

ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

έννοια, ιστορία, προοπτικές



http://brickcollecting.com/images/jason_sm.jpg

«Πρέπει να πλησιάσουμε στη θεμελίωση
προτύπων για να αντιμετωπίσουμε το
πρόβλημα της τελειότητας»

[Le Corbusier, Vers une Architecture, 1923]

«Η προκατασκευή είναι το μέλλον της αρχιτεκτονικής. Είμαι περήφανος που το 1910 έγραψα για την προκατασκευή, για την εξέλιξή της, κάτι που στο μεταξύ πραγματοποιήθηκε. Πίστευα τότε πως πολύ σύντομα όλοι θα αποδέχονταν αυτόν τον τρόπο δόμησης. Τώρα όμως βλέπω πόσο αργά προχωρά αυτή η αλλαγή. Η αδράνεια της ανθρώπινης καρδιάς είναι πολύ ισχυρή. Σε μια περίοδο που όλα γύρω μας αλλάζουν, όχι μόνο οι τρόποι παραγωγής, αλλά και οι τρόποι σκέψης, ο άνθρωπος τείνει να προσκολληθεί σε ορατά πράγματα που κληρονόμησε από τους παππούδες του. Δεν εγκαταλείπει εύκολα. Γι' αυτό η προκατασκευή δεν είναι μια ξαφνική επανάσταση, αλλά μια αργή διαδικασία που αφαιρεί το ένα μετά το άλλο τα κατασκευαστικά μέλη από τα χέρια του εργάτη και θα τα τοποθετεί στη μαζική βιομηχανική παραγωγή»

[Συνέντευξη W. Gropius, τέλη δεκαετίας '50, Πηγή: Σερεμετάκη, 2015]

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	6
Ευρετήριο Εικόνων	8
Ευρετήριο Πινάκων & Διαγραμμάτων	11
Περίληψη	12
English Abstract	13
Λέξεις Κλειδιά - Key Words	14
Εισαγωγή	15
1 Τυποποίηση & Προκατασκευή	16
1.1 Η έννοια της κατασκευής και της τυποποίησης	16
1.2 Η έννοια της προκατασκευής	20
1.3 Κατηγοριοποίηση της προκατασκευής	24
1.4 Βασικά υλικά προκατασκευής	29
1.5 Προκατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος	31
1.6 Τυποποίηση, προκατασκευή & εργονομία	34
1.7 Παραδοσιακή VS βιομηχανοποιημένη δόμηση	36
1.8 Προκατασκευή, πολεοδομία και στεγαστική πολιτική	40
2 Σύντομη αναδρομή στην προκατασκευή	43
2.1 Η προκατασκευή στην αρχαιότητα	43
2.2 Η προκατασκευή στη νεότερη βιομηχανική εποχή	46
2.3 Η προκατασκευή στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ	54
2.4 Σύγχρονες προσεγγίσεις στην προκατασκευή	62
2.5 Η προκατασκευή σήμερα σε αριθμούς	67
3 Ελληνική προκατασκευή	70
3.1 Εφαρμογές της προκατασκευής στην Ελλάδα	70
3.2 Το κανονιστικό πλαίσιο για την προκατασκευή	81
3.3 Λόγοι μη-αναπτύξεως της προκατασκευής	83
3.4 Η προκατασκευή ως λύση στην κρίση της οικοδομής	86

4	Προκατασκευή & αρχιτεκτονική	90
4.1	Αισθητική VS προκατασκευή	90
4.2	Η αρχιτεκτονική σκέψη στην προκατασκευή	93
	Συμπεράσματα	95
	Βιβλιογραφία	97

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1	http://s.kathimerini.gr/resources/2014-06/niarxoseksi-thumb-large.jpg
Εικόνα 2	http://www.athina984.gr/wp-content/uploads/2016/03/%CE%91%CE%A0%CE%98.jpg
Εικόνα 3	Gardiner, 2008: 21
Εικόνα 4	http://figure-ground.com/data/nakagin/0007.jpg
Εικόνα 5	Gardiner, 2008: 60
Εικόνα 6	http://www.prefabmarket.com/wp-content/uploads/2016/12/Samuel-Goncalves-Gomos-System-6.jpg
Εικόνα 7	Gardiner, 2008: 17
Εικόνα 8	http://kithaus.com/wp-content/uploads/2015/10/LR_MarVista_k3andk4_02.jpg
Εικόνα 9	Mokk, 1964: 338
Εικόνα 10	Mokk, 1964: 350
Εικόνα 11	http://www.shersteel.co.za/img/0063/859.jpg?sitetimestamp=63625249148000000
Εικόνα 12	http://clay-wienerberger.com/images/format720x477cropped/20151123104227/picture-of-the-porotherm-clay-blocks.jpg
Εικόνα 13	http://www.ehi-homes.eu/userfiles/bildes/technology/3d_1_en.jpg
Εικόνα 14	http://1.bp.blogspot.com/-S2NvMTKMPOo/VJB9aMfXQyI/AAAAAAAAASM/c7ZwEBIQyH0/s1600/texasgold_2.jpg
Εικόνα 15	Ρωμαίος, 1973: 187
Εικόνα 16	http://www.psarikorinthias.gr/myimages/lagadinoi1.jpg
Εικόνα 17	Nissen, 1972: 17
Εικόνα 18	http://maxpixel.freegreatpicture.com/static/photo/1x/Skansen-Traditional-Hut-House-Sweden-Building-455784.jpg
Εικόνα 19	Αραβαντινός, 1973: 463
Εικόνα 20	http://cdn.archinect.net/images/1200x/zq/zqghkbq81mn7wu30.jpg
Εικόνα 21	https://lh3.googleusercontent.com/-ylALSOiFpvo/V3o3rdrEmfl/AAAAAABOsY/yREiFk_Rfjc/ziggurat-ur-66.jpg?imgmax=1600
Εικόνα 22	http://1.bp.blogspot.com/-gcy_mHMaD70/UdkYah-3-FI/AAAAAAGVg/3sdmY9g4Mjs/s1600/parthenon_sectional.jpg
Εικόνα 23	Μπούρας, 1991: 189
Εικόνα 24	http://4.bp.blogspot.com/-0EBrURObVVc/UQ6wr0fBapl/AAAAAFAFw/1adm4jKPaP4/s1600/rucellai.pencil_0.jpg
Εικόνα 25	https://images.divisare.com/images/dpr_1.0,f_auto,q_auto,w_800/v1485278383/fc_yrgub4a8ouhzc2theo/henri-labrouste-davide-galli-bibliotheque-nationale-de-france-1854.jpg

Εικόνα 26	https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/81/36/c9/8136c9ebb0e78d984ab772883b02787e.jpg
Εικόνα 27	https://i.kinja-img.com/gawker-media/image/upload/t_original/cxw0lmsdpdz0riexepni.jpg
Εικόνα 28	http://www.michaelbanakarchitect.com.au/wp-content/uploads/2013/11/Ville-Contemporaine-by-Le-Corbusier.jpg
Εικόνα 29	https://frozenmusicstudio.files.wordpress.com/2011/02/3544210.jpg
Εικόνα 30	Vale, 1995: 112
Εικόνα 31	http://www.parisdigest.com/photos/centre_pompidou_museum_paris_france.jpg
Εικόνα 32	https://ka-perseus-images.s3.amazonaws.com/e3b5e9494fc83a10b15e100dd3ae6155ac30645d.jpg
Εικόνα 33	White, 1965: 158-159
Εικόνα 34	https://c1.staticflickr.com/5/4129/5182459505_5d1c8696e7_z.jpg
Εικόνα 35	White, 1965: 3.36
Εικόνα 36	Project No 226, 1958: 96
Εικόνα 37	https://architizer-prod.imgix.net/media/14230056580900RetrofitLinienstrasse.jpg?q=60&auto=format,compress&cs=strip&w=1080
Εικόνα 38	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/1/1d/Sears_Magnolia_Catalog_Image.jpg/800px-Sears_Magnolia_Catalog_Image.jpg
Εικόνα 39	http://4.bp.blogspot.com/-u33BzxhgnXg/UBagPjk-aPI/AAAAAADws/yJlQUvDISMc/s1600/Gunnison+1.jpg
Εικόνα 40	http://ww4.hdnux.com/photos/03/45/24/939283/3/1024x1024.jpg
Εικόνα 41	Gardiner, 2008: 50
Εικόνα 42	http://cdn.trendir.com/wp-content/uploads/old/house-design/toyota-prefab-homes.jpg
Εικόνα 43	http://www.cobbmechanical.com/Images/METC_MIF.jpg
Εικόνα 44	http://www.savwi.com/wp-content/uploads/2017/01/images-of-container-homes-design-home-ideas-also-designs-amusing-zoning-as-well-house.jpg
Εικόνα 45	Gardiner, 2008: 63
Εικόνα 46	http://www.proet.gr/gallery/proionta/large/prod_02.jpg
Εικόνα 47	http://mavrakis-sa.gr/media/rokgallery/0/035beacf-9d9a-4210-d826-782983094da3/738a754e-8994-42a1-f51c-635c572abf4b.jpg
Εικόνα 48	http://armos-prokat.gr/assets/images/DSCN0989.JPG
Εικόνα 49	Μάντζαρης & Τσιμπουκάκη, 2009: 3,6
Εικόνα 50	http://armos-prokat.gr/assets/images/KYPSELES/Peristeri5.JPG
Εικόνα 51	http://www.pilea-hortiatis.gr/image/image_gallery?img_id=253043
Εικόνα 52	https://www.glassart.gr/el/erga/erga/monada-frontidas-ilikiomenon-likssouri-kefalonia/
Εικόνα 53	https://www.glassart.gr/el/erga/erga/sholikes-aithouses-se-seismopliktous-kefalonia/
Εικόνα 54	http://rammosprokat.gr/images/lyomeno2.jpg
Εικόνα 55	https://www.kofinas.gr/houses/2-story-house-d-131/

Εικόνα 56	https://www.easygreen.com.gr/wp-content/uploads/2015/08/LITHOS-50-7-e1495125628129.jpg
Εικόνα 57	http://kyriazishomes.com/wp-content/uploads/2017/04/bg4-1920x480.jpg
Εικόνα 58	http://www.vrisko.gr/logos/259786.jpg
Εικόνα 59	http://www.estateweb.gr/img/posts/large/2015323133148406.jpg
Εικόνα 60	http://assets.in.gr/assetservice/Image.ashx?c=11565004&r=0&p=0&t=0&q=100&v=1&s=1&w=800&h=
Εικόνα 61	http://img.archiexpo.com/images_ae/photo-g/148572-9964087.jpg
Εικόνα 62	https://www.glassart.gr/el/erga/erga/domi-filoksenias-prosfygon-serres/
Εικόνα 63	http://www.crashonline.gr/wp-content/uploads/2014/03/45910246.jpg
Εικόνα 64	http://loft-living.com/wp-content/uploads/China-Skyscraper-in-1_sham.jpg
Εικόνα 65	http://4.bp.blogspot.com/-3C00pcOAMsY/UoXjtHRo3ZI/AAAAAAAAACPI/eHbv1H0mL0E/s1600/RIMG4486.JPG

Ευρετήριο Πινάκων & Διαγραμμάτων

Πίνακας 1	Steinhardt, <i>et al.</i> , 2013: 6
Πίνακας 2	Bernstein, <i>et al.</i> , 2011: 4
Πίνακας 3	Bernstein, <i>et al.</i> , 2011: 8
Πίνακας 4	Bernstein, <i>et al.</i> , 2011: 12
Πίνακας 5	Bernstein, <i>et al.</i> , 2011: 18
Πίνακας 6	Bernstein, <i>et al.</i> , 2011: 19
Πίνακας 7	Bernstein, <i>et al.</i> , 2011: 31
Πίνακας 8	Τζουμάκη, 2009: 84
Πίνακας 9	Τζουμάκη, 2009: 88
Πίνακας 10	Σερεμετάκη, 2015
Πίνακας 11	Τζουμάκη, 2009: 6
Πίνακας 12	http://www.newmoney.gr/images/2017/christina/%CE%9F%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CE%94%CF%81%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7.JPG

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η έρευνα στο θέμα της προκατασκευής των κτηρίων και κύρια των κατοικιών. Το έναυσμα για την ενασχόληση με το θέμα προέκυψε με αφορμή την κρίση στον τομέα της οικοδομής και την αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων. Η Διπλωματική διαρθρώνεται σε 4 βασικά κεφάλαια που αναλύονται ακολούθως.

Στο 1^ο κεφάλαιο εξετάζεται η έννοια της προκατασκευής και τυποποίησης, οι τρόποι κατηγοριοποίησης της προκατασκευής, τα χρησιμοποιούμενα υλικά με έμφαση στο οπλισμένο σκυρόδεμα, η σχέση προκατασκευής και οικονομίας στα δομικά έργα και η επιρροή της προκατασκευής στην πολεοδομία και την στεγαστική πολιτική.

Στο 2^ο κεφάλαιο επιχειρείται ιστορική αναδρομή στη χρήση της τυποποίησης και προκατασκευής από τους ιστορικούς χρόνους μέχρι και τη νεότερη περίοδο και αποδεικνύεται ότι η έννοια της προετοιμασίας της κατασκευής δεν ήταν άγνωστη σε καμία περίοδο της ιστορίας της αρχιτεκτονικής. Επίσης, με στατιστικά στοιχεία και παραδείγματα εξετάζεται το σύγχρονο τοπίο της προκατασκευής και η απήχησή του στον επιστημονικό κόσμο και στην κοινωνία.

Στο 3^ο κεφάλαιο ερευνάται η ελληνική περίπτωση, όπου η προκατασκευή για λόγους τεχνικούς και κοινωνικούς κυρίως δεν αποτέλεσε έως τώρα κύρια διέξοδο για τους κατασκευαστές ή τους αρχιτέκτονες και προτείνονται λύσεις ώστε να αναπτυχθεί συγκροτημένα ο κλάδος και να αποτελέσει μοχλό επανεκκίνησης της ελληνικής οικοδομικής δραστηριότητας.

Στο 4^ο κεφάλαιο αναπτύσσεται ο προβληματισμός για την αισθητική ποιότητα της προκατασκευής και το ρόλο που οφείλει να διαδραματίσει η αρχιτεκτονική κοινότητα σε σχέση με τον κίνδυνο να χαθεί μέσα από τη βιομηχανοποιημένη δόμηση το πηγαίο αίσθημα της αρχιτεκτονικής σύνθεσης.

Η εργασία εκπονήθηκε κατόπιν έρευνας και αξιολόγησης σημαντικού αριθμού πηγών από επιστημονική βιβλιογραφία και διαδικτυακούς τόπους. Η συμβολή της παρούσας έγκειται στο να ενεργοποιήσει τον προβληματισμό περί των πλεονεκτημάτων μιας ορθής χρήσης της προκατασκευής στην Ελλάδα, όπως αυτά αποδεικνύονται από τα ιστορικά και στατιστικά στοιχεία και να προτείνει λύσεις στην κατεύθυνση αυτή.

English Abstract

The subject of this Diploma Thesis is the research on the prefabrication of buildings and mainly on the residential ones. The trigger for dealing with the issue arose from the crisis in the construction sector and the search for alternatives. The Diploma is structured in 4 main chapters, which are analyzed below.

The first chapter deals with the concept of prefabrication and standardization, the ways of classifying the prefabrication, the materials used with emphasis on reinforced concrete, and the relationship between prefabrication and economics in the construction works and the influence of pre-construction on urban planning and housing policy.

The second chapter attempts a historical retrospection of the use of standardization and pre-fabrication from the historic times until modernity and today times and it turns out that the concept of preparation of construction was not unknown in any period of the history of architecture. Also the contemporary character of prefabrication and its impact on the scientific world and society are examined using statistical data and examples.

The third chapter explores the Greek case, where the prefabrication due to technical and social reasons has not been a major outlet for the builders or architects and proposes solutions so as the sector may become a lever for the upcoming of the building activity in Greece.

The 4th chapter discusses the aesthetic quality of the prefabrication and the role that the architectural community has to play in relation to the risk of losing through the industrialized structure the meaning of the architectural composition.

The Diploma Thesis has been carried out through research work and evaluation of a significant number of sources from scientific bibliography and websites. The contribution of the author lies on activating the reflection on the advantages of a good use of the prefabrication in Greece as evidenced by the historical and statistical data and to propose solutions to this direction.

Λέξεις Κλειδιά - Key Words

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Προκατασκευή | Prefabrication |
| 2. Προ-τυποποίηση | Standardization |
| 3. Βιομηχανοποιημένη Δόμηση | Industrialized Construction |
| 4. Προκατασκευασμένη Στέγαση | Prefabricated Housing |
| 5. Οπλισμένο Σκυρόδεμα | Reinforced Concrete |

Εισαγωγή

Η περίοδος της κρίσης μας υποχρεώνει να επαναπροσδιορίσουμε την παραγωγική μας δυναμική και να γίνουμε καινοτόμοι. Ειδικά ο κατασκευαστικός κλάδος επλήγη σοβαρότατα και στη σύγχρονη αποβιομηχανοποιημένη Ελλάδα δε διαθέτουμε και ιδιαίτερες εναλλακτικές. Η ιστορία της προκατασκευασμένης δόμησης σε διεθνές επίπεδο αποδεικνύει τα λάθη και παραλείψεις, αλλά και τις τεράστιες δυνατότητες που διαθέτει η προ-τυποποίηση της κατασκευής προκειμένου να παρέχει αξιόλογα κτήρια απευθυνόμενα στο μέσο άνθρωπο που αποτελεί και την πλειοψηφία. Όμως χρειάζεται εκλογικευμένη και όχι μονοδιάστατη, μηχανιστική χρήση αυτού του εργαλείου με την αδιάκοπη συμβολή της αρχιτεκτονικής σκέψης. Σε αυτή την εργασία ευελπιστούμε να αναδείξουμε τις προσδοκίες αλλά και τα σφάλματα από το εγχείρημα της προκατασκευής και να υποστηρίξουμε ότι υπό προϋποθέσεις μπορεί να είναι το μέλλον μιας λειτουργικής οικοδομικής βιομηχανίας που δεν θα στερείται όμως αισθητικής ποιότητας.

1. Τυποποίηση & Προκατασκευή

1.1 Η έννοια της κατασκευής και της τυποποίησης

Η έννοια της κατασκευής ανάγεται στο μακρινό παρελθόν, όταν οι πρωτογενείς σχηματισμοί ανθρώπινων κοινωνιών κατάφεραν να δομήσουν έστω και απλοϊκές οικιστικές ενότητες για να εξυπηρετήσουν βασικές ανάγκες, σε συνάρτηση κυρίως με τα διαθέσιμα από τη φύση υλικά και τις κλιματικές συνθήκες. Η κατασκευή λοιπόν είναι μια πολύ παλιά «βιομηχανία». Η κουλτούρα της και πολλές από τις μεθόδους της έχουν τις ρίζες τους σε περιόδους προγενέστερες από αυτές που σήμερα μπορούμε να προσεγγίσουμε ιστορικά (Koskela, 1992: 30). Από τη βιομηχανική εποχή μέχρι σήμερα η κατασκευή γίνεται μια ολοένα και πιο σύνθετη έννοια και έχει πολλές μεταβλητές και παραμέτρους.

Στην ιστορία των κατασκευών, που είναι αλληλένδετη με την ιστορία της αρχιτεκτονικής υπάρχει συνέχεια. Τα πραγματικά «επαναστατικά» από κατασκευαστική άποψη κτήρια είναι ελάχιστα σε αριθμό (Μπούρας, 1999: 8). Ακόμη και σήμερα λίγες από τις αναδυόμενες νέες ιδέες δεν έχουν δοκιμαστεί στο παρελθόν, για παράδειγμα ψηλά κτήρια έχουν κατασκευαστεί από αυτόνομες μονάδες και πανέλα ήδη από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα (Gardiner, 2008: 61)

Υπάρχουν 3 τρόποι κατηγοριοποίησης της κατασκευής (Ballard & Howell, 1998):

1. Η κατασκευή είναι ένα σύστημα συντεταγμένων που περιλαμβάνει τα έργα, τα καταστήματα, τις ροές και τη γραμμή παραγωγής. Σε αυτή την κατηγορία τα προϊόντα έχουν σχετική μοναδικότητα.
2. Τα τελικά αποτελέσματα (τύποι) της κατασκευής διαφοροποιούνται μέσω της διαδικασίας. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα εργοστάσια που παράγουν ένα ή λίγα προϊόντα, επομένως έχουν σχεδιασμένες ροές που αφορούν ειδικά τα προϊόντα αυτά.
3. Η κατασκευή γίνεται σε μία σταθερή θέση διότι το τελικό προϊόν σε μέγεθος είναι πολύ μεγάλο για να κινείται μέσω των σταθμών εργασίας (συνεργεία). Αυτό υποχρεώνει τους σταθμούς εργασίας να περάσουν μέσα από το προϊόν. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι κατασκευές αεροπλάνων, πλοίων και κτηρίων.



Εικόνα 1: Το εργοτάξιο του Κέντρου Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος (ΚΠΙΣΝ)

Η συμβατική εργοταξιακή κτηριακή κατασκευή ανήκει στην τρίτη κατηγορία, η χρήση όμως έτοιμων, προκατασκευασμένων στοιχείων για κτηριακές κατασκευές ανήκει στην πρώτη ή την δεύτερη, αναλόγως προς το σχεδιασμό τους.

Είναι γεγονός ότι η αεροναυπηγική βιομηχανία, αλλά και η βιομηχανία πλοίων, είναι πολύ πιο οργανωμένες από την οικοδομική διότι το τελικό προϊόν είναι πολύ ακριβότερο ως σχέση κόστους / βάρους, η διαχείριση του κινδύνου είναι ακραία σε σύγκριση με την κατασκευαστική βιομηχανία, συνεπώς οι αντίστοιχες εταιρίες είναι υποχρεωμένες να παρακολουθούν κάθε διαδικασία από τις αποφάσεις που λαμβάνονται κατά τη διαδικασία σχεδιασμού έως την κατασκευή, τη συναρμολόγηση και τη συντήρηση (Gardiner, 2008: 23).

Σε ένα κατασκευαστικό έργο υπάρχουν 2 βασικές διαδικασίες (Koskela, 1992: 38)

1. Διαδικασία σχεδιασμού: οι αρχικές ασαφείς ανάγκες και επιθυμίες μετατρέπονται σε απαιτήσεις και μέσω ενός αριθμού βημάτων, σε λεπτομερή σχέδια. Πρόκειται για μια διαδικασία εντοπισμού και επίλυσης προβλημάτων που μπορεί να διαιεθεί σε επιμέρους διαδικασίες.
2. Διαδικασία κατασκευής:
 - Μεταφορά (ροή) υλικών στο χώρο εργασίας (εργοτάξιο), καθώς επίσης επιτόπια επεξεργασία και συναρμολόγηση.
 - Εργασία των συνεργείων, όπου οι χρονικές και χωρικές ροές των ομάδων της κατασκευής στο εργοτάξιο συχνά συνδέονται στενά με τις διαδικασίες που αφορούν τα υλικά.

Ο σχεδιασμός λοιπόν στον τομέα της κτηριακής κατασκευής εμπεριέχει όλες τις επιλογές οι οποίες θα μετουσιωθούν σε ολοκληρωμένο έργο και οι επιλογές αυτές θα καθορίσουν την ποιότητα και αποτελεσματικότητα της τελικής κατασκευής. Η οικοδομική ασχολείται με την επιλογή των υλικών κατασκευής και τους τρόπους σύνθεσης και σύνδεσής τους.

Η λύση που επιλέγεται σε ένα οικοδομικό πρόβλημα οφείλει να πληροί 3 βασικές απαιτήσεις: ως προς τη χρήση, ως προς την αντοχή, ως προς την αισθητική (Καλογεράς, κ.α., 1999: 3-4). Τα βασικά κριτήρια επιλογής μιας οικοδομικής λύσης είναι πολλαπλά: λειτουργικές ανάγκες, συνθήκες εδάφους, κλιματολογικές συνθήκες, διαθέσιμα υλικά, κατασκευαστική κλίμακα, χρόνος εκτέλεσης, διάρκεια ζωής, αισθητικά κριτήρια, κανονισμοί, οικονομικά κριτήρια (Καλογεράς, κ.α., 1999: 4-5)

Καθορίζοντας τις διαστάσεις των χώρων και στοιχείων των κτηρίων κατά το σχεδιασμό τους, συχνά παρατηρούμε ότι ορισμένες ζωτικές διαστάσεις μπορούν να επαναληφθούν, επομένως η αρχή της επαναληπτικότητας δικαιολογείται από τις λειτουργικές και τις κατασκευαστικές απαιτήσεις, η επανάληψη διευκολύνει τον σχεδιαστή και τον εκτελεστή ανοίγοντας το δρόμο για τη βιομηχανοποίηση της παραγωγής (Nissen, 1972: 12).

Η χρήση μιας βασικής επαναλαμβανόμενης διάστασης, απλοποιεί το σχεδιασμό σε ζητήματα όπως πχ. η στατική επίλυση, η ένταξη στο κτήριο των μηχανολογικών και άλλων εγκαταστάσεων, ο αστικός σχεδιασμός μεγάλης κλίμακας, η οργανωμένη δόμηση κατοικιών. Ιστορικά όλα τα κτήρια μεγάλων διαστάσεων χρησιμοποίησαν με το ένα ή τον άλλο τρόπο μία μοναδιαία διάσταση.



