1
Scenario 32	7.73	0.45	7.47	-	7.99	6.51	8.11
Scenario 33	8.7	0.7	8.3	-	9.1	7.9	10.3
Scenario 34	9.89	0.48	9.62	-	10.17	9.24	10.63
Scenario 35	10.88	0.34	10.68	-	11.08	10.38	11.37

Pick\_St\_2: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	0.4	1.3	-0.4	-	1.2	0.0	4.3
Scenario 2	11.96	0.49	11.68	-	12.25	11.39	12.75
Scenario 3	17.4	0.8	16.9	-	17.9	16.3	18.6
Scenario 4	20.40	0.11	20.33	-	20.47	20.29	20.57
Scenario 5	20.41	0.11	20.35	-	20.48	20.29	20.57
Scenario 6	20.40	0.09	20.35	-	20.45	20.29	20.57
Scenario 7	20.36	0.10	20.30	-	20.42	20.14	20.43
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	11.0	2.2	9.7	-	12.2	8.2	13.8
Scenario 10	12.6	1.6	11.7	-	13.6	9.8	14.8
Scenario 11	15.23	0.39	15.00	-	15.45	14.73	15.83
Scenario 12	17.13	0.11	17.07	-	17.19	17.00	17.29
Scenario 13	17.086	0.074	17.043	-	17.128	17.000	17.143

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 14	17.11	0.09	17.06	-	17.17	17.00	17.29
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	4.3	2.8	2.7	-	5.9	0.0	8.4
Scenario 17	9.45	0.36	9.25	-	9.66	9.01	10.01
Scenario 18	11.66	0.60	11.31	-	12.01	10.79	12.75
Scenario 19	13.34	0.23	13.21	-	13.48	13.06	13.80
Scenario 20	13.3	4.7	10.6	-	16.0	0.0	14.9
Scenario 21	14.74	0.09	14.69	-	14.80	14.57	14.86
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	0.3	0.9	-0.3	-	0.9	0.0	3.0
Scenario 24	8.9	1.1	8.3	-	9.6	7.9	10.5
Scenario 25	8.36	0.28	8.20	-	8.52	7.81	8.76
Scenario 26	10.31	0.65	9.93	-	10.69	9.23	11.17
Scenario 27	11.95	0.31	11.77	-	12.13	11.56	12.45
Scenario 28	11.8	3.6	9.7	-	13.9	1.6	13.0
Scenario 29	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 31	3.4	1.9	2.3	-	4.5	0.0	6.8
Scenario 32	7.89	0.17	7.79	-	7.99	7.59	8.14
Scenario 33	8.7	1.0	8.1	-	9.2	6.9	9.9
Scenario 34	9.96	0.52	9.66	-	10.27	9.21	10.59
Scenario 35	10.77	0.37	10.56	-	10.98	10.15	11.34

Pick\_St\_3: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 2	11.5	0.8	11.0	-	11.9	10.0
Scenario 3	17.3	0.6	16.9	-	17.7	16.3
Scenario 4	21.00	0.10	20.94	-	21.06	20.86
Scenario 5	20.943	0.074	20.900	-	20.986	20.857
Scenario 6	20.90	0.10	20.84	-	20.96	20.71
Scenario 7	20.86	0.12	20.79	-	20.92	20.71
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 9	8.7	2.3	7.4	-	10.1	5.6
Scenario 10	12.6	1.2	11.9	-	13.3	11.1
Scenario 11	15.35	0.52	15.05	-	15.66	14.53
Scenario 12	17.53	0.12	17.46	-	17.60	17.43
Scenario 13	17.471	0.069	17.431	-	17.511	17.429
Scenario 14	17.44	0.11	17.38	-	17.50	17.29
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 16	3.2	1.6	2.2	-	4.1	0.0
Scenario 17	9.1	0.7	8.7	-	9.5	7.8
Scenario 18	11.13	0.34	10.93	-	11.33	10.68
Scenario 19	13.40	0.24	13.26	-	13.55	13.06

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 20	13.5	4.7	10.8	-	16.3	0.0	15.1
Scenario 21	15.03	0.11	14.96	-	15.09	14.86	15.14
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 24	7.9	1.3	7.2	-	8.6	6.3	10.3
Scenario 25	8.3	1.0	7.7	-	8.9	7.0	10.4
Scenario 26	9.9	0.8	9.4	-	10.3	8.9	11.2
Scenario 27	12.03	0.29	11.86	-	12.20	11.58	12.45
Scenario 28	11.8	4.2	9.4	-	14.2	0.0	13.3
Scenario 29	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 31	2.3	1.0	1.7	-	2.9	0.0	4.4
Scenario 32	7.74	0.56	7.41	-	8.06	6.20	8.14
Scenario 33	8.6	0.9	8.1	-	9.1	7.6	10.6
Scenario 34	9.90	0.39	9.68	-	10.13	9.14	10.60
Scenario 35	10.76	0.33	10.57	-	10.95	10.15	11.17

Pick\_St\_4: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 2	11.7	0.7	11.3	-	12.1	10.1	12.8
Scenario 3	16.5	0.7	16.1	-	16.9	15.2	17.7
Scenario 4	20.50	0.10	20.44	-	20.56	20.43	20.71
Scenario 5	20.34	0.10	20.28	-	20.40	20.29	20.57
Scenario 6	15.80	0.32	15.62	-	15.98	15.29	16.14
Scenario 7	7.09	0.28	6.92	-	7.25	6.71	7.57
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	4.9	1.6	4.0	-	5.9	2.8	7.8
Scenario 10	10.7	1.3	9.9	-	11.4	7.8	12.5
Scenario 11	14.53	0.56	14.20	-	14.85	13.40	15.10
Scenario 12	17.186	0.069	17.146	-	17.226	17.143	17.286
Scenario 13	17.029	0.060	16.994	-	17.063	17.000	17.143
Scenario 14	16.56	0.16	16.47	-	16.65	16.29	16.71
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	0.6	1.2	-0.1	-	1.3	0.0	3.0
Scenario 17	8.48	0.74	8.05	-	8.91	7.48	9.36
Scenario 18	10.7	0.7	10.3	-	11.1	9.3	11.6
Scenario 19	12.83	0.38	12.61	-	13.05	12.33	13.30
Scenario 20	13.2	4.6	10.5	-	15.9	0.0	14.7
Scenario 21	14.643	0.075	14.599	-	14.686	14.571	14.714
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 24	5.2	1.1	4.6	-	5.8	4.1	6.3
Scenario 25	7.38	0.60	7.03	-	7.73	6.83	8.42

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 26	9.26	0.47	8.99	-	9.54	8.54	9.98
Scenario 27	11.44	0.32	11.25	-	11.62	10.88	11.86
Scenario 28	11.6	4.1	9.2	-	13.9	0.0	13.0
Scenario 29	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 31	1.8	1.8	0.8	-	2.8	0.0	4.5
Scenario 32	7.26	0.78	6.80	-	7.71	6.27	8.14
Scenario 33	7.4	0.9	6.8	-	7.9	5.8	8.6
Scenario 34	9.34	0.45	9.07	-	9.60	8.43	10.16
Scenario 35	10.48	0.29	10.32	-	10.65	9.96	10.91

Pick\_St\_5: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 2	11.5	1.3	10.8	-	12.2	9.1
Scenario 3	15.7	0.7	15.3	-	16.1	14.9
Scenario 4	20.66	0.22	20.53	-	20.78	20.14
Scenario 5	6.19	0.35	5.98	-	6.39	5.71
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 9	3.3	1.7	2.3	-	4.3	0.0
Scenario 10	9.4	1.3	8.6	-	10.2	7.7
Scenario 11	14.29	0.60	13.94	-	14.64	13.30
Scenario 12	17.329	0.069	17.289	-	17.369	17.286
Scenario 13	8.20	0.33	8.01	-	8.39	7.71
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 16	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 17	8.86	0.69	8.46	-	9.26	7.81
Scenario 18	10.3	0.7	9.9	-	10.8	9.3
Scenario 19	12.58	0.59	12.24	-	12.92	11.82
Scenario 20	13.4	4.7	10.6	-	16.1	0.0
Scenario 21	8.73	0.26	8.58	-	8.88	8.43
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 23	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 24	2.9	1.4	2.1	-	3.7	0.0
Scenario 25	6.97	0.23	6.83	-	7.10	6.50
Scenario 26	9.09	0.40	8.86	-	9.32	8.32
Scenario 27	11.20	0.36	10.99	-	11.41	10.46
Scenario 28	11.6	4.1	9.3	-	14.0	0.0
Scenario 29	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 30	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 31	0.2	0.7	-0.2	-	0.6	0.0

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 32	6.8	1.0	6.2	-	7.4	4.9	8.0
Scenario 33	6.7	0.8	6.2	-	7.2	5.4	7.7
Scenario 34	9.26	0.56	8.94	-	9.59	8.47	10.06
Scenario 35	10.16	0.18	10.06	-	10.26	9.88	10.40

