

---

# Στρατηγικές Μαζικής Εξατομίκευσης στην Αρχιτεκτονική

---

Διάλεξη 9ου προπτυχιακού εξαμήνου  
Τομέας Οικοδομικής

Σπουδαστής: Ζερβόπουλος Γιάννης  
Επιβλέπων Καθηγητής: Παπαλεξόπουλος Δημήτριος



# Πίνακας περιεχομένων

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>                                                              | <b>5</b>  |
| 1.1 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....                                              | 5         |
| <b>2. ΜΑΖΙΚΗ ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΣΗ (Μ.Ε.).....</b>                                             | <b>7</b>  |
| 2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Μ.Ε.;.....                                                               | 7         |
| 2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Μ.Ε. ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....                                               | 8         |
| 2.3 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ Μ.Ε. ....                                                             | 11        |
| 2.4 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Μ.Ε.....                                       | 20        |
| <b>3. ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ Μ.Ε. ....</b>                                                        | <b>21</b> |
| 3.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΙΑ Μ.Ε. ....                                                | 21        |
| 3.1.1 Πλατφόρμα προϊόντος.....                                                        | 22        |
| 3.1.2 Σπονδυλωτός σχεδιασμός .....                                                    | 22        |
| 3.1.3 Παραμετρικός σχεδιασμός .....                                                   | 22        |
| 3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΓΙΑ Μ.Ε. ....                                  | 24        |
| 3.2.1 agile manufacturing.....                                                        | 25        |
| 3.2.2 lean manufacturing .....                                                        | 25        |
| 3.2.3 flexible manufacturing.....                                                     | 27        |
| 3.2.4 rapid manufacturing.....                                                        | 29        |
| 3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ Μ.Ε. ....                                      | 30        |
| 3.3.1 Postponement.....                                                               | 30        |
| 3.3.2 Inventory Management .....                                                      | 31        |
| 3.3.3 Third Party Logistics.....                                                      | 32        |
| 3.3.4 Information Technology.....                                                     | 32        |
| <b>4. Μ.Ε. ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ .....</b>                 | <b>34</b> |
| 4.1 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΗΣ Μ.Ε. ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ..... | 34        |
| 4.1.1 Το μέγεθος του τελικού προϊόντος.....                                           | 34        |
| 4.1.2 Αναλογική σχέση χρήστη-προϊόντος .....                                          | 35        |
| 4.1.3 Κινητικότητα .....                                                              | 35        |
| 4.1.4 Μεταβλητότητα και παραλλαγή του .....                                           | 35        |
| 4.1.5 Διάρκεια ζωής του προϊόντος και κύκλος ζωής του. ....                           | 36        |
| 4.1.6 Κόστη .....                                                                     | 36        |
| 4.1.7 Οικονομίες κλίμακας .....                                                       | 36        |
| 4.1.8 Ανάγκες και προσδοκίες των πελατών .....                                        | 37        |
| 4.1.9 Αντιμετώπιση της διαδοχής των χρηστών.....                                      | 37        |
| 4.2 Μ.Ε. ΣΤΙΣ ΟΨΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ .....                                                     | 38        |
| 4.2.1 Προσαρμόσιμες όψεις (Customizable Facades) .....                                | 38        |
| 4.2.2 Εξατομίκευση μέσω κοινής χρήσης στοιχείων (Component-Sharing Customization)     |           |

|           |                                                                                  |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.3     | Εξατομίκευση υαλοπετάσματος ( <i>Curtain Customization</i> ) .....               | 40        |
| 4.2.4     | Ανοιχτή εξατομίκευση ( <i>Open Customization</i> ).....                          | 41        |
| 4.2.5     | Διαμερισματοποιημένες όψεις ( <i>Compartmentalized Facade</i> ) .....            | 42        |
| 4.2.6     | Κατατετμημένες όψεις ( <i>Componentized Facade</i> ).....                        | 43        |
| 4.3       | Μ.Ε. ΣΤΗΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ.....                                                          | 44        |
| 4.3.1     | Μαζικά εξατομικευμένες κατοικίες ( <i>Mass Custom Homes</i> ) στην Ιαπωνία ..... | 44        |
| 4.3.2     | Kas Oosterhuis – <i>Variomatic Houses</i> .....                                  | 49        |
| 4.3.3     | DUS Architects – <i>Canal House 2.0</i> .....                                    | 53        |
| <b>5.</b> | <b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>                                             | <b>56</b> |
|           | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>                                                         | <b>58</b> |
|           | <b>ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ .....</b>                                              | <b>63</b> |
|           | <b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....</b>                                                     | <b>64</b> |

## 1. Εισαγωγή

Διανύουμε μία εποχή όπου το “one size fits all” της μαζικής παραγωγής (Μ.Π.) αντικαθίσταται ολοένα και περισσότερο από το “one size fits one” (Heil et al., 1997). Η αυξανόμενη τάση, που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, για εξατομίκευση των προϊόντων, είναι αποτέλεσμα πολλών αλλαγών στον χώρο των επιχειρήσεων αλλά και στην ίδια την κοινωνία. Οι συνεχείς μεταβολές στις ανάγκες και τις απαιτήσεις των καταναλωτών, οι αβεβαιότητες της ζήτησης, οι δημογραφικές μεταβολές, οι αστάθειες των εισροών, οι καινοτομίες κ.ά. (Pine, 1993, σ. 32), διαμόρφωσαν ένα περιβάλλον, στο οποίο το παράδειγμα της Μ.Π. δεν μπορεί πλέον να ευδοκιμήσει. Η επιτυχία της Μ.Π. βασιζόταν σε μια σταθερότητα και ομοιομορφία της ζήτησης, αλλά και στο γεγονός ότι προσέφερε προϊόντα σε χαμηλότερο κόστος και χρόνο παράδοσης, απ’ ότι τα αντίστοιχα εξατομικευμένα προϊόντα που ήταν ακριβά και που η παραγωγή τους καθυστερούσε σημαντικά. Ωστόσο οι απαιτήσεις και ανάγκες των καταναλωτών, πολύ συχνά ξεπερνούν όσα έχει να τους προσφέρει ένα τυποποιημένο, μαζικά παραγόμενο προϊόν. Ακόμη, τις ανάγκες αυτές δεν μπορεί να τις καλύψει ούτε η μεγάλη ποικιλία προϊόντων που προσφέρει η Μ.Π., αφού ουσιαστικά οι καταναλωτές δεν θέλουν να επιλέγουν ανάμεσα σε τυποποιημένες λύσεις, αλλά θέλουν αυτό ακριβώς που έχουν ανάγκη (Pine & Gilmore, 1999, σ. 76).

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας της πληροφορίας, των ψηφιακών μέσων σχεδίασης και παραγωγής, επιτρέπουν σήμερα, την παραγωγή εξατομικευμένων προϊόντων, σε εξίσου χαμηλά κόστη και χρόνους με τα αντίστοιχα της Μ.Π. Έτσι, ήρθε στο προσκήνιο η Μαζική Εξατομίκευση (Mass Customization), ως το νέο παράδειγμα για την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών (Pine, 1993). Ωστόσο, η στροφή προς την Μαζική Εξατομίκευση (Μ.Ε.), και η υιοθέτηση της ως στρατηγική παραγωγής προϊόντων, δεν είναι εύκολη υπόθεση, αφού προϋποθέτει ριζικές αλλαγές στις μεθόδους λειτουργίας και οργάνωσης μιας επιχείρησης.

### 1.1 Στόχοι και Αντικείμενο Εργασίας

Στόχος αυτής της εργασίας είναι η καταγραφή και κατανόηση των επικρατέστερων στρατηγικών και μεθόδων εφαρμογής της Μαζικής Εξατομίκευσης (Μ.Ε.), και η αναζήτηση εφαρμογής τέτοιων μεθόδων στην οικοδομική βιομηχανία και την αρχιτεκτονική. Ιδανικά, θα αποτελεί ένα είδος οδηγού, για τον τρόπο προσέγγισης της Μ.Ε. κάποιου προϊόντος, ιδιαίτερα της αρχιτεκτονικής.

Έτσι στα επόμενα κεφάλαια, μέσα από μία βιβλιογραφική έρευνα, αρχικά διευκρινίζεται η έννοια της Μ.Ε. και παρουσιάζονται κάποιες εφαρμογές της σε διάφορες βιομηχανίες, Έπειτα αναπτύσσονται οι διάφορες στρατηγικές Μ.Ε., όπως και μέθοδοι για τον σχεδιασμό των προϊόντων, της διαδικασίας παραγωγής και της αλυσίδας εφοδιασμού, οι οποίες υποστηρίζουν τις στρατηγικές Μ.Ε. Στο τελευταίο κεφάλαιο, που αφορά την αρχιτεκτονική και την οικοδομική βιομηχανία, γίνεται αρχικά ένας εντοπισμός των σημαντικότερων διαφορών μεταξύ της οικοδομικής βιομηχανίας και των υπολοίπων. Εν συνεχεία αναπτύσσονται διάφορες εφαρμογές και προσεγγίσεις της Μ.Ε., στις επικαλύψεις κτιρίων και στην κατοικία.

Σημειώνεται, ότι η παρούσα εργασία εστιάζει στην Μ.Ε. των καταναλωτικών προϊόντων και όχι των καταναλωτικών υπηρεσιών. Ωστόσο, γίνεται λόγος μόνο για τις υπηρεσίες εκείνες, που πλαισιώνουν και υποστηρίζουν την Μ.Ε. των καταναλωτικών προϊόντων.

## 2. Μαζική Εξατομίκευση (Μ.Ε.)

### 2.1 Τι είναι Μ.Ε.;

Την ιδέα είχε προβλέψει το 1970 ο Alvin Toffler, στο βιβλίο του με τίτλο "Future Shock", όπου υποστήριξε ότι η μέγιστη ατομική επιλογή θεωρείται ως το δημοκρατικό ιδεώδες και εξέφρασε παράλληλα το άγχος για την εμφάνιση μιας πιο τυποποιημένης μαζικής κουλτούρας και τρόπου ζωής στην μέλλον (Toffler, 1970). Ο όρος "mass customization" (μαζική εξατομίκευση) επινοήθηκε το 1987 από τον Stan Davis, στο βιβλίο του "Future Perfect" (Davis, 1987). Ωστόσο, την ιδέα της Μ.Ε., ως την στρατηγική παραγωγής που θα επικρατούσε επί της "γερασμένης" μαζικής παραγωγής, διέδωσε ο Joseph Pine (1993). Σύμφωνα με τον Pine, Μ.Ε. είναι «...η ανάπτυξη, παραγωγή, προώθηση και διανομή οικονομικών αγαθών και υπηρεσιών, με αρκετή ποικιλία και εξατομίκευση, ώστε όλοι να βρίσκουν ακριβώς αυτό που θέλουν.» (Pine, 1993, σ. 44).

Μέχρι σήμερα πολλές είναι οι ερμηνείες που έχουν δοθεί, από διάφορους ερευνητές για την Μ.Ε. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η Μ.Ε. καλύπτει ένα μεγάλο φάσμα της βιομηχανίας, και οι ερευνητές που προέρχονται από διαφορετικούς χώρους, ερμηνεύουν την Μ.Ε. από την δική τους οπτική γωνία. Οι μεταξύ τους διαφορές εντοπίζονται κυρίως, στις διαφορετικές απαντήσεις που δίνει κάθε ερευνητής σε τρία ερωτήματα (Colletti & Aichner, 2011):

- Η Μ.Ε. είναι εφαρμόσιμη για την παραγωγή προϊόντων, την παροχή υπηρεσιών ή και τα δύο;
- Ποιες προϋποθέσεις πρέπει να πληρούνται, κατά την Μ.Ε., όσον αφορά το κόστος παραγωγής και την τελική τιμή αγοράς;
- Σε ποιο στάδιο της διαδικασίας δημιουργίας αξίας, πρέπει οι προτιμήσεις των πελατών να ενσωματώνονται;

Εντέλει υιοθετήθηκε ένας λειτουργικός ορισμός κατά τον οποίο Μ.Ε. είναι «οι τεχνολογίες και τα συστήματα που παρέχουν προϊόντα και υπηρεσίες, προσαρμοσμένα στις ανάγκες κάθε πελάτη, με αποδοτικότητα όμοια της μαζικής παραγωγής.» (Tseng & Jiao, 2001, σ. 685). Η εφαρμογή, ωστόσο αυτής της απλής δήλωσης στην πράξη, είναι εξαιρετικά περίπλοκη.

Οι μεγαλύτερες προκλήσεις που εμφανίζονται στον δρόμο για μια επιτυχημένη εφαρμογή Μ.Ε., αφορούν πρώτα απ' όλα τον εντοπισμό και την κατανόηση των αναγκών κάθε πελάτη, την γρήγορη εξυπηρέτηση των αναγκών αυτών, και την διατήρηση του κόστους σε χαμηλά επίπεδα, όμοια με αυτά της Μαζικής Παραγωγής. Ωστόσο, όσον αφορά το κόστος, έχει παρατηρηθεί στην πράξη ότι οι καταναλωτές είναι συχνά πρόθυμοι να πληρώνουν παραπάνω χρήματα, για λύσεις προσαρμοσμένες στα μέτρα τους (Tseng & Piller, 2003).

Συνεπώς, η εφαρμογή της Μ.Ε. σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα παροχής εξατομικευμένων προϊόντων ή υπηρεσιών μέσω ευέλικτων διαδικασιών και δικτύων εφοδιασμού, σε λογικά χαμηλό κόστος (Davis, 1989). Ο Guruswamy (2004) πρότεινε ένα ενιαίο πλαίσιο, με στόχο την υποστήριξη της Μ.Ε. από μια άποψη τριών διαστάσεων (Guruswamy, 2004):

- σχεδιασμό προϊόντος (product design)
- σχεδιασμό διαδικασίας παραγωγής (production process design)
- σχεδιασμό αλυσίδας εφοδιασμού (supply chain design)

Μία στρατηγική Μ.Ε. καλύπτει την δυναμική αυτών των τριών συντελεστών, των οποίων η σχέση είναι καταλυτική για την σχέση μεταξύ ποικιλίας προϊόντος, μαζικότητας και χρόνου παράδοσης.

## 2.2 Εφαρμογές Μ.Ε. στην βιομηχανία

Πολλά είναι τα παραδείγματα εφαρμογής Μ.Ε. στις διάφορες βιομηχανίες. Πολλές εταιρίες έχουν προχωρήσει στην υιοθέτηση στρατηγικών της Μ.Ε. για την καλύτερη εξυπηρέτηση των αναγκών των πελατών τους. Παρακάτω αναφέρονται κάποια παραδείγματα ανά βιομηχανία:

- Βιομηχανία αυτοκινήτων

Οι κατασκευάστριες εταιρίες παρέχουν στους οδηγούς έναν αριθμό επιλογών που συνήθως αφορούν το στυλ του αμαξώματος, τον κινητήρα, την εσωτερική επένδυση και εξοπλισμό, την βαφή του εξωτερικού κτλ., έτσι ώστε ο κάθε πελάτης να μπορεί να προσαρμόσει το αυτοκίνητο στα μέτρα του. Συχνά, η διαδικασία της επιλογής γίνεται μέσα από ένα διαδραστικό περιβάλλον, φιλικό προς τον χρήστη, το οποίο έχουν διαμορφώσει οι εταιρίες στις ιστοσελίδες τους στο διαδίκτυο. Τέτοια περιβάλλοντα, ανανεώνουν την απεικόνιση και την τιμή του τελικού προϊόντος αυτόματα, κάθε φορά που ο χρήστης κάνει μία επιλογή, έτσι ώστε να διευκολύνονται οι αποφάσεις των πελατών, πριν την παραγγελία (π.χ. το MINI<sup>TM</sup> της , το ADAM της Vauxhal (Εικόνα 2.1) κ.ά.). Κάποιες εταιρίες αρχίζουν να κατασκευάζουν οχήματα κατόπιν συγκεκριμένης παραγγελίας πελάτη (Holweg & Pil, 2004). Για παράδειγμα η Toyota στην Ιαπωνία, παρέχει διανομή μέσα σε πέντε μέρες, από την στιγμή που ο πελάτης σχεδιάσει το δικό του εξατομικευμένο αυτοκίνητο, από modular επιλογές, σε σύστημα CAD, διαμέσου των διαδικασιών επεξεργασίας της παραγγελίας, χρόνο-δρομολόγησης, κατασκευής, ελέγχου και διανομής (Alford et al., 2000).



Εικόνα 2.1 – Διαδικτυακή εφαρμογή σχεδιασμού του ADAM Vauxhal (Vauxhall, 2013)

- Βιομηχανία Η/Υ (ηλεκτρονικών υπολογιστών)  
Η Dell Inc., εταιρία Η/Υ παρέχει μία μεγάλη ποικιλία εξατομικευμένων προσωπικών Η/Υ (PCs-personal computers). Ο πελάτης μπορεί να διαλέξει ένα βασικό μοντέλο και να το προσαρμόσει στις απαιτήσεις του, επιλέγοντας τις μονάδες (σκληρό δίσκο, επεξεργαστή, μνήμη κτλ.) που θα προσθέσει στο μοντέλο. Η συναρμολόγηση των τυποποιημένων μονάδων στην κεντρική μονάδα, γίνεται αυτόματα αφού ολοκληρωθεί η παραγγελία και αφού γίνει αυτόματος έλεγχος συμβατότητας μεταξύ των μονάδων (Colleti & Aichner, 2011).
- Βιομηχανία κινητής τηλεφωνίας  
Η Motorola Inc. προσφέρει υψηλού επιπέδου εξατομικευμένες συσκευές επικοινωνίας, επιτρέποντας στους πελάτες να επιλέγουν μέσα από μια ποικιλία χαρακτηριστικών όπως η γλώσσα, τα χρώματα και διάφορα εξαρτήματα. Η Motorola χρησιμοποιεί ένα εξελιγμένο σύστημα πληροφορίας, για να διευκολύνουν τους πελάτες να διαλέξουν χαρακτηριστικά, από επιλογές που καλύπτουν πολλούς συνδυασμούς (Duray & Miligan, 1999).
- Βιομηχανία ένδυσης  
Η εταιρία Levi's, παρέχει εξατομικευμένα παντελόνια jeans, τα οποία ονομάζει "cut-to-fit" jeans (Εικόνα 2.2). Οι πελάτες κάνουν την παραγγελία προσδιορίζοντας κάποια χαρακτηριστικά (π.χ. ύφασμα, στυλ, μέγεθος), και ύστερα η εταιρία παράγει και διανέμει το προϊόν στο κατάστημα όπου έγινε

η παραγγελία. Η εξατομίκευση αυτών των jeans, γίνεται εφικτή με την χρήση ευέλικτων διαδικασιών παραγωγής. Μοναδικά μοτίβα κατασκευάζονται εκ νέου σε ένα τζιν παραδοσιακού στυλ, το οποίο τροποποιείται σύμφωνα με τις προδιαγραφές των πελατών (Duray et al., 2000).

**SALE - EXTRA 25% OFF**

JEANS & PANTS  
SHORTS  
SHIRTS  
OUTERWEAR  
ACCESSORIES & SHOES  
UNDER \$25  
SEE ALL SALE

**FEATURES**

NEW ARRIVALS  
MOST WANTED FITS  
NEW GREY WASHES  
501® SHOP

**CATEGORIES**

JEANS  
PANTS  
SHORTS  
SHIRTS  
SWEATSHIRTS & SWEATERS  
OUTERWEAR  
ACCESSORIES & SHOES

**JEANS BY STYLE**

501® ORIGINAL  
501® SHRINK-TO-FIT  
505™ REGULAR FIT  
511™ SLIM FIT  
513™ SLIM STRAIGHT  
514™ STRAIGHT FIT  
SEE MORE STYLES

**JEANS BY FIT**

**501® Original Fit Jeans**  
Style #005011596  
Free Shipping on orders of \$75+! Limited time offer. [More Details](#)

\*\*\*\*\* WRITE THE FIRST REVIEW

Regular Big & Tall

**SELECT A COLOR:**  
Blackhawk Was \$64.00 **\$52.00**

**FABRIC & FINISH:**  
Rinsed, non-stretch, heavyweight denim (12 oz.)

**SELECT YOUR WAIST:**

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 26W | 27W | 28W | 29W | 30W | 31W | 32W | 33W |
| 34W | 35W | 36W | 38W | 40W | 42W | 44W | 46W |

**SELECT YOUR INSEAM:**

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 29L | 30L | 31L | 32L | 33L | 34L | 36L | 38L |
| 40L |     |     |     |     |     |     |     |

**SIZE CHARTS** NEED SIZING HELP? CHECK OUT OUR SIZE CHART.

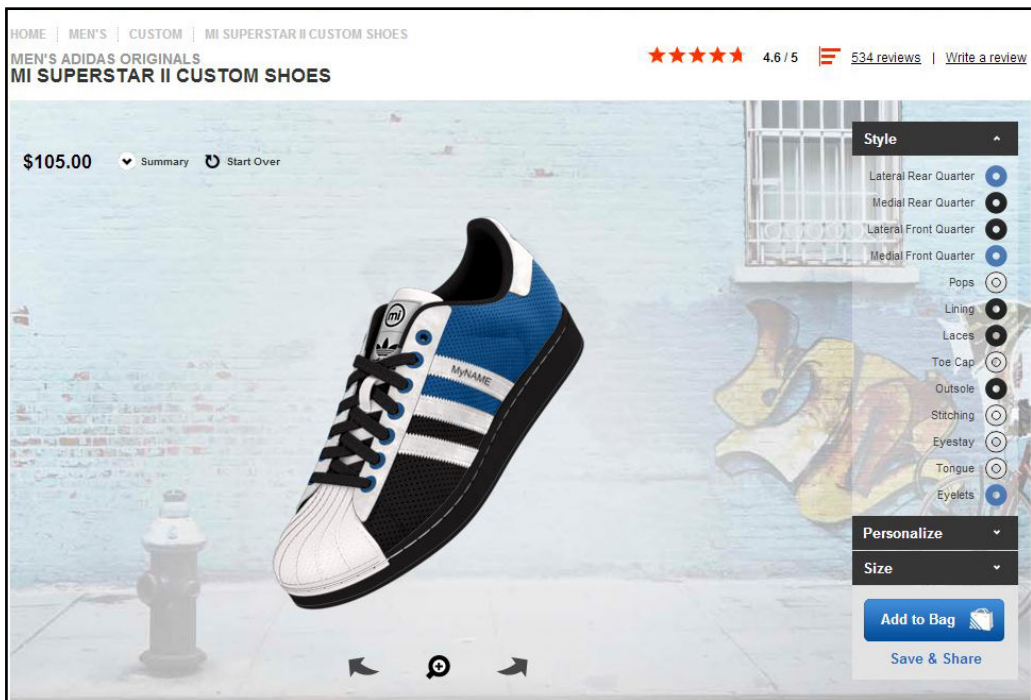
**QUANTITY:**  
1

Was \$64.00 **\$52.00**

Εικόνα 2.2 – Εξατομίκευση των Levi's "cut-to-fit" Jeans (Levi's, 2013)

- Βιομηχανία υπόδησης

Οι περισσότερες από τις μεγάλες εταιρίες παραγωγής υποδημάτων, κυρίως αθλητικών, επιτρέπουν στον πελάτη, να επιλέξει αρχικά ένα βασικό μοντέλο και ύστερα να τροποποιήσει διάφορα χαρακτηριστικά του (π.χ. χρώματα, μοτίβα κτλ.), μέσα από ένα διαδραστικό περιβάλλον στις ιστοσελίδες τους (π.χ. η Reebok μέσω του "Rbk CUSTOM" ή η Nike μέσω του "NikeiD"). Άλλες εταιρίες, όπως η Adidas μέσω της υπηρεσίας "miAdidas" (Εικόνα 2.3), προσφέρουν εξ' ολοκλήρου εξατομικευμένα υποδήματα, τα οποία μορφοποιούνται ώστε να ταιριάζουν στο πόδι του πελάτη (Berger et al., 2005).