Εικόνα 2: Δομικός κάρναβος σε κτήριο του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου (ΑΠΘ)

Χρησιμοποιώντας ένα σύστημα καννάβου (modular) στοχεύουμε στο συντονισμό της διαστασιολόγησης, στοιχείο απαραίτητο σε κάθε κατασκευή διότι τα δομικά στοιχεία αλληλοεξαρτώνται, σχεδιάζονται και κατασκευάζονται βάσει λειτουργικών, τεχνικών και αισθητικών απαιτήσεων (Nissen, 1972: 10). Στοχεύουμε επίσης στον περιορισμό των παραλλαγών, προωθώντας τη συστηματοποίηση των δομικών στοιχείων των κτηρίων, την προκατασκευή τους και τη βιομηχανοποίηση της οικοδομικής διαδικασίας (Nissen, 1972: 10). Όμως απώτερος στόχος είναι η επαυξημένη παραγωγικότητα να προκαλέσει αύξηση στην κτηριακή παραγωγή.

Ο κανάβος είναι επομένως ένα σύστημα υποδιαίρεσης της επιφάνειας σχεδιασμού, συνήθως στους 2 άξονες ή και στον κατακόρυφο άξονα. Στην αρχαιότητα ως μέτρο μήκους χρησιμοποιούσαν τον «πόδα», δωρικό ή ιωνικό, με μικρή διαφορά στις μεταξύ των διαστάσεις, αλλά διαπιστώνεται ότι στους αρχαίους ναούς γινόταν συχνά χρήση και του εμβάτη (modulus) ως προς τον καθορισμό και τη χάραξη των επιμέρους μεγεθών (Μπούρας, 1999: 193). Μάλιστα ο Βιτρούβιος υποστηρίζει ότι στα δωρικά μνημεία ο εμβάτης ισούται με την ακτίνα της κάτω βάσης των κίωνων, ενώ στα ιωνικά με τη διάμετρο (Μπούρας, 1999: 193).



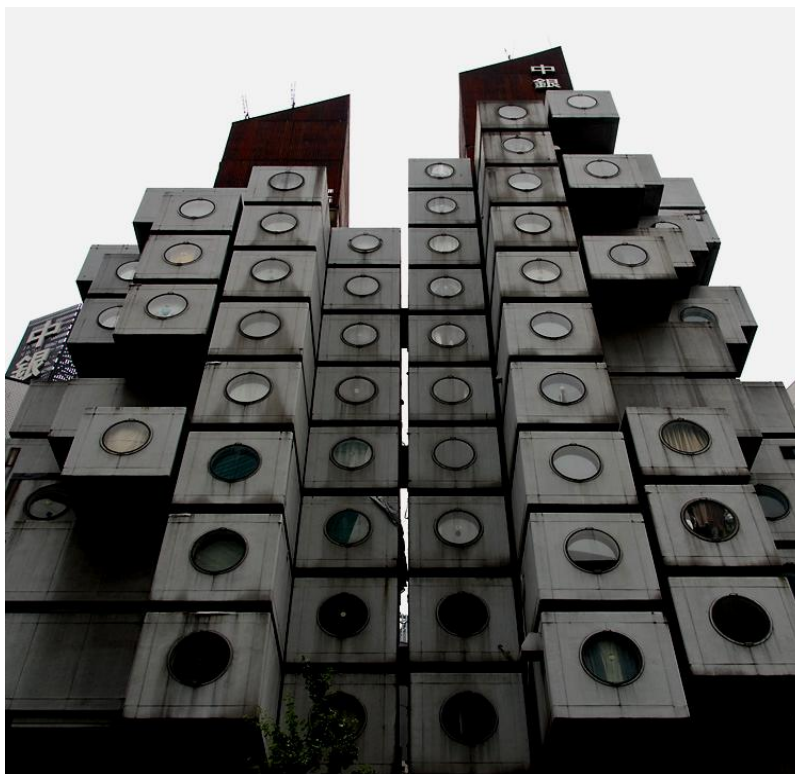
Εικόνα 3: Συναρμολόγηση Boeing, σχεδιασμός βάσει προτυποποίησης.

Οι καινοτομίες της εποχής μας έχουν επιτρέψει στην προκατασκευή, όπως και στην προτυποποιημένη (modular) κατασκευαστική βιομηχανία να σημειώσουν σημαντική πρόοδο. Νέες διαδικασίες και υλικά κατασκευής παραδίδουν πιο εξελιγμένους και σύνθετους τύπους εγκαταστάσεων (Bernstein, *et al.*, 2011: 9). Αυτό φυσικά δεν σημαίνει πως η τυποποίηση των διαστάσεων οδηγεί υποχρεωτικά και σε καλύτερη αρχιτεκτονική δημιουργία με αισθητικά κριτήρια.

1.2 Η έννοια της προκατασκευής

Ο ορισμός της προκατασκευής είναι δύσκολος: μπορεί να αφορά τα στοιχεία που αποτελούν μέρος του «όλου» της κατασκευής, αν υποθέσουμε ότι αυτή συντίθεται από στοιχεία που συναρμολογούνται προκαταβολικά και είναι έτοιμα να συνδεθούν μεταξύ τους (White, 1965: 1). Αυτός ο ορισμός όμως θα απέκλειε κτήρια που κατασκευάζονται από επιμέρους συνδεδεμένα στοιχεία που προέρχονται από το ίδιο υλικό, πχ. υποστυλώματα και δοκοί οπλισμένου σκυροδέματος (White, 1965: 2).

Θα μπορούσε η προκατασκευή να οριστεί ως μια διαδικασία κατασκευής που λαμβάνει χώρα σε ειδικές εγκαταστάσεις, όπου διάφορα υλικά συναρμολογούνται για να σχηματίσουν ένα τμήμα μιας τελικής εγκατάστασης. Ένας πιο γενικός ορισμός της προκατασκευής τη θεωρεί ως μία κίνηση που απλουστεύει την κατασκευή αυξάνοντας το ποσοστό εργασίας που ολοκληρώνεται πριν την ανέγερση (Burnham, 1951: 3). Επίσης η προκατασκευή θεωρείται ως ο βιομηχανικός τρόπος παραγωγής δομημένου έργου, όπου η επιλογή της συσχέτισης δομικών στοιχείων στη βάση κοινής μονάδας εξασφαλίζει το μέτρο, δηλαδή ένα στοιχείο λειτουργικά αναγκαίο που έχει τη δυνατότητα της επανάληψης (Βαρίτου, κ.α., 1980: 5). Ο ορισμός αυτός ευθέως συσχετίζει την προκατασκευή με τη διαστασιολογική τυποποίηση.



Εικόνα 4: Nakagin Capsule Tower, Tokyo.

Για τον Burnham (1951: 3) προκατασκευασμένη είναι μία κατοικία που έχει τοίχους, χωρίσματα, δάπεδα, οροφές, στέγη αποτελούμενα από τμήματα ή πανέλα διαφορετικού μεγέθους που έχουν κατασκευαστεί σε εργοστάσιο, σε αντίθεση με το συμβατικό τρόπο δόμησης κατά τον οποίο η κατοικία κατασκευάζεται τμήμα με τμήμα στο εργοτάξιο. Υπάρχουν διαφορετικοί βαθμοί προκατασκευής: η προκαταρκτική μέτρηση και κοπή των υλικών ίσως είναι ο πρώτος, ακολούθως η προκατασκευή πανέλων και έτοιμων μονάδων - όγκων και ο μέγιστος βαθμός ίσως είναι η ολοκλήρωση μιας έτοιμης ενότητας κατοικίας (Burnham, 1951: 4).

Για τον Mokk (1964: 11) η προκατασκευή είναι μία εξελιγμένη, σύγχρονη μέθοδος κατασκευής με οπλισμένο σκυρόδεμα που επιτρέπει την εξέλιξη και απλοποίηση της κατασκευής και διευκολύνει την εισαγωγή νέων μεθόδων και τεχνολογιών προς όφελος της μείωσης σε απαίτηση χειρωνακτικής εργασίας, δηλαδή εργατοώρες, αλλά και επίσης μειώνει την κατανάλωση άλλων υλικών, όπως η ξυλεία στις συμβατικές κατοικίες. Ειδικά όμως στο οπλισμένο σκυρόδεμα η προκατασκευή προϋποθέτει την επάρκεια γνώσης για τη δυναμική συμπεριφορά των προκατασκευασμένων έργων, για την επίδραση των συνδέσεων στη στατική και σεισμική απόκριση του όλου, για τις αντοχές των εκάστοτε συνδέσεων, όπως και για τις συνέπειες των αποδεκτών «ανοχών» της προκατασκευής (Τσουκαντάς, 2001: 107).



Εικόνα 5: Πλήρης προκατασκευασμένη ξύλινη κατοικία.

Σύμφωνα με τον Ευφραιμίδη (1973: 129) τα έργα προκατασκευής κατασκευάζονται σε 3 φάσεις: η πρώτη περιλαμβάνει την παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων, η δεύτερη τη μεταφορά τους στο χώρο του εργοταξίου και η τρίτη τη συναρμολόγηση των στοιχείων και τη σύνδεσή τους με την θεμελίωση.

Η κλασική μέθοδος κατασκευής προϋποθέτει το μεγαλύτερο βαθμό ολοκλήρωσης της εργασίας στο εργοτάξιο. Ο εργοταξιακός σχεδιασμός στην πράξη όμως είναι χρονοβόρος λόγω της αβεβαιότητας του περιβάλλοντος και εκτελείται ανεπαρκώς. Η λύση για την αντιμετώπιση των προβλημάτων εργοταξιακής κατασκευής είναι να ρυθμιστούν οι ροές υλικών ώστε ένας ελάχιστος αριθμός δραστηριοτήτων να πραγματοποιούνται in situ (Koskela, 1992: 46-47). Εν μέρει σε αυτή την αρχή βασίζεται η λογική της προκατασκευής και της προτυποποίησης.

Η προκατασκευή εμπεριέχει έναν εντελώς διαφορετικό τρόπο αντίληψης των έργων, είναι ένα τεχνολογικό σύστημα που βασίζεται στην τάση συσχέτισης στοιχείων ή έργων βάσει μιας κοινής μονάδας και ακολούθως βασίζεται στην τάση οργάνωσης και διάταξης των ομοιότυπων αυτών στοιχείων με τη μέγιστη οικονομία μέσω των κόστους και εργασίας (Μπίρης: 1973β: 21,23). Για το λόγο αυτό απαιτεί πλήρη συνεργασία μελέτης και κατασκευής, δε μπορεί να υλοποιηθεί σε διαφορετικά και ανεξάρτητα μεταξύ τους στάδια. Η λεγόμενη μελετο-κατασκευή προσφέρει τη δυνατότητα στην κατασκευή να συνειδητοποιήσει την αναπτυξιακή δυναμική των προϊόντων της (Ballard & Howell, 1998). Η προκατασκευή είναι ουσιαστικά μια διαδικασία σχεδιασμού στην οποία η εγκατάσταση γίνεται επί τόπου στο εργοτάξιο, συνεπώς απαιτείται επί τόπου συναρμολόγηση

Prefab. level	Type	Definition
High	Complete	Box-form, volumetric, completed buildings delivered to a building site
	Modular	Structural, volumetric, potentially fitted-out units delivered to site and joined together
	Pods	Volumetric pre-assembly. Fully fitted-out units connected to an existing structural frame such as bathroom or kitchen pods
	Panels	Structural, non-volumetric frame elements which can be used to create space, such as Structural Insulated Panels (SIPs), precast concrete panels and structural wooden panels
	Component sub-assembly	Precut, preassembled components such as doors, and trusses not feasible to produce on site
Low	Materials	Standard building materials used in onsite construction

Πίνακας 1: Επίπεδα προκατασκευής κατοικίας με αντίστοιχη περιγραφή.

Επίσης, το φάσμα της προκατασκευής είναι τεράστιο, δεν αφορά μόνο την κατοικία. Εμφανίζεται σε μορφές που χρησιμοποιούνται ευρέως από τη σύγχρονη οικοδομική βιομηχανία αλλά και την παραδοσιακή δόμηση, παρότι θεωρητικά δεν θα τις εντάσσαμε σε αυτή την κατηγορία. Ορισμένες από τις μορφές της προκατασκευής ενδεικτικά είναι τα επεξεργασμένα στο εργοτάξιο υλικά, πχ. λαξευτοί λίθοι, τα υλικά εργαστηρίων που έχουν χαρακτηριστικά πρωτόλειας βιομηχανοποίησης, πχ. πλίνθοι ή κέραμοι, αλλά και τα διάφορα προκατασκευασμένα μέσα εκτελέσεως των έργων, πχ. ικριώματα ή μεταλότυποι (Μπίρης: 1973β: 21-22).

Ωστόσο οφείλουμε να κάνουμε μία διευκρίνιση. Η προκατασκευή αποτελεί μία φιλοσοφία παραγωγής δομημένου περιβάλλοντος και προϋποθέτει συνεχή έρευνα και εξέλιξη. Οποιοδήποτε κτηριακό προϊόν φαινομενικά ακολουθεί διαδικασίες τυποποίησης δεν εντάσσεται απαραίτητα στο πεδίο της προκατασκευής. Οι εταιρίες που είναι πραγματικά αφοσιωμένες στην προκατασκευή και δίνουν έμφαση στην κατανόησή της προσπαθούν να καινοτομούν, ενώ άλλες φαίνεται να χρησιμοποιούν τον όρο «προκατασκευασμένο» απλά ως εργαλείο marketing, διότι η προκατασκευή με την ευρύτερη τουλάχιστον σημασία της είναι ο κλάδος των κατασκευών που κάνει χρήση τυποποιημένων προϊόντων κτηρίου και των υπό-ενοτήτων του, είναι επομένως παραπλανητικό όταν οι εταιρίες «πωλούν» τις συνήθεις πρακτικές κατασκευής ως μία νέα αντίληψη της προκατασκευασμένης κατοικίας (Gardiner, 2008: 58).



Εικόνα 6: Gomos Modular Home, Πορτογαλία, συναρμολόγηση σε 3 ημέρες.

1.3 Κατηγοριοποίηση της προκατασκευής

Μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τα συστήματα της προκατασκευής ως εξής:

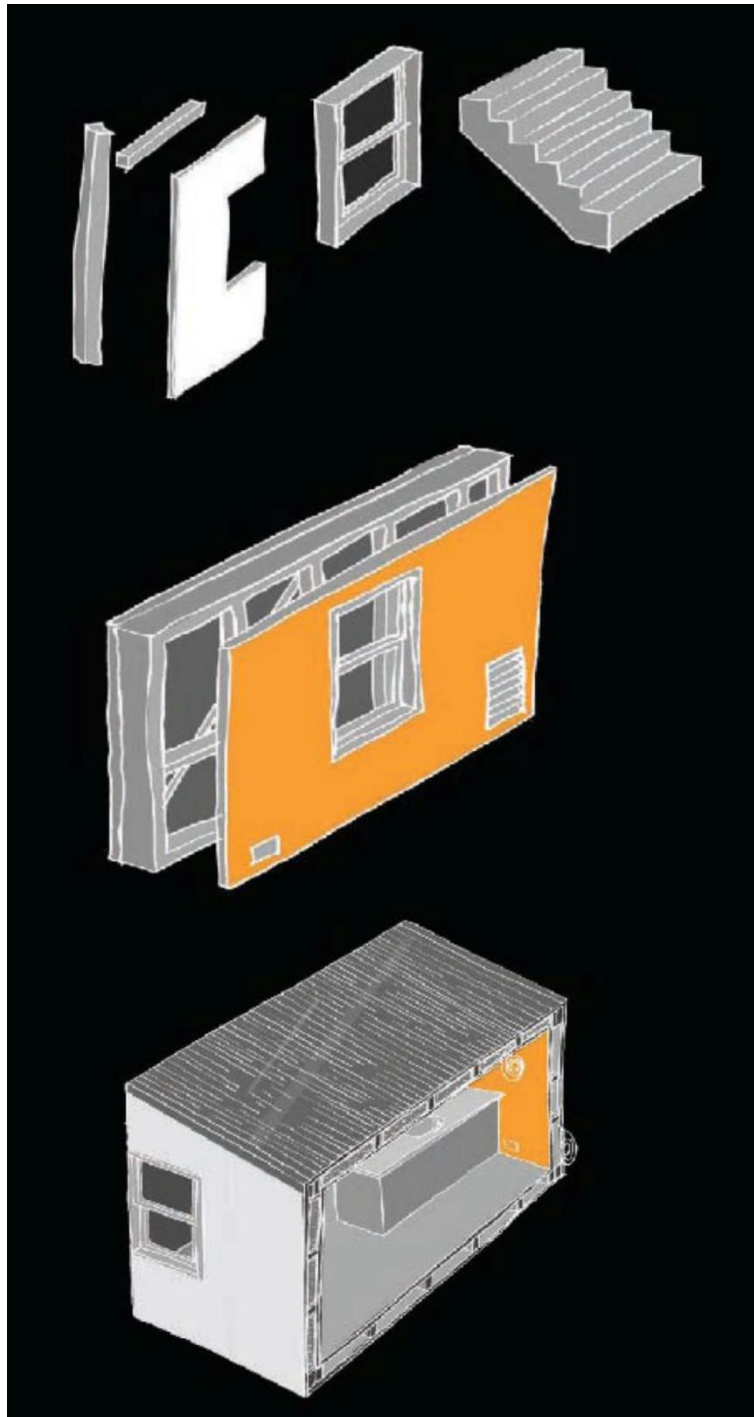
- α) Ως προς τη σχηματοποίηση των στοιχείων της κατασκευής διακρίνουμε 3 κατηγορίες (Ρωμαίος, 1973: 186):
1. Συστήματα γραμμικής προκατασκευής, πχ. υποστυλώματα, δοκοί.
 2. Συστήματα επιφανειακής προκατασκευής, πχ. τοίχοι, πατώματα.
 3. Συστήματα τρισδιάστατης προκατασκευής, πχ. πλήρεις κτιριολογικές μονάδες μονώροφων ή πολυώροφων κτηρίων, στοιχεία δίδρων ή τριέδρων γωνιών.

Σύμφωνα με τη Τζουμάκη (2009: 10) αν θεωρήσουμε ότι οι διαστάσεις των προκατασκευασμένων στοιχείων είναι: πλάτος [b], πάχος [h], μήκος [ℓ], τότε για τη γραμμική προκατασκευή ισχύει: $b \leq 3h$ και $\ell \geq 6h$, ενώ για την επιφανειακή προκατασκευή ισχύει: $b \geq 3h$ και $\ell \geq 6h$.

- β) Ως προς τον τρόπο χρήσης των προκατασκευασμένων στοιχείων διακρίνουμε 2 περιπτώσεις συστημάτων προκατασκευής (Ρωμαίος, 1973: 186):
1. Συστήματα «κλειστής» προκατασκευής, δηλαδή στοιχεία προοριζόμενα για συγκεκριμένη περίπτωση αρχιτεκτονικής σύνθεσης ευρείας εφαρμογής.
 2. Συστήματα «ανοικτής» προκατασκευής, δηλαδή στοιχεία μαζικής κατασκευής βάσει τυποποίησης, μη προοριζόμενα για ορισμένη περίπτωση.

Η κλειστή προκατασκευή είναι δύσκαμπτη και δυσχερέστερη βιομηχανικά εφόσον εξαρτάται από περιορισμένο αριθμό διατάξεων και στοιχείων, απαιτεί βαρέα μηχανήματα ανύψωσης και ειδικές συνθήκες μεταφοράς και συναρμολόγησης και επιπλέον είναι δυσκολότερη η ανανέωσή της (Μπίρης: 1973α: 9). Από την άλλη πλευρά όμως λόγω του οπλισμένου σκυροδέματος που είναι το κύριο υλικό της προσαρμόζεται καλύτερα στα εκτεταμένα κτηριακά έργα δίνοντας οικονομοτεχνικά ευνοϊκότερες λύσεις για το λόγο αυτό προσφέρεται και σε χώρες όχι υψηλής εκβιομηχάνισης όπως η Ελλάδα (Μπίρης: 1973α: 10).

Η «κλειστή» προκατασκευή δεν είναι εύκαμπτη, αλλά παρουσιάζει το πλεονέκτημα της προβλεψιμότητας. Η «ανοικτή» προκατασκευή θυμίζει «LEGO για ενήλικους» και αποτελεί πλέον την κυρίαρχη επιλογή στις ανεπτυγμένες χώρες, καθώς εκτός από την ποικιλομορφία που εξαρτάται από την έμπνευση των μελετητών, καλύπτει με το εύρος της κάθε οικονομική και αισθητική απαίτηση των πελατών (Χατζηστεργίου, 2000: 81). Η ανοικτή προκατασκευή όμως προϋποθέτει πολύ υψηλό επίπεδο εκβιομηχάνισης και πλήρη εξειδίκευση, ειδικές μελέτες, επιμελή συντήρηση και ευρεία κατανάλωση των παραγόμενων στοιχείων (Μπίρης: 1973α: 11).



Εικόνα 7: Σχηματοποίηση επιπέδων προκατασκευής.

Θεωρητικά οι αρχιτέκτονες θα επέλεγαν την ανοικτή προκατασκευή που αφήνει μεγάλο βαθμό ελευθερίας στη δημιουργία. Όμως, τα μεγάλα τεχνικά έργα κυρίως των υποδομών είναι αδύνατο να μην προ-τυποποιηθούν στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Διαφορετικά και το κόστος θα γίνει υπέρογκο και η μελέτη αποκτά μεγάλη δυσκολία. Το συμπέρασμα είναι πως η επιλογή αφορά ξεχωριστά τις συνθήκες και όρους του κάθε έργου. Το γεγονός ότι η ανοικτή προκατασκευή είναι η δημοφιλέστερη οφείλεται στο ότι πλέον υπάρχουν αυξημένες αισθητικές απαιτήσεις από αυτήν.



Εικόνα 8: “Kithaus” στις ΗΠΑ, έτοιμη κατασκευή που «φοριέται» στο περιβάλλον.

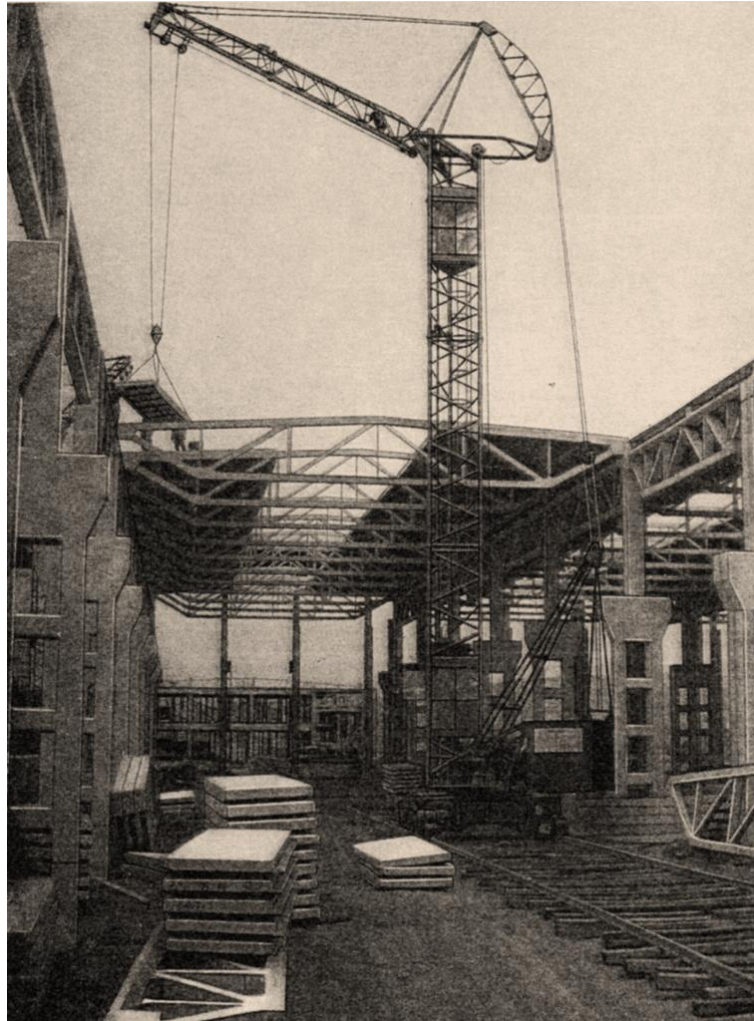
γ) Ως προς το βάρος και τη δυσκαμψία των προκατασκευασμένων στοιχείων, κυρίως στην περίπτωση του οπλισμένου σκυροδέματος διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες (Μπίρης: 1973β: 25):

1. Ελαφρά προκατασκευή $1\frac{1}{2}$ [t] ανά τεμάχιο.
2. Βαρεία προκατασκευή $1\frac{1}{2}$ - $5\frac{1}{2}$ [t] ανά τεμάχιο.

Η βαριά προκατασκευή είναι καταλληλότερη μέθοδος για κτήρια με ισχυρές φορτίσεις και μεγάλα στατικά ανοίγματα, πχ. γέφυρες (Τζουμάκη, 2009: 9).

δ) Ως προς τον χώρο της παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων υπάρχουν 2 τύποι προκατασκευής (Mokk, 1964: 13-14):

1. Εργοστασιακή προκατασκευή, που ενδείκνυται για μαζική παραγωγή και προϋποθέτει εγκαταστάσεις αποκλειστικά για αυτό το σκοπό, εξοπλισμένες με τον τελευταίο βαθμό μηχανοποίησης και αυτοματισμού, όπου ο συνεχής ποιοτικός έλεγχος εγγυάται πως τα παραγόμενα προϊόντα είναι απολύτως ίδιας ποιότητας. Το μειονέκτημα είναι η υποχρέωση της μεταφοράς των μελών στο χώρο χρήσης τους.
2. Εργοταξιακή προκατασκευή, δηλαδή προκατασκευή των τεμαχίων, συνήθως του οπλισμένου σκυροδέματος, στο εργοτάξιο όπου θα χρησιμοποιηθούν. Τα κύρια μειονεκτήματα εδώ είναι ίδια με τα γενικότερα προβλήματα ενός εργοταξίου, όπως η εξάρτηση από καιρικές συνθήκες, αλλά και η αδυναμία υψηλού επιπέδου μηχανοποίησης στο βαθμό που το έργο είναι προσωρινό.