Pick\_St\_1: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	91.5	1.6	90.6	-	92.4	89.3	93.9
Scenario 2	101.0	1.0	100.5	-	101.6	99.5	102.5
Scenario 3	107.50	0.46	107.23	-	107.77	106.70	108.07
Scenario 4	111.400	0.060	111.365	-	111.435	111.286	111.429
Scenario 5	111.43	0.00	111.43	-	111.43	111.43	111.43
Scenario 6	111.357	0.075	111.314	-	111.401	111.286	111.429
Scenario 7	111.43	0.00	111.43	-	111.43	111.43	111.43
Scenario 8	76.7	1.8	75.6	-	77.7	74.1	79.5
Scenario 9	83.9	0.8	83.4	-	84.3	82.7	85.3
Scenario 10	88.75	0.43	88.50	-	89.00	87.65	89.11
Scenario 11	91.63	0.36	91.42	-	91.84	91.03	92.07
Scenario 12	93.871	0.045	93.845	-	93.898	93.857	94.000
Scenario 13	93.843	0.045	93.817	-	93.869	93.714	93.857
Scenario 14	93.914	0.074	93.872	-	93.957	93.857	94.000
Scenario 15	66.8	1.0	66.2	-	67.4	65.3	69.0
Scenario 16	72.2	0.9	71.7	-	72.7	70.6	73.2
Scenario 17	75.54	0.68	75.15	-	75.94	74.57	76.28
Scenario 18	78.05	0.26	77.90	-	78.20	77.66	78.48
Scenario 19	79.71	0.18	79.61	-	79.81	79.51	80.11
Scenario 20	77	12	70	-	84	43	81
Scenario 21	81.114	0.060	81.079	-	81.149	81.000	81.143
Scenario 22	57.8	1.1	57.2	-	58.4	56.6	60.6
Scenario 23	62.9	1.2	62.2	-	63.6	61.5	64.8
Scenario 24	65.7	0.9	65.2	-	66.2	64.7	67.0
Scenario 25	67.63	0.55	67.31	-	67.95	66.90	68.39
Scenario 26	69.46	0.26	69.31	-	69.61	69.03	69.76
Scenario 27	70.47	0.24	70.33	-	70.62	70.18	70.87
Scenario 28	68	11	62	-	74	38	72
Scenario 29	53.1	1.1	52.5	-	53.7	51.6	55.0
Scenario 30	56.4	1.0	55.8	-	56.9	55.1	58.1
Scenario 31	58.77	0.55	58.45	-	59.09	57.29	59.20
Scenario 32	60.27	0.32	60.08	-	60.45	59.61	60.73
Scenario 33	61.54	0.38	61.31	-	61.76	60.68	61.95
Scenario 34	62.40	0.19	62.29	-	62.51	62.14	62.73
Scenario 35	63.04	0.11	62.97	-	63.10	62.83	63.16

Pick\_St\_2: Totes/hour

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	87.1	1.6	86.2	- 88.1	84.9	89.6
Scenario 2	97.0	0.7	96.6	- 97.4	95.7	98.0
Scenario 3	105.46	0.71	105.04	- 105.87	104.39	106.39
Scenario 4	110.61	0.10	110.56	- 110.67	110.43	110.71
Scenario 5	110.59	0.08	110.54	- 110.63	110.43	110.71
Scenario 6	110.486	0.074	110.443	- 110.528	110.429	110.571
Scenario 7	110.41	0.08	110.37	- 110.46	110.29	110.57
Scenario 8	74.4	1.4	73.6	- 75.2	71.6	76.5
Scenario 9	81.4	0.8	80.9	- 81.9	80.5	82.7
Scenario 10	85.81	0.26	85.66	- 85.96	85.32	86.13
Scenario 11	90.14	0.44	89.88	- 90.39	89.50	90.77
Scenario 12	93.23	0.10	93.17	- 93.29	93.14	93.43
Scenario 13	93.14	0.10	93.09	- 93.20	93.00	93.29
Scenario 14	93.157	0.045	93.131	- 93.183	93.143	93.286
Scenario 15	62.6	1.8	61.6	- 63.6	60.6	66.7
Scenario 16	69.6	0.8	69.1	- 70.1	68.1	70.6
Scenario 17	72.89	0.61	72.54	- 73.24	72.10	73.94
Scenario 18	76.07	0.36	75.86	- 76.28	75.68	76.63
Scenario 19	78.51	0.15	78.42	- 78.59	78.28	78.72
Scenario 20	76	13	69	- 84	40	81
Scenario 21	80.57	0.00	80.57	- 80.57	80.57	80.57
Scenario 22	56.4	1.9	55.3	- 57.5	53.0	58.3
Scenario 23	60.8	1.0	60.3	- 61.4	59.3	61.9
Scenario 24	63.8	1.0	63.2	- 64.3	62.5	65.0
Scenario 25	65.69	0.34	65.49	- 65.88	65.23	66.35
Scenario 26	67.78	0.28	67.62	- 67.94	67.35	68.28
Scenario 27	69.56	0.20	69.45	- 69.68	69.22	69.88
Scenario 28	67	11	61	- 74	36	71
Scenario 29	49.2	1.7	48.3	- 50.2	47.1	52.3
Scenario 30	53.8	1.1	53.1	- 54.4	52.1	55.2
Scenario 31	56.5	0.6	56.1	- 56.9	54.8	57.0
Scenario 32	58.54	0.40	58.30	- 58.77	57.70	58.98
Scenario 33	59.78	0.33	59.59	- 59.97	59.50	60.45
Scenario 34	61.07	0.24	60.93	- 61.20	60.77	61.46
Scenario 35	62.22	0.14	62.14	- 62.31	61.96	62.37

Pick\_St\_3: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	79.7	1.1	79.0	- 80.3	78.2	81.1
Scenario 2	94.1	1.3	93.3	- 94.8	91.8	95.7
Scenario 3	105.7	0.7	105.3	- 106.2	104.5	106.9
Scenario 4	113.74	0.11	113.68	- 113.81	113.57	113.86
Scenario 5	113.54	0.09	113.49	- 113.60	113.43	113.71

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 6	113.27	0.08	113.22	-	113.32	113.14	113.43
Scenario 7	113.00	0.16	112.90	-	113.10	112.71	113.29
Scenario 8	66.2	1.2	65.5	-	66.9	64.2	68.4
Scenario 9	77.0	1.0	76.4	-	77.6	75.2	78.2
Scenario 10	84.4	0.5	84.1	-	84.7	83.7	85.7
Scenario 11	90.49	0.43	90.25	-	90.74	89.50	91.11
Scenario 12	95.271	0.045	95.245	-	95.298	95.143	95.286
Scenario 13	95.13	0.08	95.08	-	95.18	95.00	95.29
Scenario 14	94.99	0.11	94.92	-	95.05	94.86	95.14
Scenario 15	57.0	1.0	56.4	-	57.6	55.2	59.1
Scenario 16	66.1	1.0	65.6	-	66.7	64.7	67.5
Scenario 17	70.2	0.7	69.8	-	70.7	69.0	71.2
Scenario 18	75.28	0.62	74.92	-	75.65	74.55	76.52
Scenario 19	78.72	0.37	78.51	-	78.93	78.28	79.25
Scenario 20	77	15	69	-	86	36	82
Scenario 21	81.89	0.09	81.83	-	81.94	81.71	82.00
Scenario 22	48.7	1.5	47.8	-	49.6	47.6	51.9
Scenario 23	56.5	1.3	55.7	-	57.3	54.7	58.9
Scenario 24	60.88	0.38	60.66	-	61.10	60.44	61.58
Scenario 25	64.29	0.37	64.08	-	64.51	63.84	65.05
Scenario 26	67.16	0.30	66.98	-	67.33	66.72	67.73
Scenario 27	69.83	0.21	69.71	-	69.95	69.50	70.18
Scenario 28	68	13	60	-	75	31	72
Scenario 29	44.0	1.4	43.2	-	44.8	42.4	46.9
Scenario 30	50.5	1.2	49.8	-	51.2	48.6	52.1
Scenario 31	54.2	0.7	53.8	-	54.6	52.3	54.8
Scenario 32	56.80	0.53	56.49	-	57.11	55.72	57.39
Scenario 33	58.46	0.27	58.31	-	58.61	57.99	58.96
Scenario 34	60.79	0.24	60.65	-	60.93	60.37	61.11
Scenario 35	62.30	0.21	62.18	-	62.43	61.96	62.76

Pick\_St\_4: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	67.8	1.4	66.9	-	68.6	65.9	69.8
Scenario 2	85.5	1.2	84.8	-	86.2	83.2	87.6
Scenario 3	100.2	1.0	99.6	-	100.8	99.0	101.8
Scenario 4	110.90	0.10	110.84	-	110.96	110.71	111.00
Scenario 5	110.39	0.12	110.32	-	110.45	110.29	110.57
Scenario 6	86.1	1.5	85.2	-	86.9	83.6	88.0
Scenario 7	39.8	1.6	38.9	-	40.8	37.4	42.6
Scenario 8	56.6	1.3	55.9	-	57.3	54.7	58.5
Scenario 9	69.6	1.0	69.0	-	70.2	67.5	71.0
Scenario 10	78.5	1.0	78.0	-	79.1	77.1	80.3
Scenario 11	86.80	0.56	86.48	-	87.13	85.67	87.50

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 12	93.14	0.07	93.10	-	93.18	93.00	93.29
Scenario 13	92.69	0.21	92.56	-	92.81	92.29	92.86
Scenario 14	90.1	0.7	89.7	-	90.5	88.4	90.7
Scenario 15	48.1	1.5	47.3	-	49.0	46.0	51.3
Scenario 16	59.5	0.9	59.0	-	60.0	58.2	60.7
Scenario 17	64.9	1.3	64.2	-	65.7	63.1	67.2
Scenario 18	71.2	0.9	70.7	-	71.7	70.0	72.6
Scenario 19	75.79	0.52	75.49	-	76.09	75.20	76.59
Scenario 20	75	17	65	-	85	27	80
Scenario 21	79.99	0.13	79.91	-	80.06	79.86	80.14
Scenario 22	43.01	0.52	42.71	-	43.31	41.94	43.69
Scenario 23	51.7	1.2	51.0	-	52.4	49.2	53.4
Scenario 24	56.5	0.5	56.2	-	56.8	55.4	57.5
Scenario 25	60.39	0.71	59.98	-	60.81	59.63	61.55
Scenario 26	63.89	0.51	63.60	-	64.19	63.12	64.58
Scenario 27	67.42	0.47	67.15	-	67.70	66.34	68.00
Scenario 28	66	15	57	-	74	23	71
Scenario 29	38.7	1.1	38.1	-	39.3	37.5	41.3
Scenario 30	45.1	1.6	44.1	-	46.0	41.7	47.0
Scenario 31	49.5	1.0	48.8	-	50.1	47.3	50.4
Scenario 32	52.85	0.55	52.53	-	53.17	52.10	53.74
Scenario 33	55.59	0.48	55.31	-	55.87	54.85	56.29
Scenario 34	58.12	0.16	58.03	-	58.21	57.91	58.33
Scenario 35	60.32	0.23	60.18	-	60.45	60.08	60.83