Εικόνα 2.3 – Διαδικτυακό περιβάλλον εξατομίκευσης των miAdidas (adidas, 2013)

Είναι προφανές ότι η μαζική εξατομίκευση αντιπροσωπεύει μία μεγάλη γκάμα προϊόντων, βιομηχανιών και συστημάτων παραγωγής με διαφορετικούς τρόπους. Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύονται αυτοί οι τρόποι, ή αλλιώς οι στρατηγικές Μ.Ε.

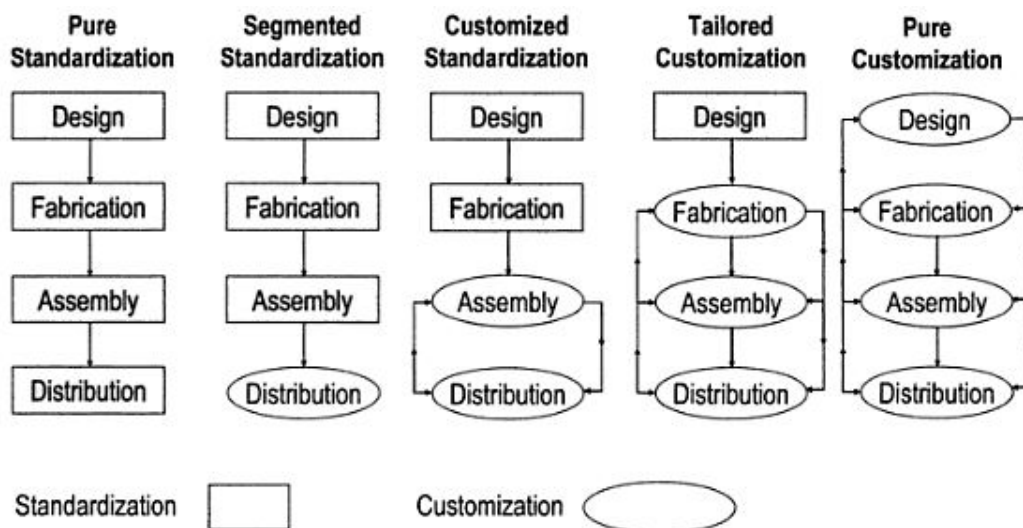
## 2.3 Στρατηγικές Μ.Ε.

Η Μαζική Εξατομίκευση στην πράξη είναι ένα σύνολο από αρχές που ως στόχο έχουν να κάνουν τις εταιρίες περισσότερο πελατοκεντρικές (Tseng & Piller, 2003). Διάφορες πετυχημένες στρατηγικές Μ.Ε. έχουν εφαρμοσθεί έως σήμερα από ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει μία συγκεκριμένη στρατηγική για πετυχημένη Μ.Ε. Διάφοροι ερευνητές έχουν αναπτύξει πολλές τυπολογίες και ταξινομήσεις οι οποίες πλαισιώνουν τις διάφορες στρατηγικές. Επειδή πολλές από αυτές είναι παρόμοιες, παρακάτω αναπτύσσονται μόνο αυτές που έχουν να αναδείξουν κάποιες διαφορές.

**Οι Lampel και Mintzberg (1996, σσ. 24)** ορίζουν ένα συνεχές πέντε στρατηγικών, βασιζόμενο στο σημείο το οποίο συμμετέχει ο πελάτης στη διαδικασία για πρώτη φορά, ξεκινώντας από την μη συμμετοχή (pure standardization) μέχρι την συμμετοχή στον σχεδιασμό (pure customization). Και

οι πέντε στρατηγικές με την σειρά είναι οι εξής: **pure standardization** (καθαρή τυποποίηση), **segmented standardization** (τμηματική τυποποίηση), **customized standardization** (προσαρμοσμένη τυποποίηση), **tailored customization** (προσαρμοσμένη εξατομίκευση), και **pure customization** (καθαρή εξατομίκευση) (Εικόνα 2.4).

- Η καθαρή τυποποίηση αναφέρεται στην περίπτωση κατά την οποία όλα τα προϊόντα είναι τυποποιημένα και ο πελάτης δεν συμμετέχει στην διαδικασία, μέχρι να γίνει κάτοχος του προϊόντος.
- Στην τμηματική τυποποίηση, οι εταιρίες ανταποκρίνονται στις ανάγκες διαφορετικών μερίδων πελατών, παράγοντας ένα τυποποιημένο προϊόν, διαφορετικό για κάθε μερίδα.
- Στην προσαρμοσμένη τυποποίηση τα προϊόντα παράγονται κατά παραγγελία, με την συναρμολόγηση τυποποιημένων κομματιών.
- Στην προσαρμοσμένη εξατομίκευση, προϋπάρχει ένα βασικό προϊόν, το οποίο μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τις απαιτήσεις κατά την κατασκευή.
- Στην καθαρή εξατομίκευση, το προϊόν προσαρμόζεται εξ' αρχής, στην φάση του σχεδιασμού. Ωστόσο θα πρέπει να υπάρχει μια αρχική τυπική διαμόρφωση η οποία θα επιδέχεται τις προσαρμογές, αλλιώς η διαδικασία είναι προτυποποίηση (prototyping) και όχι εξατομίκευση.



Εικόνα 2.4 – Το συνεχές των πέντε στρατηγικών (Lampel & Mintzberg, 1996)

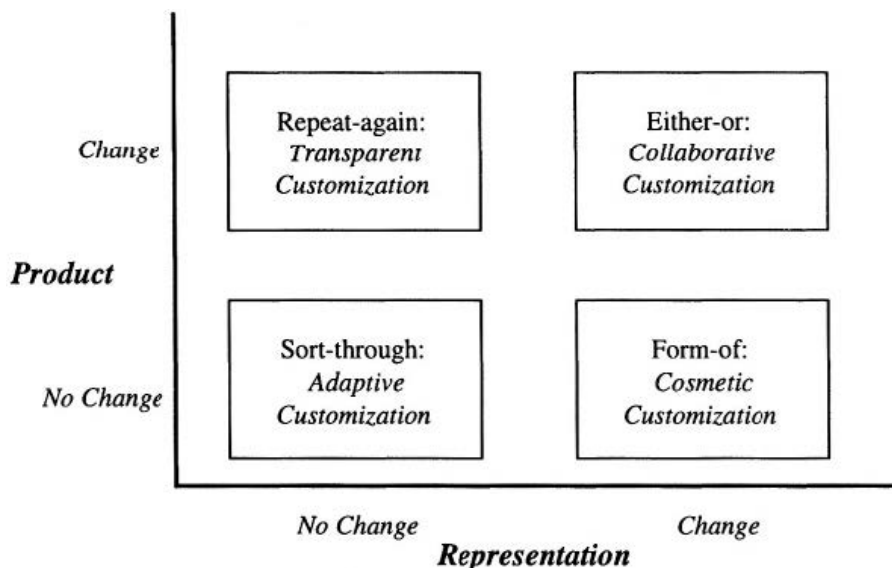
Οι Barlow et al. (2003), βάσει αυτού του μοντέλου των Lampel και Mintzberg, αναζήτησαν εφαρμογές των πέντε στρατηγικών στην Ιαπωνική

βιομηχανία κατοικιών. Η έρευνά τους αφορούσε την προσέγγιση εξατομίκευσης των κατοικιών διάφορων Ιαπωνικών εταιριών, συμπεριλαμβανομένων των Toyota Home (segmented standardization), Sekisui Heim (customized standardization) και Sekisui House (tailored customization).

**Οι Pine και Gilmore (1999, σσ. 86)** προσδιόρισαν τέσσερις στρατηγικές Μ.Ε., εστιάζοντας στις ανάγκες των πελατών και την δυνατότητα αποφυγής οποιασδήποτε θυσίας αυτών. Ως θυσία πελάτη ορίζουν την διαφορά μεταξύ του τι αποδέχεται ένας πελάτης, με το τι πραγματικά έχει ανάγκη, ακόμα κι αν δεν ξέρει ή δεν μπορεί να διατυπώσει τι είναι αυτό. Προκειμένου να ανταποκρίνονται στις θυσίες των πελατών, οι εταιρίες καλούνται να αποφασίσουν, βάσει αυτών των στρατηγικών, αν θα έχει τη δυνατότητα το προϊόν να αλλάζει το ίδιο, ή αν θα αλλάζει η παρουσίασή του (πχ. η περιγραφή του, η συσκευασία, το όνομα κτλ.), ή και τα δύο. Έτσι οι τέσσερις τρόποι προσέγγισης Μ.Ε. είναι οι εξής: **collaborative, adaptive, cosmetic** και **transparent** (Εικόνα 2.5).

- Στην collaborative εξατομίκευση οι εταιρίες προσπαθούν, μέσω διαλόγου με κάθε πελάτη ξεχωριστά, να τους βοηθήσουν να διατυπώσουν τις ανάγκες τους, να αναγνωρίσουν την συγκεκριμένη προσφορά που καλύπτει αυτές τις ανάγκες και τέλος να τους προμηθεύσουν με το εξατομικευμένο προϊόν τους. Αυτή η προσέγγιση είναι ιδανική για εταιρίες, των οποίων οι πελάτες δεν ξέρουν ακριβώς τι ψάχνουν από το προϊόν (πχ. οπτικά, υποδήματα, ενδύματα κτλ.).
- Στην adaptive εξατομίκευση οι εταιρίες προσφέρουν ένα τυποποιημένο, αλλά παράλληλα προσαρμόσιμο προϊόν, το οποίο είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν οι χρήστες να το τροποποιήσουν μόνοι τους. Αυτή η προσέγγιση είναι κατάλληλη, για εταιρίες των οποίων οι πελάτες, θέλουν το προϊόν να λειτουργεί με διαφορετικούς τρόπους, υπό διαφορετικές συνθήκες, και οι διαθέσιμες τεχνολογίες καθιστούν εφικτή την τροποποίηση του, από τους ίδιους. Σ' αυτήν την περίπτωση, είναι το προϊόν που αλληλεπιδρά με τον χρήστη και όχι η εταιρία. Επίσης τα προϊόντα αυτής της προσέγγισης (adaptable products) μπορούν να προσαρμόζονται είτε από τον χρήστη (πχ. συστήματα ρυθμιζόμενου φωτισμού όπως το Lutron's Grafik Eye System, ρυθμιζόμενες καρέκλες γραφείου κτλ.), είτε από μόνα τους (π.χ. ξυραφάκια Gillette Sensor).
- Στην cosmetic εξατομίκευση, ένα τυποποιημένο προϊόν, παρουσιάζεται με διαφορετικό τρόπο σε διαφορετικούς πελάτες. Αυτή η προσέγγιση είναι κατάλληλη, όταν οι πελάτες χρησιμοποιούν το προϊόν με τον ίδιο τρόπο, αλλά χρειάζονται να έχει προσαρμοσμένο παρουσιαστικό, όπως μία διαφορετική συσκευασία, το όνομά τους πάνω στο προϊόν κ.α.

- Στην transparent εξατομίκευση, οι εταιρίες παρέχουν ατομικά σε κάθε πελάτη, μοναδικά αγαθά και υπηρεσίες, χωρίς οι ίδιοι να γνωρίζουν ότι αυτά έχουν προσαρμοστεί ειδικά γι' αυτούς. Αυτή η προσέγγιση είναι ιδανική, όταν οι συγκεκριμένες ανάγκες των πελατών είναι προβλέψιμες ή μπορούν εύκολα να συναχθούν, και ειδικά όταν οι πελάτες δεν θέλουν να δηλώνουν τις ανάγκες τους συνεχώς. Κατά την εφαρμογή αυτής της στρατηγικής, οι εταιρίες παρατηρούν τις συμπεριφορές των πελατών, χωρίς άμεση αλληλεπίδραση με αυτούς, και ύστερα διακριτικά, προσαρμόζουν τις προσφορές τους μέσα σε τυποποιημένη συσκευασία (π.χ. προϊόντα καθαρισμού Chemstation). Συνεπώς αυτή η διαδικασία προϋποθέτει μία προσεκτικά τυποποιημένη συσκευασία, η οποία θα μπορεί να περιέχει τις διάφορες παραλλαγές του προϊόντος, και φυσικά είναι ακριβώς αντίθετη διαδικασία από αυτήν της *cosmetic εξατομίκευσης*, όπου το προϊόν είναι τυποποιημένο και η συσκευασία αλλάζει.



Εικόνα 2.5 – Οι τέσσερις προσεγγίσεις M.E. των Pine & Gilmore (1999, p. 87)

**Οι Duray et al. (2000, σσ. 612)** ταξινόμησαν την M.E. βασιζόμενοι στο πότε συμμετέχει ο πελάτης και στο είδος της δομοστοιχίωσης (modularity). Οι δύο αυτές διαστάσεις, αναλύονται σε σχέση με τις τέσσερις φάσεις του κύκλου παραγωγής, την σχεδίαση, την κατασκευή, την συναρμολόγηση και την χρήση. Η διάσταση της συμμετοχής του πελάτη καθορίζει τον βαθμό εξατομίκευσης, καθώς η συμμετοχή του πελάτη στα πρώτα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, σημαίνει μεγαλύτερο βαθμό εξατομίκευσης. Απ' την άλλη η διάσταση του modularity καθορίζει την μαζικότητα της παραγωγής εξατομικευμένων προϊόντων και την διατήρηση χαμηλού κόστους. Σε αυτή τη

διάσταση οι Duray et al. διαχωρίζουν το modularity που επιτρέπει την προσαρμογή των σπονδυλωτών στοιχείων (modules) στα πρώτα στάδια, της σχεδίασης και της κατασκευής, από εκείνο κατά το οποίο τα modules είναι τυποποιημένα και απaráλλαχτα. Αντιπαραθέτοντας τις δύο διαστάσεις κατέληξαν σε τέσσερα αρχέτυπα προμηθευτών: **fabricators**, **involvers**, **modularizers**, και **assemblers** (Εικόνα 2.6).

- Οι fabricators, επιτρέπουν την συμμετοχή των πελατών από τα πρώτα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας και χρησιμοποιούν το modularity ώστε να αυξήσουν τα κοινά χαρακτηριστικά των στοιχείων. Ωστόσο μπορούν να αναπτύσσουν νέα modules ή να τροποποιούν τα ήδη υπάρχοντα.
- Οι involvers αντιθέτως, χρησιμοποιούν το modularity στα τελευταία στάδια, ενώ και αυτοί επιτρέπουν την πρώιμη συμμετοχή των πελατών. Σε αυτήν την περίπτωση, η εξατομίκευση γίνεται στο στάδιο της συναρμολόγησης με τον συνδυασμό τυποποιημένων στοιχείων.
- Οι modulizers, χρησιμοποιούν κοινά στοιχεία σε πολλά από τα προϊόντα τους, και η εξατομίκευση επιτυγχάνεται στα δύο τελευταία στάδια. *“modulizers incorporate both customizable modularity in the later stages of the production cycle and non customizable modularity in the design and fabrication stages”* (Duray et al. 2000, σ. 613).
- Οι assemblers ακολουθούν μια στρατηγική assemble-to-order (συναρμολόγηση κατά παραγγελία), όπου επιτρέπουν την συμμετοχή του πελάτη στα τελευταία στάδια και παράγουν εξατομικευμένα προϊόντα βασισμένα σε τυποποιημένα modules.

| Point of Customer Involvement | Type of Modularity |             |                 |     |
|-------------------------------|--------------------|-------------|-----------------|-----|
|                               | Design             | Fabrication | Assembly        | Use |
| Design                        | 1<br>Fabricators   |             | 2<br>Involvers  |     |
| Fabrication                   |                    |             |                 |     |
| Assembly                      | 3<br>Modularizers  |             | 4<br>Assemblers |     |
| Use                           |                    |             |                 |     |

Εικόνα 2.6 – Αρχέτυπα προμηθευτών από τους Duray et al. (2000, p. 612)

**O Piller (2000, σσ. 250)** ταξινόμησε την Μ.Ε., βασιζόμενος στο πλαίσιο των Coates και Wolf (1995, σσ. 6-7) ,οι οποίοι κάνουν τον διαχωρισμό μεταξύ του **soft customization** και **hard customization** (Εικόνα 2.7).

To soft customization, βασίζεται σε δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης, τεχνικού σχεδιασμού, ή πώλησης. Αφορά λίγες παραλλαγές ενός προϊόντος, οι οποίες παράγονται σε μεγάλες παρτίδες, με τους πελάτες να μην έχουν καμία συμμετοχή στην παραγωγική διαδικασία. Έτσι η εξατομίκευση γίνεται, είτε από τους ίδιους τους πελάτες (**self customization**) (π.χ. programmable computer chips), είτε από τους λιανοπωλητές στα σημεία διανομής και πώλησης (**point-of-delivery customization**) (π.χ. Smart cars), είτε με επιπρόσθετες υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρουν οι εταιρίες (**service customization**) (π.χ. υποστήριξη συντήρησης, υπηρεσία εγκατάστασης βιομηχανικού εξοπλισμού κτλ.).

To hard customization αντιθέτως, βασίζεται στην συμμετοχή του πελάτη στην διαδικασία παραγωγής, καθώς λαμβάνονται υπ' όψιν οι προδιαγραφές των πελατών κατά την παραγωγή, έτσι ώστε κάθε προϊόν να αντιστοιχεί σε μία συγκεκριμένη παραγγελία. Έτσι με βάση τον βαθμό της συμμετοχής του πελάτη ο Piller (2000, σσ. 256) αναγνωρίζει τρεις τύπους του hard customization: **customization-standardization mix** , **modular product architectures** και **flexible customization**.

- Στο customization-standardization mix, οι πρώτες ή οι τελευταίες διαδικασίες της αλυσίδας αξίας (value chain) εξατομικεύονται με την συμμετοχή του πελάτη, ενώ οι υπόλοιπες παραμένουν τυποποιημένες (π.χ. στην βιομηχανία ενδυμάτων, το σωματικό μέγεθος του πελάτη, επηρεάζει τα πρώτα στάδια της παραγωγής, όπου κόβεται το ύφασμα στα μέτρα του, ενώ όλες οι επόμενες διαδικασίες είναι τυποποιημένες για όλα τα μεγέθη).
- Στο modular product architectures, η εξατομίκευση με τον συνδυασμό σπονδυλωτών στοιχείων (modular components) (π.χ. προσαρμοσμένη διαμόρφωση του προσωπικού Η/Υ με modular στοιχεία).
- Στο flexible customization απαιτείται ένα ευέλικτο σύστημα παραγωγής, ώστε να μπορούν να παράγονται παρτίδες του ενός, χωρίς αύξηση στο κόστος. Γι' αυτό και τα εξατομικευμένα εξαρτήματα, αντιπροσωπεύουν τα κύρια στοιχεία του προϊόντος (π.χ. εξατομίκευση των διαστάσεων του σκελετού και άλλων χαρακτηριστικών στην βιομηχανία ποδηλάτων).

| <b><i>Soft Customization:</i></b><br>Customization based on fully standardized manufacturing processes     | <b><i>Hard Customization:</i></b><br>Customization starts within the manufacturing processes                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Self customization</b><br>Create customizable products and services                                     | <b>Customization-Standardization-mix</b><br>Either the first or the last activities of the value chain are customized within the factory, while keeping the others standardized |
| <b>Point-of-delivery customization</b><br>Customization of a standardized product at the point-of-delivery | <b>Modular product architectures</b><br>Modularize components and combine them to customized products                                                                           |
| <b>Service customization</b><br>Customize services around standardized products and services               | <b>Flexible customization</b><br>Using flexible manufacturing systems for production of fully customized products without higher costs                                          |

Εικόνα 2.7 – Στρατηγικές Μ.Ε. του Piller (2000, p. 251)

Οι Da Silveira et al. (2001, σσ 3-4), βασιζόμενοι σε έρευνα της βιβλιογραφίας, ανέπτυξαν ένα πλαίσιο ταξινόμησης της Μ.Ε., αποτελούμενο από οκτώ γενικές στρατηγικές: **Design, Fabrication, Assembly, Additional custom work, Additional services, Package and Distribution, Usage και Standardization.**

- Στο Design οι πελάτες αλληλεπιδρούν με τους προμηθευτές, με σκοπό να σχεδιάσουν ένα προϊόν που να εξυπηρετεί τις ανάγκες τους (η στρατηγική αυτή είναι όμοια με την collaborative των Pine & Gilmore, 1999).
- Στο Fabrication παράγονται εξατομικευμένα προϊόντα, ακολουθώντας κάποια βασικά προκαθορισμένα σχέδια, επιτρέποντας παράλληλα κάποιες τροποποιήσεις από τον πελάτη, στα δομικά στοιχεία του προϊόντος.
- Στο Assembly, τυποποιημένα modules συνδυάζονται σε διαφορετικές παραλλαγές του προϊόντος, με σκοπό την κάλυψη των απαιτήσεων του πελάτη.
- Στο Additional custom work, οι εταιρίες παρέχουν επιπλέον εργασίες προσαρμογής σε τυποποιημένα προϊόντα, στη φάση της παράδοσης (όμοια με το point-of-delivery customization του Piller, 2000).
- Στο Additional services ομοίως, οι εταιρίες παρέχουν επιπλέον υπηρεσίες για τυποποιημένα προϊόντα (όμοια με το service customization του Piller, 2000).
- Το Package and Distribution αναφέρεται σε εξατομικευμένους τρόπους συσκευασίας και διανομής τυποποιημένων προϊόντων (όμοια με το cosmetic customization των Pine & Gilmore, 1999).

- To Usage αναφέρεται σε τυποποιημένα, αλλά προσαρμόσιμα από τον χρήστη και κατά την χρήση προϊόντα.
- To Standardization τέλος, αναφέρεται σε τυποποιημένα προϊόντα, τα οποία έχουν σχεδιαστεί ώστε να προσαρμόζονται από μόνα τους στις ανάγκες του χρήστη.