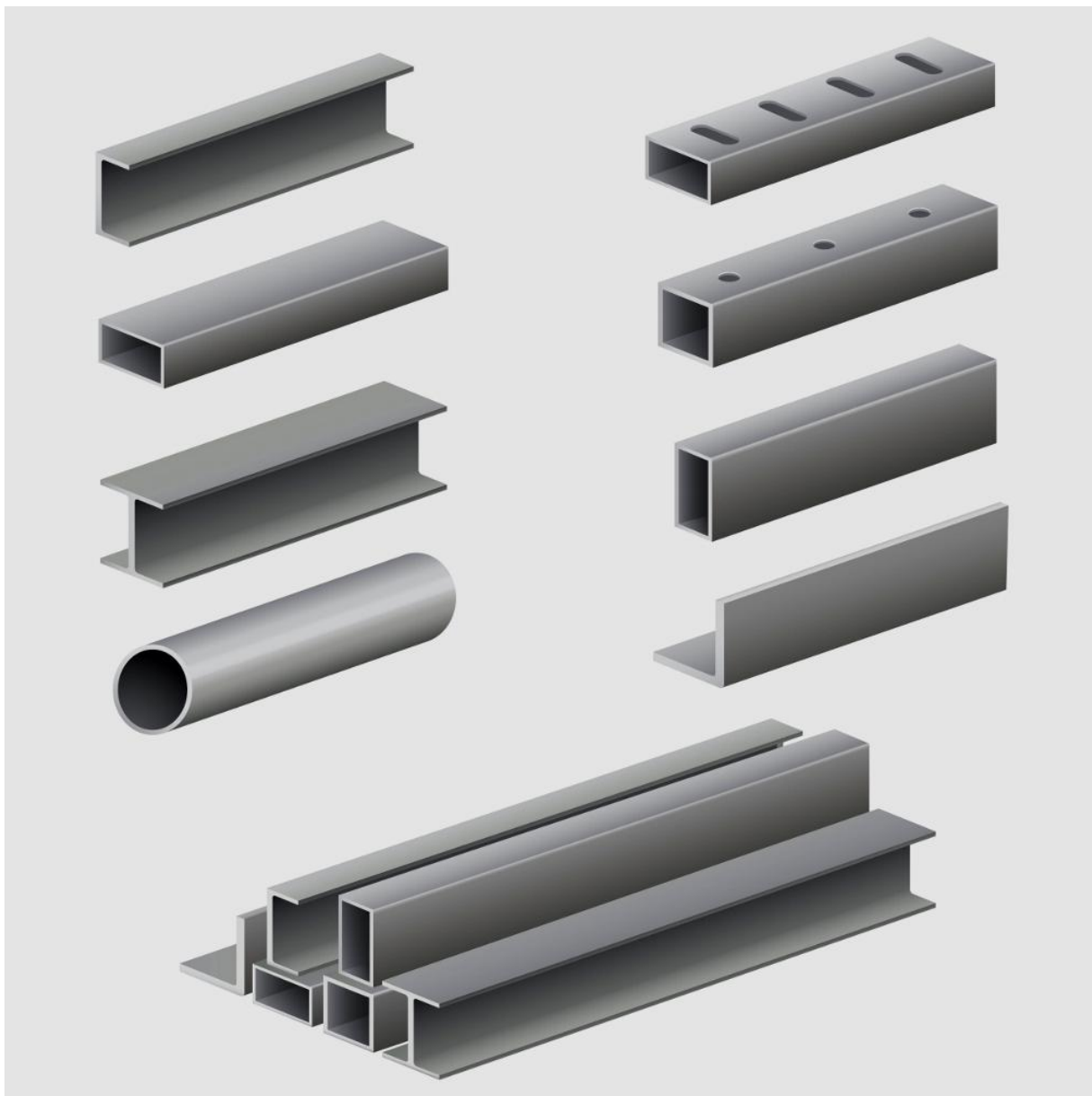
Εικόνα 9: Λεπτομέρεια από εργοτάξιο προκατασκευής με χρήση ανυψωτικού γερανού.



Εικόνα 10: Όψη κτηρίου κατασκευασμένη από κατακόρυφα “panels”.

Μια άλλη κατηγοριοποίηση της προκατασκευής αφορά την προκατασκευασμένη κατοικία. Διακρίνουμε 3 δυνατότητες που σχετίζονται με τη σχηματοποίηση της προκατασκευής και τις αντίστοιχες επιλογές του πελάτη (Κατσάρας, 2007: 5):

1. Ο κατασκευαστής παραδίδει τη σχεδιαστική μελέτη και τα τεχνικά στοιχεία της κατασκευής και πολλές επιλογές αποδίδονται πλέον στον πελάτη, δηλαδή ο βαθμός προκατασκευής είναι μικρός.
2. Η κατοικία αναλύεται σε προκατασκευασμένα πάνελ που μεταφέρονται και συναρμολογούνται στο εργοτάξιο, μειώνοντας την τελική εργασία.
3. Παραδίδεται η κατοικία ως ογκομετρική μονάδα σε επίπεδο τελικής εφαρμογής με προ-επιλεγμένη και την εσωτερική διαμόρφωση αποτελώντας σχεδόν έτοιμο βιομηχανικό προϊόν.



Εικόνα 11: Πρότυπες προκατασκευασμένες μεταλλικές διατομές.

1.4 Βασικά υλικά προκατασκευής

Κύριο υλικό για την προκατασκευή στην Ελλάδα παραμένει το οπλισμένο σκυρόδεμα, όμως δεν ισχύει το ίδιο για όλες τις χώρες ενώ παράλληλα η τεχνολογία των δομικών υλικών αναπτύσσεται πολύ στα τελευταία χρόνια ακολουθώντας τη γενικότερη τεχνολογική εξέλιξη. Το οπλισμένο σκυρόδεμα εμφανίζεται ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα σαν υλικό δόμησης. Δομικά προκατασκευασμένα στοιχεία τύπου κοίλου block εμφανίζονται αμέσως μετά τον 1^ο παγκόσμιο πόλεμο και σταδιακά γενικεύονται και πολλαπλασιάζονται ως τύποι με διάφορα υλικά ως πρώτη ύλη (Project No. 226, 1958: 31).

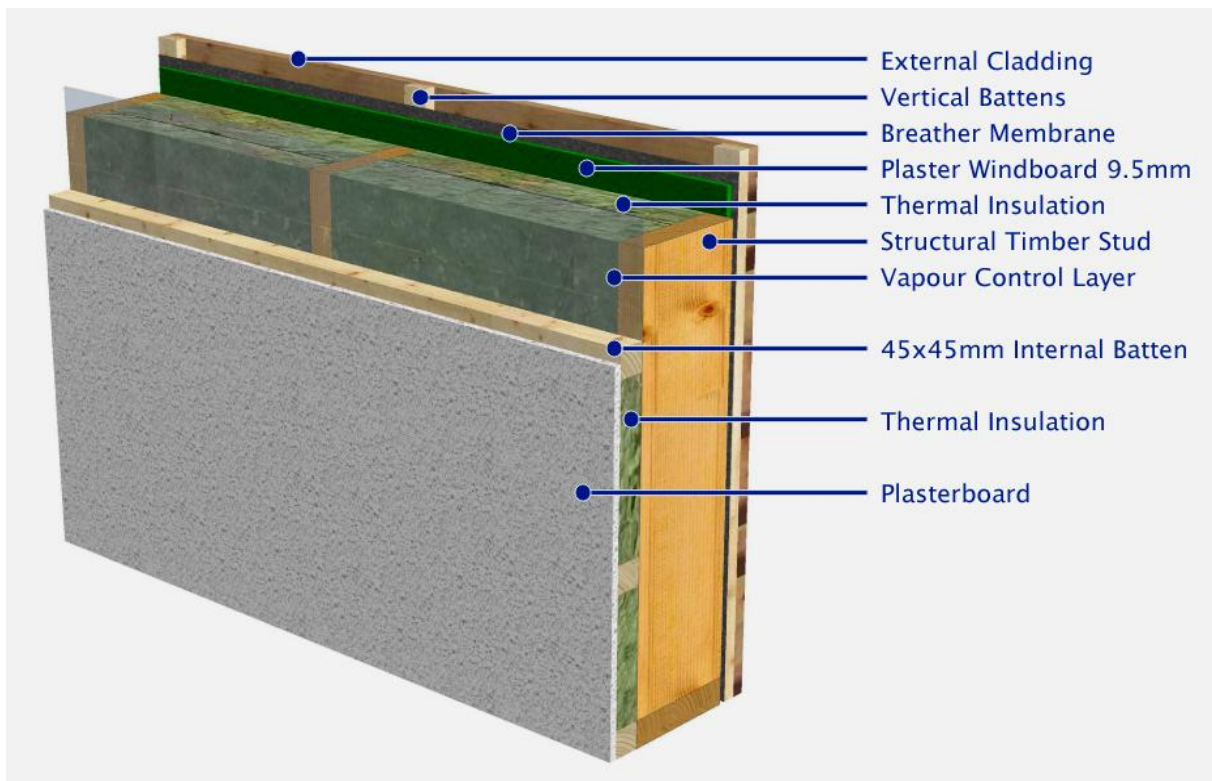
Τα υλικά της προκατασκευής είναι αρκετά (Project No. 226, 1958: 11,15,21). Το ξύλο είναι εξαιρετικά κατάλληλο για προκατασκευή σε σχέση με το σχετικά μικρό βάρος, την υψηλή θερμοχωρητικότητα και αντοχή σε εφελκυσμό και την ευκολία που παρουσιάζουν οι συνδέσεις των επιμέρους ξύλινων μερών. Μειονέκτημά του είναι η δυνατότητα εξάντλησης των πόρων που περιορίσε τη χρήση του στη βόρεια Ευρώπη. Το πλεονεκτικότερο όμως υλικό μαζικής παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων είναι σαφώς ο χάλυβας που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και τυποποιημένη παραγωγή με μικρές επιτρεπόμενες ανοχές, όμως χρειάζεται σοβαρή οικονομική επένδυση και λόγω του κόστους δύσκολα συνίσταται για κατοικίες. Πλεονεκτήματα παρουσιάζει και το αλουμίνιο λόγω του χαμηλού ειδικού βάρους και της αυξημένης αντοχής έναντι διαβρώσεως



Εικόνα 12: Δομικά προκατασκευασμένα πλίνθινα στοιχεία τύπου “block” κατάλληλα για κατασκευή εξωτερικών τοίχων.

Κατηγορίες προκατασκευασμένων τοίχων ως προς τα δομικά υλικά είναι οι εξής (Τζουμάκη, 2009: 16-18):

1. Από οπλισμένα τεμάχια μεγάλων διαστάσεων (panels)
 - με ένα μόνο υλικό, πχ. οπλισμένο σκυρόδεμα και τελικό επίχρισμα
 - με πολλά υλικά σε στρώσεις που πληρούν διαφορετικές προϋποθέσεις
2. Από άοπλα τοιχοτεμάχια (blocks) συχνά μεγάλου πάχους για θερμική μόνωση.



Εικόνα 13: Σύστημα εξωτερικού προκατασκευασμένου πάνελου με ξύλινο σκελετό.

Μια κατηγοριοποίηση των σύγχρονων δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται στην προκατασκευή θα μπορούσε να είναι η ακόλουθη (Τζουμάκη, 2009: 37-43):

1. Χάλυβας
2. Δομική ξυλεία
3. Πρόχυτο σκυρόδεμα
4. Μη συμβατικά σκυροδέματα
 - Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα
 - Σκυρόδεμα υψηλής επιτελεστικότητας (HPC)
 - Ελαφρά σκυροδέματα
5. Προηγμένα δομικά υλικά
 - ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)
 - σύνθετα υλικά σκυροδεμάτων υψηλής επιτελεστικότητας
 - προκατασκευασμένες συνθέσεις υλικών, πχ. exterior cladding systems
 - ινοπλισμένο γυψοκονίαμα / τσιμεντοκονίαμα

1.5 Προκατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος

Η χρήση της προκατασκευής οπλισμένου σκυροδέματος είναι ευρεία και σε κτήρια διαφόρων κατηγοριών, συνήθως όμως ενδείκνυται για μεγάλα κτήρια σχετικά απλής κάτοψης. Μια κατηγορία κτηρίων που διευκολύνει τη χρήση ειδικά της γραμμικής προκατασκευής σκυροδέματος είναι τα βιομηχανικά, καθώς αυτά χαρακτηρίζονται από χρήση κανάβου, τυποποίηση και μεγάλα στατικά ανοίγματα ενώ απαιτούν ταχεία ολοκλήρωση και συνήθως είναι ισόγεια σημαντικού ύψους (Τσουκαντάς, 2001: 108).

Μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα προκατασκευασμένα στοιχεία από σκυρόδεμα έχουν αρκετά πλεονεκτήματα από την άποψη της βιωσιμότητας, όπως σχετικά χαμηλό αρχικό κόστος της ενέργειας για την παραγωγή, υψηλή θερμική μάζα, αντοχή στη φωτιά, ηχομονωτική ικανότητα, δυνατότητα ανακύκλωσης τσιμέντου και οπλισμών, ενώ μπορούν να είναι επίπεδα συσκευασμένα για τη μεταφορά, να σχεδιαστούν ώστε να είναι επαναχρησιμοποιήσιμα και τέλος να χρησιμοποιηθούν σε μολυσμένα εδάφη (Glass, 2000: 24-26,42). Οι λόγοι της γενικότερης υπεροχής του οπλισμένου σκυροδέματος ως υλικό είναι οικονομικοί, διότι είναι σχετικά φθηνό υλικό χωρίς μεγάλα έξοδα εφαρμογής. Υπάρχουν επίσης τεχνικοί λόγοι δεδομένου ότι πρόκειται για εύπλαστο υλικό που παράγει μεγάλη ποιότητα μορφών, όπως ακόμη και ψυχολογικοί λόγοι, διότι η στερεότητα και ανθεκτικότητά του το καθιστούν αξιόπιστο (Παπαϊωάννου, 1973: 105).

Ορισμένα μειονεκτήματα της προκατασκευής οπλισμένου σκυροδέματος που μπορούν να εντοπιστούν είναι τα ακόλουθα (Ευφραιμίδης, 1973: 130):

1. Η μεταφορά και ανύψωση των προκατασκευασμένων στοιχείων απαιτεί ειδικό μηχανικό και τεχνικό εξοπλισμό, δηλαδή αντίστοιχη επένδυση κεφαλαίου, ενώ το βάρος και οι άλλες ιδιαιτερότητες δυσχεραίνουν την εργασία.
2. Η επένδυση προκειμένου να είναι οικονομικά αποσβέσιμη απαιτεί μεγάλη ποσότητα παραγωγής εν σειρά.
3. Η τυποποίηση των διαστάσεων και μορφών μπορεί να δημιουργεί ομοιομορφία ή και μονοτονία που οι αρχιτέκτονες θα πρέπει να αντιμετωπίσουν.

Η σύνθεση της κατασκευής από έτοιμα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος μεταθέτει την επίλυση των ζητημάτων ελέγχου της ποιότητας από το εργοτάξιο στο εργοστάσιο, θέτει το πρόβλημα της αντοχής των προκατασκευασμένων στοιχείων κατά τη μεταφορά και τη συναρμολόγησή τους και απαιτεί επιπλέον μελέτη για τη συνδεσμολογία των στοιχείων, όπως και έρευνα των υλικών (Τάσιος, 1973: 341). Για παράδειγμα, επειδή η προκατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος αποτελείται από μεμονωμένα στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους, ενδέχεται να έχει μικρότερη ακαμψία από την αντίστοιχη μονολιθική κατασκευή (Τσουκαντάς, 2001: 113).

Τα πλεονεκτήματα της προκατασκευής οπλισμένου σκυροδέματος σε σχέση με τη αντίστοιχη μονολιθική κατασκευή από σκυρόδεμα είναι τα ακόλουθα (Mokk, 1964: 14-15):

1. Οικονομία υλικού που προορίζεται για ικριώματα.
2. Μεγαλύτερη τεχνική ακρίβεια.
3. Υψηλό επίπεδο προτυποποίησης με δυνατότητα χρήσης σειριακού αριθμού.
4. Περιορισμός της εργοταξιακής εργασίας στη συναρμολόγηση των τεμαχίων.
5. Μείωση χρόνου εργασίας και απαιτήσεων σε εργατικό δυναμικό.
6. Παράλειψη των αρμών διακοπής εργασίας σκυροδέτησης.
7. Απαιτήση για λιγότερους αρμούς διαστολής σκυροδέματος.
8. Αποφυγή του εποχιακού χαρακτήρα της οικοδομικής βιομηχανίας.
9. Εφαρμογή πιο ελαφρών και κομψών κατασκευών.

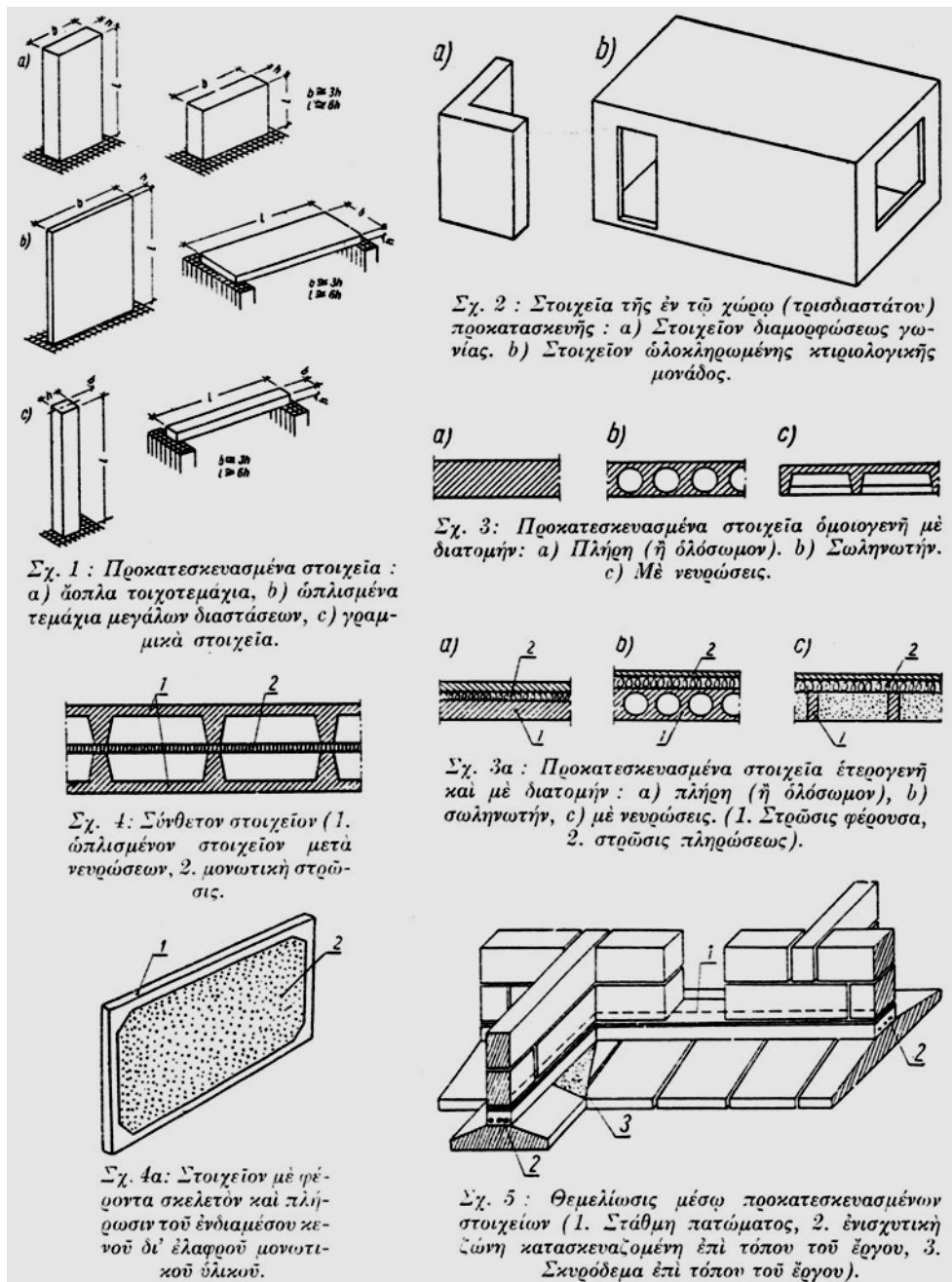
Η επιλογή ανάμεσα στη μονολιθική κατασκευή, στην εργοστασιακή ή την εργοταξιακή προκατασκευή σκυροδέματος εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες, την εθνική οικονομία και τεχνική ανάπτυξη, τις συνθήκες μεταφοράς και άλλους παράγοντες (Mokk, 1964: 23), πχ. η μεταφορά των προκατασκευασμένων στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος είναι ακριβή διαδικασία που απαιτεί ειδικές συνθήκες φόρτωσης και εκφόρτωσης (Mokk, 1964: 22). Γενικώς το σκυρόδεμα εντάσσεται στην κατηγορία της βαρείας προκατασκευής και αυτό λαμβάνεται σοβαρά υπ όψιν αναφορικά με την επιλογή παρόμοιας λύσης, ως προς το οικονομικό κόστος. Στην Ελλάδα αποτελεί συνήθη περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου της προκατασκευής, αν και άλλες λύσεις είναι δυνατές, για παράδειγμα οι μικρές εξοχικές κατοικίες από άλλα υλικά, όπως το ξύλο.



Εικόνα 14: Περίπτωση κτιρίου εξολοκλήρου κατασκευασμένου από προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος.

Εκτός από ραβδόμορφα στοιχεία έχουμε και προκατασκευασμένα πατώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα ταξινομημένα στις εξής κατηγορίες (Τζουμάκη, 2009: 18-19):

- 1 Ολόσωμα πατώματα (πλάκες).
 - πλάκες συμπαγείς
 - πλάκες με νευρώσεις
 - πλάκες με συνεχή κενά εντός της μάζας τους
 - πλάκες υπό μορφή εσχάρας, με πλήρωση κενών από ελαφρότερα υλικά
 - πλάκες πτυχωτές ή διπλής καμπυλότητας
- 2 Σύνθετα πατώματα με δοκίδες.



Εικόνα 15: Σχηματική παρουσίαση των τύπων προκατασκευασμένων στοιχείων.

1.6 Τυποποίηση, προκατασκευή & εργονομία

Πώς συνδέεται η προκατασκευή με την αύξηση της παραγωγικότητας και επομένως με το μεγαλύτερο οικονομικό κέρδος στην κατασκευαστική βιομηχανία; Βασική αρχή της προκατασκευής ως προς την απόδοση είναι η παραγωγή επαναλαμβανόμενων στοιχείων και οι απλές μέθοδοι παραγωγής (Ευφραιμίδης, 1973: 129). Καθώς η παραγωγή μετατρέπεται από εμπόριο σε βιομηχανία η παραγωγικότητα αυξάνεται όπως αυξάνεται και η κατανάλωση από την κοινωνία ενός συγκεκριμένου προϊόντος, η βιομηχανία επομένως μπορεί να παρέχει πολλαπλάσιες «παραγωγικότητες» σε σχέση με το αρχικό χρησιμοποιούμενο έργο (Nissen, 1972: 22).

Η παραγωγικότητα (Nissen, 1972: 22) είναι το ηλίκο $P = \text{OUTPUT} / \text{INPUT}$, όπου:

1. INPUT = υλικά, παραγωγικοί πόροι, εργασία (ανθρώπων + μηχανών)
2. OUTPUT = τελικό προϊόν

Το γενικό σύστημα παραγωγή - μεταφορά - τοποθέτηση είναι αλληλένδετο και χαρακτηρίζει όλα τα δομικά έργα, δηλαδή οι 3 φάσεις βρίσκονται σε εξάρτηση μεταξύ τους επομένως κάθε καθυστέρηση επηρεάζει την επόμενη φάση, ενώ η ελαχιστοποίηση του χρόνου συνδέεται με τη μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης του μηχανικού εξοπλισμού (Ευφραιμίδης, 1973: 129). Το εργοτάξιο είναι συνδυασμός κατασκευής και συναρμολόγησης. Με το δεδομένο όμως ότι η κατασκευή είναι εργοταξιακή παραγωγή, η τελική συναρμολόγηση γίνεται πάντα στο εργοτάξιο, παρότι η έκταση αυτής της εργασίας ποικίλλει βάσει της ανάπτυξης. Η λύση λοιπόν στην αποτελεσματική εργοταξιακή συναρμολόγηση είναι ο σχεδιασμός και ο έλεγχος (Ballard & Howell, 1998).

Ο σχεδιασμός γίνεται αντιληπτός με 3 τρόπους: ως διαδικασία μετατροπής (input → output), ως διαδικασία ροής πληροφοριών και υλικών και ως παραγωγή αξίας για τους πελάτες (Ballard & Howell, 1998). Η αξία παράγεται μέσω μιας διαδικασίας διαπραγμάτευσης μεταξύ των διαθέσιμων μέσων και των επιθυμιών του πελάτη. Ο πρώτος ρόλος λοιπόν του σχεδιαστή είναι να καταστήσει σαφείς στους πελάτες τις συνέπειες των επιθυμιών τους, και εν συνεχεία οι πελάτες μπορούν να επιλέξουν να τις τροποποιήσουν (Ballard & Howell, 1998). Η τυποποίηση της διαδικασίας κατασκευής μπορεί να ικανοποιήσει οποιαδήποτε τιμή των διαφορετικών ορισμών της αξίας (Craig, *et al.*, 2000: 3). Εάν η προκατασκευή επιτυγχάνει υψηλή απήχηση, δηλαδή απαίτηση για σταθερή ή και αυξανόμενη παραγωγή προτυποποιημένων στοιχείων, τότε πολλαπλασιάζεται το οικονομικό κέρδος, ενώ η ύπαρξη των προτύπων δημιουργεί ανάγκη για ανάλογη τυποποίηση των διαδικασιών της παραγωγής, όπως και των απασχολούμενων βιομηχανιών στον κλάδο, δηλαδή έχουμε την «παραγωγή» εταιριών βάσει των απαιτήσεων των κατασκευών.