### Pick\_St\_5: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	59.0	1.9	57.9	-	60.1	56.5	62.1
Scenario 2	80.0	1.8	78.9	-	81.0	75.6	82.0
Scenario 3	98.0	1.6	97.1	-	99.0	96.2	100.5
Scenario 4	112.0	1.3	111.2	-	112.8	108.6	112.9
Scenario 5	34.6	1.7	33.6	-	35.5	32.3	37.6
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 8	48.4	2.2	47.1	-	49.7	45.6	53.0
Scenario 9	64.1	1.1	63.5	-	64.8	61.8	65.5
Scenario 10	75.2	0.7	74.7	-	75.6	73.8	76.4
Scenario 11	85.7	0.7	85.2	-	86.1	84.3	86.5
Scenario 12	94.53	0.18	94.42	-	94.63	94.14	94.71
Scenario 13	45.6	1.5	44.8	-	46.5	43.9	48.7
Scenario 14	0.77	0.48	0.49	-	1.05	0.14	1.71
Scenario 15	42.1	1.7	41.1	-	43.1	38.1	44.4
Scenario 16	54.3	1.2	53.6	-	55.0	52.7	56.3
Scenario 17	61.3	1.2	60.7	-	62.0	59.8	63.2

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 18	69.0	1.1	68.4	-	69.6	67.7	70.6
Scenario 19	74.6	0.7	74.2	-	75.0	73.6	75.9
Scenario 20	74	22	61	-	87	11	81
Scenario 21	48.4	1.4	47.5	-	49.2	46.1	51.7
Scenario 22	35.8	2.3	34.5	-	37.1	33.5	38.6
Scenario 23	46.5	1.0	45.9	-	47.1	45.0	48.0
Scenario 24	52.57	0.49	52.28	-	52.85	52.10	53.56
Scenario 25	58.17	0.57	57.84	-	58.50	57.03	58.82
Scenario 26	62.12	0.54	61.81	-	62.44	61.50	63.16
Scenario 27	66.5	0.7	66.1	-	66.9	65.3	67.6
Scenario 28	65	18	55	-	76	15	71
Scenario 29	33.4	1.7	32.5	-	34.4	29.7	36.7
Scenario 30	40.8	1.6	39.9	-	41.8	38.2	42.9
Scenario 31	45.8	1.1	45.2	-	46.5	44.8	48.0
Scenario 32	50.64	0.37	50.43	-	50.86	50.10	51.15
Scenario 33	53.60	0.65	53.22	-	53.98	52.63	54.51
Scenario 34	56.57	0.26	56.42	-	56.73	56.13	57.03
Scenario 35	59.63	0.23	59.50	-	59.77	59.23	60.06

### Buffer Content

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 2	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 3	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 4	7.4	0.8	6.9	-	7.9	6.0
Scenario 5	5.00	0.00	5.00	-	5.00	5.00
Scenario 6	4.00	0.00	4.00	-	4.00	4.00
Scenario 7	4.00	0.00	4.00	-	4.00	4.00
Scenario 8	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 9	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 10	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 11	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 12	10.7	0.8	10.2	-	11.2	10.0
Scenario 13	5.00	0.00	5.00	-	5.00	5.00
Scenario 14	5.00	0.00	5.00	-	5.00	5.00
Scenario 15	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 16	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 17	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 18	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 19	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 20	11.8	4.3	9.3	-	14.3	1.0
Scenario 21	5.00	0.00	5.00	-	5.00	5.00
Scenario 22	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00
Scenario 23	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 24	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 25	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 26	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 27	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 28	14.5	5.7	11.2	-	17.8	1.0	20.0
Scenario 29	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 30	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 31	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 32	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 33	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 34	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 35	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00

### 4.1.1.5.3 ΟΜΑΔΑ 3

#### 4.1.1.5.3.1 5 ΑΝΟΙΚΤΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ

Pick\_St\_1: Cartons/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	1.8	3.1	-0.0	-	3.6	0.0	8.7
Scenario 2	12.3	0.9	11.7	-	12.8	11.0	14.0
Scenario 3	17.7	0.8	17.2	-	18.2	16.2	18.9
Scenario 4	20.51	0.12	20.44	-	20.58	20.43	20.71
Scenario 5	20.54	0.09	20.49	-	20.60	20.43	20.71
Scenario 6	20.50	0.10	20.44	-	20.56	20.43	20.71
Scenario 7	20.529	0.069	20.489	-	20.569	20.429	20.571

Pick\_St\_2: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	1.3	2.8	-0.4	-	2.9	0.0	8.3
Scenario 2	11.8	0.8	11.4	-	12.3	10.5	13.5
Scenario 3	17.5	0.8	17.0	-	18.0	16.3	18.6
Scenario 4	20.414	0.045	20.388	-	20.440	20.286	20.429
Scenario 5	20.39	0.10	20.33	-	20.44	20.29	20.57
Scenario 6	20.37	0.12	20.30	-	20.44	20.14	20.57
Scenario 7	20.30	0.11	20.24	-	20.36	20.14	20.43

Pick\_St\_3: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 2	11.8	1.1	11.1	-	12.5	9.6	13.5
Scenario 3	17.1	1.0	16.5	-	17.7	15.4	18.6
Scenario 4	20.929	0.075	20.885	-	20.972	20.857	21.000
Scenario 5	20.971	0.060	20.937	-	21.006	20.857	21.000

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 6	20.83	0.11	20.76	-	20.89	20.71	21.00
Scenario 7	20.80	0.10	20.74	-	20.86	20.71	21.00

Pick\_St\_4: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 2	11.60	0.59	11.26	-	11.94	10.51
Scenario 3	16.32	0.42	16.08	-	16.56	15.39
Scenario 4	20.44	0.08	20.40	-	20.49	20.29
Scenario 5	20.34	0.12	20.27	-	20.41	20.14
Scenario 6	15.86	0.35	15.65	-	16.06	15.29
Scenario 7	7.07	0.30	6.90	-	7.24	6.57

Pick\_St\_5: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 2	10.7	1.1	10.0	-	11.3	9.0
Scenario 3	15.9	0.8	15.5	-	16.3	15.0
Scenario 4	20.70	0.16	20.61	-	20.79	20.43
Scenario 5	6.23	0.38	6.01	-	6.45	5.71
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00

Pick\_St\_1: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	91.4	1.5	90.5	-	92.3	89.3
Scenario 2	101.6	1.2	100.9	-	102.2	99.2
Scenario 3	107.46	0.55	107.14	-	107.78	106.45
Scenario 4	111.414	0.045	111.388	-	111.440	111.286
Scenario 5	111.400	0.060	111.365	-	111.435	111.286
Scenario 6	111.400	0.060	111.365	-	111.435	111.286
Scenario 7	111.414	0.045	111.388	-	111.440	111.286

Pick\_St\_2: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	87.8	1.8	86.8	-	88.9	84.8
Scenario 2	97.9	1.2	97.2	-	98.6	96.2
Scenario 3	105.28	0.55	104.96	-	105.60	104.26
Scenario 4	110.64	0.10	110.58	-	110.70	110.57
Scenario 5	110.586	0.045	110.560	-	110.612	110.571
Scenario 6	110.47	0.10	110.42	-	110.53	110.29
Scenario 7	110.37	0.14	110.29	-	110.45	110.29

Pick\_St\_3: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
--	------	----------	---------------------------	--	-----	-----

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 1	79.5	2.2	78.2	-	80.8	76.8	83.3
Scenario 2	94.6	1.1	94.0	-	95.3	93.5	96.7
Scenario 3	105.4	0.9	104.9	-	105.9	103.6	106.3
Scenario 4	113.69	0.11	113.62	-	113.75	113.57	113.86
Scenario 5	113.56	0.11	113.50	-	113.62	113.43	113.71
Scenario 6	113.29	0.13	113.21	-	113.36	113.00	113.43
Scenario 7	112.93	0.19	112.82	-	113.04	112.57	113.14

Pick\_St\_4: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	67.6	1.9	66.5	-	68.8	64.0	70.8
Scenario 2	86.7	1.8	85.7	-	87.8	84.2	90.4
Scenario 3	99.6	0.9	99.1	-	100.1	98.4	100.8
Scenario 4	110.91	0.10	110.86	-	110.97	110.71	111.00
Scenario 5	110.47	0.10	110.42	-	110.53	110.29	110.57
Scenario 6	86.6	1.6	85.7	-	87.6	83.9	88.6
Scenario 7	39.7	1.6	38.7	-	40.6	36.4	41.6

Pick\_St\_5: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	58.8	2.2	57.6	-	60.1	54.5	62.5
Scenario 2	81.0	1.5	80.1	-	81.8	79.4	84.1
Scenario 3	97.4	1.8	96.3	-	98.4	94.4	99.9
Scenario 4	112.3	1.0	111.7	-	112.9	110.3	113.4
Scenario 5	35.0	2.0	33.8	-	36.2	32.0	38.3
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00

Buffer Content

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 2	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 3	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 4	7.3	0.9	6.8	-	7.8	6.0	9.0
Scenario 5	5.00	0.00	5.00	-	5.00	5.00	5.00
Scenario 6	4.00	0.00	4.00	-	4.00	4.00	4.00
Scenario 7	4.00	0.00	4.00	-	4.00	4.00	4.00

### 4.1.1.5.3.2 15 ΑΝΟΙΚΤΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ

Pick\_St\_1: Cartons/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 3	3.3	1.3	2.5	-	4.0	1.5	5.7
Scenario 4	12.7	0.9	12.2	-	13.2	11.2	13.8
Scenario 5	17.37	0.14	17.29	-	17.45	17.14	17.57
Scenario 6	17.47	0.15	17.38	-	17.56	17.29	17.71
Scenario 7	17.23	0.12	17.16	-	17.30	17.00	17.43

Pick\_St\_2: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	2.7	1.7	1.7 - 3.7	0.0	4.6
Scenario 4	12.3	0.8	11.9 - 12.8	10.8	13.2
Scenario 5	17.06	0.18	16.95 - 17.16	16.71	17.29
Scenario 6	17.03	0.20	16.91 - 17.14	16.71	17.29
Scenario 7	17.03	0.16	16.93 - 17.12	16.71	17.29