**Οι MacCarthy et al. (2003, σσ. 290)**, βασιζόμενοι σε έρευνα της σχετικής βιβλιογραφίας και στην έρευνα πέντε περιπτώσεων, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι ταξινομήσεις που βασίζονται σε απόψεις που αφορούν την αλυσίδα αξίας (value chain) (π.χ. πλαίσιο των Lampel & Mintzberg, 1996), είναι ασαφής. *“The uncertainties in applying the approaches that adopt the value chain perspective stem from the premise used implicitly in these schemes that there is a single point of customization”* (MacCarthy et al. 2003, σ. 295). Έτσι πρότειναν ένα σύστημα ταξινόμησης αποτελούμενο από πέντε θεμελιώδεις τρόπους (modes) λειτουργίας (με τον όρο “modes of operation”, αναφέρονται στις στρατηγικές M.E. του δικού τους μοντέλου, σ. 296), οι οποίοι αναλύονται αρχικά σε σχέση με ένα μοντέλο διαδικασιών και λειτουργιών, αποτελούμενο από έξι βασικές υπό-διαδικασίες (σσ. 296-297): order taking and co-ordination, product development and design, product validation and manufacturing engineering, order fulfillment management, order fulfillment realization, και post-order process. Ακολουθεί μια δεύτερη και τελική ανάλυση των τύπων, σε σχέση με τρεις παράγοντες, οι οποίοι απορρέουν από τις παραπάνω υπό-διαδικασίες:

- Ο πρώτος παράγοντας αφορά το αν οι διαδικασίες σχεδιασμού και επικύρωσης του προϊόντος (product design and product validation) εκτελούνται ανά οικογένεια προϊόντος (per product family), ανά προϊόν (per product), ή ανά παραγγελία (per order).
- Ο δεύτερος παράγοντας αφορά το αν οι απαιτούμενοι πόροι (resources) για την εκπλήρωση της παραγγελίας είναι προκαθορισμένοι (fixed) ή τροποποιήσιμοι (flexible).
- Ο τρίτος παράγοντας αφορά την περίπτωση που το προϊόν θα κατασκευαστεί μία φορά, για μία παραγγελία που δεν αναμένεται να επαναληφθεί (once-only), ή την αντίθετη περίπτωση της επανάληψης της παραγγελίας (call-off). Η τελευταία περίπτωση συμβαίνει, όταν πελάτης είναι κάποιος έμπορος χονδρικής πώλησης που μπορεί να χρειάζεται μεγάλες ποσότητες κάποιου εξατομικευμένου προϊόντος.

Έτσι οι πέντε τρόποι M.E. είναι: **catalogue MC, fixed resource design-per-order MC, flexible resource design-per-order MC, fixed resource call-off MC**, και **flexible resource call-off MC** (Εικόνα 2.8).

- A. Στον catalogue mass customization, τα προϊόντα σχεδιάζονται, επικυρώνονται και κατασκευάζονται, πριν από οποιαδήποτε παραγγελία πελάτη. Χάριν του σχεδιασμού των προϊόντων κατά οικογένειες (product family design), ο πελάτης βρίσκει αυτό που χρειάζεται μέσα από μία προκαθορισμένη ποικιλία προϊόντων. Οι διαδικασίες και οι πόροι που θα χρειαστούν, για την διαχείριση και εκπλήρωση της παραγγελίας, καθορίζονται προτού η παραγγελία εισέλθει στο σύστημα.
- B. Αντιθέτως στον fixed resource design-per-order mass customization τύπο, το εύρος των επιλογών των πελατών δεν είναι προκαθορισμένο. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των προϊόντων, πραγματοποιούνται κατόπιν νέας παραγγελίας του πελάτη. Επίσης σ' αυτόν τον τύπο, δεν αναμένεται η επανάληψη παραγγελιών. Όσο για τους απαιτούμενους πόρους για την εκπλήρωση της παραγγελίας, είναι και εδώ προκαθορισμένοι.
- C. Στον flexible resource design-per-order mass customization, ισχύει ό,τι και στον (B), με την διαφορά ότι εδώ οι απαιτούμενοι πόροι δεν είναι προκαθορισμένοι και μπορούν να δέχονται τροποποιήσεις.
- D. Στον fixed resource call-off mass customization, ισχύει ό,τι και στον (B), με την διαφορά ότι εδώ αναμένεται επανάληψη παραγγελιών.
- E. Στον flexible resource call-off mass customization, ισχύει ό,τι και στον (D), με την διαφορά ότι οι απαιτούμενοι πόροι δεν είναι προκαθορισμένοι.

|                            | A          | B                                  | C                                     | D                          | E                             |
|----------------------------|------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|                            | Catalogue  | Fixed resource design-per-order MC | Flexible resource design-per-order MC | Fixed resource call-off MC | Flexible resource call-off MC |
| Product design             | Per family | Per order                          | Per order                             | Per product                | Per product                   |
| Product validation         | Per family | Per order                          | Per order                             | Per product                | Per product                   |
| Once-only/call-off         | --         | Once-only                          | Once-only                             | Call-off                   | Call-off                      |
| Fixed/modifiable resources | Fixed      | Fixed                              | Modifiable                            | Fixed                      | Modifiable                    |

Εικόνα 2.8 – Τα πέντε “modes” Μ.Ε. των MacCarthy et al. (2003, p. 299)

Από όλες τις στρατηγικές που αναπτύχθηκαν παραπάνω, δεν υπάρχει μία που να θεωρείται σωστή. Οποιαδήποτε στρατηγική μπορεί να θεωρηθεί πετυχημένη, όταν «κάθε πελάτης βρίσκει ακριβώς την επιλογή που επιθυμεί» (Kahn, 1998). Επιπλέον η επιτυχημένη εφαρμογή οποιασδήποτε στρατηγικής Μ.Ε., εξαρτάται από τον σχεδιασμό του προϊόντος, της διαδικασίας παραγωγής, και της αλυσίδας εφοδιασμού. Πριν όμως την ανάλυση αυτών των τριών συνιστωσών (Κεφ. 3), αξίζει να αναφερθούν κάποιοι καταλυτικοί παράγοντες για την Μ.Ε.

Παράγοντες δηλαδή που διευκολύνουν και καθιστούν εφικτή την επιτυχημένη εφαρμογή της Μ.Ε.

## **2.4 Προϋποθέσεις ουσιαστικής εφαρμογής Μ.Ε.**

Για την επιλογή της καταλληλότερης στρατηγικής για Μ.Ε., πρέπει πρώτα να ληφθούν υπ' όψη κάποιοι καταλυτικοί παράγοντες. Αυτοί διαχωρίζονται στην τεχνολογία και την μεθοδολογία, που υποστηρίζουν την ανάπτυξη του συστήματος παραγωγής για Μ.Ε. (Da Silveira et al., 2001). Γενικά, οι μεθοδολογικοί παράγοντες αφορούν τις οργανωτικές και πολιτιστικές πτυχές στην εφαρμογή Μ.Ε., ενώ οι τεχνολογικοί παράγοντες αφορούν τις κατασκευαστικές πτυχές (Chandra & Grabis, 2004).

Οι μεθοδολογίες Μ.Ε., όπως προαναφέρθηκε, αφορούν τις οργανωτικές και πολιτιστικές πτυχές της Μ.Ε. Ένα παράδειγμα μεθοδολογίας, που λειτουργεί ως καταλυτικός παράγοντας για την Μ.Ε., είναι η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού. Η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι αυτή που κρατάει ενωμένες όλες τις δραστηριότητες που χρειάζονται για την επιτυχημένη εφαρμογή της Μ.Ε. (Gooley, 1998). Βασικός σκοπός της είναι ο συντονισμός των αλληλεπιδράσεων μεταξύ πελατών, διανομής των εξατομικευμένων προϊόντων, κατασκευής, και απόκτηση των υλικών από τους προμηθευτές. Η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού αναπτύσσεται εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Οι τεχνολογίες Μ.Ε., αναφέρονται σε τεχνολογίες που επιτρέπουν και διευκολύνουν την Μ.Ε. όπως τα συστήματα CAD (computer-aided design), CIM (computer-integrated manufacturing) και FMS (flexible manufacturing systems). Τεχνολογίες πληροφορίας (Information Technologies), επικοινωνίας και δικτύου, επιτρέπουν την άμεση σύνδεση μεταξύ πελατών, κατασκευαστών και προμηθευτών, βελτιώνοντας σημαντικά τον χρόνο ανταπόκρισης στις απαιτήσεις των πελατών. Οι τεχνολογίες Μ.Ε. αναπτύσσονται εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.

### 3. Συνιστώσες Μ.Ε.

Οι στρατηγικές Μ.Ε. καλύπτουν τρεις συνιστώσες υλοποίησης του προϊόντος: τον σχεδιασμό του, το σύστημα παραγωγής και την αλυσίδα εφοδιασμού. Παρακάτω δίδεται μία συνολική εικόνα των τριών συνιστωσών, αναλύοντας κάποιες τεχνικές και μεθόδους προσέγγισής τους σε σχέση με την Μ.Ε., με στόχο την καλύτερη κατανόηση της δυναμικής τους.

#### 3.1 Σχεδιασμός προϊόντων για Μ.Ε.

Πριν την επιλογή οποιασδήποτε στρατηγικής Μ.Ε., το προϊόν πρέπει να είναι προσαρμόσιμο (Da Siveira et al., 2001). Υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά των προϊόντων που μπορεί να διευκολύνουν ή να δυσκολεύουν την Μ.Ε. Η Μ.Ε. είναι εφαρμόσιμη σε προϊόντα των οποίων το κόστος εξατομίκευσής τους, δεν υπερβαίνει την αξία που τους δίνουν οι πελάτες (Tseng & Piller, 2003). Ένα εξατομικευμένο προϊόν είναι ειδικά σχεδιασμένο, ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες κάποιου πελάτη. Οι Pine & Gilmore (1999), διαχωρίζουν την εξατομίκευση προϊόντων από την ποικιλία προϊόντων. Ενώ η εξατομίκευση επιδιώκει την εκπλήρωση ατομικών αναγκών του πελάτη, η ποικιλία προσφέρει απλά περισσότερες επιλογές απ' τις οποίες μπορεί να επιλέξει ο πελάτης. Ο διαχωρισμός αυτός είναι σημαντικός γιατί η εξατομίκευση προϋποθέτει την συμμετοχή του πελάτη στην σύνθεση του τελικού προϊόντος.

Από την στιγμή που κάθε πελάτης έχει διαφορετικές προτιμήσεις και ανάγκες, θα έπρεπε να υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες παραλλαγές ενός προϊόντος. Από σχεδιαστικής απόψεως, η διάθεση όλων των δυνατών παραλλαγών μπορεί να είναι εφικτή, όμως από κατασκευαστικής και οικονομικής απόψεως, οι επιλογές πρέπει να είναι περιορισμένες για εξοικονόμηση κόστους (Blecker et al., 2005). Ακόμη η διαθεσιμότητα πάρα πολλών επιλογών σε παραλλαγές, μάλλον περιορίζει την ελκυστικότητα της αγοράς εξατομικευμένων προϊόντων για τους περισσότερους πελάτες (Duray R., 2000). Στον τομέα της κατοικίας, για παράδειγμα, οι κατασκευαστές προσπαθούν να περιορίζουν τον βαθμό της επιλογής, για να πετυχαίνουν οικονομίες κλίμακας στην διαδικασία της κατασκευής (Barlow et al., 2003). Έτσι στο πρόβλημα του σχεδιασμού προϊόντος για Μ.Ε., ζητούμενο είναι η ανάπτυξη παραλλαγών του προϊόντος, οι οποίες να μπορούν να παραχθούν αποδοτικά.

Ένα εξατομικευμένο προϊόν είναι μία ελαφρά παραλλαγή μιας προκαθορισμένης διαμόρφωσης που αναπτύσσεται βάσει κάποιας συγκεκριμένης παραγγελίας (Ulrich & Eppinger, 2004). Επομένως, η ύπαρξη κάποιας αρχικής διαμόρφωσης του προϊόντος, είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση εξατομίκευσης. Έτσι, ένα εξατομικευμένο προϊόν, μπορεί να

είναι ένα τυπικό προϊόν που τροποποιείται-προσαρμόζεται βάσει των αναγκών του πελάτη, ή μπορεί να είναι ένα σύνθετο προϊόν, συναρμολογημένο από τυποποιημένες ή εξατομικευμένες λειτουργικές μονάδες (modules), βάσει των αναγκών του πελάτη. Η προσαρμοστικότητα του προϊόντος στις ανάγκες του κάθε ατόμου, η εξατομίκευσή του δηλαδή, εξαρτάται άμεσα από την αρχιτεκτονική του. Από το πώς είναι σχεδιασμένο και δομημένο δηλαδή. Χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής του προϊόντος, που μπορούν να εξυπηρετήσουν την Μ.Ε., είναι η πλατφόρμα προϊόντος (**product platform**), ο σπονδυλωτός σχεδιασμός (**modularity**), και ο παραμετρικός σχεδιασμός (**parametric design**).

### 3.1.1 Πλατφόρμα προϊόντος

Πλατφόρμα προϊόντος, είναι το σύνολο των στοιχείων του προϊόντος και των διασυνδέσεων τα οποία είναι κοινά σε διαφορετικά τελικά μοντέλα (Muffatto, 1999). Η εξατομίκευση του προϊόντος επιτυγχάνεται είτε προσθέτοντας παραμέτρους και επιλογές σε μια κοινή πλατφόρμα, είτε συνδυάζοντας διαφορετικά modules δίνοντας διαφορετικά χαρακτηριστικά στο προϊόν (Mikkola & Larsen, 2004). Η ομάδα προϊόντων που σχετίζονται λόγω της κοινής τους πλατφόρμας προϊόντος, λέγεται οικογένεια προϊόντος (product family) (Simpson et al. 2005).

### 3.1.2 Σπονδυλωτός σχεδιασμός

Ο σπονδυλωτός σχεδιασμός, αφορά τον σχεδιασμό ενός συστήματος από στοιχεία που συναρμολογούν μεταξύ τους, και τον βαθμό στον οποίο οι κανόνες του συστήματος, επιτρέπουν ή εμποδίζουν διαφορετικούς συνδυασμούς των στοιχείων (Schilling, 2000). Ακόμη και με περιορισμένη ποικιλία τέτοιων στοιχείων, το εύρος των τελικών προϊόντων μπορεί να είναι μεγάλο, λόγω των διαφορετικών συνδυασμών των στοιχείων. Άλλο ένα πλεονέκτημα αυτού του σχεδιασμού, είναι ότι επιτρέπει τμήμα του προϊόντος ή και ολόκληρο το προϊόν, να κατασκευάζεται μαζικά ως τυποποιημένα modules, με την εξατομίκευση να επιτυγχάνεται μέσω του συνδυασμού ή της τροποποίησής τους. Ο Pine (1993), υποστηρίζει ότι ο σπονδυλωτός σχεδιασμός είναι το κλειδί για την Μ.Ε., καθώς επιτρέπει χαμηλού κόστους εξατομίκευση.

### 3.1.3 Παραμετρικός σχεδιασμός

Ο παραμετρικός σχεδιασμός, είναι μία μέθοδος ψηφιακής σχεδίασης, μέσα από ειδικά λογισμικά που τον υποστηρίζουν (grasshopper, generative components κ.ά.). Αφορά τον «...καθορισμό των παραμέτρων ενός σχεδίου και όχι το σχήμα του. Δίνοντας διαφορετικές τιμές στις παραμέτρους, δημιουργούνται διαφορετικά

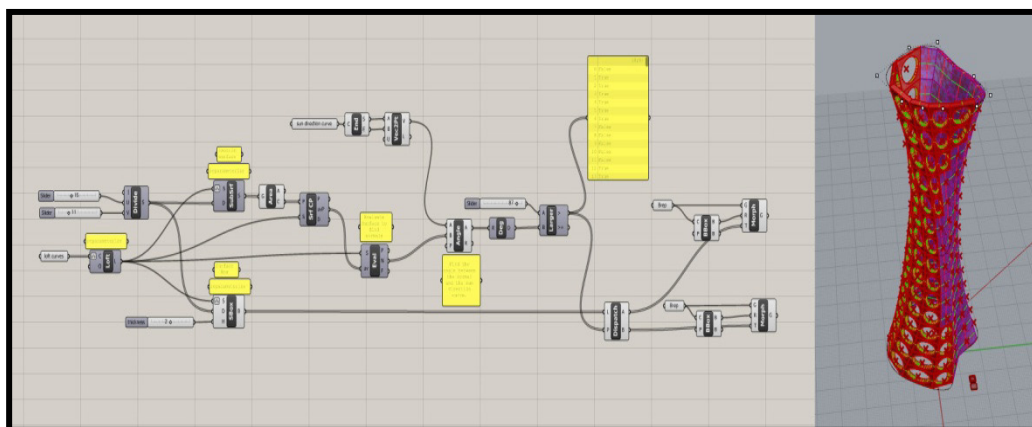
αντικείμενα ή διαμορφώσεις. Εξισώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή των σχέσεων μεταξύ αντικειμένων, ορίζοντας έτσι μια συνειρμική γεωμετρία. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να δημιουργηθούν αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των αντικειμένων και να οριστούν οι συμπεριφορές τους σε μετασχηματισμούς.» (Kolarevic, 2003, p. 17). Με άλλα λόγια ο σχεδιαστής καθορίζει τις παραμέτρους που διαμορφώνουν το τελικό αποτέλεσμα (αντικείμενο, σύνθεση αντικειμένων, ήχος, κίνηση κ.ά.), καθώς και την μεταξύ τους σχέση. Οι παράμετροι μπορούν να αφορούν τα γεωμετρικά και φυσικά χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου, κανόνες και περιορισμούς, πεδία δυνάμεων, παραμορφώσεις, τον χρόνο, ή μέχρι και έναν αλγόριθμο.

Ένα παραμετρικό σχέδιο, απεικονίζεται ως ένα δίκτυο κόμβων (node-based system), όπου κάθε κόμβος περιέχει τις διάφορες παραμέτρους. Το δίκτυο αυτό, ουσιαστικά αναπαριστά το ιστορικό της διαδικασίας σχεδιασμού του τελικού αντικειμένου, στο οποίο μπορεί να ανατρέξει ο σχεδιαστής, ανά πάσα στιγμή, και να αλλάξει με ευκολία τις τιμές των παραμέτρων, τις ίδιες τις παραμέτρους αλλά και τον συσχετισμό τους (Burry, 2003, p. 149). Η απεικόνιση του τελικού αντικειμένου, ανανεώνεται σχεδόν ταυτόχρονα με οποιαδήποτε αλλαγή, δίνοντας στον σχεδιαστή μια άμεση και πλήρη αντίληψη των αποφάσεών του, και κατ' επέκταση, δίνοντάς του την δυνατότητα για ιδιαίτερα αυξημένο πειραματισμό. Το εύρος των παραλλαγών του τελικού αντικειμένου, που μπορούν να προκύψουν από τις διάφορες τιμές των παραμέτρων, είναι σχεδόν απέραντο (Kolarevic, 2003).

Σε ένα παραμετρικά σχεδιασμένο προϊόν, δίνεται η δυνατότητα στον πελάτη, να αλλάζει ο ίδιος τις τιμές των παραμέτρων, διευκολύνοντας την συμμετοχή του πελάτη στον σχεδιασμό του προϊόντος. Ωστόσο, σε αυτή τη περίπτωση ο σχεδιαστής καλείται να επιλέξει ποιές παραμέτρους θα μπορεί να ρυθμίσει ο πελάτης, αλλά και να περιορίσει το εύρος των τιμών τους (με διάφορους κανόνες ή περιορισμούς υπό την μορφή παραμέτρων), ώστε να μην προκύπτουν ακατάλληλα (π.χ. όσον αφορά την κατασκευή) ή ανεπιθύμητα προϊόντα. Επιπλέον, ένας τέτοιος περιορισμός είναι αναγκαίος για την αποφυγή της αποθάρρυνσης των πελατών, όταν βρίσκονται αντιμέτωποι με πάρα πολλές επιλογές. Σημειώνεται επίσης ότι οι τιμές των διάφορων παραμέτρων, υπάρχει δυνατότητα να τροφοδοτούνται απ' ευθείας από ψηφιακά δεδομένα, που προέρχονται από διάφορες ψηφιακές συσκευές (κάμερες, scanners, digitizers, αισθητήρες, GPS κτλ.).

Μία αρχιτεκτονική πλατφόρμας προϊόντος ή σπονδυλωτού σχεδιασμού προϊόντος, μπορεί να σχεδιαστεί παραμετρικά. Ακόμη με τον παραμετρικό σχεδιασμό, ο σχεδιαστής μπορεί να σχεδιάσει τα δικά του εργαλεία σχεδίασης ή και να προσομοιώσει την συμπεριφορά αντικειμένων υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη του παραμετρικού σχεδιασμού είναι τόσο πολλά, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με ψηφιακές μεθόδους παραγωγής

(CNC, Rapid Manufacturing), που δεν θα ήταν υπερβολή να ισχυριστεί κανείς ότι αποτελεί μονόδρομο στον σχεδιασμό προϊόντων για Μ.Ε.



Εικόνα 3.1 - Περιβάλλον παραμετρικού σχεδιασμού. Αριστερά το δίκτυο με τις παραμέτρους και δεξιά το αποτέλεσμα

### 3.2 Σχεδιασμός παραγωγικής διαδικασίας για Μ.Ε.

Το μεγαλύτερο διάστημα του προηγούμενου αιώνα, η μαζική παραγωγή (Μ.Π.) ήταν η στρατηγική κλειδί για την αποδοτική παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών σε χαμηλό κόστος. Τα συστήματα Μ.Π., χαρακτηρίζονται για την ικανότητά τους να παράγουν μεγάλες ποσότητες τυποποιημένων προϊόντων σε χαμηλό κόστος, μέσα από επαναλαμβανόμενες διαδικασίες και μακράς διάρκειας γραμμές παραγωγής. Το προϊόν σπρώχνεται (μέσω push-systems) στην γραμμή, βάσει των προγνωστικών πωλήσεων και των επιπέδων αποθεμάτων. Με τις ραγδαίες αλλαγές στην σημερινή αγορά, τα συστήματα Μ.Π., δεν είναι ικανά να ανταποκρίνονται άμεσα στις συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες των πελατών. Έτσι, δημιουργήθηκε η ανάγκη αλλαγής των μεθόδων λειτουργίας των επιχειρήσεων παραγωγής. Ο Pine (1993), πρότείνει την μαζική εξατομίκευση, ως τον νέο εναλλακτικό τρόπο λειτουργίας. Σήμερα η Μ.Ε. έχει εξελιχθεί σημαντικά ως σύστημα παραγωγής. Ωστόσο στην βιβλιογραφία και την πράξη, αναγνωρίζεται ότι η Μ.Ε. πρέπει να υιοθετείται, μόνο αν ανταποκρίνεται σε πραγματική απαίτηση των πελατών για εξατομικευμένα προϊόντα (Chandra & Kamrani, 2004). Συνεπώς πριν την αλλαγή στην Μ.Ε., οι εταιρίες θα πρέπει να αξιολογούν τις ανάγκες των πελατών και την αγορά.