Ο απαιτούμενος βαθμός ακρίβειας είναι συνάρτηση της κατασκευαστικής μεθόδου, των υλικών και των συνδέσμων. Αυτό σημαίνει την ανάπτυξη και ενός συστήματος ανοχών, δηλαδή των ορίων εντός των οποίων οι αποκλίσεις από τις δοθείσες διαστάσεις είναι αποδεκτές (Nissen, 1972: 20). Όταν οι λεπτομερείς διαστάσεις και οι τεχνικές απαιτήσεις για έναν ορισμένο αριθμό προϊόντων ορίζονται βάσει προτύπων (standards) τότε τα εν λόγω προϊόντα δύναται να κατασκευαστούν σε διαφορετικά εργοστάσια και παρόλα αυτά να έχουν εφαρμογή στην ίδια κατασκευή, γεγονός που διευκολύνει 3 βασικά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής ανάπτυξης που αυξάνουν την παραγωγικότητα προς όφελος της ποιότητας ζωής (Nissen, 1972: 20):

1. Δημιουργία εταιριών εξειδικευμένων στην παραγωγή συγκεκριμένων στοιχείων.
2. Πώληση των στοιχείων αυτών σε μία ελεύθερη και ενδεχομένως διεθνή αγορά.
3. Εξειδίκευση άλλων εταιριών στη διαδικασία συναρμολόγησης των τεμαχίων.

Στη δομική βιομηχανία ο αγοραστής θεωρεί απαραίτητη την εξασφάλιση της ποιότητας, δηλαδή της χρηστικής καταλληλότητας της κατασκευής (Καλογεράς, 1973: 99). Ο χαρακτήρας της προκατασκευής επιβάλλει τη διενέργεια διαδικασιών ελέγχου της τυποποιημένης παραγωγής και εισάγει την έννοια της οργανωμένης διαχείρισης της παραγωγικής διαδικασίας, ώστε να εξασφαλίζεται η καταλληλότητα του προϊόντος για την κατά προορισμό χρήση του. Ο σύγχρονος όρος “total quality control” συνολικά αφορά σε 3 επεκτάσεις (Koskela, 1992: 6):

1. Επέκταση του ποιοτικού ελέγχου από την παραγωγή σε όλα τα τμήματα.
2. Επέκταση ελέγχου ποιότητας από τους εργαζόμενους στη διαχείριση.
3. Επέκταση της έννοιας «ποιότητα» σε όλες τις δραστηριότητες της εταιρίας.

Παρότι η οργανωμένη προτυποποίηση αποδεδειγμένα αυξάνει την παραγωγικότητα και σε αυτό το σημείο ο κατασκευαστικός κλάδος λειτουργεί ανάλογα προς κάθε βιομηχανία καταναλωτικών προϊόντων, η προσέγγιση της σχέσης του κόστους με την παραγωγή, γνωστή και ως «εξίσωση του κόστους» είναι διαφορετική. Στην καταναλωτική βιομηχανία το κέρδος προκύπτει ως η διαφορά του κόστους από την καθορισμένη τιμή πώλησης, ενώ στην κατασκευαστική βιομηχανία η τιμή πώλησης είναι το άθροισμα του κόστους παραγωγής και του επιθυμητού κέρδους (Χατζηστεργίου, 2000: 81-82). Δηλαδή στη συμβατική κατασκευή ο κατασκευαστής καταρχάς προσδιορίζει ένα ελάχιστο αποδεκτό κέρδος, προκειμένου να διερευνήσει εάν η επένδυση είναι η όχι συμφέρουσα.

Αυτή η αντίθεση έχει αποδειχθεί ολέθρια για την οικοδομική βιομηχανία καθώς στον καιρό της οικονομικής κρίσης αδυνατεί να μειώσει τις τιμές πώλησης και ενδεχομένως οφείλεται στην έλλειψη σχεδιασμού βάσει έρευνας, καθώς σε κλάδους όπως π.χ. η αυτοκινητοβιομηχανία δαπανώνται τεράστια κονδύλια για έρευνα, κάτι που δεν χαρακτηρίζει γενικά τις κατασκευές.

1.7 Παραδοσιακή VS βιομηχανοποιημένη δόμηση

Η προκατασκευή διαφέρει ριζικά από τον «κλασικό» τρόπο δόμησης που γίνεται ανά στάδια στο εργοτάξιο και αυτό την καθιστά αντισυμβατική μέθοδο, όμως κάθε αντισυμβατική μέθοδος δε συνιστά και προκατασκευή (White, 1965: 2). Αντίστοιχα κάθε παραδοσιακή μέθοδος δόμησης στην εποχή της ενδεχομένως να υπήρξε καινοτόμος άσχετο αν σήμερα περιβάλλεται υπό το γενικότερο και συχνά ασαφή όρο «παραδοσιακή».

Τα πλεονεκτήματα της προκατασκευής είναι η οικονομία κόστους και χρόνου, η εφαρμογή της μελέτης και του χρονοδιαγράμματος με ακρίβεια και η δυνατότητα εκτεταμένης πολεοδομικής επέμβασης, τα μειονεκτήματα όμως είναι η ενδεχόμενη μειωμένη αισθητική ποιότητα λόγω μονοτονίας, η ακτίνα μεταφοράς των στοιχείων και οι επιλογές που παρέχουν τα προκατασκευασμένα στοιχεία σε σχέση με την αρχιτεκτονική λύση (Βαρίτου, *κ.α.*, 1980: 7-10). Η τυποποίηση και προκατασκευή δεν οδηγούν απαραίτητα σε προϊόντα λειτουργικά ή αισθητικά διακριτά από αυτά των συμβατικών κατασκευών, αλλά προτείνουν περισσότερες δυνατότητες προς την επίτευξη των δεδομένων στόχων (Craig, *et al.*, 2000: 3). Γενικότερα η προκατασκευή επιλύει δομικά ζητήματα που η κλασική μέθοδος αδυνατεί να καλύψει και βελτιώνει την ποιότητα εκμεταλλευόμενη στο έπακρο τις τεχνολογικές δυνατότητες της εποχής (Μουγκογιάννη, 2003: 6).



Εικόνα 16: Λαγκαδινοί μάστορες «επί το έργον».

Η σύγχρονη φιλοσοφία βλέπει την παραγωγή να αποτελείται ταυτόχρονα από μετατροπές και ροές, ενώ η συμβατική σκέψη βλέπει την παραγωγή ως διεργασίες μετατροπής (Koskela, 1992: 2). Αντίθετα η παραδοσιακή κατασκευή αγνοεί τις ροές και χαρακτηρίζεται από ένα υψηλό μερίδιο δραστηριοτήτων μη-προστιθέμενης αξίας και επακόλουθη χαμηλή παραγωγικότητα (Koskela, 1992: 2).

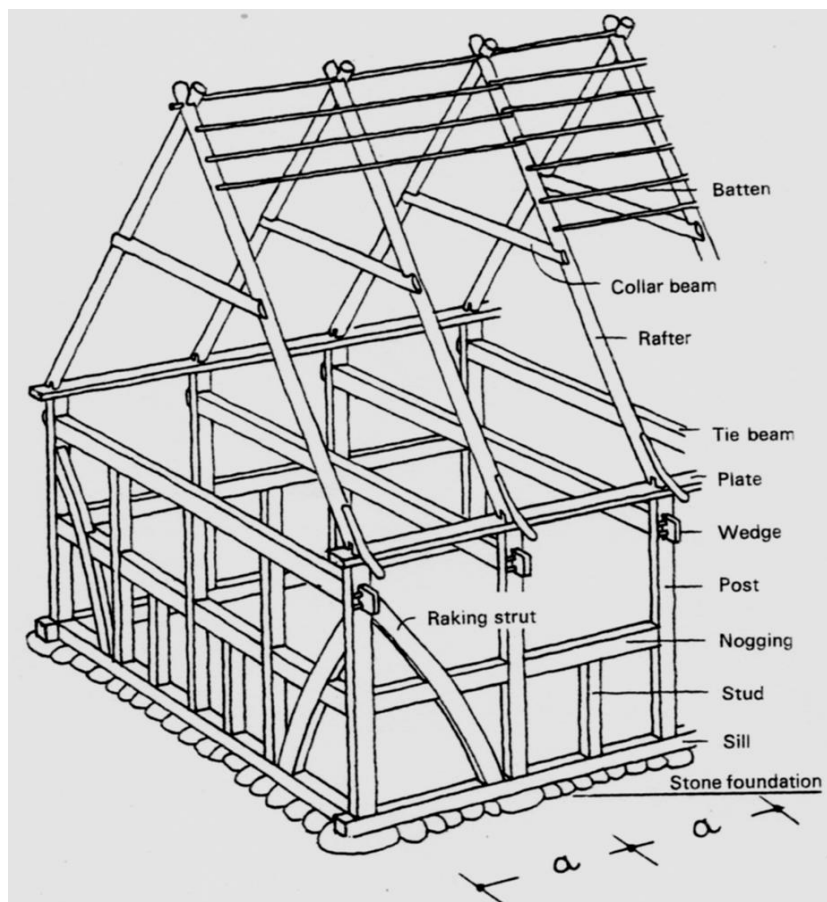
Η προκατασκευή έχει τη δυνατότητα να συγκεντρώσει επαναλαμβανόμενες διαδικασίες που συσσωρεύουν γνώση για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας. Αντιθέτως, η επίτευξη απόδοσης, με ταυτόχρονη διατήρηση της γνώσης και διασφάλιση της συνεχιζόμενης επιτυχίας του κλάδου των κατασκευών δεν είναι δυνατή με τη χρήση παραδοσιακών, επιτόπιων μεθόδων κατασκευής. Τα δυνητικά πλεονεκτήματα της προκατασκευής σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους αφορούν επίσης και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Steinhardt, *et al.*, 2013: 3,21)

Η προκατασκευή απαιτεί εξαιρετική γνώση των κατασκευαστικών ζητημάτων, σε βαθμό που οι μελετητές προκατασκευής να πρέπει να προέρχονται από τον κλάδο των κατασκευαστών γεγονός που επαναφέρει την εποχή των αρχιμαστόρων (Τάσιος, 1973: 342). Αυτό διότι όπως είναι αδύνατη η στατική επίλυση μιας προδιαγεγραμμένης αρχιτεκτονικής λύσης, ομοίως είναι αδύνατη και η αισθητική αναβάθμιση ενός δεδομένου στατικού συνόλου, επομένως ειδικά στην προκατασκευή απαιτείται ολιστική σύλληψη του έργου, Επαναφέρει λοιπόν η προκατασκευή το ζήτημα του ολιστικού σχεδιασμού, ανάλογα προς την προβιομηχανική εποχή όταν δεν υπήρχαν επισήμως «μελέτες», ούτε εξειδίκευση των μελετητών σε κλάδους, πχ. αρχιτέκτων ή μηχανικός, αλλά το παραγόμενο κτήριο ήταν αποτέλεσμα της συνθετικής σκέψης ενός ή μερικών καταρτισμένων ατόμων οι οποίοι όμως ανελάμβαναν το σύνολο του έργου και έλυαν όλα τα ζητήματα.

Ίσως ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα της προκατασκευής είναι ότι κάθε άλλο παρά μειώνει την ανάγκη για ειδικευμένο προσωπικό. Η εμπειρία έχει δείξει ότι η μείωση των απαιτήσεων σε γνώση των παραδοσιακών οικοδομικών τεχνικών συμψηφίζεται με την ανάγκη ανάπτυξης νέων δεξιοτήτων και ικανοτήτων του εργατικού δυναμικού (Mole, 2001).

Σε ένα άρθρο που δημοσιεύτηκε το 1960 στη Γαλλία, ο συγγραφέας διερωτάται πώς κάθε κράτος μπορεί να υστερήσει ως προς τη γενική κατεύθυνση υπερ της βιομηχανοποίησης και να μη χάσει την ελευθερία του, θεωρώντας ότι στο γενικό πλαίσιο επέκτασης της βιομηχανικής κοινωνίας κάθε τομέας που παράγει εμπόρευμα είναι αδύνατο να αντισταθεί στο κύριο ρεύμα και να επιβιώσει, μία κατάσταση για την οποία οι «απαισιόδοξοι» κάνουν λόγο για απώλεια της δημιουργικής εργασίας που ευνοεί την ανευθυνότητα και για υποβάθμιση των υποκειμένων σε robot, θέτοντας ουσιαστικά το δίλημμα παράδοση VS εκβιομηχάνιση, ισχυρό στη Βρετανία όσο και στη Γαλλία (White, 1965: 320-322).

Τίθεται το βασικό ερώτημα αν το κτήριο είναι έργο τέχνης ή βιομηχανίας ή συνδυασμός τους και εάν η ιδιωτική κατοικία και ορισμένα δημόσια κτήρια χρήζουν μιας ιδιαίτερης φροντίδας ως τα τελευταία «οχυρά» της ατομικότητας (White, 1965: 322). Εάν οι μνημειακές, ιστορικές κατασκευές πρέπει να διατηρηθούν, τότε τα παλαιότερα έργα της χειρωνακτικής εργασίας έχουν πιθανότητες επιβίωσης. Η διάσωση της οικοδομικής παράδοσης των χωρών είναι καίριο ζήτημα και η εκβιομηχάνιση της κατασκευής κατηγορείται για την εξαφάνιση των ιστορικών οικοδομικών τεχνικών. Όμως, η επαναφορά μεθόδων που πλέον δεν πληρούν τις απαιτήσεις του κοινού είναι δύσκολη, εκτός και αν πρόκειται για ειδικές περιπτώσεις, πχ. δόμηση σε έναν ιστορικό, παραδοσιακό οικισμό.



Εικόνα 17: Ξύλινος σκελετός τυπικής κατασκευής.

Ωστόσο, η παραδοσιακή δόμηση παραμένει συναισθηματικά ριζωμένη σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού, ιδίως σε ανθρώπους που δεν έζησαν σε αστικές περιοχές. Οι άνθρωποι στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι συντηρητικοί και δύσπιστοι όταν πρόκειται για τη στέγαση, αντιστέκονται στις νέες μεθόδους και προτιμούν συμβατική κατασκευή, διότι έχει αποδειχθεί μακράν αξιόπιστη (Mole, 2001). Η περίπτωση της Σκανδιναβίας είναι πολύ ιδιαίτερη γιατί το 70% των κατοικιών είναι προκατασκευασμένες, όμως η ίδια η οικοδομική παράδοση της χώρας έχει κατευθύνει αυτή την πορεία στην οποία κατά κανόνα εξελίσσονται τα υλικά και όχι τόσο ο σχεδιασμός, με εξαίρεση τα τελευταία χρόνια (Κατσάρας, 2007: 26).



Εικόνα 18: Παραδοσιακές ξύλινες πανομοιότυπες κατοικίες στη Σουηδία.

Είναι γεγονός ότι στην παραδοσιακή δόμηση διακρίνουμε αρχές που παραπέμπουν στην προκατασκευή ως λογική κυρίως και όχι ως εφαρμοζόμενη οικοδομική μέθοδο, όπως ενδεικτικά η τάση της τυποποίησης σε στοιχεία όπως πχ. τα ανοίγματα, η σχέση πλήρων - κενών, η χρήση ενός μοναδιαίου στοιχείου κυρίως στις κατασκευές με ξύλινο σκελετό, αλλά κυρίως η τάση των παραδοσιακών τεχνιτών για μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση των διαθέσιμων υλικών και πόρων προς όφελος της εργονομίας και οικονομίας της κατασκευής. Για παράδειγμα οι διαστάσεις των δωματίων είναι σχεδιασμένες ώστε να ικανοποιούν ακριβώς τις ανάγκες της εποχής. Η βιομηχανοποιημένη λοιπόν δόμηση ουσιαστικά μετεξελίσσεται και δίνει προδιαγραφές σε διαδικασίες που ισχύουν για αιώνες, αλλά κυρίως μέσα από την επιθυμία της ρήξης με το παρελθόν που εξέφρασε η βιομηχανική επανάσταση, σήμερα η σχέση τεχνολογίας και παράδοσης παραμένει προβληματική.

Αυτό φανερώνει ότι η προσαρμοστικότητα της οικοδομικής τέχνης, είτε παραδοσιακής είτε βιομηχανικής, στις εκάστοτε καταστάσεις αποτελεί διαχρονική επιδίωξη στην ιστορία των κατασκευών, όμως τα διαθέσιμα μέσα δίνουν στην παραδοσιακή οικοδομική τη γοητεία της επανάληψης που όμως δεν είναι ποτέ πανομοιότυπη γιατί πρόκειται για χειρωνακτική δημιουργία και στην τυποποιημένη παραγωγή τη σιγουριά της ομοιομορφίας.

1.8 Προκατασκευή, πολεοδομία και στεγαστική πολιτική

Ενώ ιστορικά περισσότερο από το 90% του πληθυσμού της γης έζησε σε αγροτικές περιοχές, η παλιά μικρή πόλη πλέον αντικαθίσταται από πολεοδομικά συγκροτήματα τεραστίων διαστάσεων, ακολουθώντας την αντίστοιχη αύξηση του παγκόσμιου και αστικού πληθυσμού. Επομένως απαιτείται μία διέξοδος στη βιομηχανοποίηση της κατασκευής προς όφελος του κοινού και όχι μιας κλειστής ομάδας κατασκευαστών. Παρατηρούμε σήμερα ότι η αυτοκινητοβιομηχανία και η αεροναυπηγική έχουν εξελιχθεί, ενώ η οικοδομική βιομηχανία παραμένει στάσιμη. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 1903 η τιμή ενός αυτοκινήτου ήταν διπλάσια από μιας κατοικίας, το 1968 μία κατοικία κόστιζε όσο 8 αυτοκίνητα (Τομπάζης, 1973: 453-455). Αυτό σχετίζεται με την ανάπτυξη της αυτοκινητοβιομηχανίας, αλλά και με την υστέρηση βιομηχανικής παραγωγής κατοικίας σε εποχές υψηλής ζήτησης. Η δημογραφική έκρηξη, η αύξηση του προσδόκιμου ζωής, η συγκέντρωση του πληθυσμού λόγω της βελτίωσης των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, η επιθυμία για πιο ευχάριστη εμπειρία είναι οι βασικοί λόγοι αύξησης της ζήτησης στον τομέα της κατοικίας (Haase, 1977: 37)

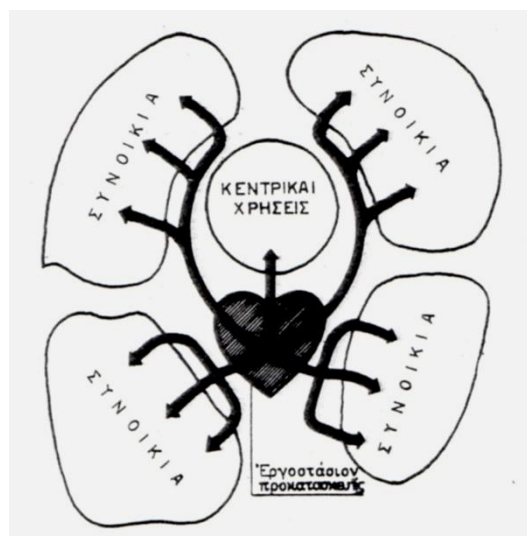
Οι αλλαγές στη δημογραφική σύνθεση του πληθυσμού σε συνδυασμό με την αύξηση των ατόμων που εργάζονται από το σπίτι, οδηγούν σε συνεχή ζήτηση για μεγαλύτερη ευελιξία στις επιλογές της στέγασης. Οι απαιτήσεις επίσης για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης, σε συνδυασμό με την ελπίδα της ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών στην κατασκευή κατοικιών υποδηλώνουν την ανάγκη για καινοτόμες προσεγγίσεις, όπως η προκατασκευή. Η αύξηση της τυποποίησης θα μπορούσε κάλλιστα να διευκολύνει τη βιομηχανική ανταπόκριση στις αλλαγές των περιβαλλοντικών προτύπων και σε διαδικασίες που θα υπόκεινται σε μεγαλύτερο έλεγχο ποιότητας και παρακολούθησης (Craig, *et al.*, 2000: 6). Η προκατασκευή δεν είναι η απάντηση στο πρόβλημα, αλλά η βιώσιμη στέγαση είναι. Σε αντίθεση με την εμπειρία μετά τον πόλεμο υπάρχει πλέον πολύ πιο συντονισμένη σκέψη και μεγαλύτερη επίγνωση του τι απαιτείται για την παροχή αξιοπρεπούς κατοικίας για βιώσιμες κοινότητες (Mole, 2001)

Η εφαρμογή χαμηλού κόστους στεγαστικών λύσεων αποτελεί σημαντικό βοήθημα στην κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη των αναπτυσσόμενων χωρών, όμως σε περιπτώσεις υψηλής πληθυσμιακής πυκνότητας οι λύσεις αυτές παρότι επείγουσες, δεν είναι εύκολα υλοποιήσιμες καθώς ενδέχεται να βλάψουν τη δημόσια υγιεινή, με το δεδομένο ότι εάν η απαίτηση αφορά ένα απλό καταφύγιο μπορεί να χρησιμοποιηθούν ανθεκτικά, τοπικά υλικά, όμως όταν απαιτούνται μεγαλύτερες ανέσεις και εγκαταστάσεις δικτύων τότε το κόστος αυξάνεται και η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα. Από την άλλη πλευρά η απουσία οργανωμένης πολιτικής για το στεγαστικό πρόβλημα στις αστικές περιοχές, μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία παραγκουπόλεων με κακές συνθήκες υγιεινής (Rydens, 1977: 7).

Η έλλειψη πρόσβασης σε μία λογική δυνατότητα χρηματοδότησης αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα απόκτησης μιας κατοικίας, καθώς η μόνη δυνατή διέξοδος για πολλές χώρες παραμένει το χρηματοπιστωτικό σύστημα (Haase, 1977: 39). Αν τεχνικώς η προκατασκευή διευκολύνει την ευελιξία στο σχεδιασμό και στη συμμετοχή του πελάτη, και αυτό μπορεί να έχει κάποια επίδραση στο συναίσθημα της ασφάλειας, καθώς δίνεται στους κατόχους ένας μεγαλύτερος βαθμός ελέγχου στο χώρο κατοικίας τους (Craig, *et al.*, 2000: 5).

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το καθεστώς ιδιοκτησίας των κατοικιών έχει ομαλοποιηθεί και η ιδιοκατοίκηση σήμερα αντιπροσωπεύει σήμερα το 70% των κατοικιών, ενώ η κοινωνική ενοίκιαση έχει γίνει μια εναλλακτική μορφή κατοχής (Craig, *et al.*, 2000: 4). Αντίθετα η ιδιοκτησία κατοικίας φθάνει το 58% στην Ολλανδία και 31% στην Ελβετία (Craig, *et al.*, 2000: 5). Η ιδέα ότι οι άνθρωποι θα μπορούσαν να αποκτήσουν τον έλεγχο της καθημερινότητας τους μέσα από ιδιοκατοίκηση περιέχει μία δόση αλήθειας, είναι όμως μία απλοποιημένη σκέψη καθώς είναι ανεξάρτητη από την ποιότητα της κατοικίας, το μέγεθος, το σχεδιασμό, το κόστος και τη μελλοντική απόδοση. Από αυτά τα χαρακτηριστικά της η κατοικία γίνεται ο χώρος όπου οι ατομικές και κοινωνικές ταυτότητες προσδιορίζονται και βιώνονται.

Ένας τρόπος για φθηνή δόμηση κατοικιών είναι η προετοιμασία της κατάλληλης γης με τις απαραίτητες εγκαταστάσεις ύδρευσης, αποχέτευσης και ηλεκτροδότησης, ενώ τα κοινωφελή κτήρια, πχ. σχολεία, εγκαταστάσεις υγείας, αθλητικές εγκαταστάσεις, κλπ. θα πρέπει να λαμβάνονται υπ όψιν στο μακροπρόθεσμο σχεδιασμό (Rydens, 1977: 7). Η ανάπτυξη μιας ποικιλότροπης βιομηχανίας δομικών υλικών είναι προ-απαιτούμενο για την χαμηλού κόστους στεγαστική πολιτική, καθώς παρότι η οικοδομική παράδοση μπορεί να διαφέρει κατά περίπτωση, ορισμένα υλικά είναι πάντα σε ζήτηση και η επιτυχία κάθε στεγαστικού προγράμματος εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των υλικών αυτών (Rydens, 1977: 8).



Εικόνα 19: Διάγραμμα πόλης βασισμένης στην προκατασκευή.

Από την πρώτη μεταπολεμική περίοδο υποστηρίζεται ότι επειδή οι τιμές της γης είναι καθοριστικός παράγοντας, ο συμβιβασμός με το κόστος των ακινήτων θα αφορά τη μετακίνησή τους στην περιφέρεια των πόλεων, με εναλλακτική προτιμότερη λύση τη δημιουργία πόλεων - δορυφόρων (Haase, 1977: 38). Μία σοβαρή επίδραση της προκατασκευής στην πολεοδομία αφορά τη χωροθέτηση (δια του ρυθμιστικού σχεδίου) του εργοστασίου προκατασκευής στην εγγύτητα της πόλης ή ακόμη και εντός του πυρήνα της, ώστε να ανατροφοδοτείται συνεχώς η επέκτασή της (Αραβαντινός, 1973: 461-464).