Pick\_St\_3: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	2.7	1.5	1.8 - 3.6	0.0	4.4
Scenario 4	12.1	1.0	11.5 - 12.7	10.9	14.4
Scenario 5	17.03	0.21	16.91 - 17.15	16.71	17.43
Scenario 6	16.97	0.23	16.84 - 17.11	16.71	17.29
Scenario 7	16.91	0.17	16.82 - 17.01	16.57	17.14

Pick\_St\_4: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.73	0.77	0.28 - 1.17	0.00	1.52
Scenario 4	11.4	0.9	10.9 - 11.9	10.3	13.2
Scenario 5	16.60	0.18	16.50 - 16.70	16.29	16.86
Scenario 6	16.57	0.16	16.48 - 16.67	16.29	16.86
Scenario 7	14.60	0.33	14.41 - 14.79	14.14	15.14

Pick\_St\_5: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.16	0.50	-0.13 - 0.44	0.00	1.57
Scenario 4	11.6	1.0	11.0 - 12.2	9.8	12.9
Scenario 5	16.83	0.35	16.63 - 17.03	16.14	17.14
Scenario 6	5.84	0.43	5.59 - 6.09	5.14	6.57
Scenario 7	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Pick\_St\_1: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	81.24	0.61	80.89 - 81.60	80.29	81.99
Scenario 2	88.3	1.3	87.6 - 89.1	86.2	90.3
Scenario 3	92.5	1.0	91.9 - 93.1	91.1	93.4
Scenario 4	96.19	0.49	95.90 - 96.47	95.19	97.10
Scenario 5	98.01	0.22	97.89 - 98.14	97.71	98.43
Scenario 6	98.01	0.18	97.91 - 98.12	97.86	98.29
Scenario 7	98.07	0.14	97.99 - 98.15	97.86	98.29

### Pick\_St\_2: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	75.8	1.9	74.7 - 76.9	72.3	77.7
Scenario 2	84.6	0.8	84.1 - 85.0	83.5	85.6
Scenario 3	89.2	1.2	88.6 - 89.9	87.6	91.2
Scenario 4	93.25	0.43	93.00 - 93.50	92.42	93.90
Scenario 5	96.10	0.20	95.98 - 96.22	95.86	96.57
Scenario 6	96.20	0.24	96.06 - 96.34	95.86	96.57
Scenario 7	95.99	0.16	95.89 - 96.08	95.57	96.14

### Pick\_St\_3: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	66.3	1.8	65.2 - 67.3	63.1	68.1
Scenario 2	78.5	1.6	77.5 - 79.4	75.4	81.0
Scenario 3	85.3	0.7	84.9 - 85.8	84.2	86.7
Scenario 4	91.7	0.7	91.3 - 92.2	90.2	92.6
Scenario 5	96.17	0.29	96.00 - 96.34	95.71	96.57
Scenario 6	95.96	0.18	95.85 - 96.06	95.57	96.14
Scenario 7	95.94	0.29	95.78 - 96.11	95.57	96.43

### Pick\_St\_4: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	58.1	1.7	57.1 - 59.0	54.5	60.4
Scenario 2	70.9	1.7	69.9 - 71.9	67.5	72.9
Scenario 3	79.5	1.1	78.9 - 80.1	78.0	80.8
Scenario 4	88.0	0.9	87.5 - 88.5	86.8	89.3
Scenario 5	94.26	0.23	94.12 - 94.39	94.00	94.57
Scenario 6	93.99	0.31	93.80 - 94.17	93.57	94.57
Scenario 7	83.5	1.5	82.6 - 84.3	81.3	85.7

### Pick\_St\_5: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	49.4	1.3	48.7 - 50.2	47.3	51.8
Scenario 2	65.6	2.2	64.3 - 66.9	60.7	69.0

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 3	77.3	1.0	76.7	-	77.8	75.3	79.0
Scenario 4	87.8	1.2	87.1	-	88.5	85.5	88.9
Scenario 5	95.1	1.6	94.2	-	96.0	92.3	96.7
Scenario 6	36.4	2.1	35.2	-	37.6	33.6	39.4
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00

Buffer Content

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 2	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 3	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 4	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 5	6.3	0.7	5.9 - 6.7	5.0	7.0
Scenario 6	5.00	0.00	5.00 - 5.00	5.00	5.00
Scenario 7	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00

### 4.1.1.5.3.3 30 ΑΝΟΙΚΤΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ

Pick\_St\_1: Cartons/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 4	7.2	2.4	5.8 - 8.6	3.8	10.6
Scenario 5	16.20	0.19	16.09 - 16.31	15.86	16.57
Scenario 6	16.21	0.30	16.04 - 16.39	15.71	16.57
Scenario 7	16.24	0.27	16.09 - 16.40	15.71	16.71

Pick\_St\_2: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 4	7.0	1.9	5.9 - 8.1	4.1	9.2
Scenario 5	16.11	0.22	15.99 - 16.24	15.71	16.43
Scenario 6	16.03	0.27	15.87 - 16.18	15.71	16.57
Scenario 7	16.04	0.21	15.92 - 16.17	15.71	16.29

Pick\_St\_3: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 4	5.9	1.9	4.7 - 7.0	3.0	8.8
Scenario 5	15.87	0.28	15.71 - 16.03	15.43	16.29

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 6	15.89	0.15	15.80	-	15.97	15.57	16.00
Scenario 7	15.83	0.30	15.65	-	16.00	15.29	16.29

Pick\_St\_4: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 4	5.2	2.3	3.9 - 6.6	2.9	8.6
Scenario 5	15.57	0.34	15.38 - 15.77	15.14	16.14
Scenario 6	15.60	0.13	15.52 - 15.68	15.43	15.86
Scenario 7	13.71	0.30	13.54 - 13.89	13.29	14.14

Pick\_St\_5: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 3	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 4	5.0	2.4	3.6 - 6.3	0.8	8.5
Scenario 5	15.96	0.23	15.82 - 16.09	15.43	16.29
Scenario 6	4.84	0.38	4.62 - 5.06	4.57	5.86
Scenario 7	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00

Pick\_St\_1: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	80.3	1.5	79.5 - 81.2	78.4	82.8
Scenario 2	87.7	0.6	87.4 - 88.1	86.6	88.7
Scenario 3	91.8	1.1	91.1 - 92.4	90.3	93.8
Scenario 4	95.45	0.49	95.17 - 95.74	94.46	96.26
Scenario 5	97.44	0.14	97.36 - 97.53	97.14	97.57
Scenario 6	97.53	0.15	97.44 - 97.62	97.14	97.71
Scenario 7	97.64	0.12	97.57 - 97.71	97.57	97.86

Pick\_St\_2: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	74.9	1.4	74.1 - 75.7	72.8	77.5
Scenario 2	84.2	1.0	83.6 - 84.8	82.6	85.5
Scenario 3	89.4	0.7	89.0 - 89.8	88.4	91.0
Scenario 4	93.89	0.40	93.66 - 94.13	93.17	94.44
Scenario 5	96.60	0.18	96.50 - 96.70	96.43	96.86
Scenario 6	96.44	0.18	96.34 - 96.55	96.14	96.57
Scenario 7	96.47	0.14	96.39 - 96.55	96.29	96.71

Pick\_St\_3: Totes/hour

Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
------	----------	---------------------------	-----	-----

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 1	67.2	1.6	66.2	-	68.1	65.0	69.7
Scenario 2	77.2	0.8	76.8	-	77.7	75.8	78.6
Scenario 3	85.1	0.8	84.7	-	85.5	84.1	86.7
Scenario 4	91.0	0.8	90.5	-	91.4	89.7	92.1
Scenario 5	95.26	0.20	95.14	-	95.37	94.86	95.57
Scenario 6	95.13	0.25	94.99	-	95.27	94.86	95.71
Scenario 7	95.06	0.29	94.89	-	95.22	94.57	95.57

Pick\_St\_4: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	56.7	1.6	55.8	-	57.6	54.6	59.8
Scenario 2	69.5	1.3	68.8	-	70.2	67.4	71.7
Scenario 3	80.2	1.4	79.4	-	81.0	77.9	81.8
Scenario 4	88.0	0.9	87.5	-	88.6	86.9	89.9
Scenario 5	93.89	0.19	93.78	-	93.99	93.57	94.14
Scenario 6	93.37	0.24	93.23	-	93.51	92.86	93.71
Scenario 7	84.0	1.0	83.4	-	84.6	82.7	85.4

Pick\_St\_5: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	49.5	1.9	48.4	-	50.5	46.9	52.9
Scenario 2	65.4	1.2	64.7	-	66.2	63.3	66.8
Scenario 3	77.1	1.1	76.4	-	77.7	75.6	78.7
Scenario 4	87.5	1.2	86.8	-	88.2	85.8	89.0
Scenario 5	94.9	0.9	94.4	-	95.4	93.0	95.6
Scenario 6	37.1	2.3	35.8	-	38.4	33.9	42.0
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00

Buffer Content

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 2	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 3	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 4	20.00	0.00	20.00	-	20.00	20.00	20.00
Scenario 5	7.7	1.1	7.1	-	8.3	6.0	9.0
Scenario 6	5.00	0.00	5.00	-	5.00	5.00	5.00
Scenario 7	4.00	0.00	4.00	-	4.00	4.00	4.00