Από την δεκαετία του '90, πολλές είναι οι εταιρίες που έχουν υιοθετήσει την Μ.Ε. ως στρατηγική παραγωγής. Παρ' όλη όμως την εξέλιξη των μεθόδων για καλύτερη εφαρμογή της, δύο προκλήσεις που παραμένουν είναι, η διατήρηση

του χαμηλότερου δυνατόν κόστους και χρόνου παραγωγής. Επιπλέον, είναι βέβαιο ότι πρωτοβουλίες περί της σχεδίασης του προϊόντος και της αλυσίδας εφοδιασμού, θα έχουν επιπτώσεις στην διαδικασία κατασκευής. Για παράδειγμα ο σχεδιασμός μεγάλης κλίμακας, σπονδυλωτών (modular) εξαρτημάτων θα έχει μεγάλη επίδραση στις διαδικασίες κατασκευής και συναρμολόγησης. Καινοτομίες στην διαδικασία παραγωγής, όπως το **agile manufacturing**, **lean manufacturing**, **flexible manufacturing** και **rapid manufacturing**, είναι πρακτικές που μετριάζουν, άλλες λιγότερο και άλλες περισσότερο, όποια αρνητική επίδραση της εξατομίκευσης, στην διαδικασία κατασκευής.

### 3.2.1 agile manufacturing

Το agile manufacturing αφορά πρακτικές παραγωγής, οι οποίες χαρακτηρίζονται από την ικανότητά τους να αποδίδουν, σε συνεχώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα λόγω των συνεχών μεταβολών στις απαιτήσεις και ανάγκες των πελατών. Αφορά συστήματα παραγωγής, που έχουν την ικανότητα να ανά-προγραμματίζονται, να αναδιαμορφώνονται και να παράγουν οικονομικά, ποικιλίες προϊόντων σε μικρές ποσότητες (Da Silveira et al., 2001). Επιπλέον αφορά πολλές πτυχές μιας επιχείρησης όπως τις διαδικασίες, τους ανθρώπους, την διαχείριση και τις οργανωτικές δομές, τις στρατηγικές, τις σχέσεις με τους προμηθευτές κ.ά. Η ευκινησία (agility), αναφέρεται επομένως, στην ικανότητα των υπαλλήλων και των εκμεταλλευόμενων πόρων, να αλλάζουν ή να αναδιαμορφώνονται γρήγορα και εύκολα, αντιμετωπίζοντας την μεταβλητότητα και την αβεβαιότητα (Shewchuk, 1998). Επίσης αναφέρεται στην ικανότητα αλλαγής και αναδιαμόρφωσης των ίδιων των εργοστασιακών εγκαταστάσεων (Voss, 1994), όπου αναδιαμόρφωση σημαίνει αλλαγή στις δυνατότητες παραγωγής αλλά και στην ποσότητα.

### 3.2.2 lean manufacturing

Το lean manufacturing ή lean production system (λιτή παραγωγή), προέρχεται από το σύστημα παραγωγής της Toyota (Toyota production system) (Ohno, 1988), και βασίζεται σε πέντε θεμελιώδεις αρχές (Womack & Jones, 1996):

- 1) **Value**: Αναγνώριση των αξιών του πελάτη. Ως αξία ορίζεται, το προϊόν ή η υπηρεσία που θέλει, έχει ανάγκη και είναι πρόθυμος να αγοράσει ο πελάτης.
- 2) **Value stream**: Προσδιορισμός του ρεύματος αξίας και κατάργηση κάθε σπατάλης. Το ρεύμα αξίας, αποτελούν όλες οι ενέργειες και δραστηριότητες, οι οποίες παράγουν αξία. Συνεπώς, οποιαδήποτε ενέργεια δεν συνεισφέρει στην παραγωγή αξίας, θεωρείται σπατάλη και πρέπει να καταργείται. Για την εφαρμογή αυτής της αρχής, χρησιμοποιείται το λεγόμενο Value Stream Mapping, μία τεχνική ανάλυσης, σχεδιασμού και ροής, των υλικών και

πληροφοριών, που είναι απαραίτητα για την παροχή ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας.

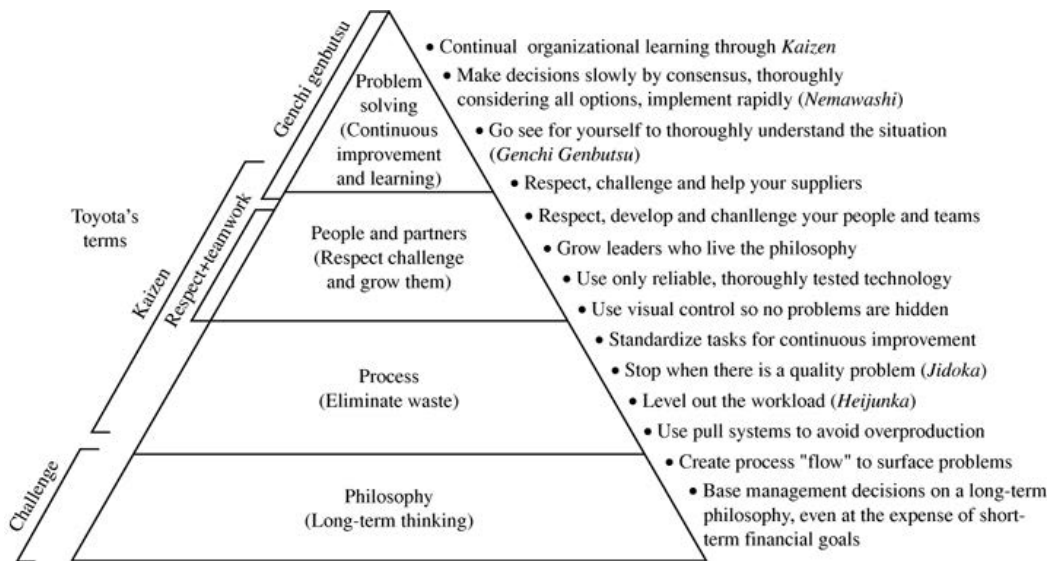
- 3) **Flow**: Βελτίωση της ροής του ρεύματος αξίας. Η ροή μεταξύ των διαδικασιών που παράγουν αξία, πρέπει να είναι σταθερή. Συνεπώς οτιδήποτε στέκεται εμπόδιο και καθυστερεί την διαδικασία, πρέπει να αντιμετωπίζεται άμεσα.
- 4) **Pull**: Το σύστημα πρέπει να ανταποκρίνεται στην ζήτηση των πελατών προς αποφυγή της υπερπαραγωγής. Με άλλα λόγια οι πελάτες τραβούν (pull) την αξία προς το μέρος τους, κινητοποιώντας το ρεύμα αξίας. Αυτό γίνεται με χρήση συστημάτων pull, όπως το σύστημα Kanban (κάρτες επικοινωνίας), όπου κάθε διαδικασία του ρεύματος αξίας στέλνει σήμα (μέσω των καρτών) στην προηγούμενη, για περισσότερη παραγωγή, όταν υπάρχει ανάγκη. Η ιδανική κατάσταση για ένα σύστημα pull, είναι το JIT (just in time), όπου παρέχεται στον πελάτη αυτό που θέλει, την στιγμή που το θέλει και στην ποσότητα που το θέλει (Liker, 2004).
- 5) **Perfection**: διαχείριση προς την τελειότητα μέσω της συνεχούς βελτιστοποίησης της διαδικασίας.

Όσον αφορά τις σπατάλες, η Toyota εντοπίζει επτά τύπους σπαταλών (muda):

1. Overproduction (υπερπαραγωγή)
2. Waiting (μεγάλη αναμονή για την επόμενη διαδικασία)
3. Transport or conveyance (αχρείαστες μετακινήσεις οχημάτων και προϊόντων)
4. Over-processing (παραπανίσια επεξεργασία λόγω ελλειπών εργαλείων ή κακού σχεδιασμού)
5. Inventory (περισσότερα αποθέματα απ' όσα χρειάζονται)
6. Movement (αχρείαστες μετακινήσεις προσωπικού)
7. Defects (μεγάλη προσπάθεια για τον εντοπισμό ελλειψμάτων)

Πολλά είναι τα εργαλεία και οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για την αντιμετώπιση των σπαταλών και την βελτίωση της ροής. Μερικά από τα πιο γνωστά είναι τα εξής: Value Stream Mapping, Kanban, JIT, Jidoka, Heijunka, Kaizen, 5S's (Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain), poka-yoke, κ.ά.

Έως σήμερα, αρκετοί ερευνητές έχουν αναπτύξει τις δικές τους αρχές για την εφαρμογή της λιτής παραγωγής σε διάφορες βιομηχανίες. Ο Jeffrey Liker (2004), ανέπτυξε 14 αρχές για την εφαρμογή της λιτής παραγωγής στην κατασκευαστική βιομηχανία (Εικόνα 3.2).



Source: Liker (2004)

Εικόνα 3.2 – Οι 14 αρχές λιτής παραγωγής του Liker (2004)

Η καταλληλότητα της λιτής παραγωγής, ως το σύστημα παραγωγής για Μ.Ε., είναι αμφιλεγόμενη. Οι Tu et al. (2001) και Da Silveira et al. (2001), υποστηρίζουν ότι η λιτή παραγωγή είναι ένας σημαντικός παράγοντας που υποστηρίζει την Μ.Ε. Αντιθέτως, οι Qiao et al. (2006), πιστεύουν ότι η αποδοτικότητα της λιτής παραγωγής μειώνεται, σε ένα περιβάλλον, όπου η σύνθεση του προϊόντος αλλάζει ακανόνιστα και δραστικά, και που μεταγενέστερες διαδικασίες απαιτούν την παροχή τυχαίων εξατομικευμένων κομματιών, σε ευέλικτα χρονοδιαγράμματα, από τις προηγούμενες διαδικασίες, σε σύντομο χρονικό διάστημα. Υπό αυτές τις συνθήκες υποστηρίζουν ότι χρειάζονται επιπλέον απόθεμα, εξοπλισμός και εργασία για να ανταπεξέλθει κανείς στις παραλλαγές των προϊόντων και των παραγγελιών. Παρ' όλα αυτά οι Chandra & Grabis (2004), υποστηρίζουν ότι η λιτή παραγωγή μπορεί να είναι αποδοτική στρατηγική, για εξατομικευμένα προϊόντα με σταθερή ζήτηση και ότι η Μ.Ε. μπορεί να επωφεληθεί με την εφαρμογή κάποιων αρχών της λιτής παραγωγής.

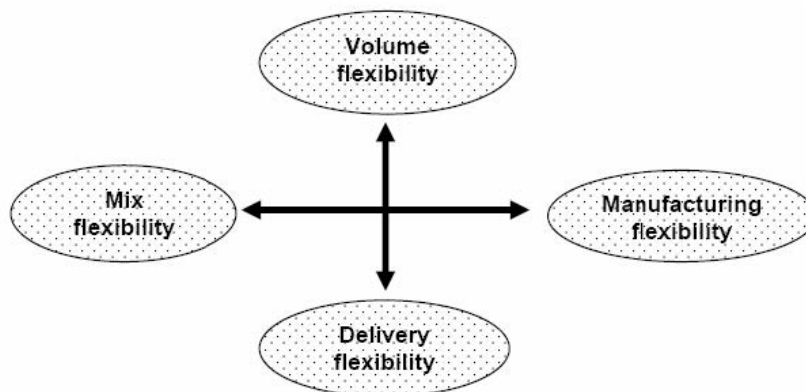
### 3.2.3 flexible manufacturing

Το flexible manufacturing αφορά πρακτικές, οι οποίες χαρακτηρίζονται από την ικανότητά τους να αλλάζουν το σύστημα παραγωγής εκ των έσω, εν αντιθέσει με του agile manufacturing όπου η αλλαγές, αναδιαμορφώσεις γίνονται από έξω (Shewchuk, 1998). Το flexible σύστημα είναι ευέλικτο σ' αυτό για το οποίο σχεδιάστηκε, ενώ σπάνια είναι ευκίνητο (agile), αφού είναι πολύ δύσκολο να

αλλάζει (από έξω) μετά την εγκατάσταση και λειτουργία του (Daghestani, 1998). Ο Davis (1989), δηλώνει ότι η Μ.Ε. διευκολύνεται από παραγωγικές διαδικασίες, οι οποίες είναι ευέλικτες και ολοκληρωμένες. Οι Qiao et al. (2006), βρίσκουν τα ευέλικτα συστήματα παραγωγής (flexible manufacturing systems), κατάλληλα για την υποστήριξη της Μ.Ε., αφού είναι ικανά να παράγουν μεγαλύτερες ποικιλίες κομματιών και να διαχειρίζονται αλλαγές στις απαιτήσεις της παραγωγής.

Τέτοια συστήματα λειτουργούν συνήθως με τη χρήση CNC (Computer Numerically Controlled) μηχανημάτων, συνδεδεμένων με ένα αυτοματοποιημένο χειρισμό υλικών και σύστημα αποθήκευσης, όλα κάτω από τον έλεγχο ενός ολοκληρωμένου συστήματος ελέγχου με υπολογιστή. Τα μηχανήματα CNC μπορούν να εκτελέσουν πολλές λειτουργίες, με την χρήση διάφορων εργαλείων (π.χ. τρυπανιών, πριονιών κτλ.) ή χωρίς (laser cutting), κατευθείαν από ψηφιακά δεδομένα που λαμβάνουν από CAD,CAM ή 3D προγράμματα. Οι λειτουργίες τους περιλαμβάνουν την αφαίρεση υλικού (subtractive fabrication) με μηχανήματα όπως τα laser cutting, milling, plasma cutting κ.ά., την προσθήκη υλικού (additive fabrication) με 3D Printing (rapid manufacturing), την παραμόρφωση υλικού (formative fabrication) με μηχανήματα bending, folding κ.ά. και την συναρμολόγηση (assembly), με μηχανήματα laser positioning, PnP (Pick-n-Place), welding (συγκόλλησης) κ.ά. (Oosterhuis & Xia, 2007, σσ. 10-11/ Kolarevic, 2003, σσ. 34-38).

Η ευελιξία των ευέλικτων συστημάτων παραγωγής αφορά κυρίως τέσσερις τομείς: **ποσότητα** (volume), **παραγωγικές διαδικασίες** (manufacturing processes), **σύνθεση προϊόντος** (product mix), **παράδοση** (delivery) (Koste & Malhotra, 1998). Αυτή η ευελιξία επιτρέπει στις εταιρίες, να ικανοποιούν απαιτήσεις για ένα σχετικά ευρύ φάσμα προϊόντων, σε μικρές ή μεγάλες παρτίδες.



Εικόνα 3.3 –Ευελιξία των ευέλικτων συστημάτων παραγωγής σε τέσσερις τομείς (Koste & Malhotra, 1998)

### 3.2.4 rapid manufacturing

Το rapid manufacturing (RM) είναι μία αναδυόμενη διαδικασία παραγωγής που χρησιμοποιεί προσθετικές τεχνικές παραγωγής αντικειμένων (additive fabrication) (Tuck & Hague, 2006), εν αντιθέσει με τις παραδοσιακές αφαιρετικές (subtractive fabrication) όπου αφαιρείται όγκος από τα υλικά (π.χ. CNC milling machines, μηχανικές κατεργασίες, κοπή κτλ.) ή τις διαπλαστικές (formative fabrication) όπου γίνεται πλαστική παραμόρφωση των υλικών (π.χ. μέσω αναδίπλωσης, θέρμανσης κτλ.). Αρχικά, αυτές οι προσθετικές τεχνικές αναπτύχθηκαν για την κατασκευή προπλάσμάτων (Rapid Prototyping – RP). Ωστόσο, η γρήγορη εξέλιξή τους, κυρίως όσον αφορά τη λειτουργία τους, το μέγεθός τους και τα υλικά που επεξεργάζονται, δίνει πλέον την δυνατότητα παραγωγής λειτουργικών εξαρτημάτων ή και τελικών προϊόντων.

Έτσι το RM, έχει οριστεί ως η παραγωγή κομματιών ή τελικών προϊόντων, κατευθείαν από ψηφιακά δεδομένα χωρίς χρήση άλλων εργαλείων (π.χ. τρυπάνια, πριόνια κτλ.) (Dekker et al. 2003, Tuck and Hague 2006). Τα αντικείμενα κατασκευάζονται με την πρόσθεση διαδοχικών στρώσεων υλικού, βάσει ψηφιακών δεδομένων από προγράμματα σχεδίασης μέσω H/Y (CAD). Συγκεκριμένα, τα μηχανήματα RM βασίζονται σε ένα τρισδιάστατο ψηφιακό στερεό (solid) μοντέλο, το οποίο τεμαχίζουν σε ψηφιακές επάλληλες στρώσεις, βάσει των οποίων προσθέτουν τις διαδοχικές στρώσεις υλικού, μέχρι να ολοκληρωθεί το αντικείμενο. Αυτής της λογικής είναι τεχνολογίες όπως το stereolithography (SLA), laser sintering (LS), fused deposition modeling (FDM), three dimensional printing (3DP) κ.ά. Οι μεταξύ τους διαφορές εντοπίζονται κυρίως, στον τρόπο με τον οποίο τοποθετούν τις διαδοχικές στρώσεις και στα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιήσουν.

Πολλά είναι τα πλεονεκτήματα της υιοθέτησης του RM ως σύστημα παραγωγής. Ένα από τα σπουδαιότερα είναι η ελευθερία στον σχεδιασμό (Hague et al. 2003). Οι σχεδιαστές έχουν την ελευθερία να σχεδιάσουν πολύπλοκες τρισδιάστατες γεωμετρίες, τις οποίες τα μηχανήματα RM είναι ικανά να κατασκευάσουν. Η απευθείας κατασκευή αντικειμένων από δεδομένα CAD, σημαίνει ότι δεν χρειάζεται επιπλέον εξοπλισμός ή εργαλεία (τρυπάνια, πριόνια κτλ.), οπότε οι σχεδιαστές δεν χρειάζεται π.χ. να ανησυχούν για τον σχεδιασμό κάποιου καλουπιού. Ακόμη και αν ήταν απαραίτητα τέτοια εργαλεία, τα RM μηχανήματα είναι ικανά να τα κατασκευάσουν (rapid tooling). Μπορούν ακόμη, στην περίπτωση των μηχανημάτων RepRap (Replicating Rapid Prototyper), να αναπαράγουν τα δικά τους εξαρτήματα, ως ανταλλακτικά. Έτσι, κερδίζεται ο χρόνος και το κόστος που θα χρειαζόταν για την απόκτηση τους (Hopkinson & Dickens, 2003). Επιπλέον μπορούν να γίνονται αλλαγές στον σχεδιασμό του προϊόντος, χωρίς σημαντικές επιπτώσεις στο κόστος. Ένα ακόμη μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι το RM, επιτρέπει την παραγωγή μικρών ποσοτήτων σε οικονομικότερα κόσθη (Ruffo et al., 2005).

Συνεπώς, η ικανότητα του RM, να παράγει εξαρτήματα ή τελικά προϊόντα, σε μικρές ποσότητες, μέχρι και ποσότητες του ενός (one-off), αποδοτικά, το καθιστά ως ένα καταλυτικό σύστημα παραγωγής για M.E. (Tuck & Hague, 2006; Dickens et al., 2005). Τέλος το RM, θεωρείται ως ένα ευέλικτο σύστημα παραγωγής, αφού προσφέρει όμοια ευελιξία και παρουσιάζει παρόμοια δυσκολία, στο να αλλάξει κατόπιν εγκατάστασης και λειτουργίας του.

### 3.3 Σχεδιασμός αλυσίδας εφοδιασμού για M.E.

Η υιοθέτηση μιας στρατηγικής M.E. επηρεάζει ολόκληρη την επιχείρηση. Γι' αυτό, είναι επιτακτική ανάγκη, η στρατηγική να αντανakλάται στον σχεδιασμό της αλυσίδας εφοδιασμού, από την προμήθεια μέχρι την τελική διανομή του προϊόντος (Chandra & Kamrani, 2004). Η αλυσίδα εφοδιασμού (supply chain), είναι ένα δίκτυο μεταξύ διαφορετικών οργανισμών, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την υλοποίηση και διανομή ενός προϊόντος. Ο σχεδιασμός και διαμόρφωση της αλυσίδας εφοδιασμού, αφορά ενέργειες όπως, τον καθορισμό τοποθεσίας των προμηθευτών, των αποθηκών, των εγκαταστάσεων κατασκευής, των κέντρων διανομής και την επίτευξη μιας συνεχούς ροής, στην συνεργασία μεταξύ των μελών αυτών της αλυσίδας (Chandra & Grabis, 2004). Ως εκ τούτου, η αποδοτική διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, είναι προϋπόθεση κλειδί για την υιοθέτηση στρατηγικών M.E. Παρακάτω αναλύονται κάποιες αποδοτικές μέθοδοι και στρατηγικές διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού.

#### 3.3.1 Postponement

Η αναβολή (postponement) είναι μία στρατηγική των επιχειρήσεων, κατά την οποία κάποιες από τις δραστηριότητες στην αλυσίδα εφοδιασμού αναβάλλονται, μέχρι την παραλαβή οποιασδήποτε παραγγελίας πελάτη. Ύστερα προχωρούν στην τελειοποίηση του προϊόντος ή ακόμη και στην εξατομίκευσή του. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να γλυτώνουν κάποια έξοδα. Για παράδειγμα, όταν το προϊόν τελειοποιείται κατόπιν παραγγελίας, αποστέλλεται κατευθείαν στον πελάτη, χωρίς την ανάγκη αποθήκευσής του μέχρι κάποιος να το παραγγείλει.

Η στρατηγική της αναβολής (postponement) στην M.E. προϋποθέτει ότι η διαφοροποίηση των προϊόντων μέσω της εξατομίκευσης, συμβαίνει όσο πιο καθυστερημένα γίνεται μέσα στην αλυσίδα εφοδιασμού, τοποθετώντας το σημείο αποσύνδεσης (decoupling point) πιο κοντά στον πελάτη (Bowersox & Morash, 1989). Ως σημείο αποσύνδεσης ορίζεται το σημείο στην αλυσίδα εφοδιασμού, όπου μια παραγγελία πελάτη συνδέεται με ένα συγκεκριμένο προϊόν. Μία κρίσιμη απόφαση σε κάθε αλυσίδα εφοδιασμού, είναι ο προσδιορισμός του τρόπου σύνδεσης της παραγωγής με την πραγματική ζήτηση (Fisher, 1997). Ιδανικά, το σημείο αποσύνδεσης τοποθετείται πριν το σημείο της αλυσίδας εφοδιασμού, κατά το οποίο γίνεται η εξατομίκευση του προϊόντος. Οι

Ulrich & Eppinger (2004), βρίσκουν την ιδανική δυναμική των διαδικασιών σε ένα περιβάλλον εξατομίκευσης, αναλύοντας τις διαδικασίες πριν και μετά το σημείο αποσύνδεσης. Έτσι οι λειτουργίες πριν το σημείο αποσύνδεσης σχετίζονται με την τυποποίηση και αποθήκευση (make-to-stock), ενώ μετά το σημείο αυτό αφορούν την προσαρμογή και διανομή (make-to-order) (Ulrich & Eppinger, 2004). Με αυτόν τον τρόπο, οι διαδικασίες πριν το σημείο αποσύνδεσης, διασφαλίζονται από τις ανεξέλεγκτες διακυμάνσεις στην ζήτηση των πελατών. Επομένως η στρατηγική της αναβολής επιτρέπει την τυποποίηση πριν το σημείο αποσύνδεσης, όπου γίνεται και η παραγγελία του πελάτη, καθιστώντας την, ως ένα ισχυρό μέσον για μια αποδοτικότερη αλυσίδα εφοδιασμού, κατά την παραγωγή εξατομικευμένων προϊόντων (Feitzinger & Lee, 1997).