Από την άλλη πλευρά η προκατασκευή, ιδίως η κλειστή, λειτουργεί δεσμευτικά στον πολεοδόμο μελετητή. Υποχρεώνοντας σε συγκεκριμένες πυκνότητες πληθυσμού και σε ορισμένες κτηριακές διατάξεις και κύρια επιβάλλεται ενιαία οικοδομική γραμμή και ανάπτυξη των κτηρίων σε στίχους. Ο σοβαρός αυτός περιορισμός ενδέχεται να έχει δυσμενείς συνέπειες στην πολεοδομική μορφή του συγκροτήματος, στον προσανατολισμό, αλλά και στην ψυχολογική εντύπωση των χρηστών (Αραβαντινός, 1973: 464-465).

Ένα πολεοδομικό σύστημα προφανώς συμβατό με την λογική της προκατασκευής θα ήταν το Ιπποδάμειο. Η πανομοιότυπη όμως πολεοδομική αλλά και κτηριολογική οργάνωση ευρύτερων αστικών συγκροτημάτων ενέχει τον κίνδυνο να εκληφθεί και ως απόπειρα ολιστικού ελέγχου των πολιτών μέσω μιας επιβεβλημένης απόλυτα τυποποιημένης καθημερινότητας που ξεκινά από την τυποποίηση και μαζικοποίηση παραγωγής της κατοικίας τους. Οι εργατικές κατοικίες, προκατασκευασμένες ή μη, αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου τύπου.



Εικόνα 20: Μαζική παραγωγή κτηρίων στέγασης στα περίχωρα της Μόσχας.

2. Σύντομη ιστορική αναδρομή

2.1 Η προκατασκευή στην αρχαιότητα

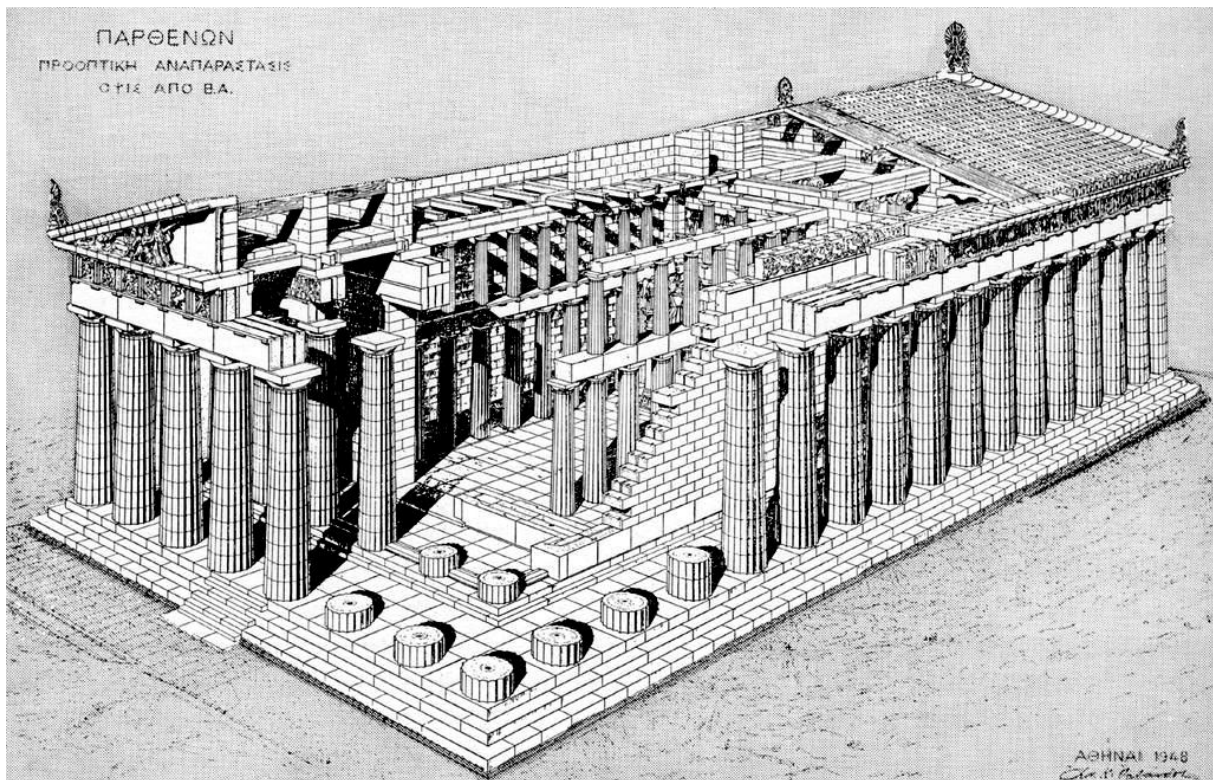
Η προκατασκευή στοιχείων ή ακόμη και ολόκληρων δομών εκτός του χώρου ως εναλλακτική λύση για εργασία in-situ έχει εφαρμοστεί ευρέως στο παρελθόν, αν και πρόσφατα ανέπτυξε προσεγγίσεις που έχουν εκλεπτύνει και επεκτείνει την πρακτική εφαρμογή (Craig, *et al.*, 2000: 2)

Οι πρώτες ιστορικές μαρτυρίες για την προκατασκευή ανάγονται στον πολιτισμό της Μεσοποταμίας και την εφεύρεση των οπτόπλινθων (Burnham, 1951: 7). Στην πρωτόγονη εποχή η τεχνική της ωμής πλίνθου και αργότερα το ισόδομο λαξευτό σύστημα λιθοδομής ή και η χρήση των ομοιόμορφων ολόσωμων κορμών δέντρων δεν είναι παρά ενστικτώδεις προσπάθειες δομικής εκβιομηχάνισης, προκατασκευής και τυποποίησης των δομικών στοιχείων (Μπίρης, 1973β: 19). Κτήρια από τον πολιτισμό της Μεσοποταμίας όπως τα περίφημα «ζιγκουράτ» παραπέμπουν με τη συμμετρία που τα διακρίνει σε τυποποιημένες μορφές.



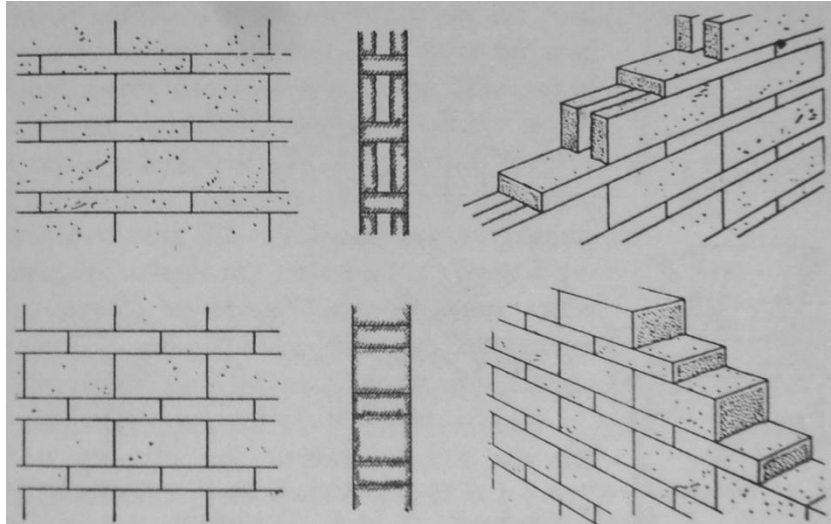
Εικόνα 21: Το «ζιγκουράτ» της Ur, στη Μεσοποταμία.

Η τυποποίηση και προκατασκευή όμως θα βρουν εφαρμογή στην αρχιτεκτονική της κλασικής αρχαιότητας. Η χρήση των αναλογιών και του ρυθμού επέτρεψε τη δημιουργία επαναλαμβανόμενων στοιχείων. Οι αρχιτέκτονες της αρχαιότητας κατασκεύαζαν μακέτες των κτηρίων, όπως και πρότυπα μέλη τα οποία εν συνεχεία επαναλάμβαναν οι τεχνίτες (Μπούρας, 1991: 192). Οι τοίχοι στην κλασική περίοδο κατασκευάζονταν κατά το ισόδομο σύστημα, δηλαδή όλα τα τεμάχια ήταν ίσου μεγέθους και ορθογωνίου σχήματος, ενώ μία παραλλαγή του είναι το ψευδοϊσόδομο σύστημα (Μπούρας, 1991: 188,212). Η ζωφόρος στο δωρικό ρυθμό αποτελείται από τριγλύφους και μετόπες με συγκεκριμένες αναλογίες, οι μετόπες ήταν εντελώς ανεξάρτητες, αυτόνομες ανάγλυφες πλάκες (Μπούρας, 1991: 208-209). Μία άλλη περίπτωση προκατασκευής που πλησιάζει πολύ τη σημερινή της έννοια είναι οι κέραμοι. Η κεράμωση του Παρθενώνα αποτελείται από μαρμάρινους στρωτήρες με συγκεκριμένες διαστάσεις, 75X60 [cm].



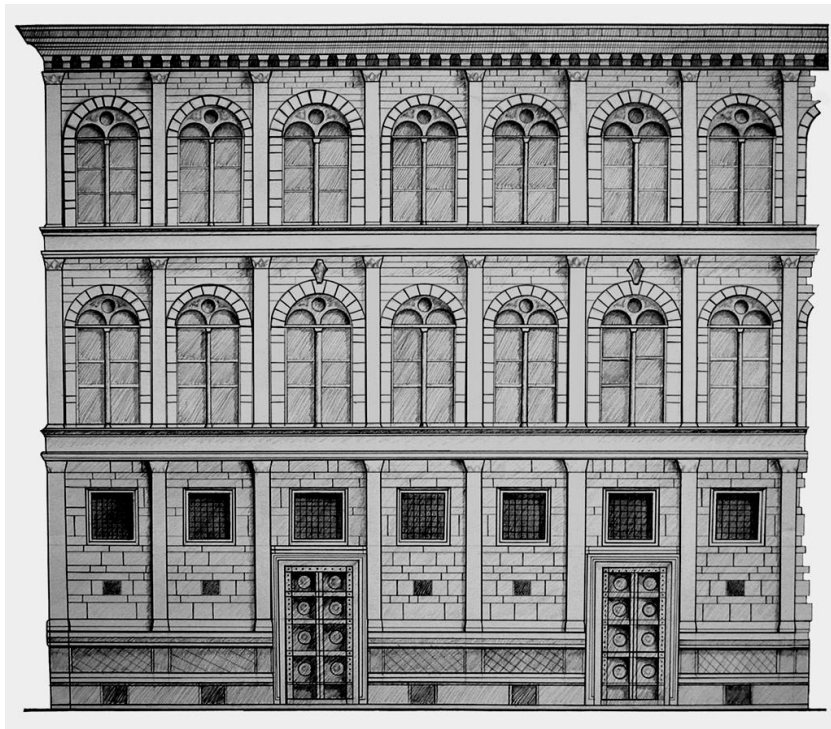
Εικόνα 22: Αναπαράσταση του Παρθενώνα όπου φαίνεται η επανάληψη των αρχιτεκτονικών μελών.

Ωστόσο αυτά ήταν αποτέλεσμα χειρωνακτικής εργασίας και αφορούσαν ως επί το πλείστον στοιχεία υποκείμενα σε μερισμό και τυποποίηση που συντάσσονταν σε μεγαλύτερα στο εργοτάξιο, αντιθέτως προς τη σύγχρονη προκατασκευή όπου το εργοτάξιο είναι τόπος κυρίως συναρμολογήσεως μελών (Μιχελής, 1973: 471). Ενώ όμως οι ναοί ίδιου ρυθμού θεωρητικώς υπακούν στον ίδιο κανόνα, η ρυθμολογική τυποποίηση των μορφών εξασφάλιζε την ακρίβεια, αλλά ήταν κάτι διαφορετικό από τον ορθολογισμό της σύγχρονης προκατασκευής, καθώς οι ναοί διέφεραν μεταξύ τους σε λεπτομέρειες, ώστε τελικά ο καθένας ήταν μοναδικός (Μιχελής, 1973: 477).



Εικόνα 23: Ψευδοϊσόδομο σύστημα δόμησης.

Στη μεσαιωνική και βυζαντινή αρχιτεκτονική η έννοια της τυποποίησης και του κανάβου γενικά απουσιάζουν. Η προκατασκευή ατονεί στο βυζάντιο διότι αλλιώς θα αποστερούσε από τον τεχνίτη το δικαίωμα της πρωτοβουλίας, η μορφολογική γραφικότητα της βυζαντινής τέχνης δεν επέτρεπε τη ρυθμολογική επανάληψη των ναών, όμως η εκφραστική ελευθερία αποδεικνύει ακριβώς το βαθύ συσχετισμό ναοδομίας και τυπολογίας (Μιχαηλός, 1973: 477). Επανεμφανίζεται όμως στην Αναγέννηση που δανείζεται τη ρυθμολογία της κλασικής αρχαιότητας και ειδικά σε μνημειώδη κτήρια, όπως πχ. τα παλάτια, η επανάληψη στοιχείων μαρτυρεί τη χρήση κατασκευαστικού κανάβου και την τυποποίηση.



Εικόνα 24: Πρόσωση του Palazzo Rucellai (1451), αρχιτέκτων Alberti, Φλωρεντία.

2.2 Η προκατασκευή στη νεότερη βιομηχανική εποχή

Ιστορικά παραδείγματα προκατασκευής προέρχονται το 1624 από την Αγγλία που μετέφερε στις ΗΠΑ έτοιμες ξύλινες κατοικίες (Κατσάρας, 2007: 10). Οι απαρχές της προκατασκευής με τη σημερινή έννοια τοποθετούνται στην 1^η Βιομηχανική Επανάσταση και καταρχάς στην Αγγλία με γενικευμένη χρήση του μετάλλου, πχ. η πλήρως προκατασκευασμένη γέφυρα με συναρμολογούμενα θολωτά στοιχεία από τον Τ. Paine (1786) ενώ το φαινόμενο έδωσε το έναυσμα για το διαχωρισμό αρχιτεκτόνων και μηχανικών στο Παρίσι ταυτόχρονα με την ίδρυση της Τεχνικής Σχολής Γεφυρών και Οδοστρωμάτων (1747) και τον πολλαπλασιασμό των νέων δομικών υλικών (Μουγκογιάννη, 2003: 7). Γεννιέται λοιπόν στην Ευρώπη μία νέα πραγματικότητα που αντικαθιστά την «παραδοσιακή» οικοδομική τέχνη και σηματοδοτεί τις ραγδαίες αλλαγές στην καθημερινότητα όπως και στην οικονομία.

Στα τέλη του 18^{ου} αιώνα η κοινωνική αναταραχή, ο αυξανόμενος ορθολογισμός και η εκβιομηχάνιση ανοίγουν το δρόμο στην προκατασκευή, τον 19^ο αιώνα γενικεύονται τα μεταλλικά προκατασκευασμένα και επαναλαμβανόμενα στοιχεία, ενώ αργότερα, στο δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα, τα εξωτερικά υποστυλώματα αντικαταστάθηκαν από φέρουσα τοιχοποιία (White, 1965: 8,13).



Εικόνα 25: Εντυπωσιακό εσωτερικό της Εθνικής Βιβλιοθήκης του Παρισιού, όπου η επεξεργασία των έτοιμων μεταλλικών στοιχείων φθάνει σε υψηλό βαθμό εκλέπτυνσης.

Η προκατασκευή ως ιδέα παραπέμπει στην αυτοκινητοβιομηχανία και δεν είναι λοιπόν τυχαίο ότι εμφανίζεται στην Αγγλία, κατεξοχήν χώρα της βιομηχανικής επανάστασης και εν συνεχεία διαδίδεται στις ΗΠΑ με την ανέγερση των ουρανοξυστών που ξεκινά στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, στη νεότερη Ευρώπη όμως σαν μέθοδος θα αντιμετωπίσει επικρίσεις καθώς της καταλογίζεται η ευθύνη για την ομοιομορφία της επανάληψης του μπετόν (Χατζηστεργίου, 2000: 80).

Τα πρώιμα βιομηχανικά κτήρια της Βρετανίας δείχνουν αξιοσημείωτη αισθητική ευαισθησία και λεπτότητα χειρισμών, ενώ η κατασκευή έτοιμων στοιχείων από χυτοσίδηρο γενικεύτηκε και είναι δηλωτική της ανάπτυξης της προκατασκευής στη χώρα αυτή (White, 1965: 18-19). Παράλληλα παρουσία της προκατασκευής μπορεί να θεωρηθεί και η δημιουργία άλλων τύπων κτηρίων, όπως πχ. τα κτήρια των σιδηροδρομικών σταθμών, όπου υπάρχει επανάληψη δομικών στοιχείων από σίδηρο και χάλυβα αργότερα (White, 1965: 258).

Οι νέες οικήσεις αποτέλεσαν καινούριες αγορές για τους πρώτους επαγγελματίες της προκατασκευής, όπως και η ζήτηση για κτήρια στρατοπέδευσης και εξοχικές κατοικίες, αναπτύσσοντας και το εμπόριο των ξύλινων πανέλων ήδη τουλάχιστον από το 1861 (Burnham, 1951: 9).

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα τα χυτοσιδηρά υποστυλώματα, οι ράγες σιδηροδρόμων από σφυρήλατο σίδηρο και οι τζαμαρίες επέτρεψαν τη γρήγορη προκατασκευή που ευνόησε την ανέγερση εμπορικών κέντρων, στοών, σιδηροδρομικών σταθμών και άλλων κτηρίων (Frampton, 1999: 40). Ίσως το πρωιμότερο δείγμα μεταλλικής προκατασκευής κατοικίας προέρχεται από την Αγγλία πριν από το 1830, στο Staffordshire, ενώ το στους πρώτους πειραματισμούς στην προκατασκευή το κύριο υλικό ήταν ο χυτοσίδηρος (Burnham, 1951: 8). Ο Labrouste στην Εθνική Βιβλιοθήκη του Παρισιού (1868) σχεδιάζει το αναγνωστήριο με βάση αποκλειστικά στοιχεία από χυτοσίδηρο, εγκαινιάζοντας τη λογική του δομικού ορθολογισμού (Frampton, 1999: 27).

Η χρήση του χυτοσίδηρου έφθασε σε συγκεκριμένη κλίμακα στο Crystal Palace στο Λονδίνο (1851) που ανακηρύχθηκε στο μεγαλύτερο έως τότε κτήριο στον κόσμο και κατασκευάστηκε μόλις σε 4 μήνες, καθώς ο J. Paxton βασίστηκε στο σχεδιασμό του σε πολύ ελάχιστα στοιχεία μαζικής παραγωγής και το τελικό αποτέλεσμα υπήρξε ένα θαύμα ποιότητας φωτισμού και αερισμού και ένα τολμηρό εγχείρημα ακρίβειας στη χρήση προσεκτικά σχεδιασμένων και εργοστασιακά προκατασκευασμένων στοιχείων (Burnham, 1951: 8). Το Crystal Palace (1851) αντιπροσώπευε μια ολιστική κατασκευαστική μέθοδο μαζικής παραγωγής από την αρχική σύλληψη μέχρι την ολοκλήρωση, και συστηματικής συναρμολόγησης, και ήταν πλήρως δομημένο πάνω σε ένα βασικό κάναβο (Frampton, 1999: 41). Παρότι συνθετικά δεν αποτελεί εγχείρημα ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής σκέψης είναι σταθμός στην ιστορία της τεχνικής. Δυστυχώς αυτό το εντυπωσιακό στο μέγεθός του κτήριο κατεδαφίστηκε.



Εικόνα 26: Πανοραμική άποψη του Crystal Palace.

Ταυτόχρονα οι νέες ειδήσεις έρχονταν από την αναπτυσσόμενη τότε Αμερική. Τεράστια ώθηση στην προκατασκευή κατοικίας έδωσε και το Gold Rush (1848) στην Καλιφόρνια, καθώς κατοικίες εξαγόταν μαζικά από την Ευρώπη, την Κίνα και την Αυστραλία, καθώς και κατοικίες από στραντζαριστά, γαλβανισμένα σιδηρά στοιχεία από την Αγγλία (Burnham, 1951: 9). Βεβαίως οι κατοικίες αυτές ανταποκρίθηκαν σε μία έκτακτη κατάσταση ζήτησης και δεν αποτέλεσαν μέρος μιας μεσοπρόθεσμης πολιτικής. Παραδείγματα προκατασκευής από τις Ηνωμένες Πολιτείες είναι οι κατοικίες των χρυσοθήρων που μεταφέρονταν από την ανατολική ακτή στην Καλιφόρνια στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, η κατοικία της εταιρίας Aladdin Read-Cut Houses (1906) και η εταιρία Sears, Roebuck & Co. που για πρώτη φορά διαθέτει οργανωμένα προκατασκευασμένες κατοικίες σε μαζικό αριθμό (Κατσάρας, 2007: 10-11).

Στον 20^ο αιώνα η προκατασκευή θα χρησιμοποιηθεί για να αντιμετωπίσει τις νέες κοινωνικές εξελίξεις, τη δημογραφική ανάπτυξη και τα παρελκόμενα των πολέμων και θα γίνουν απόπειρες οργανωμένης εφαρμογής της στο ζήτημα της στεγαστικής πολιτικής. Το 1911 ειπώθηκε ότι κάποτε θα πρέπει να αποσκοπούμε στη δημιουργία κατοικιών τόσο αποτελεσματικών όσο ένα ποδήλατο (Craig, *et al.*, 2000: 1).

Για τον W. Gropius «η προκατασκευή είναι το μέλλον της αρχιτεκτονικής» (Μουγκογιάννη, 2003: 8). Ο ίδιος, πολύ πρώιμα, στις αρχές του 20ου αιώνα πρότεινε ένα πρόγραμμα για τη βιομηχανοποίηση της κατασκευής και συγκεκριμένα την παραγωγή τυποποιημένων κατασκευαστικών στοιχείων, πχ. κλίμακες, θύρες, παράθυρα, κλπ. τα οποία στη συνέχεια θα εντάσσονταν σε συγκεκριμένες τυπολογίες κατοικίας, πχ. οικίες, διαμερίσματα, εξοχικές κατοικίες, κλπ. κάτι που εμπεριείχε το όραμα του «κατοικείν σε σπίτια μαζικής παραγωγής» (Vale, 1995: 82).

Η απομονωμένη οικονομία της Ευρώπης και των ΗΠΑ στο μεσοπόλεμο είχε ως αποτέλεσμα την υποχρέωση των κρατών να στραφούν στη χρηματοδότηση της μαζικής παραγωγής κατοικιών ως μέσο αντιμετώπισης της οικονομικής και στεγαστικής κρίσης (Κατσάρας, 2007: 8-9). Το 1931 σε έκθεση ο A. Frey, μαθητής του Le Corbusier, παρουσιάζει στην Αμερική την κατοικία Aluminaire από αλουμίνιο και χάλυβα, ενώ το 1933 στη Διεθνή Έκθεση του Σικάγο παρουσιάζεται η κατοικία “House of Tomorrow” ενσωματώνοντας όλες τις σύγχρονες, νέες ανέσεις της εποχής (Κατσάρας, 2007: 12). Ο A. Blaunvelt αναφέρει την προκατασκευασμένη κατοικία ως «την παλαιότερη καινούρια ιδέα της μοντέρνας αρχιτεκτονικής», ο Le Corbusier από το 1919 θέτει το ζήτημα της «μαζικά παραγόμενης κατοικίας» (Κατσάρας, 2007: 3).

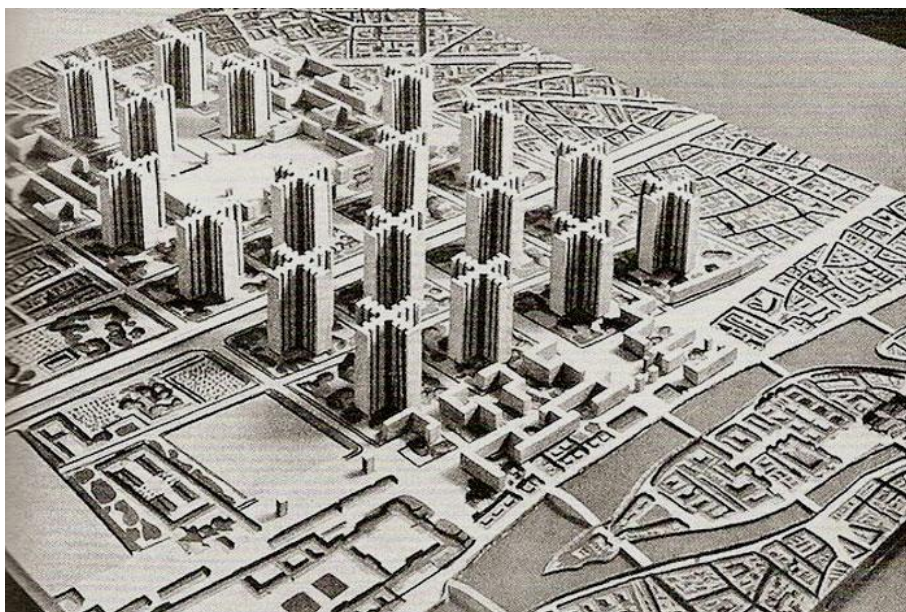


Εικόνα 27: Γενική άποψη από το οκταγωνικού σχήματος “House of Tomorrow”.