### 4.1.1.5.4 ΟΜΑΔΑ 4

Experimentation Report

Number of Scenarios: 28

Number of Replications Per Scenario: 10

Warmup Time: 0

Pick\_St\_1: Cartons/hour

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	1.7	2.2	0.4	- 3.0	0.0	4.5
Scenario 2	12.47	0.48	12.19	- 12.75	11.92	13.71
Scenario 3	17.91	0.45	17.65	- 18.17	17.08	18.55
Scenario 4	20.56	0.13	20.48	- 20.63	20.43	20.71
Scenario 5	20.57	0.07	20.53	- 20.61	20.43	20.71
Scenario 6	20.514	0.074	20.472	- 20.557	20.429	20.571
Scenario 7	20.54	0.11	20.48	- 20.61	20.43	20.71
Scenario 8	0.9	1.8	-0.2	- 1.9	0.0	4.4
Scenario 9	10.2	5.2	7.2	- 13.3	0.6	15.0
Scenario 10	15.4	5.0	12.5	- 18.3	1.4	18.2
Scenario 11	13.2	6.9	9.1	- 17.2	5.0	20.3
Scenario 12	19.4	3.9	17.1	- 21.7	8.2	20.7
Scenario 13	20.56	0.11	20.50	- 20.62	20.43	20.71
Scenario 14	20.543	0.060	20.508	- 20.578	20.429	20.571
Scenario 15	0.4	1.4	-0.4	- 1.3	0.0	4.5
Scenario 16	4.3	6.1	0.8	- 7.9	0.0	14.0
Scenario 17	5.5	5.6	2.2	- 8.7	0.7	13.6
Scenario 18	9.6	4.6	6.9	- 12.3	1.6	15.9
Scenario 19	17.5	2.2	16.2	- 18.7	13.7	20.0
Scenario 20	20.2	0.8	19.7	- 20.7	18.3	20.7
Scenario 21	20.54	0.11	20.48	- 20.61	20.43	20.71
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00	0.00
Scenario 23	1.9	3.3	-0.1	- 3.8	0.0	10.4
Scenario 24	7.5	5.4	4.4	- 10.6	0.0	13.4
Scenario 25	8.4	4.1	6.0	- 10.8	0.0	14.0
Scenario 26	12.1	2.3	10.7	- 13.4	9.2	15.8
Scenario 27	13.8	2.9	12.1	- 15.5	8.2	17.9
Scenario 28	18.1	2.0	17.0	- 19.2	14.8	20.4

Pick\_St\_2: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	0.4	1.4	-0.4	- 1.3	0.0	4.5
Scenario 2	12.7	0.9	12.2	- 13.2	11.9	14.9
Scenario 3	17.12	0.53	16.81	- 17.43	16.41	18.04
Scenario 4	20.343	0.074	20.300	- 20.386	20.286	20.429
Scenario 5	20.37	0.12	20.30	- 20.44	20.14	20.57
Scenario 6	20.37	0.10	20.31	- 20.43	20.29	20.57
Scenario 7	20.343	0.074	20.300	- 20.386	20.286	20.429
Scenario 8	0.4	1.3	-0.4	- 1.2	0.0	4.3
Scenario 9	10.0	5.1	7.1	- 12.9	0.4	13.6

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 10	15.0	4.9	12.2	-	17.9	1.4	18.7
Scenario 11	13.1	7.0	9.0	-	17.1	4.7	20.0
Scenario 12	18.8	5.1	15.8	-	21.7	4.1	20.4
Scenario 13	20.34	0.10	20.28	-	20.40	20.29	20.57
Scenario 14	20.386	0.069	20.346	-	20.426	20.286	20.429
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	4.7	6.1	1.2	-	8.3	0.0	14.0
Scenario 17	4.9	4.8	2.1	-	7.7	0.7	12.7
Scenario 18	9.8	4.6	7.1	-	12.5	1.4	15.2
Scenario 19	17.2	2.3	15.9	-	18.5	13.7	19.8
Scenario 20	19.9	0.8	19.4	-	20.4	18.0	20.4
Scenario 21	20.39	0.10	20.33	-	20.44	20.29	20.57
Scenario 22	0.5	1.4	-0.4	-	1.3	0.0	4.5
Scenario 23	1.5	3.3	-0.5	-	3.4	0.0	10.4
Scenario 24	7.5	4.5	4.9	-	10.2	0.3	12.1
Scenario 25	10.3	2.5	8.9	-	11.8	5.5	14.0
Scenario 26	11.2	2.3	9.9	-	12.5	8.4	14.1
Scenario 27	14.3	2.1	13.0	-	15.5	9.9	17.3
Scenario 28	18.2	1.8	17.1	-	19.2	15.5	20.6

Pick\_St\_3: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.4	1.3	-0.3	- 1.2	0.0 4.2
Scenario 2	12.24	0.35	12.03	- 12.44	11.42 12.61
Scenario 3	17.51	0.60	17.16	- 17.86	16.60 18.34
Scenario 4	20.97	0.09	20.92	- 21.02	20.86 21.14
Scenario 5	20.94	0.12	20.87	- 21.01	20.71 21.14
Scenario 6	20.90	0.10	20.84	- 20.96	20.71 21.00
Scenario 7	20.83	0.09	20.78	- 20.88	20.71 21.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00 0.00
Scenario 9	9.7	5.0	6.9	- 12.6	0.4 13.6
Scenario 10	14.7	4.8	11.9	- 17.4	1.4 18.2
Scenario 11	13.2	7.0	9.2	- 17.3	4.9 20.5
Scenario 12	19.3	5.3	16.2	- 22.4	4.1 21.1
Scenario 13	20.89	0.11	20.82	- 20.95	20.71 21.00
Scenario 14	20.91	0.12	20.84	- 20.98	20.71 21.14
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00 0.00
Scenario 16	3.7	5.9	0.2	- 7.1	0.0 14.0
Scenario 17	4.4	5.0	1.5	- 7.3	0.0 12.7
Scenario 18	9.1	4.4	6.5	- 11.6	1.4 15.2
Scenario 19	17.3	2.6	15.8	- 18.8	12.3 20.4
Scenario 20	20.66	0.62	20.30	- 21.02	19.45 21.14
Scenario 21	20.91	0.14	20.83	- 20.99	20.71 21.14
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00 0.00

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 23	0.4	1.1	-0.2	-	1.0	0.0	3.5
Scenario 24	5.7	5.5	2.5	-	8.8	0.0	13.4
Scenario 25	7.6	4.7	4.9	-	10.4	0.0	14.0
Scenario 26	11.3	2.2	10.0	-	12.5	7.4	14.9
Scenario 27	13.3	2.9	11.6	-	15.0	8.2	17.9
Scenario 28	18.7	1.8	17.7	-	19.8	16.2	21.1

Pick\_St\_4: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	12.0	0.7	11.6 - 12.4	10.1	12.6
Scenario 3	16.1	0.7	15.7 - 16.5	14.6	17.0
Scenario 4	20.44	0.11	20.38 - 20.50	20.29	20.57
Scenario 5	20.31	0.09	20.26 - 20.37	20.14	20.43
Scenario 6	15.96	0.28	15.80 - 16.12	15.57	16.57
Scenario 7	7.00	0.39	6.77 - 7.23	6.43	7.57
Scenario 8	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 9	10.0	5.0	7.1 - 12.9	0.3	12.7
Scenario 10	13.7	4.4	11.1 - 16.2	1.4	16.5
Scenario 11	12.8	6.8	8.8 - 16.7	4.7	20.1
Scenario 12	18	6	15 - 22	0	21
Scenario 13	20.34	0.14	20.26 - 20.42	20.14	20.57
Scenario 14	15.23	0.59	14.89 - 15.57	14.43	16.29
Scenario 15	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 16	2.8	4.5	0.2 - 5.4	0.0	10.5
Scenario 17	3.5	4.3	1.0 - 6.0	0.0	12.3
Scenario 18	8.2	4.1	5.8 - 10.6	1.4	14.7
Scenario 19	16.5	2.7	14.9 - 18.1	11.0	19.8
Scenario 20	20.1	0.9	19.5 - 20.6	18.0	20.6
Scenario 21	20.37	0.10	20.31 - 20.43	20.29	20.57
Scenario 22	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 23	0.3	1.1	-0.3 - 1.0	0.0	3.5
Scenario 24	3.7	4.2	1.2 - 6.1	0.0	10.5
Scenario 25	6.5	5.1	3.5 - 9.4	0.0	10.9
Scenario 26	9.4	2.4	7.9 - 10.8	6.3	12.6
Scenario 27	11.9	3.6	9.9 - 14.0	6.9	16.7
Scenario 28	17.5	2.6	16.0 - 19.0	12.3	20.4

Pick\_St\_5: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 2	10.5	1.5	9.6 - 11.4	7.3	12.4
Scenario 3	15.6	0.9	15.2 - 16.1	14.1	16.4
Scenario 4	20.69	0.19	20.58 - 20.79	20.43	21.00
Scenario 5	6.21	0.30	6.04 - 6.39	5.86	6.71

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	8.6	4.7	5.9	-	11.3	0.0	12.7
Scenario 10	12.8	4.2	10.4	-	15.2	1.3	15.6
Scenario 11	12.8	6.8	8.8	-	16.7	4.6	20.0
Scenario 12	16.8	5.9	13.4	-	20.3	0.0	19.7
Scenario 13	7.53	0.56	7.20	-	7.86	6.57	8.43
Scenario 14	3.99	0.33	3.80	-	4.17	3.57	4.57
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	2.8	5.1	-0.2	-	5.7	0.0	14.0
Scenario 17	1.1	1.5	0.2	-	2.0	0.0	4.9
Scenario 18	7.3	3.9	5.1	-	9.6	1.4	12.6
Scenario 19	16.1	3.2	14.3	-	18.0	9.6	19.6
Scenario 20	20.2	1.1	19.6	-	20.9	18.0	20.9
Scenario 21	17.2	0.7	16.8	-	17.6	16.0	18.1
Scenario 22	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 23	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 24	0.8	1.7	-0.2	-	1.8	0.0	5.2
Scenario 25	5.1	4.5	2.5	-	7.7	0.0	10.3
Scenario 26	8.0	3.2	6.1	-	9.9	2.1	13.2
Scenario 27	11.1	3.9	8.8	-	13.3	6.6	15.9
Scenario 28	17.4	2.8	15.8	-	19.0	12.3	20.9