Η αναβολή μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού, από την προμήθεια μέχρι την τελική διανομή. Μπορεί για παράδειγμα, να εφαρμοστεί στην παραγωγή, είτε αναβάλλοντας την τελική συναρμολόγηση, είτε την επισήμανση είτε την συσκευασία του προϊόντος, ή ακόμη και στην διανομή. Στην αυτοκινητοβιομηχανία π.χ. η Honda τοποθετεί πρόσθετα στοιχεία εξατομίκευσης, όπως συστήματα συναγερμού, κλιματισμού, αεροτομές κτλ. στα κέντρα διανομής, βάσει των παραγγελιών των πελατών.

Μία προτεινόμενη στρατηγική αναβολής για την κατασκευή κτιρίων είναι το Open Building (OB) (Habraken, 1976/ Kendall, 2004). Το OB είναι κυρίως μία στρατηγική σχεδιασμού και κατασκευής, η οποία βασίζεται στην ιεράρχηση ξεκάθαρων επιπέδων παρέμβασης για την παραγωγή κτιρίων (Kendall & Teicher, 2000). Κάθε επίπεδο ψηλότερα στην ιεραρχία (π.χ. γειτονιά), καθορίζει το βαθμό παρέμβασης στο αμέσως κατώτερο επίπεδο (π.χ. κατοικία). Στο κτίριο, τέτοια επίπεδα είναι το “base building” (ή system) και το “fit-out” (ή infill). Το πρώτο αφορά μία γενική πλατφόρμα κτιρίου, η οποία συνήθως περιλαμβάνει τον σκελετό και την επικάλυψή του, και το δεύτερο αφορά τις παρεμβάσεις των χρηστών στο κτίριο. Έτσι το OB δεν προσφέρεται μόνο ως στρατηγική αναβολής, αλλά αναζητά και προσφέρει λύσεις για την εξατομίκευση κτιρίων, την επανάχρησή τους και την επαναπροσαρμογή τους, καθ’ όλη την διάρκεια ζωής τους.

### 3.3.2 Inventory Management

Λόγω της Μ.Ε. η ζήτηση μεταξύ των κομματιών που συνθέτουν το τελικό προϊόν, είναι συνήθως άνισα διανεμημένη. Έτσι ανάλογα με την ζήτηση πρέπει να υπάρχουν και διαφορετικές προσεγγίσεις στην διαχείριση του αποθέματος αυτών των κομματιών. Οι Chandra & Grabis (2004) πρότειναν τις εξής προσεγγίσεις: MRP (Material Requirements Planning) τύπου πολιτικές για τη διαχείριση κομματιών με μεταβλητή ζήτηση, Re-ordering point πολιτικές για παγκόσμιας προέλευσης κομμάτια με σταθερή στοχαστική ζήτηση, και JIT (Just

In Time) πολιτικές για τοπικά κομμάτια με σταθερή ζήτηση. Αυτός ο διαχωρισμός φανερώνει αλληλεπιδράσεις μεταξύ της διαχείρισης των αποθεμάτων και της διαμόρφωσης της αλυσίδας εφοδιασμού. Άλλη μία πρόκληση, είναι ο συγχρονισμός της διαχείρισης αποθέματος για όλα τα κομμάτια, προς επίτευξη ενός επιθυμητού επιπέδου εξυπηρέτησης (service level) για τα εξατομικευμένα προϊόντα. Το επίπεδο εξυπηρέτησης στην αλυσίδα εφοδιασμού και την διαχείριση αποθέματος, χρησιμοποιείται ως μέτρο της απόδοσης των πολιτικών αναπλήρωσης αποθεμάτων. Συνήθως τα εξατομικευμένα προϊόντα κατασκευάζονται κατόπιν παραγγελίας (build-to-order), οπότε δεν μένει κάποιο απόθεμα. Έτσι ανέπτυξαν μία base-stock πολιτική για την διαχείριση του αποθέματος των κομματιών με απαιτήσεις επιπέδου εξυπηρέτησης, βάσει της διαμόρφωσης του τελικού προϊόντος. Το επίπεδο εξυπηρέτησης σ' αυτήν την περίπτωση μετριέται από την διαθεσιμότητα των κομματιών σε απόθεμα (off-the-self). Εναλλακτικά, προτείνουν ένα σύστημα διαχείρισης αποθέματος, με επίπεδο εξυπηρέτησης βασιζόμενο στην πολυπλοκότητα διαμορφώσεως του προϊόντος, όπου το επίπεδο εξυπηρέτησης μετριέται από τον χρόνο παράδοσης. Έτσι κομμάτια με χαμηλή ζήτηση, παρέχονται σε μεγαλύτερο χρόνο διανομής. Ωστόσο θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν, η αξία του απαιτούμενου προϊόντος, η προθυμία του πελάτη να περιμένει και πιθανές διανομές εξπρές των κομματιών.

### 3.3.3 Third Party Logistics

Η ανάθεση λειτουργιών της αλυσίδας εφοδιασμού σε τρίτους όπως 1) η αποθήκευση και μεταφορά υλικών και προϊόντων, και 2) η παροχή πρόσθετων υπηρεσιών, όπως η τελική προσαρμογή, μπορεί να μειώσει τα κόστη της Μ.Ε. (Chandra & Grabis, 2004), και να παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία και εγγύτητα στον τελικό πελάτη χωρίς να υφίσταται πάγια έξοδα (Gooley, 1998). Συνεπώς αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα για μια αποδοτικότερη αλυσίδα εφοδιασμού και εν γένει για την επιτυχία της Μ.Ε.

### 3.3.4 Information Technology

Ο ρόλος των τεχνολογιών πληροφορίας στην Μ.Ε. είναι καταλυτικός. Ο T. Andel (2002) υποστηρίζει ότι “...mass customization requires mass communication”. Η χρήση τεχνολογιών πληροφορίας στην αλυσίδα εφοδιασμού, παρέχει μία κοινή πηγή πληροφοριών που αφορούν τις πωλήσεις, τα επίπεδα αποθέματος, τις παραγγελίες πελατών-κατασκευαστών και κατασκευαστών-προμηθευτών, και την εξέλιξη μιας παραγγελίας μέχρι και την διανομή. Η ανταλλαγή των πληροφοριών για τις απαιτήσεις του προϊόντος, μεταξύ πελατών-κατασκευαστών, κατασκευαστών-προμηθευτών, αλλά και όλων των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού, είναι άμεση και ακριβής. Συνεπώς η χρήση

τους συμβάλλει σημαντικά στην αποδοτικότητα της Μ.Ε., καθώς μειώνει συνολικά τον χρόνο ανταπόκρισης στις απαιτήσεις των πελατών. Τέτοιες τεχνολογίες χρησιμοποιούν τα συστήματα EDI (electronic data interchange) για την διαχείριση των αποθεμάτων και τα συστήματα ERP (Enterprise Resource Planning) για τον συντονισμό όλης της επιχείρησης.

Το διαδίκτυο (Internet), έχει γίνει το κύριο εργαλείο επικοινωνίας μεταξύ των πελατών και των κατασκευαστών. Σκοπός για τις εταιρίες είναι να παρέχουν μέσω της ιστοσελίδας τους, ένα φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον, ώστε να μπορεί να βρει αυτό που ψάχνει. Κοινή πρακτική από διάφορες εταιρίες που παρέχουν εξατομικευμένα προϊόντα, είναι να επιτρέπουν στον πελάτη, μέσα από ένα απλό περιβάλλον, να προσαρμόσει το προϊόν στα μέτρα του, διαλέγοντας ανάμεσα από προκαθορισμένες επιλογές, ενώ παράλληλα η απεικόνιση και η τιμή του προϊόντος ανανεώνονται σύμφωνα με τις αλλαγές. Ακόμη, με την άμεση σύνδεση του καταναλωτή με τον κατασκευαστή, το διαδίκτυο παρέχει επιπλέον πληροφορίες όπως οδηγίες χρήσης, σύγκριση προϊόντων, κριτικές για το προϊόν κ.ά.

Στην βιομηχανία κατοικιών έχει ερευνηθεί αρκετά η εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών όπως το Integrated Wireless Site (IWS) (Bernold, 2004), και Enterprise Resource Planning (ERP) (Jeong, 2003). Το IWS αφορά ασύρματες τεχνολογίες πληροφορίας για τον συντονισμό όλων των εργασιών σε μια οικοδομή.

## **4. Μ.Ε. στην Αρχιτεκτονική και την οικοδομική βιομηχανία**

Στην Αρχιτεκτονική και την οικοδομική βιομηχανία τα παραδείγματα Μ.Ε., όσων αφορά τα τελικά προϊόντα, είναι πολύ πιο λίγα απ' ό τι στις άλλες βιομηχανίες. Ως τελικό προϊόν της αρχιτεκτονικής και της οικοδομικής βιομηχανίας, θεωρούμε το κτίριο στο σύνολό του, όπως π.χ. μία κατοικία. Αυτή η καθυστερημένη και περιορισμένη υιοθέτηση της Μ.Ε., οφείλεται σε διάφορες ιδιαιτερότητες του συγκεκριμένου χώρου, οι οποίες αναλύονται στην επόμενη ενότητα. Στην συνέχεια, αναπτύσσονται διάφοροι τρόποι εξατομίκευσης της επικάλυψης ενός κτιρίου και τέλος, διαφορετικές προσεγγίσεις και καινοτομίες για την Μ.Ε. κατοικιών, μέσα από τα παραδείγματα των Ιαπώνων κατασκευαστών και των αρχιτεκτονικών γραφείων του Kas Oosterhuis (ONL) και των DUS Architects στην Ολλανδία.

### **4.1 Διαφορές της Μ.Ε. στην οικοδομική βιομηχανία και στις υπόλοιπες βιομηχανίες**

Παραδοσιακά υπάρχουν κάποιες κρίσιμες διαφορές, ή ακόμη και αντιθέσεις, μεταξύ της οικοδομικής βιομηχανίας και των υπολοίπων βιομηχανιών. Αυτές εντοπίζονται τόσο στην ίδια τη φύση του τελικού προϊόντος, όσο και στην διαδικασία παραγωγής του. Για μια επιτυχημένη εφαρμογή της Μ.Ε. στον χώρο της αρχιτεκτονικής και της κατασκευής κτιρίων, ο εντοπισμός και η κατανόηση τέτοιων διαφορών είναι απαραίτητη. Παρακάτω αναλύονται κάποιες απ' τις σημαντικότερες διαφορές, που αφορούν το μέγεθος του τελικού προϊόντος, την αναλογική σχέση χρήστη-προϊόντος και την αλληλεπίδρασή του χρήστη με αυτό, την κινητικότητα του προϊόντος, την μεταβλητότητα και παραλλαγή του, την διάρκεια ζωής του προϊόντος, τα κόστη, τις οικονομίες κλίμακας, τις ανάγκες και προσδοκίες των πελατών, την αντιμετώπιση της διαδοχικότητας των χρηστών (Piroozfar, 2005).

#### **4.1.1 Το μέγεθος του τελικού προϊόντος**

Το μέγεθος του τελικού προϊόντος, στην οικοδομική βιομηχανία, είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από εκείνο των άλλων βιομηχανιών. Ακολουθώντας, το θέμα του μεγέθους επηρεάζει πολλούς τομείς στην διαδικασία, από τον σχεδιασμό μέχρι την διανομή και εγκατάσταση του προϊόντος. Όταν μιλάμε για το μέγεθος ενός προϊόντος, αυτό μπορεί να σημαίνει ότι αναφερόμαστε στις απόλυτες διαστάσεις του ή στις σχετικές αναλογίες των συστατικών του, ή ακόμη πιο ριζοσπαστικά, στο μέγεθος και στις αναλογίες του, συγκρίνοντας το με τα άλλα προϊόντα στο ίδιο φάσμα ή σε άλλους τομείς. Απ' όλες τις απόψεις, η οικοδομική βιομηχανία

έχει δημιουργήσει μια σειρά από τα μεγαλύτερα ανθρώπινα τεχνουργήματα που έχουν γίνει ποτέ (με εξαίρεση συγκεκριμένων προϊόντων σε κάποιες άλλες βιομηχανίες, όπως η αεροπορία ή η βιομηχανία πλοίων, τα οποία είναι εξαιρετικά περιορισμένα, σε διακύμανση και αριθμό, σε σύγκριση με την οικοδομική βιομηχανία).

#### **4.1.2 Αναλογική σχέση χρήστη-προϊόντος**

Μία έννοια που καθορίζεται από το μέγεθος του προϊόντος, είναι η αναλογική σχέση του χρήστη με το προϊόν. Ο διάλογος, δηλαδή, μεταξύ των διαστάσεων του χρήστη και του προϊόντος, και κατ' επέκταση ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρά ο χρήστης με το προϊόν. Αυτή η μεταξύ τους σχέση, μπορεί να γίνει αντιληπτή με δύο διαφορετικούς τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση ο χρήστης περιβάλλεται από το προϊόν, μπορεί δηλαδή να τοποθετηθεί μέσα του, όπως σε ένα κτίριο, αεροπλάνο ή πλοίο. Στην δεύτερη περίπτωση ο χρήστης περιβάλλει το προϊόν, έχοντας τον πλήρη έλεγχο, χειρισμό και εποπτεία του, όπως συμβαίνει με ένα κινητό τηλέφωνο, υπολογιστή κτλ. Έτσι, η συνολική αντίληψη του προϊόντος από τον χρήστη, είναι σαφώς πολυπλοκότερη στην πρώτη περίπτωση, αφού προϋποθέτει μία συνολική άποψη του προϊόντος, τόσο εσωτερικά, όσο και εξωτερικά. Αυτό έχει μεγάλη επίδραση στον σχεδιασμό, στην διαδικασία παραγωγής και εν γένει στην εξατομίκευση του προϊόντος.

#### **4.1.3 Κινητικότητα**

Ένα ακόμη θέμα που προκύπτει από το μέγεθος του προϊόντος είναι η κινητικότητά του. Το κτίριο κατά κανόνα είναι ένα ακίνητο τεχνουργήμα (με εξαίρεση κάποιες κινητές κτιριακές μονάδες), σε αντίθεση με τα προϊόντα των άλλων βιομηχανιών, που στην συντριπτική πλειοψηφία τους είναι κινητά. Αυτή η ακινησία, περιορίζει σημαντικά τον βαθμό μετατροπής του κτιρίου βάση των νέων απαιτήσεων της αγοράς. Ακόμη, λόγω αυτού του χαρακτηριστικού, ένα κτίριο είναι αναπόφευκτα εξαρτημένο από το περιβάλλον του. Τα προϊόντα των άλλων βιομηχανιών παράγονται παγκοσμίως και καταναλώνονται τα ίδια, επίσης παγκοσμίως. Αντιθέτως, τα κτίρια παρ' ότι μπορούν να παράγονται παγκοσμίως, προορίζονται για μία συγκεκριμένη μόνιμη τοποθεσία. Το γεγονός αυτό επηρεάζει την παραγωγική διαδικασία και κυρίως τον σχεδιασμό του κτιρίου, αφού βάσει το θέμα της αρμονικής ένταξής του στο περιβάλλοντα χώρο.

#### **4.1.4 Μεταβλητότητα και παραλλαγή του**

Η έννοια της παραλλαγής του προϊόντος είναι αρκετά διαφορετική στην οικοδομική βιομηχανία σε σχέση με τις άλλες. Αυτό συμβαίνει, καθώς η παραγωγική διαδικασία στον τομέα της οικοδομής είναι γραμμική και δύσκολα

μπορεί να σπάσει σε μη γραμμικές υπό-διαδικασίες, και επειδή οι παράμετροι που εμπλέκονται στην παραλλαγή ενός προϊόντος, καλύπτουν ένα πολύ ευρύτερο φάσμα. Σε ένα κτίριο, τα στοιχεία που μπορούν να εξατομικευτούν είναι πάρα πολλά και σχεδόν πάντα επηρεάζουν την δομή και την μορφή του.

#### **4.1.5 Διάρκεια ζωής του προϊόντος και κύκλος ζωής του.**

Ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος αναφέρεται στην χρονική περίοδο, από την εκμετάλλευση των πρώτων υλών που είναι απαραίτητες για την υλοποίηση του, μέχρι και την ανακύκλωση τους. Η διάρκεια ζωής ενός προϊόντος αφορά την χρονική περίοδο κατά την οποία είναι λειτουργικό και εξυπηρετεί τον σκοπό του. Η διάρκεια ζωής ενός κτιρίου είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από τα προϊόντα άλλων βιομηχανιών. Τις περισσότερες φορές μάλιστα, είναι μεγαλύτερη και από αυτή των χρηστών του. Έτσι, για να εξυπηρετεί τον σκοπό του αλλά και τις ανάγκες των χρηστών του, καθ' όλη την διάρκεια ζωής του, το κτίριο ( ή οποιοδήποτε προϊόν με μεγάλη διάρκεια ζωής) οφείλει να είναι επισκευάσιμο και επαναδιαμορφώσιμο. Άρα όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, τόσο πιο πολύπλοκη και κρίσιμη είναι η διαδικασία εξατομίκευσής του. Η ευελιξία της εξατομίκευσής του και το επίπεδο στο οποίο μπορεί το προϊόν να προσαρμόζεται, όχι μόνο κατά την παραγωγική διαδικασία αλλά και καθ' όλη την διάρκεια ζωής του, είναι θέματα που αφορούν τον κύκλο ζωής του.

#### **4.1.6 Κόστη**

Το κόστος της επένδυσης, η διασπορά του κεφαλαίου, η αποδοτικότητά και τα περιθώρια κέρδους σε ένα έργο στην οικοδομική βιομηχανία διαφέρουν από τις άλλες βιομηχανίες. Τα κόστη της διαδικασίας παραγωγής του τελικού προϊόντος, καθώς και η περίοδος του κύκλου εργασιών, διαφέρουν στους δύο τομείς. Από αυτή την άποψη η οικοδομική βιομηχανία είναι πιο ασφαλής και ταυτόχρονα πιο δύσκολη στις αλλαγές από άλλες βιομηχανίες, όπως των αυτοκινήτων ή των υπολογιστών, οι οποίες είναι πιο ριψοκίνδυνες αλλά και ευέλικτες σε αλλαγές ανάλογα με τη ζήτηση της αγοράς, τον πληθωρισμό και τις διακυμάνσεις των συναλλαγματικών ισοτιμιών.

#### **4.1.7 Οικονομίες κλίμακας**

Ένα ακόμη θέμα που κάνει την εφαρμογή της Μ.Ε. να διαφέρει σημαντικά στην οικοδομική βιομηχανία, είναι οι οικονομίες κλίμακας. Οικονομίες κλίμακας είναι ένας όρος των οικονομικών, που αναφέρεται στην μείωση του κόστους που επιτυγχάνει μια επιχείρηση αυξάνοντας την ποσότητα του παραγόμενου προϊόντος και χαρακτηρίζει την παραγωγή ενός οποιουδήποτε προϊόντος. Η οικοδομική βιομηχανία, όσον αφορά την παραγωγή τελικών προϊόντων

(κτιρίων), ποτέ δεν κατάφερε να πλησιάσει την μαζικότητα παραγωγής των άλλων βιομηχανιών. Οι ποσότητες παραγωγής τυποποιημένων κτιριακών μονάδων, ήταν πάντα κατά πολύ μικρότερες από αυτές των προϊόντων άλλων βιομηχανιών, όπως η αυτοκινητοβιομηχανία. Ακόμη, σε αντίθεση με τις άλλες βιομηχανίες, την οικοδομική βιομηχανία αντιπροσωπεύουν, σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό, μικρές φίρμες (κάτω των 100 υπαλλήλων) (Pine, 1991). Συνεπώς, η Μ.Ε. δύσκολα μπορεί να εφαρμοστεί με τους ίδιους ακριβώς τρόπους που εφαρμόζεται στις άλλες βιομηχανίες.

#### **4.1.8 Ανάγκες και προσδοκίες των πελατών**

Οι ανάγκες και οι προσδοκίες των πελατών από ένα κτίριο, ιδίως από μια κατοικία, ως ανθρώπινη στέγη, είναι ποικίλες, ετερογενείς, και κατά πολύ περισσότερες σε σχέση με τα προϊόντα των άλλων βιομηχανιών. Έτσι, ένα κτίριο καλείται να εκπληρώσει ένα εύρος αντικειμενικών και υποκειμενικών στόχων, για την ικανοποίηση των χρηστών του, ενώ αντίστοιχα οι υποκειμενικοί στόχοι που καλούνται να εκπληρώσουν προϊόντα άλλων βιομηχανιών, περιορίζονται στην αισθητική τους. Ωστόσο η λειτουργικότητα αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση και στους δύο τομείς. Τέλος ένα κτίριο οφείλει να προσφέρει μία καλύτερη ποιότητα ζωής, εργασίας, διασκέδασης στους χρήστες, όπως και να είναι αρμονικά ενταγμένο στο το περιβάλλον του.

#### **4.1.9 Αντιμετώπιση της διαδοχής των χρηστών**

Ένα κτίριο δεν μπορεί να αφαιρεθεί, να ανακυκλώνεται και να αντικαθίσταται με ένα καινούργιο, στον γρήγορο ρυθμό που τα προϊόντα των άλλων βιομηχανιών μπορούν. Ακόμη δεν μπορεί να επανασχεδιάζεται και να ξαναχτίζεται κάθε φορά που εμφανίζεται ένας καινούργιος πελάτης. Έτσι προκύπτει το θέμα της διαδοχής διαφορετικών χρηστών, κατά τη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου. Στις άλλες βιομηχανίες αυτό το θέμα δεν είναι τόσο σημαντικό, αφού συνήθως οι καταναλωτές προτιμούν να αγοράσουν καινούργια προϊόντα αντικαθιστώντας τα παλιότερα. Άρα η δυνατότητα εξατομίκευσης του προϊόντος καθ' όλη την διάρκεια ζωής του, είναι το ίδιο σημαντική με την εξατομίκευση του προϊόντος κατά την παραγωγική διαδικασία. Με άλλα λόγια, είναι σημαντικό κάθε χρήστης που διαδέχεται τον προηγούμενο, να έχει την δυνατότητα να εξατομίκευσει το προϊόν. Ενώ αυτό ισχύει και για προϊόντα άλλων βιομηχανιών, στον τομέα της οικοδομής το ζήτημα είναι σαφώς πιο πολύπλοκο.