Χαρακτηριστικά ο Le Corbusier (2004: 193) οραματίζεται τη γενίκευση της προκατασκευής στην αρχιτεκτονική της κατοικίας και στην πολεοδομία ως εξής: *«Η οικονομική και κοινωνική οργάνωση θα λύσει, με συντονισμένες και αποτελεσματικές μεθόδους, το πρόβλημα της κατοικίας, και τα εργοτάξια θα είναι απέραντα, θα τα διαχειρίζονται και θα τα εκμεταλλεύονται σαν διοικητικές υπηρεσίες. Η πολεοδόμηση αστικών και προαστιακών περιοχών θα είναι εκτενής και ορθογωνική, όχι πλέον απελπιστικά ακανόνιστη· θα επιτρέπει τη χρήση τυποποιημένων στοιχείων και τη βιομηχανοποίηση του εργοταξίου».*

Η ιδέα της μαζικής παραγωγής κατοικίας για τον Le Corbusier ήταν ανάλογη της μαζικής παραγωγής των αυτοκινήτων και περιελάμβανε 2 μέρη: καταρχάς τη δημιουργία προκατασκευασμένων στοιχείων για την κατοικία στο εργοστάσιο και εν συνεχεία την εισαγωγή της τεχνολογίας του σκυροδέματος που περιελάμβανε μία ημι-βιομηχανοποιημένη διαδικασία *in situ* (Vale, 1995: 80). Ο ίδιος άλλωστε αποκαλούσε το σπίτι *«μηχανή του κατοικείν»*.

Στην πολεοδομική πρότασή του για την Ville Contemporaine, ο Le Corbusier χρησιμοποιεί περιμετρικά «κυτταρικά» κτήρια που συγκροτούνται από αυτόνομες μονάδες, τις Immeuble-Villa, οι οποίες δεν είναι παρά η μετεξέλιξη μιας προηγούμενης πρότασής του, το Maison Citrohan, το οποίο προσαρμόζει σε πολυώροφες κτηριακές μονάδες μεγάλης πυκνότητας (Frampton, 1999: 145). Στην Unité d' Habitation (1952) χρησιμοποιεί έτοιμους τσιμεντένιους εξώστες ως ανεξάρτητα ανηρτημένα στοιχεία για να τονίσει το δομικό σύστημα του κτηρίου ενώ η μελετημένη pilotis βασίζεται στο από τον ίδιο επινοημένο σύστημα αναλογιών που ονόμασε Modulor (Frampton, 1999: 205).



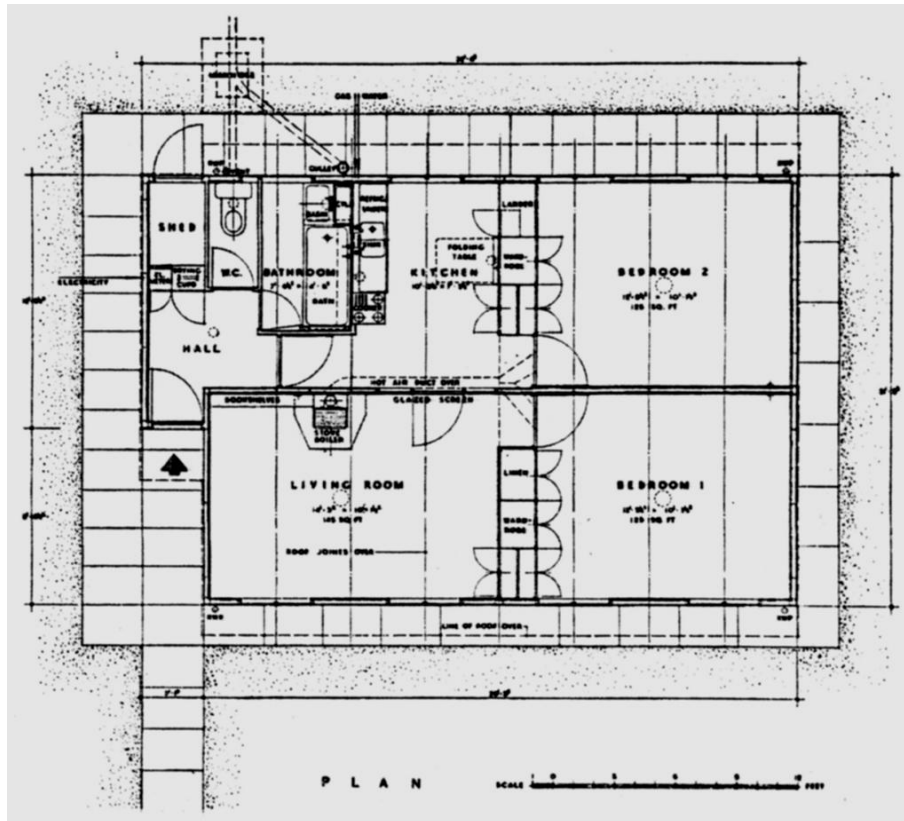
Εικόνα 28: Η πρόταση του Le Corbusier για την Ville Contemporaine.



Εικόνα 29: Unité d' Habitation.

Παρότι τα bungalows δεν θεωρήθηκαν ποτέ από τους σχεδιαστές ως μοντέλο κατοικίας που θα παραγόταν μαζικά στο εργοστάσιο, η ιδέα της μαζικής παραγωγής κατοικίας ήταν σημαντικός στόχος και μεταπολεμικά ειδικά κέρδιζε διαρκώς έδαφος, όμως το ερώτημα της αισθητικής μιας κατοικίας «κατευθείαν από το εργοστάσιο» ήταν αυτό που απογοήτευε τους σχεδιαστές (Vale, 1995: 75-76). Η πρώτη περιορισμένη εκδοχή του “Portal Bungalow” εκτέθηκε στην Tate Gallery το 1944 και διατίθετο σε εκτιμώμενο κόστος £550 με πλήρεις παροχές δικτύων, δεν αντιμετωπίστηκε όμως με θετική κριτική, αλλά με την πρόθεση αναθεωρητικών βελτιώσεων, εφόσον σαν project η προκατασκευή κατοικίας κρινόταν απαραίτητη (Vale, 1995: 110-119).

Οι ειδικοί και το κοινό προσέβλεπαν στις νέες βιομηχανοποιημένες διαδικασίες τη λύση του προβλήματος μιας «*στέγης πάνω από τα κεφάλια μας*», ωστόσο η προκατασκευή μεγάλης κλίμακας είχε γενικά πολύ περιορισμένη επιτυχία και οι αντίστοιχες κατοικίες δεν ανταποκρίθηκαν στις απαιτήσεις του υποψήφιου κοινού τους (Project No. 226, 1958: 9). Συμπεραίνουμε πως η αγωνία μιας ταχείας επίλυσης του στεγαστικού προβλήματος που δημιούργησαν οι πόλεμοι στην Ευρώπη, είχε ως αποτέλεσμα η προκατασκευή να προσεγγίζεται με καθαρά πρακτικά, οικονομικά κίνητρα και όχι λαμβάνοντας υπ όψιν την αισθητική απαίτηση του κοινού.



Εικόνα 30: Κάτοψη του πρωτότυπου “Portal Bungalow” όπως εκτέθηκε αρχικά.

Πολλοί και σημαντικοί αρχιτέκτονες του 20^{ου} αιώνα, όπως ενδεικτικά Le Corbusier, F.L. Wright, W. Gropius, R. Rogers ασχολήθηκαν με την προκατασκευή, κανείς όμως δεν επέτυχε να παραδώσει στη διεθνή αγορά ένα προϊόν αποτελεσματικό ως προς το κόστος, αντίθετα η μαζική παραγωγή κατοικίας μεταβλήθηκε σε μαζική προσαρμογή (Gardiner, 2008: 16). Ορισμένοι υποστηρίζουν ότι η προκατασκευή από σκυρόδεμα έγινε αποδιοπομπαίος τράγος για τα προβλήματα που προέκυψαν από την «κοινωνική μηχανική», με αποτέλεσμα τον κακό συνδυασμό τύπων κατοικίας και κοινωνικής ομαδοποίησης σε πολλές εσωτερικές αστικές περιοχές το '60 (Glass, 2000: 12).

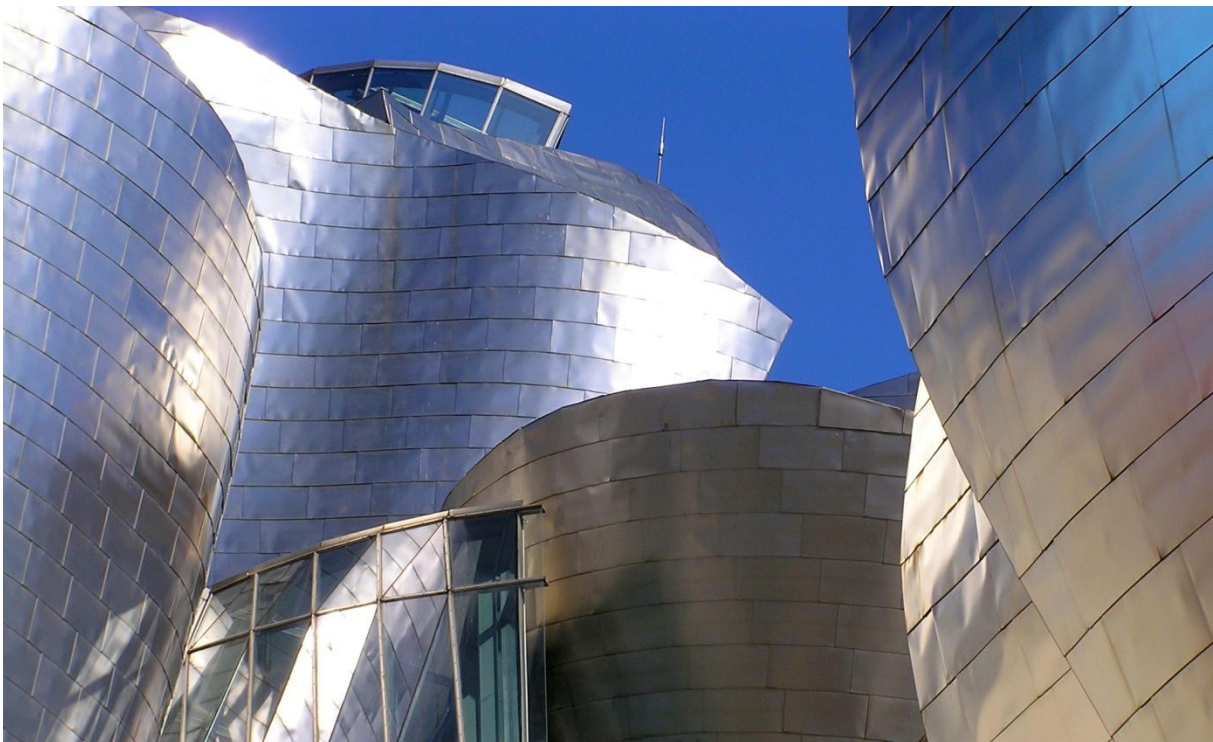
Στη δεκαετία του '70 οι κοινωνικό-πολιτικές αλλαγές και η τεχνολογική πρόοδος έδωσαν ώθηση στον οραματισμό ενός νέου συστήματος στην προκατασκευή κατοικίας και παρουσιάστηκαν προτάσεις στην Ευρώπη και Αμερική που βασίζονταν κυρίως στην ιδέα μιας επαναλαμβανόμενης μονάδας, οι περισσότερες όμως δεν υιοθετήθηκαν (Κατσάρας, 2007: 17-18).

Αντίθετα η προκατασκευή σταδιακά εισήχθη ως μέθοδος στην κατασκευή μεγάλων κτηρίων που αποτέλεσαν αντίστοιχα πολεοδομικά τοπία αλλά και νεότερα ή σύγχρονα επιτεύγματα της οικοδομικής, καθώς ο χαρακτήρας τους ήταν τέτοιος που βασίστηκαν είτε στην επανάληψη, είτε στην προετοιμασία των δομικών και άλλων στοιχείων εκτός εργοταξίου.

Τα “Grand Projects” αποτελούν πεδίο γόνιμων πειραματισμών στον τομέα της τεχνολογίας, αλλά και ως προς την αισθητική και ορισμένα από τα γνωστότερα κτήρια παγκοσμίως, πχ. Όπερα του Sydney (1958), Centre Pompidou (1980), Guggenheim Bilbao (1997), «πάτησαν» στην ανεπτυγμένη βιομηχανία των δομικών υλικών και στη γνώση του τεχνικού κλάδου, υλοποιήθηκαν δε τμηματικά (Χατζηστεργίου, 2000: 81)



Εικόνα 31: Centre Pompidou, βιομηχανική αισθητική και κατασκευαστικός χωροκάνναβος.



Εικόνα 32: Το Μουσείο Guggenheim στο Bilbao, επενδεδυμένο με φύλλα τιτανίου.

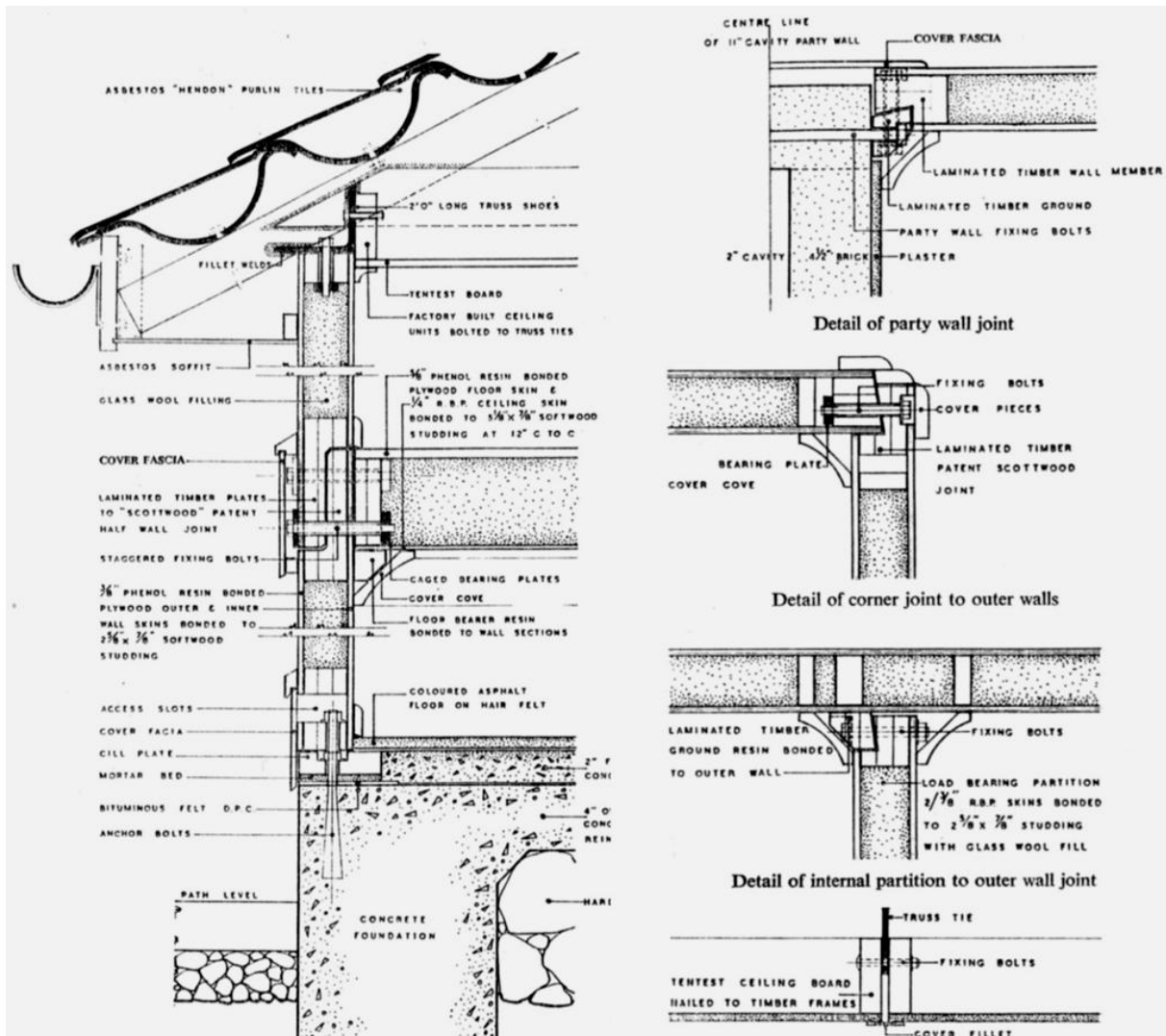
2.3 Η προκατασκευή στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ

Θα εξετάσουμε κυρίως την περίπτωση της Βρετανίας και των ΗΠΑ, αλλά και ορισμένων χωρών της Δυτικής Ευρώπης που έχουν γενικά σημαντική παρουσία στο χώρο της προκατασκευής. Ωστόσο η προκατασκευή δεν έχει αναπτυχθεί μόνο στο δυτικό κόσμο. Έχει αποδειχθεί ότι η λογική της προκατασκευής στην κατοικία, όπως και στα κτήρια κοινωφελών οργανισμών συμβάλλει τα μέγιστα στη διαδικασία της εκβιομηχάνισης η οποία και προωθείται μέσω των υποδομών στις χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου, όπως και στον Οργανισμό Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών (OPEC) (Thoering, 1977: 43). Αυτό είναι πολύ λογικό αν αναλογιστούμε το αντίστοιχο ελληνικό παράδειγμα, μιας και η χώρα μας δεν ανήκε ποτέ στις ευρωπαϊκές χώρες υψηλής εκβιομηχάνισης.

Σε γενική θεώρηση η προκατασκευή στη Βρετανία είναι απρόσωπη υπόθεση, ασκείται αποκλειστικά από τις κυβερνητικές υπηρεσίες, όμως η καινοτομία είναι καθαρά προσωπική υπόθεση, την οποία κατά περιπτώσεις βελτίωσε ή εμπόδισε η κυβερνητική παρέμβαση (White, 1965: 298).

Δείγματα προκατασκευής υπάρχουν στη Βρετανία πριν τον 19^ο αιώνα, όπως ξύλινες κατασκευές με ελαφρύ σκελετό (crucks) όπου τα μέλη της ξυλείας κόβονταν σύμφωνα με τη διαστασιολόγηση και συναρμολογούνταν επί τόπου στο εργοτάξιο (White, 1965: 7). Παρότι η προκατασκευή δεν ήταν ποτέ αντικείμενο μιας ευρείας και μακροχρόνιας στεγαστικής πολιτικής, το ζήτημα των παγκοσμίων πολέμων έθεσε το θέμα της προκατασκευής γιατί η απαίτηση ήταν η αντικατάσταση των παραδοσιακών υλικών και του εργατικού δυναμικού που σπάνιζαν (White, 1965: 4). Στον τομέα της στέγασης στη μεσοπολεμική Βρετανία τα καλύτερα αποτελέσματα προέρχονται από ξύλινες προκατασκευές, αλλά και από το δημόσιο πρόγραμμα σχολικών κτηρίων που διακόπηκε από τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο (White, 1965: 108-109)

Μετά τον πόλεμο η Βρετανία έριξε το βάρος στην στεγαστική πολιτική και την εκκαθάριση των παραγκουπόλεων, με στόχο να διασφαλίσει μία προοδευτική βελτίωση σε προδιαγραφές στέγασης και εξοπλισμού (White, 1965: 122). Το 1946 στο πρόγραμμα για μόνιμη κατοικία ο εθνικός στόχος ορίστηκε σε 240.000 σπίτια ετησίως, οι «Συντηρητικοί» και οι «Εργατικοί» πολιτικοί στις αρχές του '60 δεσμεύθηκαν να επιταχύνουν την παραγωγή κατοικιών στις 500.000 ετησίως (Mole, 2001). Η χρήση των βιομηχανικών μεθόδων κατασκευής κατοικίας ενθαρρύνθηκε, τα εργοταξιακά συστήματα κατασκευής όμως τελικά θεωρήθηκαν ουτοπία, ήταν μια απάντηση στις ελλείψεις δεξιοτήτων και στον επιβαρυσμένο βιομηχανικό κλάδο (Mole, 2001).



Εικόνα 33: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες του “Scottwood House”.

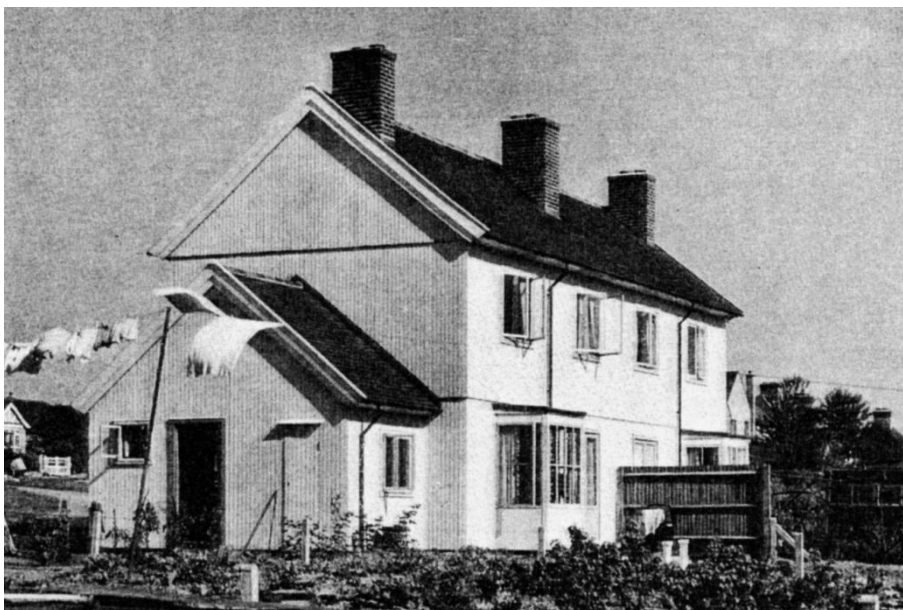
Ορισμένα συστήματα τύπων προκατασκευασμένων κατοικιών που εντάχθηκαν στο εθνικό πρόγραμμα στέγασης παρουσιάζουν ενδιαφέρον, όπως το Arcon, Aluminium Bungalows, Uni-Seco Structures (White, 1965: 140). Περισσότεροι από 250 προκατασκευασμένα «συστήματα» μπετόν έχουν αναγνωριστεί στο Ηνωμένο Βασίλειο, αλλά λιγότερο από 100 θεωρήθηκαν ότι είναι επαρκώς ισχυρά ή ανθεκτικά, ώστε να δικαιολογούν περαιτέρω εμπορική ανάπτυξη (Glass, 2000: 11).

Αντίστοιχα εφαρμόστηκε η προκατασκευή στα σχολικά κτήρια. Μεταπολεμικά υπάρχουν παραδείγματα με δύο διαφορετικές προσεγγίσεις: το κτήριο θεωρείται μία δομική ολότητα όπου εφαρμόζονται οι διαστασιολογικές απαιτήσεις είτε θεωρείται ένα σύνολο επιμέρους ενοτήτων (White, 1965: 225). Το κόστος των μεταπολεμικών βρετανικών σχολείων κρατήθηκε σε χαμηλά επίπεδα εξαιτίας της μείωσης της επιφανείας και των χώρων κυκλοφορίας, εξαιτίας του προγραμματισμού των προμηθειών και λειτουργιών και του συστηματικού κοστολογικού ελέγχου, και όχι χάρη στη βιομηχανική διαδικασία μηχανοποίησης, όμως μία ανάλογη μείωση του χώρου, πχ. στη δημόσια στέγαση, λίγο απίθανο να συμβεί (White, 1965: 314).



Εικόνα 34: Προκατασκευασμένη κατοικία τύπου Arcor (1947).

Ωστόσο η ιδέα της εκβιομηχάνισης ως απάντηση στη δεκαετία του '50 και '60 οδήγησε σε πολλές καταστροφές. Τα συστήματα της προκατασκευής δημιούργησαν μερικά από τα χειρότερα κτήρια που κατασκευάστηκαν ποτέ στο Ηνωμένο Βασίλειο (Mole, 2001). Αυτό δεν είχε να κάνει μόνο με κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Πολλά από τα κτήρια απέτυχαν επειδή ήταν ανασφαλής και μετά από ένα σύντομο χρονικό διάστημα κατέληγαν να είναι μη-κατοικήσιμα, στην πραγματικότητα όμως οι κύριοι συντελεστές για τις φυσικές βλάβες ήταν η κακή ποιότητα κατασκευής, η χρήση ανειδίκευτης εργασίας, η έλλειψη κατανόησης και δεξιοτήτων πάνω στις νέες τεχνολογίες (Mole, 2001).



Εικόνα 35: Σουηδικό ξύλινο μοντέλο προσαρμοσμένο στις βρετανικές απαιτήσεις.