Pick\_St\_1: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	91.9	1.5	91.0	-	92.7	89.5	94.0
Scenario 2	100.8	0.7	100.4	-	101.2	99.7	102.1
Scenario 3	107.45	0.46	107.18	-	107.72	106.61	108.10
Scenario 4	111.457	0.060	111.422	-	111.492	111.429	111.571
Scenario 5	111.386	0.069	111.346	-	111.426	111.286	111.429
Scenario 6	111.41	0.08	111.37	-	111.46	111.29	111.57
Scenario 7	111.371	0.074	111.329	-	111.414	111.286	111.429
Scenario 8	91.7	1.7	90.7	-	92.7	89.3	93.6
Scenario 9	81	40	57	-	104	4	101
Scenario 10	97	31	79	-	114	10	107
Scenario 11	73	38	51	-	95	28	111
Scenario 12	106	17	96	-	116	58	111
Scenario 13	111.443	0.045	111.417	-	111.469	111.429	111.571
Scenario 14	111.41	0.08	111.37	-	111.46	111.29	111.57
Scenario 15	66	35	46	-	86	2	90
Scenario 16	59	40	35	-	82	3	101
Scenario 17	44	39	21	-	66	5	89
Scenario 18	72	33	53	-	91	10	99

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 19	101	7	97	-	105	86	109
Scenario 20	109.8	3.3	107.9	-	111.7	102.4	111.4
Scenario 21	111.43	0.00	111.43	-	111.43	111.43	111.43
Scenario 22	35	42	10	-	60	2	92
Scenario 23	46	38	24	-	68	3	94
Scenario 24	67	34	47	-	86	4	89
Scenario 25	76	11	70	-	82	58	90
Scenario 26	85	8	80	-	89	71	94
Scenario 27	87	9	82	-	93	74	101
Scenario 28	101	8	97	-	106	87	111

Pick\_St\_2: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	88.0	2.5	86.5	-	89.4	85.1	91.9
Scenario 2	97.3	0.9	96.8	-	97.8	95.8	98.3
Scenario 3	105.59	0.39	105.36	-	105.82	104.85	106.17
Scenario 4	110.63	0.12	110.56	-	110.70	110.43	110.86
Scenario 5	110.57	0.10	110.52	-	110.63	110.43	110.71
Scenario 6	110.471	0.069	110.431	-	110.511	110.429	110.571
Scenario 7	110.43	0.07	110.39	-	110.47	110.29	110.57
Scenario 8	87.3	2.5	85.8	-	88.7	84.4	91.6
Scenario 9	78	39	56	-	101	4	98
Scenario 10	94	30	77	-	112	9	105
Scenario 11	72	38	50	-	94	27	110
Scenario 12	105	18	94	-	115	53	111
Scenario 13	110.514	0.074	110.472	-	110.557	110.429	110.571
Scenario 14	110.400	0.060	110.365	-	110.435	110.286	110.429
Scenario 15	64	34	44	-	84	2	90
Scenario 16	57	39	34	-	79	2	97
Scenario 17	42	37	20	-	63	5	84
Scenario 18	72	33	53	-	91	10	99
Scenario 19	99	8	95	-	104	84	108
Scenario 20	108.8	3.2	106.9	-	110.7	101.6	110.4
Scenario 21	110.40	0.15	110.31	-	110.49	110.14	110.57
Scenario 22	33	40	10	-	56	2	86
Scenario 23	45	37	24	-	67	3	91
Scenario 24	65	33	47	-	84	4	89
Scenario 25	78.6	6.0	75.1	-	82.1	68.2	87.1
Scenario 26	81	8	76	-	85	67	91
Scenario 27	88	7	84	-	92	76	98
Scenario 28	101	7	97	-	105	90	110

Pick\_St\_3: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	80.2	1.0	79.6	-	80.8	78.8	82.0

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 2	93.6	1.2	92.9	-	94.4	92.2	95.9
Scenario 3	105.68	0.43	105.44	-	105.93	104.85	106.25
Scenario 4	113.70	0.11	113.64	-	113.76	113.57	113.86
Scenario 5	113.514	0.074	113.472	-	113.557	113.429	113.571
Scenario 6	113.29	0.10	113.23	-	113.34	113.14	113.43
Scenario 7	113.03	0.11	112.96	-	113.09	112.86	113.29
Scenario 8	80.2	2.3	78.9	-	81.5	76.2	85.4
Scenario 9	75	38	54	-	97	4	97
Scenario 10	94	30	77	-	111	9	106
Scenario 11	74	39	51	-	96	28	113
Scenario 12	107	22	94	-	119	45	114
Scenario 13	113.47	0.18	113.37	-	113.58	113.14	113.71
Scenario 14	113.37	0.22	113.25	-	113.50	112.86	113.57
Scenario 15	57	30	39	-	74	2	81
Scenario 16	54	37	32	-	75	2	94
Scenario 17	40	36	20	-	61	5	81
Scenario 18	69	31	50	-	87	9	99
Scenario 19	101	8	97	-	106	85	111
Scenario 20	112.4	2.9	110.7	-	114.1	106.0	114.0
Scenario 21	113.63	0.15	113.54	-	113.72	113.43	113.86
Scenario 22	30	38	9	-	52	2	82
Scenario 23	41	33	21	-	60	3	84
Scenario 24	58	30	41	-	76	3	83
Scenario 25	71	13	63	-	79	47	89
Scenario 26	79	10	73	-	86	63	94
Scenario 27	86	11	79	-	92	63	100
Scenario 28	103	8	99	-	108	92	114

Pick\_St\_4: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	68.9	2.0	67.7	-	70.1	66.3	71.9
Scenario 2	84.8	1.2	84.1	-	85.6	83.2	86.8
Scenario 3	100.0	0.7	99.6	-	100.4	98.6	100.7
Scenario 4	110.83	0.13	110.75	-	110.90	110.57	111.00
Scenario 5	110.41	0.18	110.31	-	110.52	110.00	110.71
Scenario 6	86.9	1.7	85.9	-	87.8	84.4	90.1
Scenario 7	39.3	2.1	38.0	-	40.5	36.4	42.4
Scenario 8	69.6	3.4	67.7	-	71.6	66.5	75.0
Scenario 9	69	34	49	-	89	4	87
Scenario 10	88	28	72	-	104	9	99
Scenario 11	71	38	49	-	93	26	110
Scenario 12	103	24	89	-	117	35	111
Scenario 13	110.27	0.40	110.04	-	110.50	109.43	110.71
Scenario 14	82.9	3.1	81.1	-	84.7	78.9	88.3

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 15	50	27	34	- 66	2	72
Scenario 16	47	34	28	- 67	2	89
Scenario 17	36	32	17	- 54	4	74
Scenario 18	61	28	45	- 77	9	89
Scenario 19	96	11	90	- 102	74	108
Scenario 20	109.0	4.0	106.7	- 111.3	100.5	111.1
Scenario 21	110.51	0.20	110.40	- 110.63	110.14	110.86
Scenario 22	25	31	7	- 43	1	72
Scenario 23	36	30	19	- 54	2	80
Scenario 24	50	26	35	- 65	3	73
Scenario 25	60	15	51	- 69	35	81
Scenario 26	70	10	64	- 75	55	81
Scenario 27	77	14	69	- 85	53	95
Scenario 28	98	11	92	- 105	77	111

Pick\_St\_5: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	58.9	1.7	58.0 - 59.9	56.9	62.6
Scenario 2	79.0	1.7	78.0 - 79.9	76.7	82.2
Scenario 3	98.0	1.5	97.1 - 98.9	94.4	99.7
Scenario 4	112.2	0.7	111.8 - 112.6	110.9	113.3
Scenario 5	35.0	1.6	34.1 - 35.9	32.9	37.6
Scenario 6	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
Scenario 8	62.1	3.4	60.1 - 64.1	57.7	68.3
Scenario 9	64	33	46 - 83	3	84
Scenario 10	85	27	69 - 101	8	96
Scenario 11	71	38	49 - 93	26	110
Scenario 12	93	28	76 - 109	12	106
Scenario 13	41.8	2.9	40.1 - 43.4	37.4	45.9
Scenario 14	23.0	1.7	22.0 - 24.0	20.7	26.1
Scenario 15	39	26	24 - 55	1	70
Scenario 16	37	33	18 - 56	1	84
Scenario 17	28	25	14 - 43	4	61
Scenario 18	54	26	39 - 69	8	86
Scenario 19	93	14	85 - 101	66	109
Scenario 20	110.1	5.4	106.9 - 113.2	98.7	113.3
Scenario 21	93.5	3.9	91.3 - 95.8	86.4	98.4
Scenario 22	20	25	5 - 34	1	63
Scenario 23	23	21	11 - 36	1	63
Scenario 24	37	21	25 - 50	2	63
Scenario 25	51	15	42 - 60	23	70
Scenario 26	62	11	55 - 68	46	79
Scenario 27	72	16	63 - 81	48	92

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 28	98	12	91 - 105	79	114
Buffer Content					
Scenario 1	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 2	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 3	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 4	7.7	0.9	7.2 - 8.2	6.0	9.0
Scenario 5	5.00	0.00	5.00 - 5.00	5.00	5.00
Scenario 6	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00
Scenario 7	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00
Scenario 8	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 9	18.7	3.5	16.7 - 20.7	9.0	20.0
Scenario 10	19.2	2.5	17.7 - 20.7	12.0	20.0
Scenario 11	15.4	5.2	12.4 - 18.4	9.0	20.0
Scenario 12	7.8	2.5	6.4 - 9.2	1.0	9.0
Scenario 13	7.1	1.2	6.4 - 7.8	6.0	9.0
Scenario 14	6.4	1.0	5.8 - 7.0	6.0	9.0
Scenario 15	15.6	5.8	12.3 - 18.9	7.0	20.0
Scenario 16	11.5	8.1	6.8 - 16.2	1.0	20.0
Scenario 17	9.9	5.0	7.0 - 12.8	1.0	19.0
Scenario 18	8.90	0.32	8.72 - 9.08	8.00	9.00
Scenario 19	9.10	0.32	8.92 - 9.28	9.00	10.00
Scenario 20	9.00	0.00	9.00 - 9.00	9.00	9.00
Scenario 21	8.80	0.42	8.56 - 9.04	8.00	9.00
Scenario 22	12.4	6.6	8.6 - 16.2	4.0	20.0
Scenario 23	8.9	6.2	5.3 - 12.5	1.0	20.0
Scenario 24	7.6	1.3	6.9 - 8.3	5.0	9.0
Scenario 25	7.7	1.8	6.7 - 8.7	4.0	9.0
Scenario 26	8.0	0.9	7.5 - 8.5	7.0	9.0
Scenario 27	8.0	1.4	7.2 - 8.8	5.0	9.0
Scenario 28	8.7	0.7	8.3 - 9.1	7.0	9.0