## 4.2 Μ.Ε. στις όψεις κτιρίων

Σ' αυτήν την ενότητα αναλύονται έξι διαφορετικές προσεγγίσεις για τον σχεδιασμό, την παραγωγή και εφαρμογή (DFI-design, fabrication, implementation) των όψεων ή της επικάλυψης ενός κτιρίου, οι οποίες μπορούν να εξυπηρετήσουν την Μ.Ε. τους (Pirouzfar, 2008). Αυτές οι προσεγγίσεις ή αλλιώς στρατηγικές εξατομίκευσης των όψεων μπορεί να έχουν αρκετές ομοιότητες με στρατηγικές Μ.Ε. στις άλλες βιομηχανίες, και είναι δυνατόν να εφαρμόζονται και σε άλλους τομείς της οικοδομικής βιομηχανίας. Τα παραδείγματα κτιρίων που αναφέρονται παρακάτω επιλέχθηκαν για την καλύτερη κατανόηση των προσεγγίσεων, και όχι για την γενικότερη ποιότητά τους.

### 4.2.1 Προσαρμόσιμες όψεις (Customizable Facades)

Αυτή η προσέγγιση αφορά όψεις που έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορούν να προσαρμόζονται, είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα, κάποιες προδιαγραφές στοιχείων τους, όπως οι διαστάσεις, η διεύθυνση, η γωνία, τα ανοίγματα, η διαφάνεια ή η φωτεινότητα, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο διαφορετική αποδοτική ικανότητα της όψης καθώς και διαφορετική εμφάνιση στο κτίριο (π.χ. όψεις με ρυθμιζόμενες περσίδες). Οι λόγοι που σχεδιάζονται τέτοιες όψεις, είναι περισσότερο λειτουργικοί, παρά αισθητικοί. Ωστόσο μπορούν την ίδια στιγμή, να εξυπηρετούν και τους δύο σκοπούς επάξια. Δύο παραδείγματα κτιρίων, των οποίων οι όψεις αντιπροσωπεύουν αυτήν την κατηγορία, είναι το L'Institut du Monde Arabe (Εικόνα 4.1) και η Bibliothèque nationale de France (Εικόνα 4.3).

Στο πρώτο παράδειγμα, το κτίριο λειτουργεί ως πολιτιστικό κέντρο, διαθέτοντας διάφορους χώρους εκθέσεων, διαλέξεων, συνεδριάσεων και μελέτης. Αυτοί οι χώροι έχουν διαφορετικές ανάγκες φωτισμού κατά την διάρκεια της μέρας. Έτσι σχεδιάστηκε ένα πρωτότυπο σύστημα όψεων, όπου στην επιφάνειά του, ρυθμιζόμενα μεταλλικά διαφράγματα, ελέγχουν την ποσότητα του φωτός που θα εισχωρήσει στους διάφορους χώρους (Εικόνα 4.2). Η ρύθμιση των διαφραγμάτων, γίνεται μέσω ενός κεντρικού συστήματος λειτουργίας του κτιρίου.



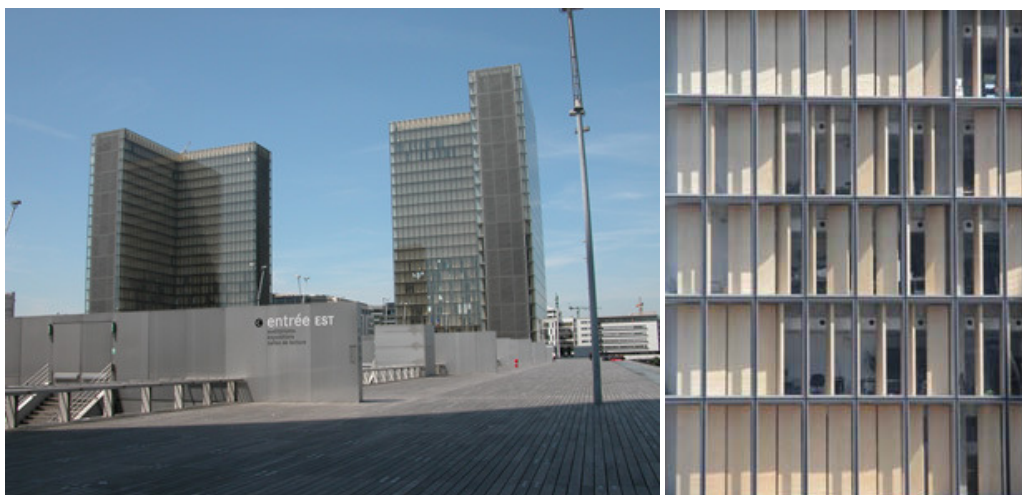
Εικόνα 4.1 – Εξωτερική άποψη του L'Institut du Monde Arabe



Εικόνα 4.2 - Ρυθμιζόμενα μεταλλικά διαφράγματα της όψης από έξω και από μέσα

Στο δεύτερο παράδειγμα, την βιβλιοθήκη, η λογική διαφέρει λίγο σε σχέση με το πρώτο. Εδώ, οι χρήστες του κτιρίου είναι αυτοί που ρυθμίζουν τα στοιχεία των όψεων. Συγκεκριμένα οι όψεις της βιβλιοθήκης, αποτελούνται από ένα σύστημα κάθετων ξύλινων περσίδων, που λειτουργούν ως στοιχεία σκιάσεως (Εικόνα 4.3). Οι χρήστες του κτιρίου, είτε είναι το προσωπικό, είτε οι αναγνώστες, έχουν την δυνατότητα να ρυθμίσουν οι ίδιοι της περσίδες, ελέγχοντας τον φυσικό φωτισμό σύμφωνα με τις ανάγκες τους. Επιπλέον, ο

αριθμός των συνδυασμών ανοιχτών-κλειστών περσίδων, είναι πολύ μεγάλος, δίνοντας στο κτίριο πολλές διαφορετικές απόψεις κατά την διάρκεια της μέρας.



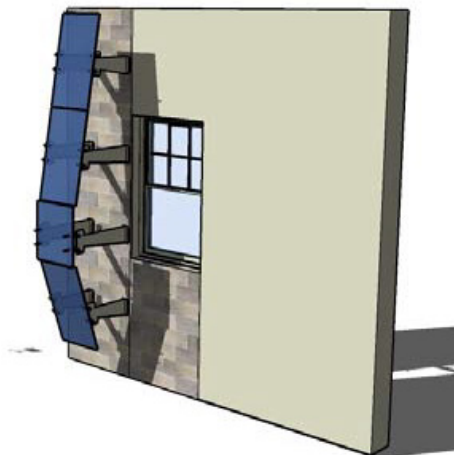
Εικόνα 4.3 - Bibliothèque nationale de France. Αριστερά: εξωτερική άποψη/ Δεξιά: Ρυθμιζόμενες ξύλινες περσίδες της όψης

#### 4.2.2 Εξατομίκευση μέσω κοινής χρήσης στοιχείων (Component-Sharing Customization)

Αυτή η προσέγγιση εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι υπάρχει μία μεγάλη ποικιλία προκατασκευασμένων στοιχείων (π.χ. παράθυρα), τα οποία μπορεί κανείς να παραγγείλει πολύ εύκολα. Με την κοινή χρήση τέτοιων στοιχείων, τοποθετώντας τα σαν επιθέματα σε έναν αριθμό όψεων, με διαφορετική διάταξη, προκύπτουν τελικά διαφορετικές εξατομικευμένες όψεις.

#### 4.2.3 Εξατομίκευση υαλοπετάσματος (Curtain Customization)

Η χρήση υαλοπετάσματος (curtain wall) είναι ένας τρόπος απεξάρτησης των όψεων από τον φέρων οργανισμό του κτιρίου. Τα υαλοπετάσματα μπορούν να εκπληρώσουν ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα λειτουργιών. Ο βαθμός εξατομίκευσης ενός υαλοπετάσματος εξαρτάται, από το αν είναι η μοναδική επικάλυψη του κτιρίου ή αποτελεί μία δεύτερη διακοσμητική στρώση επικάλυψης (μεγαλύτερη ελευθερία στην εξατομίκευση), και από τον αριθμό των λειτουργιών που του επιδίδονται. Η ιδανική περίπτωση, για την μεγαλύτερη ελευθερία στην εξατομίκευση, είναι όταν το υαλοπέτασμα διαχωρίζεται από την βασική επικάλυψη του κτιρίου (τοίχος), η οποία αναλαμβάνει όλες τις τεχνικές λειτουργίες. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της περίπτωσης, είναι το κοινοβουλευτικό κτίριο Jakob-Kaiser-Haus στο Βερολίνο.



Εικόνα 4.4 - Jakob-Kaiser-Haus. Αριστερά: εξωτερική άποψη/ Δεξιά: Λεπτομέρεια του υαλοπετάσματος



Εικόνα 4.5 - Το Jakob-Kaiser-Haus εξωτερικά

#### 4.2.4 Ανοιχτή εξατομίκευση (Open Customization)

Αυτή η προσέγγιση συνιστά την κατασκευή ενός κελύφους, που επικαλύπτει το κτίριο και είναι πλήρως ανεξάρτητο, λειτουργικά και στατικά, από αυτό, σαν μια δεύτερη επιδερμίδα. Με αυτόν τον τρόπο το κέλυφος μπορεί να εξατομικευτεί με μεγάλη ελευθερία πριν και μετά την κατασκευή του, καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του κτιρίου, σχεδόν χωρίς καμία επίδραση στην λειτουργία

και την κατασκευή του εσωτερικού. Ένα παράδειγμα αυτής της προσέγγισης είναι το Sage Gateshead, UK του N. Foster.

Σ' αυτό το κτίριο, η απελευθέρωση του κελύφους από οποιαδήποτε άλλη λειτουργία εκτός της επικάλυψης του κτιρίου, έδωσε μεγάλη ελευθερία στον σχεδιασμό του. Επέτρεψε να δοθεί μία δυναμική μορφή στο κέλυφος και εν γένει στην εξωτερική εμφάνιση του κτιρίου, η οποία ορίστηκε περισσότερο βάσει της τοποθεσίας και του περιβάλλοντα χώρου, παρά βάσει του εσωτερικού κτίσματος που επικαλύπτει.



Εικόνα 4.6 - Sage Gateshead, UK. Αριστερά: κατά την κατασκευή του/ Δεξιά: Ολοκληρωμένο

#### 4.2.5 Διαμερισματοποιημένες όψεις (Compartmentalized Facade)

Όψεις τύπου Lego, οι οποίες αποτελούνται από ένα σύστημα σπονδυλωτών στοιχείων. Η εξατομίκευση τέτοιων όψεων επιτυγχάνεται με τους διαφορετικούς συνδυασμούς αυτών των στοιχείων. Η ευελιξία αυτού του συστήματος, άρα και ο βαθμός εξατομίκευσής του, εξαρτώνται από την ισορροπία μεταξύ του μεγέθους και του πλήθους των σπονδυλωτών στοιχείων, από τον τρόπο που συναρμόζουν μεταξύ τους, και από τον τρόπο που συναντούν την δομή του κτιρίου, την κύρια επιφάνεια του κτιρίου, την οροφή του και το έδαφος. Ένα παράδειγμα αυτού του συστήματος είναι οι όψεις των γραφείων Debis Tower στην Potsdamer Platz στο Βερολίνο από τον R. Piano.

Συγκεκριμένα, οι όψεις του κτιρίου αποτελούνται από δύο στρώσεις. Η εσωτερική στρώση είναι μία απλή γυάλινη όψη. Η εξωτερική, που καλύπτει την γυάλινη όψη, αποτελείται από πλακίδια τερακότας σε συνδυασμό με κεραμικά γραμμικά στοιχεία, και αντιπροσωπεύει το παραπάνω σύστημα, της διαμερισματοποιημένης όψης.



Εικόνα 4.7 –Debris Tower, Potsdamer Platz, Berlin. Αριστερά: εξωτερική άποψη/ Δεξιά: Λεπτομέρεια συναρμογών στις ενώσεις των τμημάτων

#### 4.2.6 Κατατετμημένες όψεις (Componentized Facade)

Αυτές οι όψεις συντελούνται από ένα σύστημα από πάνελ με διαφορετικά συστήματα στηρίξεως, χωρίς κάποιον περιορισμό στα υλικά ή στον συνδυασμό στοιχείων που αποτελούν ένα πάνελ. Ένα τέτοιο σύστημα είναι συνήθως κατάλληλο για επίπεδες επιφάνειες, αφού είναι δυσκολότερο να εφαρμοστεί σε καμπύλες. Το σύστημα στηρίξεως όπως και τα πάνελ προκατασκευάζονται στο εργοστάσιο και ύστερα μεταφέρονται στην οικοδομή για να συναρμολογηθούν. Η εξατομίκευση της όψης σ' αυτήν την περίπτωση επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό τέτοιων πάνελ, διαφορετικού τύπου και μεγέθους.



Εικόνα 4.8 - Κατετμημένες όψεις πολυκατοικίας στο Docklands, δίπλα στον Τάμεση

### 4.3 Μ.Ε. στην κατοικία

#### 4.3.1 Μαζικά εξατομικευμένες κατοικίες (Mass Custom Homes) στην Ιαπωνία

Μία από τις πετυχημένες στρατηγικές Μ.Ε. που μπορεί να εφαρμοσθεί στον χώρο της κατοικίας, είναι η τμηματοποίηση της σε τυποποιημένα στοιχεία (modularization), των οποίων διαφορετικοί και κατά παραγγελία συνδυασμοί, παράγουν διαφορετικές, εξατομικευμένες κατοικίες. Με σκοπό τον συντονισμό της διαδικασίας Μ.Ε. από τον σχεδιασμό μέχρι την πώληση μιας εξατομικευμένης κατοικίας, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο βάσει του οποίου η Μ.Ε. αναλύεται ως σύστημα, στα υποσυστήματα του προϊόντος και των υπηρεσιών (Noguchi 2001,2002,2005). Το μοντέλο αυτό, των μαζικά εξατομικευμένων κατοικιών, παρουσιάστηκε υπό μορφή μαθηματικής σχέσης:

$$(MC) = f(P, S)$$

Στην παραπάνω σχέση, **(MC)** είναι φυσικά το σύστημα της Μ.Ε., **(S)** είναι το υποσύστημα των υπηρεσιών και αφορά τις τεχνικές επικοινωνίας που διευκολύνουν την συμμετοχή των πελατών στην εξατομίκευση της κατοικίας τους, ενώ **(P)** είναι το υποσύστημα του προϊόντος και αφορά τεχνικές παραγωγής, που προτρέπουν για τμηματοποίηση σε τυποποιημένα στοιχεία.

Η συμμετοχή του χρήστη στην διαδικασία είναι ζωτικής σημασίας. Γι' αυτό οι κατασκευαστές χρειάζεται να προσφέρουν υπηρεσίες επικοινωνίας με τους πελάτες, για την υποστήριξη στον σχεδιασμό. Συμβουλευτικό προσωπικό και κατάλληλα εργαλεία επικοινωνίας, είναι απαραίτητα για την διευκόλυνση των επιλογών του χρήστη ανάμεσα στα τυποποιημένα στοιχεία (Noguchi & Friedman, 2002). Έτσι η σχέση του υποσυστήματος των υπηρεσιών (S), διαμορφώνεται ως εξής:

$$(S) = f(l, p, t)$$

Σ' αυτήν την σχέση τα (l) location, (p) personnel, (t) tool, συμβολίζουν αντίστοιχα, την τοποθεσία του πελάτη, το εξειδικευμένο προσωπικό εξυπηρέτησης πελατών, και το εργαλείο-μέσο επικοινωνίας μεταξύ τους.

Εξίσου σημαντικό για την Μ.Ε., είναι να μπορεί ο χρήστης να καθορίζει άμεσα την διαμόρφωση της κατοικίας, μέσα από προκαθορισμένες επιλογές. Γι' αυτό το σκοπό, γίνεται μία τμηματοποίηση της κατοικίας σε τυποποιημένα στοιχεία, τα οποία διαμορφώνουν τον όγκο, το εξωτερικό, και το εσωτερικό της κατοικίας. Αυτά τα στοιχεία οργανώνονται σε έναν εύχρηστο και οπτικά ελκυστικό κατάλογο, ανά κατηγορία (volume, exterior, interior), διευκολύνοντας με αυτόν τον τρόπο την επιλογή των πελατών. Έτσι η σχέση του

υποσυστήματος προϊόντος (P), δηλώνει την τμηματοποίηση της κατοικίας, και διαμορφώνεται ως εξής:

$$(P) = f(v, e, i, o)$$

Το (v) volume components, συμβολίζει τα στοιχεία που καθορίζουν τον όγκο του κτιρίου, όπως οι διαστάσεις και το πλήθος των δωματίων. Τα (i) interior components και (e) exterior components συμβολίζουν τα διακοσμητικά και λειτουργικά στοιχεία, των εξωτερικών και εσωτερικών χώρων αντίστοιχα. Το (o) optional features components συμβολίζει κάποια επιπλέον στοιχεία όπως π.χ. κλιματισμό, ηλεκτρικές συσκευές κ.ά.

Το μοντέλο αυτό ονομάστηκε "**Mass Custom Design system model**" και οι κατοικίες, προϊόντα αυτού του μοντέλου "**Mass Custom Homes**" (Noguchi, 2001). Η λογική των τυποποιημένων στοιχείων αυτού του μοντέλου, είναι όμοια με αυτή των LEGO, όπου ένας αριθμός από διαφορετικά τουβλάκια, μπορούν να συνδυαστούν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Το κόστος της παραγωγής μιας τέτοιας κατοικίας είναι μειωμένο λόγω της τυποποίησης και μαζικής παραγωγής των επιμέρους στοιχείων. Το ίδιο συμβαίνει και με το κόστος, στην φάση του σχεδιασμού, που οφείλεται σε έναν αριθμό συναντήσεων μεταξύ πελάτη-κατασκευαστή, για την διαμόρφωση της εξατομικευμένης κατοικίας. Αυτό το κόστος περιορίζεται σημαντικά, μέσα από την τυποποίηση της διαδικασίας, όπου ο πελάτης συμμετέχει επιλέγοντας τα επιμέρους στοιχεία της κατοικίας. Επιπλέον η κατασκευαστική ποιότητα των τυποποιημένων στοιχείων είναι καλύτερη και ο χρόνος παραγωγής τους μικρότερος, όταν κατασκευάζονται στο ελεγχόμενο περιβάλλον ενός εργοστασίου (Hullibarger, 2001). Συνοψίζοντας, οι επιλογές του χρήστη ανάμεσα σε τυποποιημένα τμήματα κατοικίας, παραδόξως επιτυγχάνουν ένα υψηλό επίπεδο εξατομίκευσης, χαμηλού κόστους (Εικόνα 4.9).

| Design Approach | Standardization Level | Customization Level |
|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Production      | High                  | Low                 |
| Semi-custom     | Middle                | Middle              |
| Custom          | Low                   | High                |
| Mass Custom     | High                  | High                |

Εικόνα 4.9 - Τα επίπεδα τυποποίησης και εξατομίκευσης ανά σχεδιαστική προσέγγιση κατοικιών (Noguchi & Hernández, 2005)

Στην Ιαπωνία, κατασκευαστές κατοικιών όπως οι SANYO Homes Co. Ltd., Sekisui Chemical Co. Ltd, PanaHome Corp., Misawa Homes Co., Sekisui House Ltd., Toyota Housing Corp., παράγουν μαζικά εξατομικευμένες κατοικίες με επιτυχία, στην λογική του παραπάνω μοντέλου. Πριν έρθουν σε συμφωνία με τον πελάτη, οι Ιάπωνες κατασκευαστές αρχικά παρέχουν μία σειρά από καταλόγους, οι οποίοι θα βοηθήσουν τον πελάτη να "σχεδιάσει" το σπίτι του. Οι κατάλογοι αυτοί ανήκουν συνήθως σε τέσσερις κατηγορίες: γενικός κατάλογος, κατάλογος με στυλ προϊόντος, κατάλογος τεχνολογίας και κατάλογος επιλογής τμημάτων του σχεδίου. Ο γενικός κατάλογος περιέχει πληροφορίες για την εταιρία. Ο κατάλογος με τα στυλ προϊόντος, παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες για συγκεκριμένους τύπους κατοικιών (συνήθως ανά περιοχή) από τους οποίους θα επιλέξει ο πελάτης. Ο κατάλογος τεχνολογίας προβάλλει την αξία των καινοτομιών, μέσα από πληροφορίες για διάφορες σύγχρονες τεχνολογίες. Ο κατάλογος επιλογής στοιχείων του σχεδίου, ο οποίος ανταποκρίνεται στον επιλεγμένο τύπο κατοικίας, διευκολύνει τον πελάτη να επιλέξει τα τυποποιημένα στοιχεία που θα απαρτίζουν την εσωτερική και εξωτερική διαμόρφωση της κατοικίας. Για κάθε στοιχείο παρέχονται πληροφορίες για τις λειτουργίες, τα χρώματα, τα υλικά, και τις διαστάσεις του, χωρίς όμως να περιλαμβάνεται το κόστος. Με την χρήση CAD συστημάτων για την δημιουργία, μετατροπή, ανάλυση και βελτίωση του σχεδίου, οι κατασκευαστές παρέχουν στον πελάτη μία ψηφιακή απεικόνιση της κατοικίας βάσει των επιλογών του και μία εκτίμηση του κόστους, ώστε να προκύψει συμφωνία.