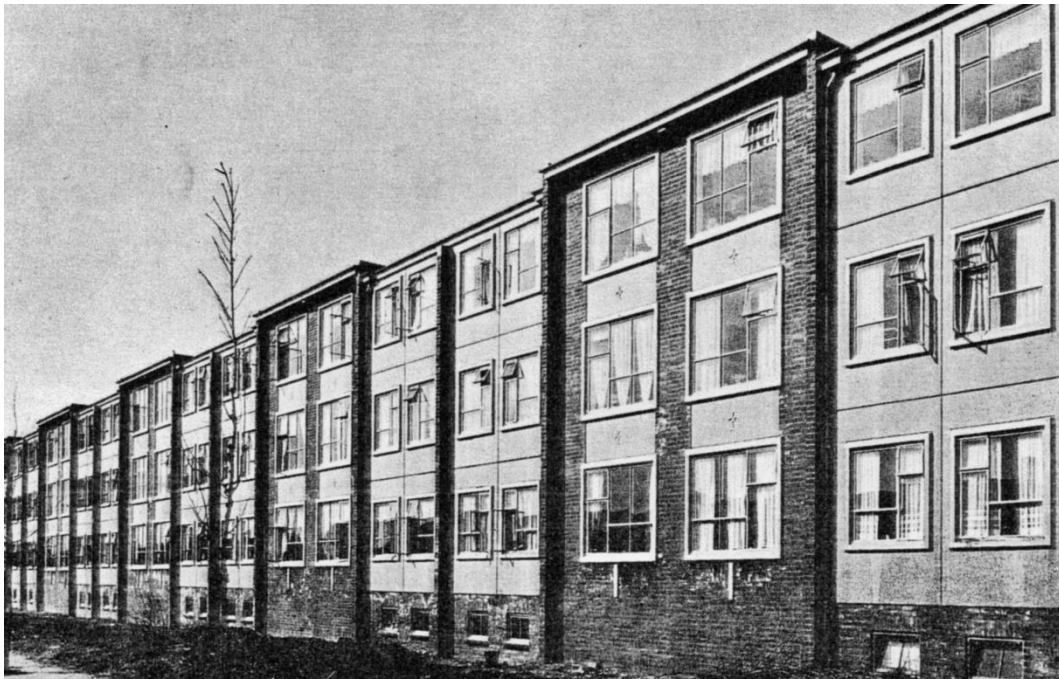
Τώρα όπως και τότε, η στέγαση είναι πρωταρχικής κοινωνικής και πολιτικής σημασίας και η εκτιμώμενη ζήτηση για 3,8 εκατομμύρια νέες κατοικίες έως το 2021 στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι η κινητήρια δύναμη μιας βιομηχανίας για την αύξηση της παραγωγής, τη βελτίωση της ποιότητας, της ασφάλειας και της οικονομίας, το ερώτημα όμως που τίθεται συχνά στο πλαίσιο αυτό είναι γιατί η κατοικία δε μοιάζει με το αυτοκίνητο, δηλαδή γιατί στερούμαστε κτήρια που να παράγονται μαζικά, αλλά να είναι προσαρμοσμένα στις προσδοκίες και απαιτήσεις των δύσπιστων χρηστών αμβλύνοντας την αντίσταση στις νέες οικοδομικές μεθόδους (Mole, 2001).

Στη Δυτική Ευρώπη, περιλαμβανομένης της Βρετανίας, ένας κύριος παράγοντας που μέτρησε υπέρ της προκατασκευής είναι για πολλούς η προτίμηση σε μία σταθερή εργασία όλο το χρόνο στον κατασκευαστικό τομέα, συγκριτικά με τη συνεχή μετακίνηση και τον άβολο χαρακτήρα του εργοταξίου (White, 1965: 310). Η στεγαστική κρίση που ακολούθησε το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο ενεργοποίησε περισσότερη σκέψη, περισσότερη έρευνα και πειραματισμό στην προκατασκευή στη από ότι οποιοδήποτε άλλο ιστορικό συμβάν του αιώνα και υπό το κλίμα αυτής της κατάστασης η κατασκευαστική βιομηχανία της κατοικίας δέχθηκε δριμεία επίκριση (White, 1965: 310).

Στη Δυτική Γερμανία το 1959 δημοσιεύτηκε ένα άρθρο στο οποίο υποστηρίχθηκε ότι η εργοστασιακή παραγωγή μπορεί να λειτουργήσει ορθολογικά μόνο εφόσον μεγάλος αριθμός πανομοιότυπων και πλήρων μονάδων παράγεται με σκοπό την ανέγερση μεγαλύτερων συγκροτημάτων, ενώ επίσης αναφέρεται πως το χρονικό κέρδος που προκύπτει στο εργοτάξιο από την εφαρμογή παρόμοιων μεθόδων, θα πρέπει να μεταφραστεί σε αύξηση της μισθοδοσίας, σε προετοιμασία περισσότερων σχεδίων λεπτομερειών και στην κατασκευή ειδικού εξοπλισμού, το κόστος του οποίου θα είναι αποσβέσιμο μόνο με την επανάληψη πεπερασμένου αριθμού μονάδων (White, 1965: 318). Τέλος ο συγγραφέας θεωρεί πως η συνολική δαπάνη της προκατασκευής, μεταφοράς και συναρμολόγησης των μονάδων δε μπορεί να δικαιολογηθεί παρά μόνο εάν επιφέρει εξοικονόμηση στα δευτερεύοντα εξαρτήματα της κατασκευής, όχι μόνο στο κλασικό κέλυφος από οπτοπλινθοδομή (White, 1965: 319). Στη Γερμανία όπου το ποσοστό ιδιοκτησίας κατοικίας είναι από τα χαμηλότερα στην Ευρώπη και ο κλάδος της προκατασκευής είναι ώριμος πλέον, το 1997 το 24% των κατοικιών στην πρώην Ανατ. Γερμανία ήταν με προκατασκευή (Glass, 2000: 17).

Ενώ στο Ηνωμένο Βασίλειο το οπλισμένο σκυρόδεμα αντιπροσωπεύει περίπου το 25% της αγοράς τσιμέντου και περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων που χρησιμοποιούνται στον κατασκευαστικό κλάδο, σε άλλες αγορές όπως αυτές της Γερμανίας και Ολλανδίας η αγορά είναι σταθεροποιημένη και ο εσωτερικός ανταγωνισμός ισχυρός (Glass, 2000: 17). Ως προς τη χρήση των άλλων υλικών στις ΗΠΑ το 15% των νέων κατοικιών χρησιμοποιεί χάλυβα, στο Ηνωμένο Βασίλειο που έχει μείνει πίσω στη χρήση του χάλυβα χρησιμοποιείται το ξύλο σε ποσοστό 8%, ενώ στη Σκωτία το ποσοστό είναι πολύ μεγαλύτερο (Glass, 2000: 44).

Στη Γαλλία το ζήτημα της βιομηχανοποίησης στη συνολική διαδικασία της κτηριακής κατασκευής υπήρξε αντικείμενο ευρείας σκέψης και πειραματισμού, αποδεικνύοντας μέσα από αντίστοιχη σύγκριση με το βρετανικό παράδειγμα ότι η πρόοδος καταργεί τα εθνικά σύνορα (White, 1965: 319-320). Ένα ενδεικτικό παράδειγμα που συνδυάζει έναν ορισμένο βαθμό τυποποίησης και προκατασκευής με μέριμνα για τις τοπικές παραδόσεις στην εργασία και τα δομικά υλικά προέρχεται το 1953 από τη Γαλλία και την περιοχή Belle-Beille (Angers, Maine-et-Loire), όπου οι μονάδες κατοικιών από σκυρόδεμα συνδυάστηκαν με την τοπική οικοδομική στις στέγες, ενώ μία καινοτομία ήταν η δημιουργία γραφείου «τεχνικών συμβούλων», όπως και ο διαχωρισμός των αρχιτεκτόνων στους υπεύθυνους για το σχεδιασμό και τα συμβόλαια κατασκευής και στους υπεύθυνους του εργοταξίου (White, 1965: 323-324). Στόχος αυτού του προγράμματος ήταν να φέρει τις βιομηχανικές μεθόδους κατασκευής στην υπηρεσία ενός ετερογενούς συνόλου μικρών κατασκευαστικών εταιριών και ενός κοινού όπου η επικρατούσα αισθητική ήταν αυτή της παραδοσιακής δόμησης, ταυτόχρονα λοιπόν ήταν και ένας έμμεσος τρόπος να διατηρηθεί η βιωσιμότητα των μικρών εταιριών όπως και η διατήρηση μέρους των χειρωνακτικών μεθόδων δόμησης (White, 1965: 324-325).



Εικόνα 36: Κτήριο στην Ολλανδία με ρυθμική επανάληψη στην όψη όπου γίνεται χρήση προκατασκευασμένων πλαισίων ανοιγμάτων από σκυρόδεμα.

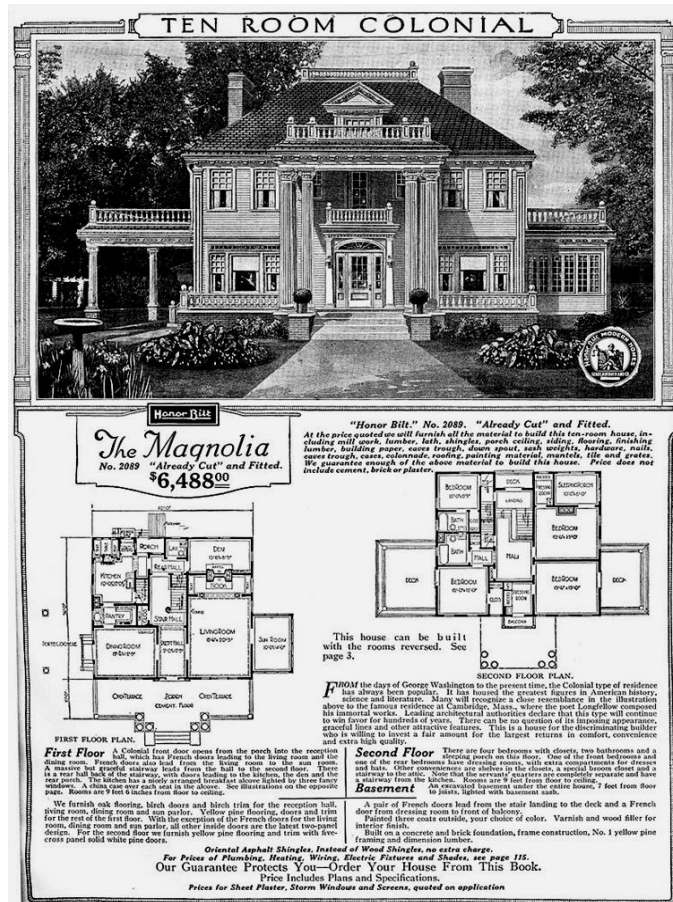
Η Σουηδία έχει στατιστικά τον υψηλότερο δείκτη χρήσης της προκατασκευής παγκοσμίως, με κάποιες επιστημονικές εργασίες να δηλώνουν ότι φθάνει το 90% και φυσικά η βασική αιτία είναι ότι ο μεγάλος χειμώνας καθιστά δύσκολη την κατασκευή στο εργοτάξιο, αυτό σε σύγκριση με περίπου 40% στην Ιαπωνία, 20% στις ΗΠΑ και 2-5% στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Αυστραλία, λαμβάνοντας υπ όψιν και τη σχετικότητα του ορισμού της προκατασκευής (Gardiner, 2008: 48).

Στην Ολλανδία η προκατασκευή κινεί το 10% της κατασκευής κατοικιών και αυτό χάρη στη μείωση του κόστους περί το 30%, στη Φινλανδία όπου το 54% των κατοικιών χρησιμοποιεί σκυρόδεμα, τα προκατασκευασμένα στοιχεία φθάνουν στο 42%, στην Ιαπωνία όπου η σχέση κατασκευαστή - αγοραστή είναι πολύ ιδιαίτερη το προκατασκευασμένο σκυρόδεμα επικρατεί στην αγορά κατοικίας, στις ΗΠΑ η προκατασκευασμένη αγορά κερδίζει έδαφος με το 30% όλων των κατοικιών να είναι προκάτ, ενώ παρότι χρησιμοποιούνται χαμηλού κόστους συστήματα ξύλινα το σκυρόδεμα επικρατεί ιδίως σε περιοχές που πλήττονται από καιρικά φαινόμενα, ενώ μία έρευνα αποκάλυψε ότι το 70% των κατασκευαστών επιλέγει το σύστημα κατασκευής στη βάση της σχέσης cost / value (Glass, 2000: 17-22)



Εικόνα 37: Ανακαινισμένα μεταπολεμικά κτήρια προκατασκευής στο Βερολίνο.

Στις ΗΠΑ φαίνεται ότι δεν ήταν τόσο το υψηλό κόστος της εργοταξιακής εργασίας σε σχέση με τα υλικά που ενθάρρυνε την υιοθέτηση συστημάτων εξωτερικών επενδύσεων και εσωτερικών εν ξηρό προκατασκευασμένων φινιρισμάτων στα ψηλά κτήρια, όσο ήταν η αναγκαιότητα της ταχύτητας ολοκλήρωσης από τη σύναψη ενός συμβολαίου (White, 1965: 308). Η πτώση της βιομηχανικής δραστηριότητας ήταν το έναυσμα για αναζήτηση εναλλακτικών σε νέα βιομηχανικά προϊόντα και αρχές μηχανικής και τυποποίησης των κατασκευών που θα μείωναν το κόστος, στοιχεία που είχαν διαφανεί στη σχέση αρχιτεκτόνων και βιομηχανίας που προωθούσαν αρχιτέκτονες όπως W. Gropius και ο Le Corbusier, στην Αμερική όμως τελικά έλαβε μια ρομαντική εκδοχή που συνεπήρε τους αρχιτέκτονες προοδευτικής σκέψης (White, 1965: 4).



Εικόνα 38: Διαφημιστικός κατάλογος για κατοικίες προκατασκευής στις ΗΠΑ (1921).

Στην εποχή Truman το 12% των κατοικιών ήταν προκατασκευασμένες, κάτι που αποτελεί πολύ σημαντική συμβολή στην οικοδομική δραστηριότητα, καθώς οι συνέπειες του πολέμου επέτειναν το στεγαστικό πρόβλημα των βετεράνων και πολλές αεροπορικές βιομηχανίες στράφηκαν στην προκατασκευή ενώ το '60 η ανάπτυξη της προκατασκευασμένης κατοικίας ήταν σταθερή χωρίς όμως σημαντικές αλλαγές στο μοντέλο που λειτουργούσε βάσει κόστους, ούτε στο απευθυνόμενο πελατολόγιο (Κατσάρας, 2007: 14-15). Η εμφάνιση και ανάπτυξη των αχανών αστικών κέντρων της Αμερικής αποδεικνύει την οργανικά ανεξέλεγκτη έκρηξη των σύγχρονων βιομηχανικών και εμπορικών πληθυσμών (White, 1965: 308). Τα μεγέθη και η κλίμακα στις ΗΠΑ είναι σίγουρα διαφορετικά συγκριτικά με την Ευρώπη και η προκατασκευή ανταποκρίνεται σε πιο παγκοσμιοποιημένη αγορά.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα προκατασκευασμένου κτηρίου από τις ΗΠΑ είναι το Hilton Palacio del Rio Hotel (San Antonio) κατασκευασμένο από την Zachry Construction Corporation το 1968 για τη Διεθνή Έκθεση του Texas, που περιλαμβάνει 500 deluxe δωμάτια που τοποθετήθηκαν με γερανό σε 46 ημέρες ενώ το ξενοδοχείο σχεδιάστηκε και ολοκληρώθηκε στον εντυπωσιακό αριθμό των 202 εργασίμων ημερών, ενώ σήμερα όλα τα δωμάτια χρησιμοποιούνται ακόμα και η εργασία είναι μια απόδειξη για την αντοχή της προτυποποιημένης κατασκευής αρθρωτών μονάδων (Bernstein, *et al.*, 2011: 9).



Εικόνα 39: Προκατασκευασμένη κατοικία στις ΗΠΑ στα μέσα του 20^{ου} αιώνα.



Εικόνα 40: Ανύψωση και τοποθέτηση μιας έτοιμης μονάδας προκατασκευασμένου δωματίου στο Hilton Palacio del Rio Hotel.

2.4 Σύγχρονες προσεγγίσεις στην προκατασκευή

Μετά το '80, τα κίνητρα της προκατασκευής δεν είναι μόνο οικονομικά, αλλά αφορούν στην ανάδειξη της οικολογίας μέσω των κατασκευών, επηρεάζονται από την πληθυσμιακή μετακίνηση συνεπώς έχουν μεγαλύτερο βαθμό αυτονομίας και ελευθερίας και τέλος η προκατασκευή αντιμετωπίζεται σε πιο σοβαρό πλαίσιο (Κατσάρας, 2007: 20). Αν πρέπει κάτι να διδαχθούμε από το παρελθόν είναι να αποσαφηνίσουμε ακριβώς τί σημαίνει «προκατασκευή», ώστε να μη δημιουργηθεί ξανά αρνητική εντύπωση αναφορικά με τον όρο αυτό εξαιτίας λανθασμένων πρακτικών, πχ. αν χτίζουμε μια κατοικία στο εργοστάσιο, χρησιμοποιώντας ακριβώς τις ίδιες μεθόδους όπως και στο εργοτάξιο, μπορεί αυτό να ονομάζεται προκατασκευή; (Gardiner, 2008: 66).

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από ευρεία χρήση της προκατασκευής σε υλικά και στοιχεία που μετά τη μαζική εργοστασιακή τους παραγωγή μεταφέρονται έτοιμα στο εργοτάξιο και προσαρμόζονται στα κτήρια, γεγονός που όμως προϋποθέτει την ύπαρξη διαδικασιών τυποποίησης των πρώτων υλών και των μεθόδων παραγωγής βάσει συγκεκριμένων προτύπων και συστηματοποίηση των εργασιών σε κάθε στάδιο του έργου, ώστε να αυξάνεται η αποδοτικότητα ελαχιστοποιώντας παράλληλα το χρόνο (Μουγκογιάννη, 2003: 4-5). Σύμφωνα με σχετικές εκτιμήσεις το ποσοστό της προκατασκευής στη Γερμανία φθάνει το 24%, στη Σκανδιναβία το 42% και στις ΗΠΑ το 30%, ενώ ειδικά στις ΗΠΑ το 15% νεόδμητων κατοικιών χρησιμοποιεί μεταλλικό φέροντα οργανισμό (Τζουμάκη, 2009: 7,37).



Εικόνα 41: Προκατασκευασμένες κατοικίες της εταιρίας IKEA, Trelleborg, Σουηδία.

Η κατασκευαστική βιομηχανία κινείται προς ένα ιδιαίτερα σημαντικό ορόσημο στην ιστορία της, καθώς τεχνολογίες γενικής εφαρμογής, όπως το 3D-CAD και η αυτοματοποιημένη κατασκευή έχουν ωριμάσει και ενσωματώνονται ολοένα και περισσότερο στην κατασκευαστική βιομηχανία που σε παγκόσμιο επίπεδο προσπαθεί να εκσυγχρονιστεί και να συμβαδίζει με άλλες βιομηχανίες, πχ. αεροδιαστημική, αυτοκινητοβιομηχανία, ναυπηγική βιομηχανία, στο πεδίο των οποίων έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην αποτελεσματικότητα της παραγωγής και της ποιότητας τα τελευταία 40 χρόνια (Gardiner, 2008: 6). Η εναλλακτική προσέγγιση για την προκατασκευή είναι να επικεντρωθεί στο σύστημα και όχι στο προϊόν, καθώς το σύστημα σε συνδυασμό με τις σύγχρονες τεχνικές κατασκευής και τα έξυπνα 3D εργαλεία σχεδιασμού, μπορεί να προσφέρει σχεδόν άπειρες παραλλαγές και να ανταποκριθεί στις ανθρώπινες ανάγκες και στις τοπικές συνθήκες (Gardiner, 2008: 9).

Αν πρόκειται να υλοποιηθούν τα πιθανά οφέλη της καινοτόμου μαζικής στέγασης, είναι σαφές πως πρέπει να ξεπεραστεί η αντίσταση των ανθρώπων στις παλιές ιδέες περί της προκατασκευής και τυποποίησης, ωστόσο η μη-δεκτικότητα ως προς την προκατασκευή μπορεί να αφορά αντιλήψεις περί προηγούμενων τυποποιημένων σχεδίων σε μεγάλη κλίμακα, τα οποία δεν ήταν ιδιαίτερα επιτυχή (Craig, *et al.*, 2001). Ο μεγάλος κίνδυνος, όπως και στα μεταπολεμικά χρόνια, είναι ότι η βιομηχανία, μαζί με τους πελάτες της μπορεί να πιεστεί ώστε να χρησιμοποιήσει μη-δοκιμασμένες μεθόδους παραγωγής κατοικιών, οι οποίες, μακροπρόθεσμα να αποδειχθούν καταστροφικές από την άποψη του κόστους, του περιβάλλοντος και των τεχνικών επιδόσεων (Mole, 2001)

Στοιχεία που θα βοηθούσαν τη μελλοντική εξέλιξη και καθιέρωση υλικών όπως το προκατασκευασμένο σκυρόδεμα, είναι η αποφυγή των λαθών του παρελθόντος, η διάκριση ανάμεσα σε κατασκευές χαμηλού και υψηλού κόστους, η κατανόηση της πολιτιστικής συνιστώσας ως προς την πρόσληψη των κατασκευών από το κοινό, η αποσαφήνιση της σχέσης κόστους / ποιότητας και η άμβλυση του σκεπτικισμού του κοινού μέσω της γνώσης, πχ. με ένα κτήριο επίδειξης, ενώ απαιτείται φυσικά επιπλέον έρευνα, εργοστασιακές δοκιμές, εκπαίδευση, αλλά και διαφημιστική και ενημερωτική εκστρατεία για την προσέγγιση του κοινού (Glass, 2000: 45-51).

Παράλληλα παρατηρείται μία γενίκευση της προσέγγισης της προκατασκευής τόσο στην κατασκευαστική βιομηχανία όσο και στη γενικότερη φιλοσοφία των σύγχρονων επιχειρήσεων. Βιομηχανικοί κολοσσοί από άλλα αντικείμενα αρχίζουν να εμπλέκονται στην προκατασκευή, εταιρίες όπως η Toyota Homes κινούνται στον τομέα, προφανώς επιθυμώντας να διαφοροποιήσουν το φάσμα των προϊόντων τους, αλλά και εταιρίες τελείως διαφορετικών προϊόντων έχουν υιοθετήσει τεχνικές της προκατασκευής για να παράγουν προϊόντα υψηλής ποιότητας, όπως η Pharmadule που κατασκευάζει σε όλο τον κόσμο πρότυπες φαρμακευτικές μονάδες (Gardiner, 2008: 53-54).



Εικόνα 42: «Στυλιστικές» προκατασκευασμένες κατοικίες της Toyota.

Οι προτάσεις και καινοτομίες από σημαντικές εταιρείες και αρχιτέκτονες πολλαπλασιάζονται, το 2004 παρουσιάζεται το μοντέλο FlatPak που χρησιμοποιεί μέταλλο, γυαλί και ξύλο και προτείνει το σύστημα της ογκομετρικής μονάδας (volumetric module) παράγοντας μια κατοικία πλήρως εξοπλισμένη και επιπλωμένη που βασίζεται στη συναρμολόγηση έτοιμων στοιχείων (Κατσάρας, 2007: 24). Η ιδέα της χρήσης του container ως στοιχειώδη μονάδα που μετατρέπεται σε χρήση κατοικίας είναι δημοφιλής στα τέλη του 20^{ου} και στον 21^ο αιώνα με βασικό πλεονέκτημα την εύκολη μετακίνηση, ενώ κομβικό σημείο είναι ένας διαγωνισμός του 2003 για πρότυπη προκατασκευασμένη κατοικία που θα γίνει μοντέλο μαζικής παραγωγής, τον οποίον θα κερδίσουν οι Resolution4Architecture (Κατσάρας, 2007: 21).

Στο San Antonio του Texas ολοκληρώθηκε ένα μεγαλειώδες project, το Fort Sam Houston Medical Education & Training Complex, το οποίο κατέστη εφικτό μόνο χάρη στο σύστημα της προκατασκευής έτοιμων μονάδων (Bernstein, *et al.*, 2011: 16-17). Ανάλογο παράδειγμα το Texas Health Harris Methodist Alliance Hospital στο Fort Worth, όπου η ομάδα ανάπτυξης ήταν επιφορτισμένη με τη χρήση αυτού του προγράμματος ως πιλοτική δοκιμή για μελλοντικά έργα, όπως και το Summit at Queens College Student Residence Hall στη Νέα Υόρκη, όπου εφαρμόστηκε εκτεταμένη χρήση της προκατασκευής, συμπεριλαμβανομένων καινοτόμων φερόντων εξωτερικών πλαισίων, για να ολοκληρωθεί εγκαίρως και εντός του αρχικού προϋπολογισμού ένα κτήριο υψηλής ποιότητας που επιτυγχάνει και περιβαλλοντικούς στόχους (Bernstein, *et al.*, 2011: 26-36). Παρατηρούμε πως η προκατασκευή πλέον βρίσκεται σε άλλα επίπεδα και οι καινοτομίες προέρχονται κυρίως από τις ΗΠΑ.



Εικόνα 43: Fort Sam Houston Medical Education & Training Complex



Εικόνα 44: Ιδέες για προκατασκευασμένη κατοικία με χρήση container.

Το έργο στη Santa Monica (California) που σχεδιάστηκε από τον F. Karpe για λογαριασμό της εταιρίας Living Homes αξίζει ιδιαίτερης μνείας, διότι εκεί ο αρχιτέκτονας έδειξε εξαιρετικές πρωτοβουλίες βιωσιμότητας (Gardiner, 2008: 62). Προκατασκευασμένες ενότητες τοποθετούνται καθέτως δημιουργώντας χώρους διπλού ύψους με τέτοιο τρόπο ώστε οι χώροι να διαχέονται μεταξύ τους και η χρήση υαλοστασίων υψηλής ποιότητας «ανοίγει» το κτήριο με πολύ ενδιαφέροντες τρόπους, διαλύοντας εντελώς την αντίληψη ότι ένα προκατασκευασμένο σπίτι προσφέρει πάντα κάτι λιγότερο από τις δυνατότητες που παρέχει η εργοταξιακή κατασκευή (Gardiner, 2008: 62).