### 4.1.1.5.5 ΟΜΑΔΑ 5

Experimentation Report

Number of Scenarios: 21

Number of Replications Per Scenario: 10

Warmup Time: 0

Pick\_St\_1: Cartons/hour

Scenario	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	44.6	3.1	42.8 - 46.4	39.0	48.8
Scenario 2	56.0	1.3	55.3 - 56.8	53.6	57.4
Scenario 3	61.84	0.48	61.56 - 62.12	61.01	62.69
Scenario 4	66.56	0.11	66.50 - 66.62	66.43	66.71

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 5	66.50	0.10	66.44	-	66.56	66.43	66.71
Scenario 6	66.53	0.10	66.47	-	66.58	66.43	66.71
Scenario 7	66.54	0.09	66.49	-	66.60	66.43	66.71
Scenario 8	1.3	2.1	0.1	-	2.5	0.0	4.3
Scenario 9	12.1	0.6	11.8	-	12.5	11.1	13.2
Scenario 10	17.8	0.7	17.4	-	18.3	16.1	18.7
Scenario 11	20.54	0.09	20.49	-	20.60	20.43	20.71
Scenario 12	20.529	0.069	20.489	-	20.569	20.429	20.571
Scenario 13	20.54	0.11	20.48	-	20.61	20.29	20.71
Scenario 14	20.486	0.074	20.443	-	20.528	20.429	20.571
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	7.8	1.8	6.7	-	8.9	5.0	10.4
Scenario 17	10.4	0.7	10.0	-	10.8	9.5	12.1
Scenario 18	13.01	0.11	12.95	-	13.08	12.86	13.14
Scenario 19	13.00	0.12	12.93	-	13.07	12.86	13.14
Scenario 20	13.03	0.11	12.96	-	13.09	12.86	13.14
Scenario 21	13.04	0.10	12.99	-	13.10	12.86	13.14

Pick\_St\_2: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	42.9	4.1	40.5	-	45.2	38.1	49.2
Scenario 2	53.7	1.7	52.7	-	54.7	50.8	56.6
Scenario 3	60.7	0.6	60.4	-	61.1	59.5	61.5
Scenario 4	66.03	0.09	65.98	-	66.08	65.86	66.14
Scenario 5	65.99	0.08	65.94	-	66.03	65.86	66.14
Scenario 6	65.91	0.12	65.84	-	65.98	65.71	66.14
Scenario 7	65.93	0.14	65.85	-	66.01	65.71	66.14
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	11.70	0.61	11.35	-	12.06	10.71	12.39
Scenario 10	17.2	0.6	16.9	-	17.6	16.1	18.2
Scenario 11	20.371	0.074	20.329	-	20.414	20.286	20.429
Scenario 12	20.41	0.11	20.35	-	20.48	20.29	20.57
Scenario 13	20.39	0.10	20.33	-	20.44	20.29	20.57
Scenario 14	20.33	0.12	20.26	-	20.40	20.14	20.57
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	5.9	2.4	4.5	-	7.3	2.5	9.0
Scenario 17	10.12	0.55	9.80	-	10.44	9.32	10.81
Scenario 18	12.929	0.075	12.885	-	12.972	12.857	13.000
Scenario 19	12.93	0.10	12.87	-	12.99	12.86	13.14
Scenario 20	12.900	0.069	12.860	-	12.940	12.857	13.000
Scenario 21	12.900	0.069	12.860	-	12.940	12.857	13.000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Pick\_St\_3: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	38.9	2.4	37.5	- 40.3	34.7	42.5
Scenario 2	51.6	1.0	51.0	- 52.2	49.8	52.9
Scenario 3	60.92	0.64	60.54	- 61.29	60.02	61.82
Scenario 4	67.886	0.060	67.851	- 67.921	67.857	68.000
Scenario 5	67.76	0.10	67.70	- 67.81	67.57	67.86
Scenario 6	67.643	0.075	67.599	- 67.686	67.571	67.714
Scenario 7	67.40	0.11	67.33	- 67.47	67.29	67.57
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00	0.00
Scenario 9	11.7	0.9	11.2	- 12.2	9.8	12.9
Scenario 10	17.3	0.9	16.8	- 17.9	16.1	18.7
Scenario 11	20.99	0.11	20.92	- 21.05	20.86	21.14
Scenario 12	20.93	0.10	20.87	- 20.99	20.71	21.00
Scenario 13	20.87	0.11	20.81	- 20.93	20.71	21.00
Scenario 14	20.87	0.11	20.81	- 20.93	20.71	21.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00	0.00
Scenario 16	5.5	2.9	3.8	- 7.2	0.0	9.2
Scenario 17	10.11	0.55	9.79	- 10.43	9.21	10.81
Scenario 18	13.30	0.08	13.25	- 13.35	13.14	13.43
Scenario 19	13.29	0.10	13.23	- 13.34	13.14	13.43
Scenario 20	13.229	0.074	13.186	- 13.271	13.143	13.286
Scenario 21	13.21	0.10	13.16	- 13.27	13.14	13.43

Pick\_St\_4: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max
Scenario 1	29.3	2.7	27.7	- 30.8	26.0	34.5
Scenario 2	46.3	1.8	45.3	- 47.4	43.4	48.6
Scenario 3	57.4	0.8	57.0	- 57.9	55.9	59.2
Scenario 4	66.13	0.11	66.07	- 66.19	66.00	66.29
Scenario 5	65.91	0.10	65.86	- 65.97	65.71	66.00
Scenario 6	51.3	1.2	50.5	- 52.0	49.3	52.6
Scenario 7	23.3	1.1	22.7	- 24.0	22.0	25.1
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00	0.00
Scenario 9	11.0	1.5	10.1	- 11.8	7.4	12.4
Scenario 10	16.5	0.7	16.0	- 16.9	15.0	17.2
Scenario 11	20.44	0.11	20.38	- 20.50	20.29	20.57
Scenario 12	20.36	0.12	20.29	- 20.43	20.14	20.57
Scenario 13	15.71	0.22	15.58	- 15.84	15.43	16.14
Scenario 14	6.97	0.25	6.83	- 7.12	6.43	7.29
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	- 0.00	0.00	0.00
Scenario 16	2.7	2.5	1.2	- 4.1	0.0	6.2
Scenario 17	9.7	0.6	9.3	- 10.1	8.3	10.7

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 18	12.943	0.074	12.900	-	12.986	12.857	13.000
Scenario 19	12.914	0.074	12.872	-	12.957	12.857	13.000
Scenario 20	10.00	0.18	9.90	-	10.10	9.57	10.14
Scenario 21	4.30	0.13	4.23	-	4.37	4.14	4.43

Pick\_St\_5: Cartons/hour:

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	22.7	1.5	21.9	-	23.6	21.6	25.5
Scenario 2	42.6	2.4	41.2	-	44.0	39.0	45.5
Scenario 3	56.6	1.4	55.8	-	57.4	54.2	58.8
Scenario 4	66.7	0.7	66.3	-	67.1	65.4	67.4
Scenario 5	21.1	1.0	20.5	-	21.7	19.4	23.0
Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 8	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 9	11.0	1.5	10.1	-	11.8	7.3	12.4
Scenario 10	15.93	0.61	15.58	-	16.29	14.98	16.84
Scenario 11	20.53	0.24	20.39	-	20.67	20.00	20.86
Scenario 12	5.97	0.46	5.71	-	6.24	5.29	6.57
Scenario 13	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 15	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 16	1.3	1.8	0.3	-	2.4	0.0	4.5
Scenario 17	9.92	0.54	9.61	-	10.23	9.32	10.81
Scenario 18	13.14	0.15	13.06	-	13.23	13.00	13.43
Scenario 19	3.93	0.26	3.78	-	4.08	3.57	4.29
Scenario 20	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00

Pick\_St\_1: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	91.8	1.6	90.9	-	92.8	89.5	93.9
Scenario 2	101.3	0.9	100.7	-	101.8	99.5	102.4
Scenario 3	107.41	0.30	107.23	-	107.58	106.81	108.00
Scenario 4	111.414	0.045	111.388	-	111.440	111.286	111.429
Scenario 5	111.41	0.08	111.37	-	111.46	111.29	111.57
Scenario 6	111.443	0.045	111.417	-	111.469	111.429	111.571
Scenario 7	111.41	0.08	111.37	-	111.46	111.29	111.57
Scenario 8	91.7	1.4	90.9	-	92.5	90.0	94.0
Scenario 9	101.8	0.6	101.4	-	102.1	100.7	102.8
Scenario 10	107.42	0.22	107.29	-	107.55	107.15	107.86
Scenario 11	111.414	0.045	111.388	-	111.440	111.286	111.429
Scenario 12	111.400	0.060	111.365	-	111.435	111.286	111.429
Scenario 13	111.400	0.060	111.365	-	111.435	111.286	111.429

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 14	111.371	0.074	111.329	-	111.414	111.286	111.429
Scenario 15	92.8	1.4	92.0	-	93.7	89.8	94.5
Scenario 16	101.3	0.7	100.9	-	101.7	99.7	102.0
Scenario 17	107.45	0.41	107.22	-	107.69	106.94	108.10
Scenario 18	111.43	0.07	111.39	-	111.47	111.29	111.57
Scenario 19	111.400	0.060	111.365	-	111.435	111.286	111.429
Scenario 20	111.43	0.10	111.37	-	111.48	111.29	111.57
Scenario 21	111.371	0.074	111.329	-	111.414	111.286	111.429