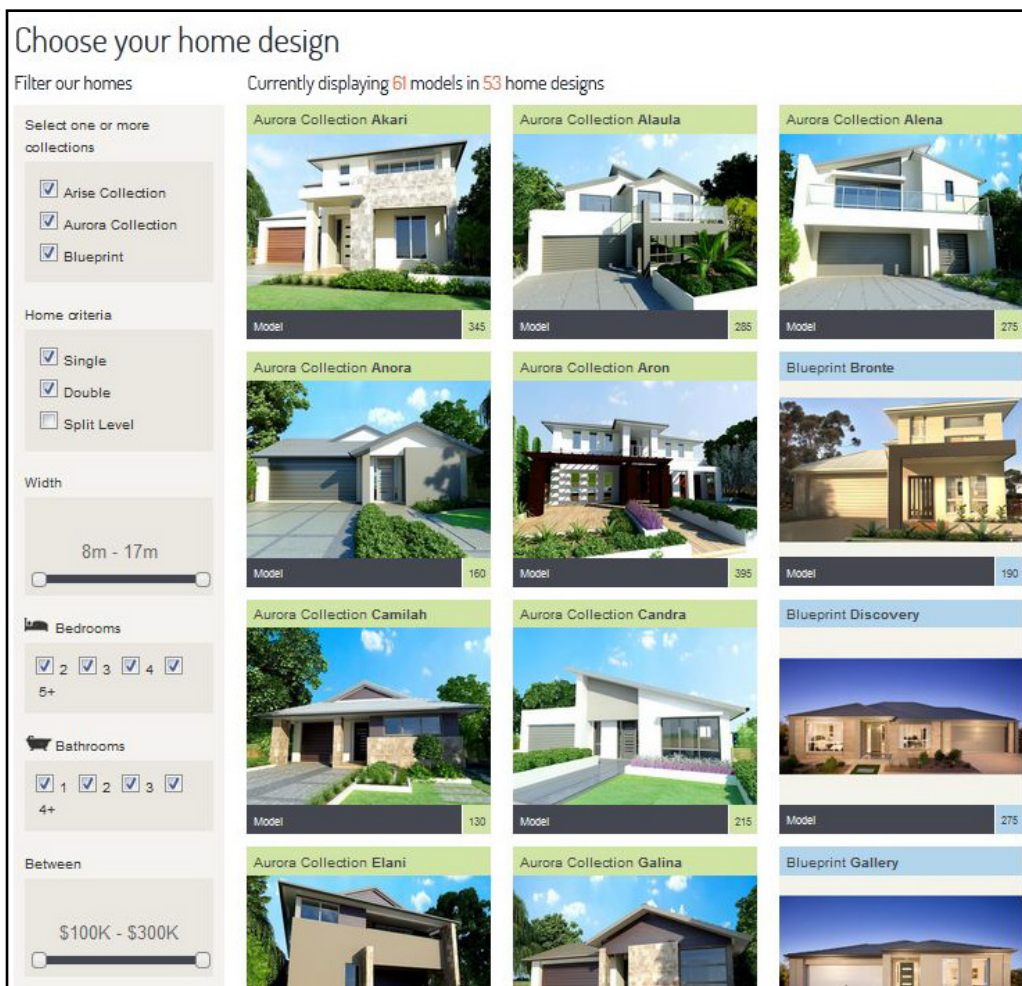
Εικόνα 4.10 - Logia-Type E (SANYO Homes Co. Ltd, 2008)



Εικόνα 4.11 – Παραλλαγές μαζικά εξασκευμένων κατοικιών (Misawa Homes Co., 2013)

Ως εναλλακτική των καταλόγων, κάποιες απ' τις εταιρίες έχουν αναπτύξει διαδραστικό περιβάλλον στις ιστοσελίδες τους στο διαδίκτυο, ώστε όλη η διαδικασία να μπορεί να ολοκληρωθεί διαδικτυακά. Εκεί οι ενδιαφερόμενοι μπορούν άμεσα να βλέπουν πώς επιδρούν οι επιλογές τους στην τελική εμφάνιση αλλά και το κόστος της κατοικίας (Εικόνα 4.12).

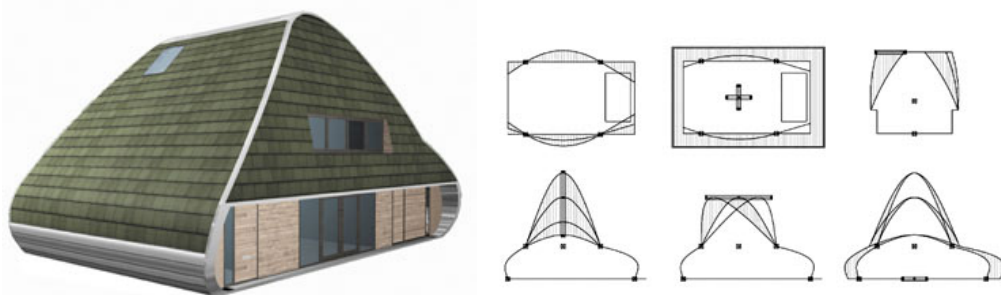
Επιπλέον οι Ιάπωνες κατασκευαστές παρέχουν υπηρεσίες συμβουλευτικού χαρακτήρα, προτείνοντας λύσεις που αφορούν την κοινωνική και οικονομική βιωσιμότητα της κατοικίας, ή ακόμη και λύσεις για πιθανές αλλαγές-ανακαινίσεις κατά τη διάρκεια ζωής της κατοικίας. Αυτές οι προτάσεις προβάλλονται ως επιλογές στον κατάλογο επιλογής στοιχείων, στο διαδίκτυο ή και ως ξεχωριστή υπηρεσία υποστήριξης. Εκτός από τις επιλογές που προσφέρουν στους πελάτες, οι κατασκευαστές συχνά ενσωματώνουν κάποια πρόσθετα στοιχεία που εξασφαλίζουν μία ελάχιστη απαιτούμενη ποιότητα στην κατοικία. Για παράδειγμα, στοιχεία που αφορούν την φιλική προς το περιβάλλον συμπεριφορά της κατοικίας, τα οποία συχνά δεν επιλέγουν οι πελάτες λόγω κόστους ή υποτίμησης της αξίας τους, οι κατασκευαστές τα εγκαθιστούν ως καθιερωμένα στοιχεία και όχι ως επιλογές.



Εικόνα 4.12 – Διαδικτυακό περιβάλλον για την επιλογή σχεδίου των κατοικιών της Sekisui House (Sekisui House Ltd., 2013)

#### 4.3.2 Kas Oosterhuis – Variomatic Houses

Η προσέγγιση του Kas Oosterhuis (ONL) για την Μ.Ε. των κατοικιών Variomatic\_NL (1999) και Variomatic\_US (2003) είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα, καθώς επιτρέπει την συμμετοχή του πελάτη στον σχεδιασμό της κατοικίας. Αυτό είναι εφικτό χάρη στον παραμετρικό σχεδιασμό τους, στην χρήση ψηφιακών μέσων παραγωγής και την χρήση του διαδικτύου ως το μέσον επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με τον πελάτη. Μέσα από ένα διαδικτυακού τύπου εργαλείο σχεδίασης, το οποίο φιλοξενείται στην αντίστοιχη ιστοσελίδα των κατοικιών, παρέχεται στον πελάτη μία απεικόνιση του τρισδιάστατου μοντέλου της κατοικίας. Ο πελάτης μπορεί να έχει μια άποψη του μοντέλου από κάθε πιθανή οπτική γωνία και μπορεί να αλλάζει την γεωμετρία του ή άλλες παραμέτρους σε πραγματικό χρόνο (Εικόνα 4.15). Έτσι, αφού πειραματιστεί με τις ρυθμίσεις των διάφορων παραμέτρων και καταλήξει σε μία επιθυμητή διαμόρφωση, επικυρώνει την παραγγελία (Oosterhuis, 2003, σ. 37). Τα ψηφιακά δεδομένα, του εξατομικευμένου πλέον μοντέλου, μεταφέρονται αυτόματα στην βάση δεδομένων του σχεδιαστή, και τροφοδοτούν το πλήρες παραμετρικό σχέδιο (με όλες τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες) που ανανεώνεται επίσης αυτόματα. Εν συνεχεία τα ψηφιακά δεδομένα του αρχείου με το ολοκληρωμένο μοντέλο, τροφοδοτούν τα κατάλληλα ψηφιακά μέσα παραγωγής, για την κατασκευή τμημάτων της κατοικίας (File-to-Factory), παρακάμπτοντας οποιεσδήποτε περιττές ενέργειες, όπως την εξαγωγή δισδιάστατων κατασκευαστικών σχεδίων (Oosterhuis & Xia, 2007, pp. 9-12). Τέλος, όλα τα κομμάτια μεταφέρονται στο οικόπεδο του πελάτη, όπου και συναρμολογούνται.



Εικόνα 4.13 - Variomatic NL (δεξιά φαίνονται σε σκίτσα, οι τροποποιήσεις που μπορούν να γίνουν)

Στην κατοικία Variomatic\_NL (Oosterhuis, 2002), ο πελάτης μπορεί να ρυθμίσει τον προσανατολισμό και τις συνολικές διαστάσεις της κατοικίας, τις καμπύλες που ορίζουν το περίγραμμα των όψεων και της κάτοψης, αλλά και την θέση της κουζίνας στην κάτοψη. Ακόμη μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε διάφορα

υλικά και χρώματα για κάθε τμήμα της κατοικίας αλλά και για την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα ή φωτοβολταϊκών πινάκων στην σκεπή. Τα μόνα σταθερά τμήματα της κατοικίας είναι το κλιμακοστάσιο, η τουαλέτα και το τεχνικό δωμάτιο.

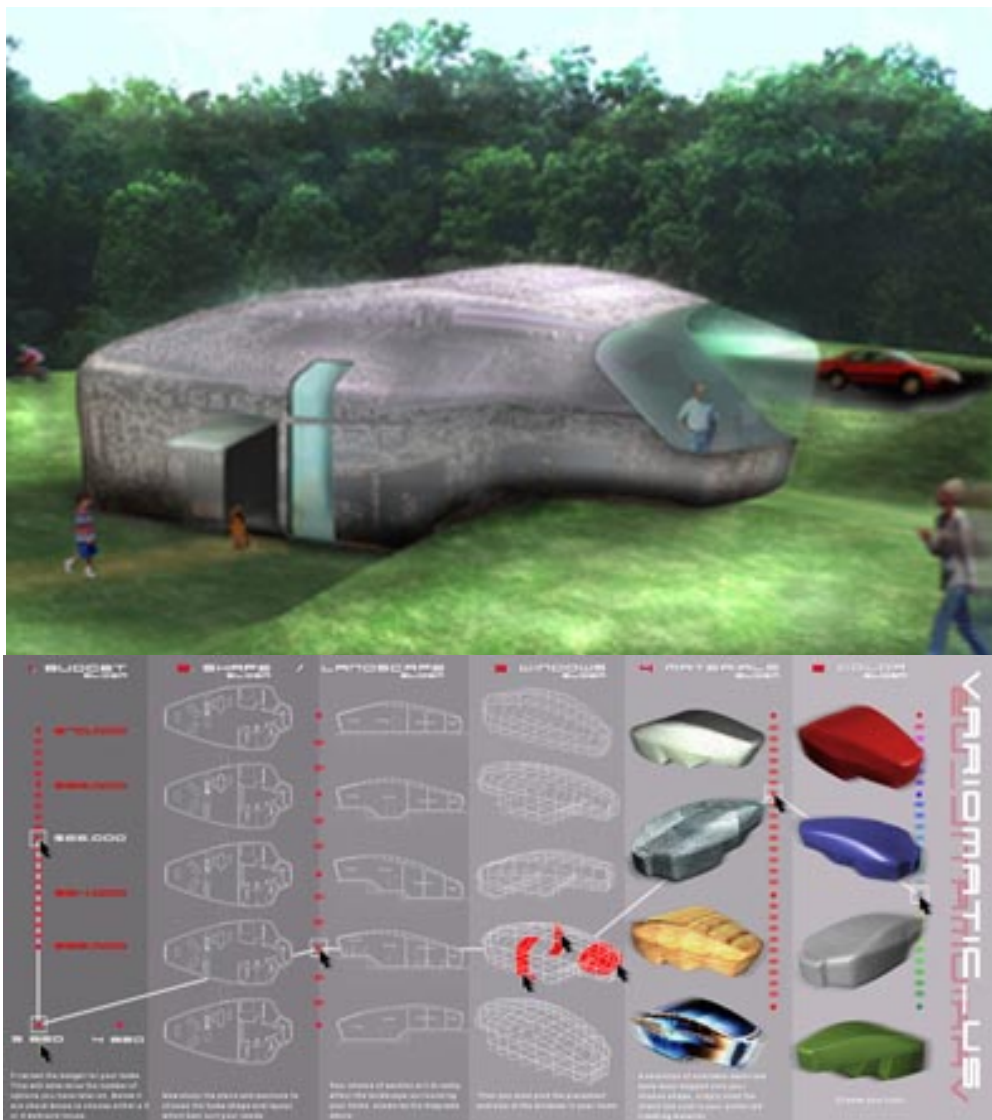


Εικόνα 4.14 - Variomatic NL (Variomatic Housing Project: 8 κατοικίες στο Zoetermeer, 2001)



Εικόνα 4.15 - Η διαδικτυακή εφαρμογή σχεδίασης του Variomatic NL (βήμα επιλογής υλικών)

Στην κατοικία Variomatic\_US (Oosterhuis, 2003b) (Εικόνα 4.16), ο πελάτης κάνει μία σειρά από επιλογές με την χρήση ρυθμιστών (sliders). Έτσι, ρυθμίζει αρχικά τον προϋπολογισμό της κατοικίας. Το εύρος των επόμενων επιλογών, προσαρμόζεται βάσει του επιλεγμένου προϋπολογισμού. Έπειτα επιλέγει τον αριθμό των υπνοδωματίων (3 ή 4 υπνοδωμάτια), και μετά ρυθμίζει το σχήμα της γραμμής του εδάφους, όπου μπορεί να επιλέξει μεταξύ προκαθορισμένων ρυθμίσεων ή να την ρυθμίσει μόνος του. Στη συνέχεια ορίζει τα παράθυρα της κατοικίας, υποδεικνύοντας διαδραστικά σε ποια σημεία των όψεων επιθυμεί την τοποθέτησή τους. Τέλος, επιλέγει τα υλικά και τα χρώματα για την επικάλυψη της κατοικίας. Η κατασκευή του μεταλλικού σκελετού της κατοικίας, βασίζεται σε μία μόνο παραμετρική κατασκευαστική λεπτομέρεια (one building-one detail), και οι διάφορες παραλλαγές του, παράγονται με τη λογική file-to-factory (F2F).



Εικόνα 4.16 - Το Variomatic\_US και διάφορες παραλλαγές του

Είναι αξιοσημείωτο ότι και στις δύο περιπτώσεις, προκύπτει μία οικογένεια μαζικά εξατομικευμένων κατοικιών, από ένα μόνο παραμετρικό σχέδιο. Ενώ είναι σχεδόν αδύνατο δύο από τις ατελείωτες παραλλαγές της παραμετρικής κατοικίας να είναι ίδιες, ωστόσο όλες διατηρούν το στυλ της οικογένειας στην οποία ανήκουν, όπως και την υπογραφή του αρχιτέκτονα. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να προσφέρει πολύ μεγάλη ποικιλία παραλλαγών, σε σχετικά χαμηλό κόστος και χρόνο παραγωγής, καθώς οι τεχνολογίες πληροφορίας και των ψηφιακών μέσων σχεδίασης και παραγωγής, εξελίσσονται συνεχώς.

#### 4.3.3 DUS Architects – Canal House 2.0

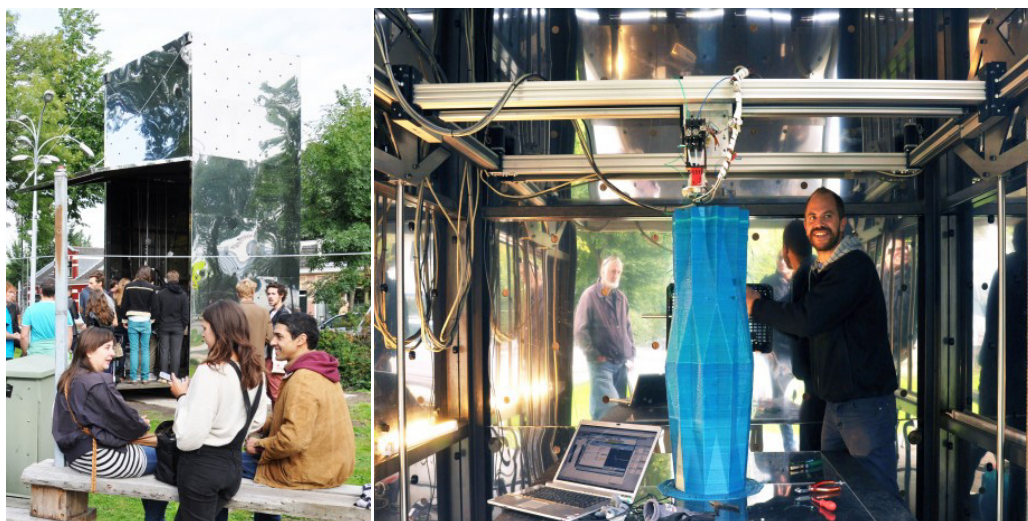
Το αρχιτεκτονικό γραφείο των DUS Architects στο Άμστερνταμ είναι γνωστό κυρίως για τις εφήμερες κατασκευές του σε δημόσιους χώρους. Τον Μάρτιο του 2013, ξεκίνησαν ένα πρόγραμμα (The Northern Canal Belt project) με στόχο την αναζωογόνηση διάφορων αχρησιμοποίητων καναλιών στο βόρειο Άμστερνταμ. Το πρώτο στάδιο αυτού του προγράμματος είναι να κατασκευάσουν την πρώτη τρισδιάστατα εκτυπωμένη κατοικία καναλιού (canal house 2.0), στο κανάλι Buiksloter του βόρειου Άμστερνταμ. Αυτός ο παραδοσιακός τύπος κατοικίας, συμβολίζει την χρυσή εποχή της πόλης πριν από 400 χρόνια. Οι DUS ευελπιστούν ότι το canal house 2.0 θα σημάνει μία νέα χρυσή εποχή για την πόλη και ότι θα καταφέρουν να ολοκληρώσουν το πρόγραμμα, με την κατασκευή και άλλων παραλλαγών του (Εικόνα 4.17).



Εικόνα 4.17 - Το όραμα των DUS Architects για το canal house 2.0 και την διαμόρφωση του καναλιού με την προσθήκη και άλλων παραλλαγών του

Για την κατασκευή του, οι DUS χρησιμοποιούν τον KamerMaker (κατασκευαστή δωματίων), τον πρώτο παγκοσμίως, φορητό 3D-printer μεγάλης κλίμακας. Για την εκτύπωση, χρησιμοποιεί διάφορους τύπους βιο-πλαστικών (PLA) ή ξύλο (MDF), ενώ αναμένεται και η χρήση ανακυκλώσιμων πλαστικών. Ο KamerMaker μεταφέρεται και εγκαθίσταται στο οικόπεδο, και επί τόπου κατασκευάζει σε στρώσεις, τμήματα της κατοικίας ή και ολόκληρα δωμάτια

(μέχρι 2.2 x 2.2 x 3.5 m), τα οποία εν συνεχεία συναρμολογούνται. Ο χώρος κατασκευής του canal house 2.0, είναι ανοιχτός προς το κοινό (construction site 2.0). Οι κάτοικοι της περιοχής όπως και οποιοσδήποτε ενδιαφερόμενος, μπορούν να επισκέπτονται τον χώρο, να παρακολουθούν τα στάδια της διαδικασίας και να μαθαίνουν, ή ακόμη και να συμμετέχουν σε αυτήν (Εικόνα 4.18). Αρχικά τα διάφορα τμήματα της κατοικίας εκτυπώνονται σε κλίμακα 1:20 από έναν μικρό 3D-printer και ελέγχονται. Αφού αποφασιστεί το τελικό σχέδιό τους, εκτυπώνονται από τον KamerMaker σε κλίμακα 1:1 (Εικόνα 4.19). Η όψη, η οροφή, οι τοίχοι και το κλιμακοστάσιο της κατοικίας κατά την τοποθέτηση και συναρμολόγησή τους, θα υποστηριχτούν με ελαφρές ενισχύσεις και θεμελιώσεις. Κάθε δωμάτιο που ολοκληρώνεται (συνολικά 12), θα αποτελεί και έναν ξεχωριστό τομέα έρευνας με θέματα όπως τον συμμετοχικό σχεδιασμό και την εξατομίκευση ενός σχεδίου μέσω του παραμετρικού σχεδιασμού (the fitting room), τα ανακυκλώσιμα υλικά (the recycle room), τις εφήμερες κατασκευές (the temporary room), κ.ά. Έτσι, όταν ολοκληρωθεί (αναμένεται να ολοκληρωθεί το φθινόπωρο του 2013) θα αποτελεί ένα κέντρο έρευνας ανοιχτό προς όλο το κοινό.



Εικόνα 4.18 - Το KamerMaker στο οικόπεδο (construction site 2.0), ανοιχτός προς το κοινό, και το εσωτερικό του.



Εικόνα 4.19 - Τα τμήματα της κατοικίας εκτυπωμένα σε 1:20 (επάνω) και σε 1:1 (κάτω)

Η τεχνολογία αιχμής του KamerMaker, αλλάζει τα δεδομένα στην παραγωγή κτιρίων και απλοποιεί σημαντικά την Μ.Ε. τους. Δίνει την δυνατότητα του επί τόπου (on site) σχεδιασμού, δοκιμής, ελέγχου και κατασκευής μεγάλων τμημάτων του κτιρίου, το οποίο ολοκληρώνεται με την επί τόπου συναρμολόγησή τους, επιτρέποντας παράλληλα την συμμετοχή του χρήστη, σε όλες σχεδόν τις φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας. Έτσι, είναι δυνατόν, όλη σχεδόν η παραγωγική διαδικασία του κτιρίου, να λαμβάνει χώρα στην τελική του τοποθεσία, περιορίζοντας σε τεράστιο βαθμό την αποθήκευση και τις μεταφορές υλικών και εξαρτημάτων. Φυσικά υπάρχουν ακόμη κάποιοι περιορισμοί, που αφορούν κυρίως την ποικιλία και την αντοχή των υλικών που χρησιμοποιεί. Ωστόσο η συνεχής εξέλιξη τέτοιων τεχνολογιών, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα εξαλείψει τέτοιους περιορισμούς, και ίσως το όραμα των DUS, που θέλει να μπορεί ο καθένας να εκτυπώνει το σπίτι του, να μην είναι πολύ μακριά.

## 5. Επίλογος - Συμπεράσματα

Η Μ.Ε. μπορεί να θεωρηθεί ως μία στρατηγική από μόνη της. Μία στρατηγική για την παραγωγή εξατομικευμένων προϊόντων και υπηρεσιών, με απόδοση όμοια με αυτή της Μαζικής Παραγωγής. Όπως είδαμε μέσα από την σχετική βιβλιογραφία, έχουν αναπτυχθεί διάφορες στρατηγικές και μέθοδοι, για την επιτυχημένη εφαρμογή της Μ.Ε. Η επιτυχία της Μ.Ε., σε κάθε περίπτωση, κρίνεται από το αν ο καταναλωτής μπορεί να βρει αυτό που ακριβώς θέλει, την στιγμή που το θέλει, ακόμα και αν δεν έχει ξεκαθαρίσει τι είναι αυτό, χωρίς να επιβαρύνεται το κόστος. Οι διάφορες στρατηγικές, παρουσιάζονται μέσα από ταξινομήσεις, οι οποίες αντανακλούν την διαφορετική οπτική γωνία του κάθε ερευνητή για την Μ.Ε. Κοινό χαρακτηριστικό αυτών των ταξινομήσεων είναι ότι φανερώνουν μία διαβάθμιση της εξατομίκευσης των προϊόντων, έχοντας στο ένα άκρο λιγότερο εξατομικευμένα προϊόντα και στο άλλο άκρο υψηλού βαθμού εξατομικευμένα προϊόντα. Ο βαθμός της εξατομίκευσης συνδέεται άμεσα με την συμμετοχή του πελάτη στην παραγωγική διαδικασία. Ιδανικά, η συμμετοχή του πελάτη στον σχεδιασμό του προϊόντος μπορεί να προσφέρει τον υψηλότερο βαθμό εξατομίκευσης. Ωστόσο ο απαιτούμενος βαθμός εξατομίκευσης, βάσει των αναγκών και των απαιτήσεων των πελατών, μπορεί να διαφέρει από προϊόν σε προϊόν και από βιομηχανία σε βιομηχανία. Έτσι, οι εταιρίες προτού επιλέξουν τις στρατηγικές για Μ.Ε., θα πρέπει να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τις απαιτήσεις των πελατών τους, αλλά και να αξιολογούν, σε ποιο βαθμό είναι πρόθυμοι οι πελάτες να συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία.