Pick\_St\_2: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	87.0	2.4	85.6	-	88.4	84.2	91.1
Scenario 2	97.5	1.3	96.7	-	98.2	95.6	99.6
Scenario 3	105.41	0.40	105.18	-	105.64	104.56	106.08
Scenario 4	110.61	0.10	110.56	-	110.67	110.43	110.71
Scenario 5	110.500	0.075	110.456	-	110.544	110.429	110.571
Scenario 6	110.500	0.075	110.456	-	110.544	110.429	110.571
Scenario 7	110.39	0.10	110.33	-	110.44	110.29	110.57
Scenario 8	86.4	1.1	85.8	-	87.1	84.8	88.2
Scenario 9	97.8	1.1	97.1	-	98.4	96.3	99.4
Scenario 10	105.31	0.27	105.16	-	105.47	104.87	105.72
Scenario 11	110.70	0.13	110.63	-	110.77	110.57	110.86
Scenario 12	110.557	0.045	110.531	-	110.583	110.429	110.571
Scenario 13	110.50	0.10	110.44	-	110.56	110.29	110.57
Scenario 14	110.39	0.12	110.32	-	110.45	110.29	110.57
Scenario 15	87.2	2.1	85.9	-	88.4	84.4	90.2
Scenario 16	98.0	1.2	97.3	-	98.7	96.6	99.6
Scenario 17	105.26	0.43	105.01	-	105.51	104.78	105.94
Scenario 18	110.643	0.075	110.599	-	110.687	110.571	110.714
Scenario 19	110.56	0.08	110.51	-	110.60	110.43	110.71
Scenario 20	110.53	0.10	110.47	-	110.58	110.43	110.71
Scenario 21	110.40	0.11	110.33	-	110.47	110.14	110.57

Pick\_St\_3: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	79.6	1.8	78.5	-	80.6	76.0	82.3
Scenario 2	94.2	1.1	93.5	-	94.8	91.8	95.5
Scenario 3	105.60	0.49	105.32	-	105.88	104.80	106.32
Scenario 4	113.67	0.10	113.62	-	113.73	113.57	113.86
Scenario 5	113.49	0.10	113.43	-	113.54	113.29	113.57
Scenario 6	113.314	0.060	113.279	-	113.349	113.286	113.429
Scenario 7	112.97	0.15	112.89	-	113.06	112.71	113.14
Scenario 8	80.3	1.6	79.3	-	81.2	77.3	82.3
Scenario 9	94.5	1.1	93.9	-	95.1	92.9	96.4

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 10	105.70	0.53	105.39	-	106.00	104.95	106.66
Scenario 11	113.657	0.074	113.614	-	113.700	113.571	113.714
Scenario 12	113.500	0.075	113.456	-	113.544	113.429	113.571
Scenario 13	113.26	0.11	113.19	-	113.32	113.00	113.43
Scenario 14	113.09	0.14	113.01	-	113.17	112.71	113.14
Scenario 15	79.7	1.6	78.8	-	80.6	76.4	81.6
Scenario 16	94.8	1.5	93.9	-	95.6	92.2	97.5
Scenario 17	105.35	0.63	104.98	-	105.71	104.24	106.24
Scenario 18	113.657	0.074	113.614	-	113.700	113.571	113.714
Scenario 19	113.543	0.060	113.508	-	113.578	113.429	113.571
Scenario 20	113.33	0.10	113.27	-	113.38	113.14	113.43
Scenario 21	113.06	0.12	112.99	-	113.13	112.86	113.14

Pick\_St\_4: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	67.8	1.1	67.1	-	68.4	66.2	69.4
Scenario 2	86.4	1.5	85.5	-	87.2	84.2	88.3
Scenario 3	99.82	0.64	99.45	-	100.18	99.07	100.82
Scenario 4	110.86	0.07	110.82	-	110.90	110.71	111.00
Scenario 5	110.40	0.15	110.31	-	110.49	110.14	110.57
Scenario 6	86.0	2.1	84.8	-	87.3	82.7	88.1
Scenario 7	39.4	1.8	38.4	-	40.5	37.1	42.3
Scenario 8	66.6	2.2	65.4	-	67.9	63.0	69.3
Scenario 9	85.8	1.4	85.0	-	86.7	84.0	88.2
Scenario 10	100.0	0.7	99.5	-	100.4	98.3	101.0
Scenario 11	110.86	0.12	110.79	-	110.92	110.71	111.00
Scenario 12	110.36	0.12	110.29	-	110.43	110.14	110.57
Scenario 13	85.5	1.2	84.8	-	86.2	84.3	88.1
Scenario 14	38.9	1.1	38.2	-	39.6	36.6	40.6
Scenario 15	67.9	2.3	66.5	-	69.2	62.9	70.5
Scenario 16	85.9	1.7	84.9	-	86.9	83.9	89.2
Scenario 17	99.7	0.8	99.3	-	100.2	98.4	101.1
Scenario 18	110.84	0.17	110.74	-	110.94	110.43	111.00
Scenario 19	110.37	0.20	110.25	-	110.49	110.00	110.57
Scenario 20	86.3	1.6	85.4	-	87.3	83.1	87.9
Scenario 21	39.2	1.2	38.5	-	39.9	36.7	40.7

Pick\_St\_5: Totes/hour

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)		Min	Max	
Scenario 1	58.1	2.1	56.9	-	59.3	53.7	60.6
Scenario 2	80.3	1.2	79.6	-	81.0	78.6	81.9
Scenario 3	98.0	1.1	97.4	-	98.6	96.2	99.9
Scenario 4	111.7	1.1	111.1	-	112.4	109.6	113.1
Scenario 5	35.6	1.6	34.7	-	36.6	32.9	38.7

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Scenario 6	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 7	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 8	58.8	2.3	57.4	-	60.1	54.0	61.8
Scenario 9	80.7	2.3	79.4	-	82.0	76.6	83.8
Scenario 10	97.6	1.1	97.0	-	98.3	96.1	99.2
Scenario 11	111.3	1.4	110.5	-	112.2	108.3	112.9
Scenario 12	34.1	2.3	32.8	-	35.4	30.9	37.4
Scenario 13	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 14	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 15	59.1	2.2	57.8	-	60.4	57.0	64.0
Scenario 16	80.9	1.3	80.1	-	81.6	78.8	83.0
Scenario 17	97.7	1.4	96.9	-	98.5	96.2	99.7
Scenario 18	112.3	0.8	111.9	-	112.8	111.0	113.6
Scenario 19	35.5	1.7	34.5	-	36.5	33.3	38.0
Scenario 20	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Scenario 21	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00

### Buffer Content

	Mean	St. Dev.	Confidence Interval (90%)	Min	Max
Scenario 1	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 2	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 3	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 4	7.2	0.8	6.7 - 7.7	6.0	8.0
Scenario 5	5.00	0.00	5.00 - 5.00	5.00	5.00
Scenario 6	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00
Scenario 7	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00
Scenario 8	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 9	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 10	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 11	7.4	1.0	6.8 - 8.0	6.0	9.0
Scenario 12	5.00	0.00	5.00 - 5.00	5.00	5.00
Scenario 13	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00
Scenario 14	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00
Scenario 15	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 16	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 17	20.00	0.00	20.00 - 20.00	20.00	20.00
Scenario 18	7.4	0.7	7.0 - 7.8	7.0	9.0
Scenario 19	5.00	0.00	5.00 - 5.00	5.00	5.00
Scenario 20	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00
Scenario 21	4.00	0.00	4.00 - 4.00	4.00	4.00

# 5

## ΈΡΓΑ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ

- Anon., 2008. *List of discrete event simulation software*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_discrete\\_event\\_simulation\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_discrete_event_simulation_software)
- Anon., n.d. <http://www.fedas.com>. [Ηλεκτρονικό].
- Anon., n.d. [http://www.insight-mss.com/\\_whitepapers/?file=Paper\\_Improving\\_ROA.htm](http://www.insight-mss.com/_whitepapers/?file=Paper_Improving_ROA.htm). [Ηλεκτρονικό].
- Anon., n.d. <http://www.lanner.com>. [Ηλεκτρονικό].
- Anon., n.d. <http://www.tgw-group.com>. [Ηλεκτρονικό].
- Archibald, G., Karabakal, N. & Karlsson, P., 1999. *SUPPLY CHAIN VS. SUPPLY CHAIN*: s.l., s.n.
- Banks, J., 1998. *Principles of Simulation, Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*. s.l.:John Wiley & Sons, Inc.
- Banks, J., Carson, J., Nelson, B. L. & Nicol, D., 2004. *Discrete-Event System Simulation (4th Edition)*. 4 επιμ. s.l.:Prentice Hall.
- Banks, J., n.d. *Discrete Event System Simulation*. s.l.:s.n.
- Beaverstock, M., Greenwood, A., Lavery, E. & Nordgren, W., 2012. *Applied Simulation Modeling and Analysis using FlexSim*. 3 επιμ. Utah: FlexSim Software Products.
- Checkland, P., 1981. *Systems Thinking, Systems Practice*. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd..
- concrete-grinding, 2008. *Greek Triumph*. SDS.
- Henriksen, J. O., 1988. *One System, several perspectives, many models*. San Diego, s.n.
- Kelton, D. W. & Law, A., 2000. *Simulation, Modelling and Analysis*. 3rd επιμ. s.l.:McGraw Hill.
- Khoshnevis, B., 1994. *Discrete systems simulation*. s.l.:McGraw-Hill.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Martinez, J. C., 1996. *STROBOSCOPE: State and Resource Based Simulation on Construction Process*. Michigan: s.n.

Panas, A., n.d. <http://users.ntua.gr>. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://users.ntua.gr/cvapanas/research-gr.html>

Pritsker, A., 1995. *Introduction to Simulation and Slam 2*. 4th επιμ. s.l.:Wiley.

simulation, h. o., n.d. *Handbook of simulation*. s.l.:s.n.

Tayfur Altioek, B. M., 2004. *Simulation Modeling and Analysis with ARENA*. s.l.:s.n.

Βεγιάζη, Β., 2009. Το "Διαμάντι" της Trade Logistics. *Supply Chain & Logistics*.