Η επιτυχημένη εφαρμογή οποιασδήποτε στρατηγικής Μ.Ε., εξαρτάται άμεσα από τρεις αλληλένδετες συνιστώσες: τον σχεδιασμό του προϊόντος, τον σχεδιασμό της παραγωγικής διαδικασίας και τον σχεδιασμό της αλυσίδας εφοδιασμού. Στο αντίστοιχο κεφάλαιο, παρουσιάστηκαν διάφορες μέθοδοι και τεχνολογίες που υποστηρίζουν κάθε μία από τις τρεις συνιστώσες της Μ.Ε. Από αυτές, ο παραμετρικός σχεδιασμός σε συνδυασμό με κάποιο ευέλικτο σύστημα παραγωγής (flexible manufacturing), όπως το rapid manufacturing, και την χρήση διαδικτυακού τύπου εφαρμογών για την αλληλεπίδραση της εταιρίας με τους πελάτες, δίνουν την δυνατότητα για μία εξατομίκευση και ευελιξία πολύ υψηλού βαθμού. Αυτό φυσικά, δεν σημαίνει ότι μία τέτοια προσέγγιση είναι κατάλληλη για κάθε περίπτωση προϊόντος. Στην αρχιτεκτονική και στην οικοδομική βιομηχανία πάντως, όπως είδαμε μέσα από τα παραδείγματα των Kas Oosterhuis (ONL) και των DUS Architects, μία τέτοια προσέγγιση είναι εφαρμόσιμη και μάλιστα, προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά την Μ.Ε. τελικών προϊόντων, όπως οι κατοικίες, επιτρέποντας την συμμετοχή των χρηστών στον σχεδιασμό. Από την άλλη, στο παράδειγμα των Ιαπώνων κατασκευαστών προσφέρονται μαζικά εξατομικευμένες κατοικίες, περιορισμένου μεν, αρκετά μεγάλου δε, βαθμού εξατομίκευσης, αφού

βασίζονται στον σπονδυλωτό σχεδιασμό και την τυποποίηση τμημάτων της κατοικίας, επιτρέποντας την συμμετοχή του χρήστη από το στάδιο της παραγωγής και μετά.

Από την μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας και των διάφορων παραδειγμάτων, ένα γενικό συμπέρασμα που βγαίνει, είναι ότι δεν υπάρχει μία μόνο στρατηγική για την επιτυχημένη εφαρμογή της Μ.Ε. Ωστόσο, δεδομένης της συνεχούς εξέλιξης της τεχνολογίας, η χρήση ψηφιακών μέσων παραγωγής και σχεδιασμού τελευταίας τεχνολογίας, σίγουρα διευκολύνουν και πολλές φορές απλοποιούν κατά πολύ την διαδικασία της Μ.Ε. Τέλος ένα ζήτημα, όσον αφορά την Μ.Ε. στην αρχιτεκτονική, το οποίο αξίζει να ερευνηθεί περαιτέρω, είναι αυτό της δυνατότητας εξατομίκευσης των κτιρίων (ιδίως των κατοικιών) κατά την διάρκεια ζωής τους, έτσι ώστε να εκπληρώνουν κάθε φορά τις ανάγκες και απαιτήσεις των διάφορων χρηστών τους, ακόμη και όταν η χρήση του κτιρίου αλλάζει. Η αναζήτηση δηλαδή, μεθόδων που αφορούν κυρίως τον σχεδιασμό του ίδιου του κτιρίου, οι οποίες να δίνουν αυτή τη δυνατότητα, παρέχοντας οικονομικές λύσεις. Προς αυτή την κατεύθυνση, όπως είδαμε, κινούνται το Open Building (OB) του Habraken, με την τμηματοποίηση του κτιρίου σε επίπεδα (base building και fit-out) (Ενότητα 3.3.1), ο σχεδιασμός μιας πλατφόρμας του κτιρίου, το οποίο συμπληρώνεται με σπονδυλωτά τμήματα, όπως στα αυτοκίνητα, ή το Mass Custom Design των Ιαπώνων κατασκευαστών.

## Βιβλιογραφία

- Alford, D., Sackett, P., & Nelder, G. (2000).** Mass customization: an automotive perspective. *International Journal of Production Economics* , 65, σσ. 99-100.
- Andel, T. (2002).** From common to custom: The case for make-to-order. *Material Handling Management* , 57 (12), σσ. 24-31.
- Barlow, J., Childerhouse, P., Gann, D., Hong-Minh, S., Naim, M., & Ozaki, R. (2003).** Choice and delivery in housebuilding: lessons from Japan for UK housebuilders. *Building Research and Information* , 31 (2), σσ. 134-145.
- Berger, C., Moslein, K., Piller, F., & Reichwald, R. (2005).** Designing modes of co-operation at the customer interface: learning from exploratory research. *European Management Review* , 2 (1), σσ. 70-87.
- Bernold, L. (2004, February).** Web-Based Synchronous Communication in Construction: Breaking Out of the Zero-Sum. (M. Syal, M. Hastak, & M. Mullens, Επιμ.) *Proceedings of the NSF Housing Research Agenda Workshop* , 2 (1), σσ. 51-59.
- Blecker, T., Friedrich, G., Kaluza, B., Abdelkafi, N., & Keutler, G. (2005).** *Information and Management Systems for Product Customization*. Springer Science and Business Media, Inc.
- Bowersox, D. J., & Morash, E. A. (1989).** The integration of marketing flows in channels of distribution. *European Journal of Marketing* , 23 (2), σσ. 58-67.
- Burry, M. (2003).** Between Intuition and Process: Parametric Design and Rapid Prototyping. Στο B. Kolarevic, *Architecture in the Digital Age : Design and Manufacturing* (σσ. 147-163). New York, London: Spon Press.
- Chandra, C., & Grabis, J. (2004).** Mass Customization: Framework and Methodologies. Στο *Mass Customization: A Supply Chain Approach* (σσ. 63-85). New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Chandra, C., & Kamrani, A. (2004).** *Mass Customization: A Supply Chain Approach*. New York: Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Coates, J. F., & Wolff, M. F. (1995).** Customization promises sharp competitive edge. *Research Technology Management* , 38 (6), σσ. 6-7.
- Colleti, P., & Aichner, T. (2011).** *Mass Customization: An Exploration of European Characteristics*. Springer.
- Da Silveira, G., Borenstein, D., & Fogliatto, F. (2001).** Mass customization: Literature and research directions. *International Journal Production Economics* , 72 (1), σσ. 1-13.

**Daghestani, S. (1998).** *Design and Reconfiguration of Manufacturing Systems in Agile Manufacturing Environments*. Master Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University.

**Davis, S. M. (1989).** From “future perfect”: Mass customizing. *Strategy & Leadership* , 17 (2), σσ. 16-21.

**Davis, S. M. (1987).** *Future Perfect*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

**Dekker, C., Dickens, P., Grimm, T., Hague, R., Hopkinson, N., Soar, R., και συν. (2003).** Part 7: Rapid Manufacturing. Στο T. Wohlers (Επιμ.), *Wohlers Report 2003*. Wohlers Associates.

**Dickens, P., Hague, R., Harris, R., Hopkinson, N., Tuck, C., & Wohlers, T. (2005).** Part 6: Rapid Manufacturing. Στο T. Wohlers (Επιμ.), *Wohlers Report 2005*. Wohlers Associates.

**Duray, R. (2000).** Mass customization. Στο P. M. Swamidass, *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management* (σσ. 445-450). New York: Kluwar Academic Publishing.

**Duray, R., & Miligan, G. (1999, Αύγουστος).** Improving Customer Satisfaction through Mass Customization. *Quality Progress* , σσ. 60-66.

**Duray, R., Ward, P., Milligan, G., & Berry, W. (2000).** Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. *Journal of Operations Management* , 18, σσ. 605-625.

**Feitzinger, E., & Lee, H. L. (1997, January–February).** Mass customization at Hewlett-Packard: the power of postponement. *Harvard Business Review* , 75 (1), σσ. 116-121.

**Fisher, M. (1997, March/April).** What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review* , σσ. 105-116.

**Gooley, T. B. (1998).** Mass Customization: How Logistics Makes it Happen. *Logistics Management and Distribution Report* , 37 (4), σσ. 49-52.

**Guruswamy, R. (2004).** *Supporting Mass Customization: A Three Dimensional Concurrent Engineering (3-DCE) Perspective*.

**Habraken, N. J. (1976).** *“Variations, the Systematic Design of Supports”*. Cambridge, USA and London: MIT Press.

**Hague, R., Mansour, S., & Saleh, N. (2003).** Design Opportunities with Rapid Manufacturing. *Assembly Automation* , 23, σσ. 346-356.

**Heil, G., Parker, T., & Stephens, D. (1997).** *“One size fits one: Building relationships one customers and one employee at a time”*. Van Nostran Reinhold: International Thomson Publishing Company.

**Holweg, M., & Pil, F. K. (2004).** *The second century: reconnecting customer and value chain through build-to-order: moving beyond mass and lean production in the auto industry.* Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

**Hopkinson, N., & Dickens, P. (2003).** Analysis of rapid manufacturing using layer manufacturing. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part C: Journal of Mechanical Engineering Science* , 217, σσ. 31-39.

**Hullibarger, S. (2001).** *Developing with Manufactured Homes.* Arlington: Manufactured Housing Institute.

**Jeong, J. G. (2003).** *Supply Chain Analysis and Simulation Modeling for the Manufactured Housing Industry.* Master's Thesis, Purdue University, West Lafayette, IN.

**Kahn, B. (1998).** Dynamic relationship with customers: High variety strategies. *Journal of the Academy of Marketing Science* , 26 (1), σσ. 45-53.

**Kendall, S. (2004, February 12-14).** "An Open Building Approach to Residential Construction: A Strategy for Balancing Efficiency and Variety in Construction Management and Production". (M. Syal, M. Mullens, & M. Hastak, Επιμ.) *Proceedings of the NSF Housing Research Agenda Workshop* , 2 (1).

**Kendall, S., & Teicher, S. (2000).** *"Residential Open Building"*. London & New York: E & FN Spon.

**Kolarevic, B. (2003).** *Architecture in the Digital Age : Design and Manufacturing.* New York, London: Spon Press.

**Koste, L., & Malhotra, M. (1998).** A Theoretical Framework for Analyzing the Dimensions of Manufacturing Flexibility. *Journal of Operations Management* (18), σσ. 75-92.

**Lampel, J., & Mintzberg, H. (1996).** Customizing customization. *Sloan Management Review* , 38, σσ. 21-31.

**Liker, J. (2004).** *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer.* New York: McGraw Hill.

**McCarthy, B., Brabazon, P. G., & Bramham, J. (2003).** Fundamental modes of operation for mass customization. *International Journal of Production Economics* , 85 (3), σσ. 289-304.

**Mikkola, J., & Larsen, T. (2004).** Supply-chain integration: implications for mass customization, modularization and postponement strategies. *Production planning and control* , 15 (4), σσ. 352-361.

**Muffatto, M. (1999).** Introducing a platform strategy in product development. *International Journal of Production Economics* , 60-61, σσ. 145-153.

**Noguchi, M. (2001).** The Mass Custom Home: Vivienda Personalizada Masiva: Optimización de la Tecnología de la Vivienda Canadiense y Japonesa en Latinoamérica. *Simposium Internacional: Prospectiva Urbana en Latinoamerica*. Aguascalientes, Mexico.31 August 2001.

**Noguchi, M., & Friedman, A. (2002).** Manufacturers-User Communication in Industrialized Housing in Japan. *Open House International* , 27 (2), σσ. 21-29.

**Noguchi, M., & Friedman, A. (2002).** Mass Custom Design System Model for the Delivery of Quality Homes-Learning from Japan's Prefabricated Housing Industry.Proceedings of International Council for Research and Innovation in Building and Construction. *CIB W060-096 Syllabus Joint Conference:Measurement and Management of Architectural Value in Performance-Based Building*, (σσ. 229-243). Hong Kong. 6-10 May 2002.

**Noguchi, M., & Hernández, C. (2005).** A „Mass Custom Design“ Approach to Upgrading Traditional Housing Development in Mexico. *Journal of Habitat International* , 29 (2), σσ. 325-336.

**Ohno, T. (1988).** *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press.

**Oosterhuis, K. (2003).** *Hyperbodies*. Basel,Boston,Berlin: Birkhäuser.

**Oosterhuis, K., & Xia, X. (2007).** *ia#1 (Interactive Architecture)*. episode publishers.

**Piller, F. T. (2000).** *Mass Customization – Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

**Pine, B. J. (1993).** *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Βοστώνη: Harvard Business School Press.

**Pine, B. J. (1991).** *Paradigm shift: from mass production to mass customization: MSc Dissertation*. Cambridge, Massachouchets: MIT Sloan Sschool of Management.

**Pine, B. J., & Gilmore, H. J. (1999).** *The Experience Economy: Work is Theatre & Every Business a Stage*. Boston, Massachusetts: Havard Business School Press.

**Piroozfar, A. E. (2005).** Mass customization: applicability and complications in building industry. *3rd Interdisciplinary World Congress on Mass Customization and Personalization MCPC2005*. Hong Kong, China.

**Piroozfar, A. E. (2008).** *Mass-Customization: the application on design, fabrication and implementation (DFI) processes of building envelopes*. PhD Thesis, The University of Sheffield, School of Architecture,Sheffield, United Kingdom.

**Qiao, G., Lu, R. F., & McLean, C. (2006).** Flexible manufacturing systems for mass customisation manufacturing. *International Journal of Mass Customisation* , 1 (2/3), σσ. 374-393.

**Ruffo, M., Tuck, C., & Hague, R. (2005).** Cost estimation for Rapid Manufacturing: Laser sintering production for low-medium volumes. *Proceedings of Imech E Part B: Journal of Engineering Manufacture* .

**Schilling, M. A. (2000).** Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. *The Academy of Management Review* , 25 (2), σσ. 312-334.

**Shewchuk, J. P. (1998).** Agile manufacturing: one size does not fit all. Στο *Proceedings of the IFIPWG 5.7 Conference on Strategic Management of the Manufacturing ValueChain* (σσ. 143-150). Troon, Scotland: Kluwer Academic Publishers.

**Simpson, T. W., Siddique, Z., & Jiao, J. (2005).** *Product Platform and Product Family Design: Methods and Applications*. New York: Springer.

**Toffler, A. (1970).** *Future Shock*. New York: Random House.

**Tseng, M., & Jiao, J. (2001).** *Mass Customization. Handbook of Industrial Engineering* (3η έκδοση εκδ.). (G. Salvendy, Επιμ.) New York: Wiley.

**Tseng, M., & Piller, F. (2003).** *The Customer Centric Enterprise*. Springer Science and Business Media, Inc.

**Tu, Q., Vonderembse, M., & Ragu-Nathan, T. S. (2001).** The impact of time-based manufacturing practices on mass customization and value to customer. *Journal of Operations Management* , 19, σσ. 201-217.

**Tuck, C., & Hague, R. (2006).** The pivotal role of rapid manufacturing in the production of cost-effective customized products. *International Journal of Mass Customization* , 1, σσ. 360-373.

**Ulrich, K., & Eppinger, S. (2004).** *Product Design and Development* (3η έκδοση εκδ.). Boston: McGraw-Hill.

Voss, D. (1994). A new spring for manufacturing. *Journal of Business Strategy* , 15 (1), σσ. 54-56.

**Womack, J., & Jones, D. (1996).** *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.

## Πηγές από το Διαδίκτυο

**adidas. (2013).** *miadidas*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.adidas.com/us/content/miadidas/>

**DUS Architects. (2013).** Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.dusarchitects.com>

**DUS Architects. (2013).** *KamerMaker*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.kamermaker.com>

**Grant, C. (2013, Απρίλιος 15).** *"3D-printed canal home takes shape in Amsterdam"*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.bbc.co.uk/news/technology-22152212>

**Levi's. (2013).** Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://us.levi.com/product/index.jsp?productId=21294216&&cp=3146842.3146854.3194290>

**Misawa Homes Co. (2013).** Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.misawa.co.jp/event/campaign/direct990/>

**Oosterhuis, K. (2002).** *2002 Variomatic NL*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=135>

**Oosterhuis, K. (2003b).** *2003 US Home*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=136>

**Sacchetti, V. (2013, Μάιος 22).** *Printable futures*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από [http://www.domusweb.it/en/architecture/2013/05/21/printable\\_futures.html](http://www.domusweb.it/en/architecture/2013/05/21/printable_futures.html)

**SANYO Homes Co. Ltd. (2008).** *Products Lineup: Logia-Type E*. Ανάκτηση Άυγουστος 19, 2008, από [www.sanyohomes.co.jp/products/logia\\_e/index.html](http://www.sanyohomes.co.jp/products/logia_e/index.html)

**Sekisui House Ltd. (2013).** *Home designs: Choose your home design*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.sekisuihouse.com.au/house-designs/house-designs-sa>

**Vauxhall. (2013).** *Create your own ADAM*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://www.vauxhall.co.uk/vehicles/vauxhall-range/cars/adam/configurator.html>

**Zimmer, L. (2013, Μάρτιος 3).** *DUS Architects Unveils Plans to 3D Print an Entire House in Amsterdam*. Ανάκτηση Ιούνιος 30, 2013, από <http://inhabitat.com/dus-architects-plan-to-3d-print-an-entire-canal-house-for-amsterdam/>

## Πίνακας Εικόνων

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Εικόνα 2.1</b> – Διαδικτυακή εφαρμογή σχεδιασμού του ADAM Vauxhal (Vauxhall, 2013).....                                                             | 9  |
| <b>Εικόνα 2.2</b> – Εξατομίκευση των Levi's "cut-to-fit" Jeans (Levi's, 2013).....                                                                     | 10 |
| <b>Εικόνα 2.3</b> – Διαδικτυακό περιβάλλον εξατομίκευσης των miAdidas (adidas, 2013) .....                                                             | 11 |
| <b>Εικόνα 2.4</b> – Το συνεχές των πέντε στρατηγικών (Lampel & Mintzberg, 1996) .....                                                                  | 12 |
| <b>Εικόνα 2.5</b> – Οι τέσσερις προσεγγίσεις Μ.Ε. των Pine & Gilmore (1999, p. 87) .....                                                               | 14 |
| <b>Εικόνα 2.6</b> – Αρχέτυπα προμηθευτών από τους Duray et al. (2000, p. 612) .....                                                                    | 15 |
| <b>Εικόνα 2.7</b> – Στρατηγικές Μ.Ε. του Piller (2000, p. 251) .....                                                                                   | 17 |
| <b>Εικόνα 2.8</b> – Τα πέντε “modes” Μ.Ε. των MacCarthy et al. (2003, p. 299).....                                                                     | 19 |
| <b>Εικόνα 3.1</b> - Περιβάλλον παραμετρικού σχεδιασμού. Αριστερά το δίκτυο με τις παραμέτρους και δεξιά το αποτέλεσμα.....                             | 24 |
| <b>Εικόνα 3.2</b> – Οι 14 αρχές λιτής παραγωγής του Liker (2004).....                                                                                  | 27 |
| <b>Εικόνα 3.3</b> –Ευελιξία των ευέλικτων συστημάτων παραγωγής σε τέσσερις τομείς (Koste & Malhotra, 1998) .....                                       | 28 |
| <b>Εικόνα 4.1</b> – Εξωτερική άποψη του L'Institut du Monde Arabe .....                                                                                | 39 |
| <b>Εικόνα 4.2</b> - Ρυθμιζόμενα μεταλλικά διαφράγματα της όψης από έξω και από μέσα .....                                                              | 39 |
| <b>Εικόνα 4.3</b> - Bibliothèque nationale de France. Αριστερά: εξωτερική άποψη/ Δεξιά: Ρυθμιζόμενες ξύλινες περσίδες της όψης.....                    | 40 |
| <b>Εικόνα 4.4</b> - Jakob-Kaiser-Haus. Αριστερά: εξωτερική άποψη/ Δεξιά: Λεπτομέρεια του υαλοπετάσματος .....                                          | 41 |
| <b>Εικόνα 4.5</b> - Το Jakob-Kaiser-Haus εξωτερικά .....                                                                                               | 41 |
| <b>Εικόνα 4.6</b> - Sage Gateshead, UK. Αριστερά: κατά την κατασκευή του/ Δεξιά: Ολοκληρωμένο .....                                                    | 42 |
| <b>Εικόνα 4.7</b> –Debis Tower, Potsdamer Platz, Berlin. Αριστερά: εξωτερική άποψη/ Δεξιά: Λεπτομέρεια συναρμογών στις ενώσεις των τμημάτων .....      | 43 |
| <b>Εικόνα 4.8</b> - Κατετμημένες όψεις πολυκατοικίας στο Docklands, δίπλα στον Τάμεση .....                                                            | 43 |
| <b>Εικόνα 4.9</b> - Τα επίπεδα τυποποίησης και εξατομίκευσης ανά σχεδιαστική προσέγγιση κατοικιών (Noguchi & Hernández, 2005) .....                    | 45 |
| <b>Εικόνα 4.10</b> - Logia-Type E (SANYO Homes Co. Ltd, 2008).....                                                                                     | 46 |
| <b>Εικόνα 4.11</b> – Παραλλαγές μαζικά εξατομικευμένων κατοικιών (Misawa Homes Co., 2013) ...                                                          | 47 |
| <b>Εικόνα 4.12</b> – Διαδικτυακό περιβάλλον για την επιλογή σχεδίου των κατοικιών της Sekisui House (Sekisui House Ltd., 2013).....                    | 48 |
| <b>Εικόνα 4.13</b> - Variomatic NL (δεξιά φαίνονται σε σκίτσα, οι τροποποιήσεις που μπορούν να γίνουν) .....                                           | 49 |
| <b>Εικόνα 4.14</b> - Variomatic NL (Variomatic Housing Project: 8 κατοικίες στο Zoetermeer, 2001) .....                                                | 50 |
| <b>Εικόνα 4.15</b> - Η διαδικτυακή εφαρμογή σχεδίασης του Variomatic NL (βήμα επιλογής υλικών) .....                                                   | 51 |
| <b>Εικόνα 4.16</b> - Το Variomatic_US και διάφορες παραλλαγές του .....                                                                                | 52 |
| <b>Εικόνα 4.17</b> - Το όραμα των DUS Architects για το canal house 2.0 και την διαμόρφωση του καναλιού με την προσθήκη και άλλων παραλλαγών του ..... | 53 |
| <b>Εικόνα 4.18</b> - Το KamerMaker στο οικοπέδο (construction site 2.0), ανοιχτός προς το κοινό, και το εσωτερικό του.....                             | 54 |
| <b>Εικόνα 4.19</b> - Τα τμήματα της κατοικίας εκτυπωμένα σε 1:20 (επάνω) και σε 1:1 (κάτω) .....                                                       | 55 |