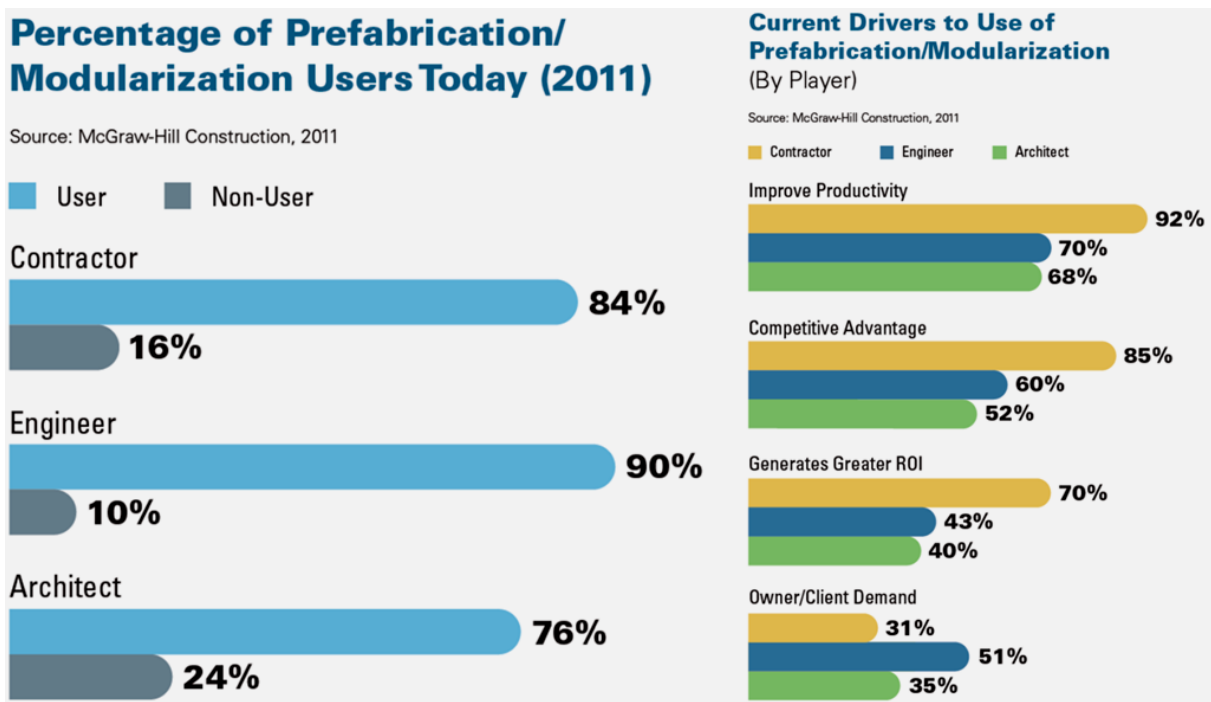


Εικόνα 45: Εσωτερικό της κατοικίας που σχεδίασε ο F. Karpe για την Living Homes.

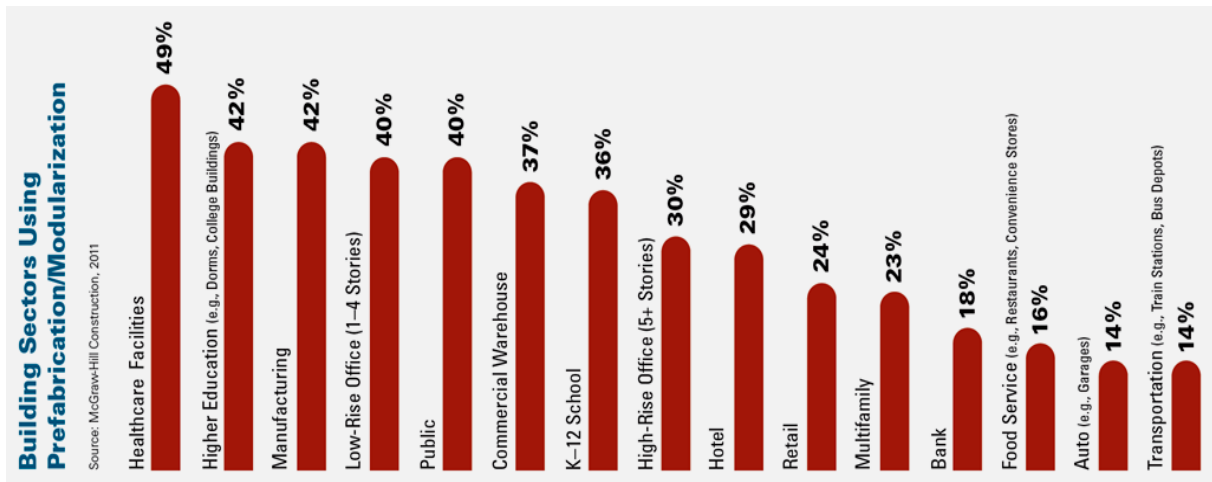
2.5 Η προκατασκευή σήμερα σε αριθμούς

Το 2011 η εταιρία McGraw-Hill Construction που δραστηριοποιείται στη Β. Αμερική, δημοσίευσε μία πολύ ενδιαφέρουσα έρευνα που παρουσιάζει σε αριθμούς το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την περίπτωση της προκατασκευής, τους χρήστες, την απήχηση που έχει στο επιστημονικό, επαγγελματικό και αγοραστικό κοινό, τους τομείς εφαρμογής της και τις μελλοντικές προοπτικές της.

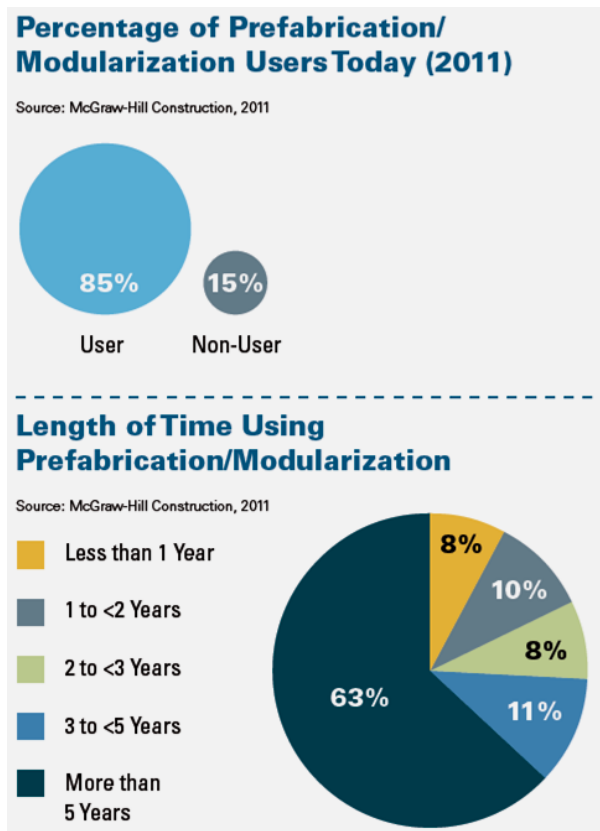
Τα στοιχεία της έρευνας (Bernstein, *et al.*, 2011) αποδεικνύουν ότι, τουλάχιστον στο πεδίο που διεξήχθη η έρευνα η προκατασκευή αποτελεί συστατικό μέρος της κατασκευαστικής διαδικασίας. Είναι εντυπωσιακό ότι πάνω από τα ¾ του τεχνικού κλάδου (εργολάβοι, μηχανικοί, αρχιτέκτονες) χρησιμοποιούν την προκατασκευή με βασικό κίνητρο τη βελτίωση της παραγωγικότητας, ενώ στο σύνολο οι χρήστες της προκατασκευής φθάνουν το 85% με το 63% να χρησιμοποιεί την προκατασκευή πάνω από πενταετία. Επίσης τομείς κατασκευής με το υψηλότερο ποσοστό χρήσης της προκατασκευής είναι οι εγκαταστάσεις υγείας και ανώτερης εκπαίδευσης. Επιλεκτικά θα παραθέσουμε ορισμένους από τους πίνακες που αφορούν ποσοτικά αποτελέσματα της έρευνας.



Πίνακας 2: Διάγραμμα που δείχνει στο αριστερό μέρος το συσχετισμό χρηστών / μη-χρηστών της προκατασκευής από τον κλάδο των εργοληπτών, μηχανικών και αρχιτεκτόνων και στο δεξιό μέρος τους κύριους λόγους επιλογής της προκατασκευής για τους επαγγελματίες αυτούς.

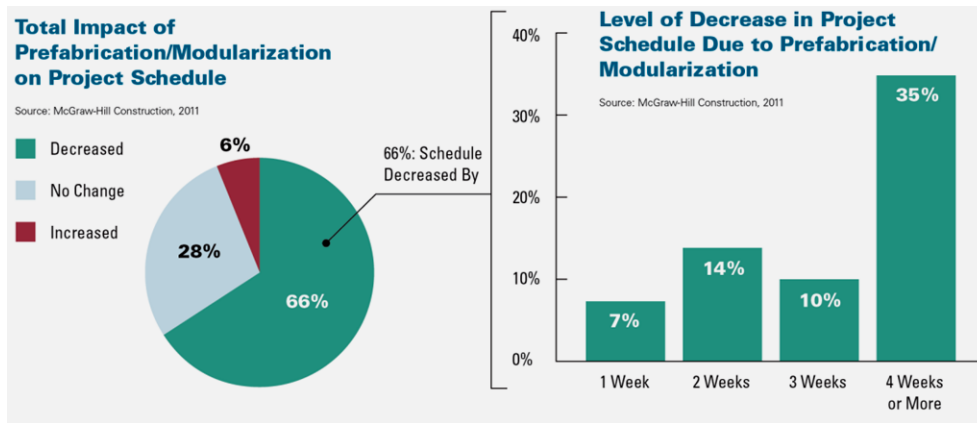


Πίνακας 3: Διάγραμμα με τις κατηγορίες κατασκευών που χρησιμοποιούν περισσότερο την προκατασκευή.

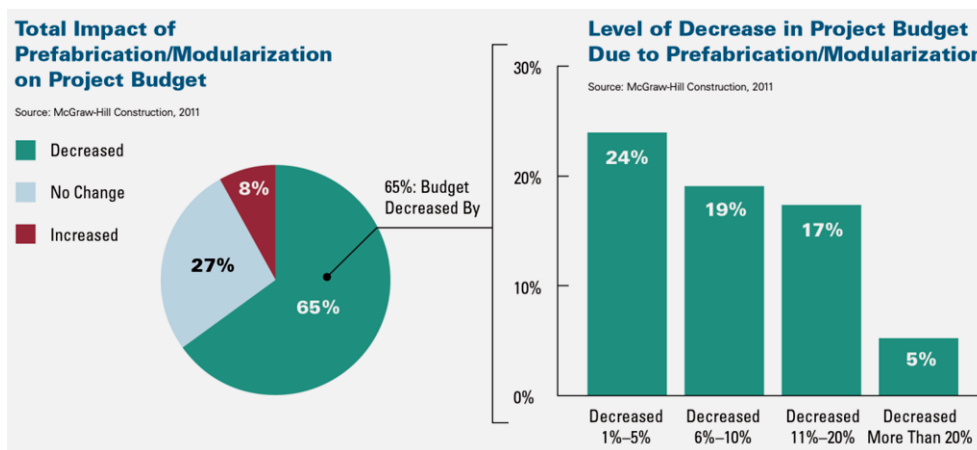


Πίνακας 4: Ποσοστό χρηστών / μη-χρηστών της προκατασκευής και διάγραμμα περιόδου χρήσης για τον κλάδο των εργοληπτών, μηχανικών και αρχιτεκτόνων.

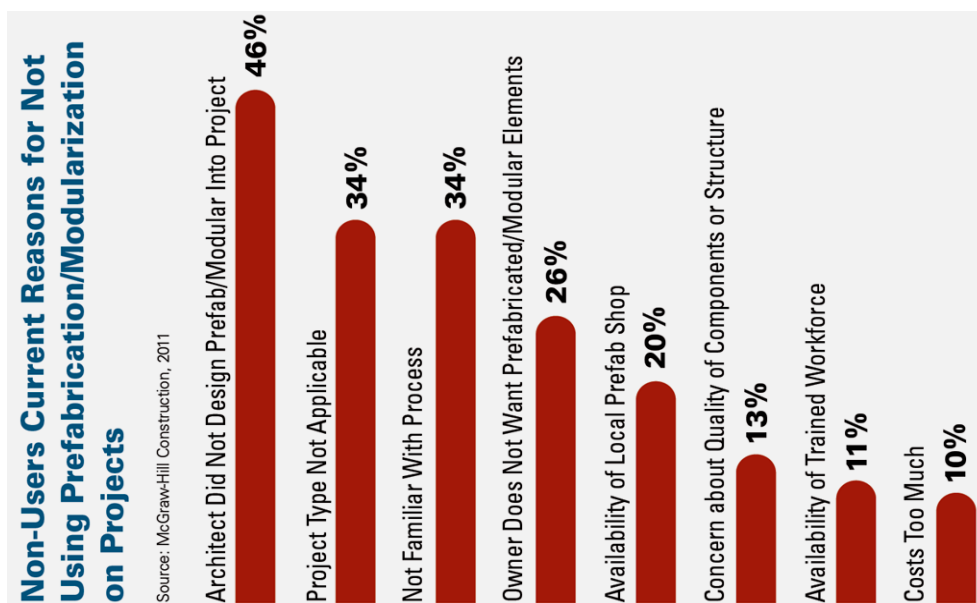
Βάσει της έρευνας (Bernstein, *et al.*, 2011) στο 66% των έργων η προκατασκευή επέφερε μείωση στο χρόνο ολοκλήρωσης και στο 65% των έργων επέφερε μείωση στον προϋπολογισμό, ενώ ο βασικός λόγος στις περιπτώσεις όπου δεν υπήρξε χρήση της προκατασκευής ήταν η μη-ενσωμάτωσή της στο σχέδιο από τους αρχιτέκτονες.



Πίνακας 5: Διάγραμμα για την επίδραση της προκατασκευής στο χρονοδιάγραμμα των κατασκευαστικών έργων.



Πίνακας 6: Διάγραμμα για την επίδραση της προκατασκευής στον προϋπολογισμό των κατασκευαστικών έργων.



Πίνακας 7: Κατηγοριοποίηση των κυριότερων λόγων μη-χρήσης της προκατασκευής.

3. Ελληνική προκατασκευή

3.1 Εφαρμογές της προκατασκευής στην Ελλάδα

Παρά την εφαρμογή της διεθνώς στην Ελλάδα η προκατασκευή εμφανίζεται στη δεκαετία του '70 και συμβάλλει ουσιαστικά στον τεχνικό τομέα από το '80, όταν και καταγράφονται πανελλαδικά 8 σημαντικές εταιρίες δραστηριοποιούμενες στην προκατασκευή μεταξύ άλλων σχολείων και βιομηχανικών κτηρίων, ενώ το '90 ιδρύεται και ο Σύλλογος Ελληνικών Βιομηχανιών Προκατασκευής Σκυροδέματος (Τσουκαντάς & Κρεμμυδά, 2008: 1). Στην καθυστέρηση διείσδυσης της μεθόδου συνετέλεσε και η απουσία επίσημου κανονιστικού πλαισίου που επιλύθηκε μόλις το 1999.

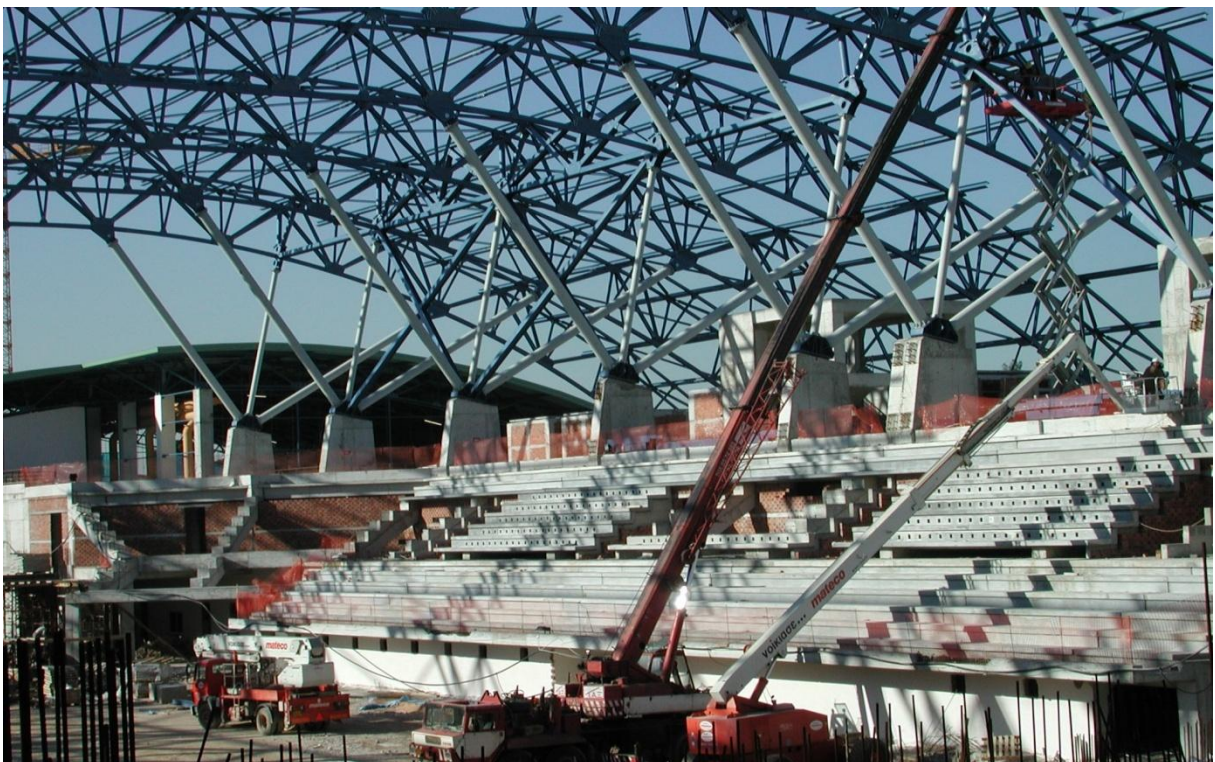
Ειδικά την τελευταία δεκαετία η προκατασκευή έδωσε λύση σε μεγάλα δημόσια έργα υποδομών εντός και εκτός Αθηνών. Ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογών μεγάλης κλίμακας τεχνικών έργων που θα αναφέρουμε είναι μεικτές κατασκευές στον Διεθνή Αερολιμένα «Ελευθέριος Βενιζέλος», προεντεταμένες γεφυροδοκοί μέγιστου ανοίγματος 45 [m] για τις ανάγκες της Εγνατίας Οδού, προκατασκευασμένα στοιχεία στις αθλητικές εγκαταστάσεις του Ολυμπιακού Αθλητικού Κέντρου Αθηνών (ΟΑΚΑ), αλλά και προκατασκευή στρωτήρων για το ΜΕΤΡΟ της Αθήνας (Τζουμάκη, 2009: 82-83).



Εικόνα 46: Προκατασκευή στρωτήρων για το Αττικό ΜΕΤΡΟ.

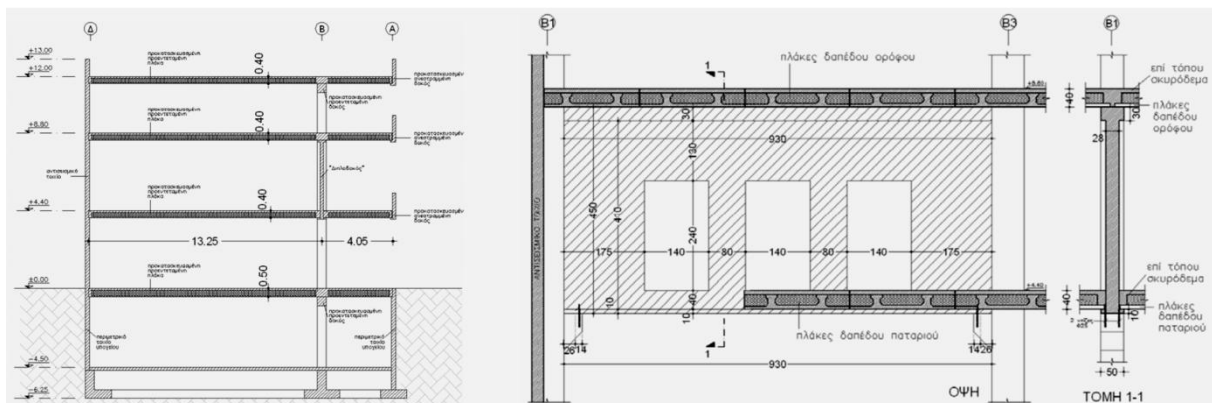


Εικόνα 47: Τοποθέτηση προκατασκευασμένης δοκού σε γέφυρα της Εγνατίας Οδού.



Εικόνα 48: Προκατασκευασμένες κερκίδες για το Στάδιο Ρυθμικής των Ολυμπιακών Αγώνων Αθήνα 2004.

Επομένως στην Ελλάδα η μέθοδος της προκατασκευής εισάγεται καθυστερημένα, αν και ήδη από το '60 έγιναν απόπειρες προκατασκευής βιομηχανικών κτηρίων με αξιόλογα αποτελέσματα παρά τις δυσχέρειες (Τσουκαντάς, 2001: 116). Ενδεικτικά στην Ελλάδα ένα βιομηχανικό ισόγειο κτήριο επιφανείας περί τα 10.000 [m²] είναι παραδοτέο σε διάστημα μόλις 5 μηνών, χρόνος πολύ ικανοποιητικός (Τσουκαντάς, 2001: 116). Ως ενδεικτικό παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί ένα τετραώροφο προκατασκευασμένο βιομηχανικό κτήριο στη ΒΙΟ.ΠΑ. Άνω Λιοσίων με καθαρά ανοίγματα της τάξης των 14,00 [m] και απαίτηση ενιαίων χώρων με ελάχιστο πάχος στις πλάκες (Μάντζαρης & Τσιμπουκάκη, 2009: 1-2). Στο εν λόγω κτήριο τελικά χρησιμοποιήθηκαν με εξαιρετικά ικανοποιητικά αποτελέσματα προεντεταμένες, προκατασκευασμένες πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος και μελετήθηκε η μονολιθική και εγκάρσια σύνδεση τους με τα υπόλοιπα προκατασκευασμένα στοιχεία (Μάντζαρης & Τσιμπουκάκη, 2009: 1-2).



Εικόνα 49: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες για το ανώτερο προκατασκευασμένο βιομηχανικό κτήριο.

Παρατηρούμε ότι η ελληνική βιομηχανία κυρίως βαρείας προκατασκευής έχει κατορθώσει να ανταποκριθεί σε έργα υψηλών απαιτήσεων, λαμβάνοντας υπ όψιν την ιδιαιτερότητα του γεωγραφικού ανάγλυφου και την υψηλή σεισμικότητα της χώρας και πλέον η Ελλάδα μπορεί να υποστηρίξει ότι διαθέτει την τεχνογνωσία και τις υλικοτεχνικές υποδομές ώστε να φέρει εις πέρας παρόμοια έργα που στην αρχή του 21^{ου} αιώνα άλλαξαν τον οδικό και κυκλοφοριακό χάρτη της χώρας. Η συμβολή των ιδιωτικών εταιριών προκατασκευής στην ολοκλήρωση των έργων αυτών ήταν βεβαίως κομβικής σημασίας.

Σημαντική παρουσία στην βαρεία εργοστασιακή προκατασκευή έχει και ο Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων (ΟΣΚ). Σήμερα έχει αναδειχθεί στο μοναδικό δημόσιο φορέα που από το 1973 έχει εφαρμόσει συστηματικά την προκατασκευή σε ένα μεγάλο αριθμό εκπαιδευτηρίων, αξιοποιώντας προς όφελος των σχολικών κτηρίων την τεχνολογία, καθώς τα σχολικά κτήρια λόγω της χρήσης καννάβου και της ομαδοποίησης των λειτουργιών προσφέρονται για αυτό το σύστημα (Μανωλάτος, κ.ά., 2003: 335).



Εικόνα 50: Σύμμικτο σύστημα κυψελών και βιομηχανικού κτηρίου σε σχολείο στο Περιστέρι.

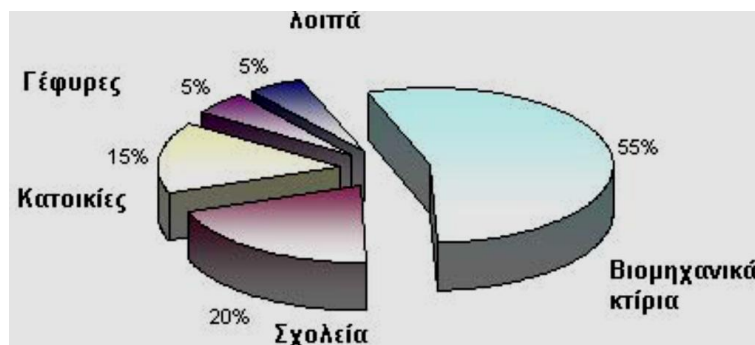
Από το 1985 ο ΟΣΚ χρησιμοποιεί το σύστημα των προκατασκευασμένων κυψελών οπλισμένου σκυροδέματος διότι απεδείχθη χρήσιμο στην περίπτωση κατασκευής μονάδων σε μικρό χρονικό διάστημα λόγω επείγουσας ανάγκης, όπως απαιτήθηκε πχ. λόγω του σεισμού του 1999 όταν και υπό καθεστώς έντονης πίεσης κατέστη δυνατή η ανέγερση 40 Νηπιαγωγείων και η κάλυψη των αναγκών σε 50 σχολικές μονάδες (Μανωλάτος, κ.ά., 2003: 336). Λόγω των έντονων αναγκών που προέκυψαν ο ΟΣΚ αποφάσισε να επεκτείνει το σύστημα των μεταφερόμενων κυψελών και σε διώροφες σχολικές κατασκευές και σε συνεργασία με την αρμόδια Διεύθυνση Βιομηχανοποιημένης Δόμησης και βιομηχανίες του κλάδου ανέπτυξε το σύστημα προσαρμόζοντάς το σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας και με δυνατότητα αποσυναρμολόγησης και επανεγκατάστασης των μονάδων σε διαφορετική θέση (Μανωλάτος, κ.ά., 2003: 336-337).

Η λογική του ΟΣΚ αποδεικνύει πως υπάρχει η δυνατότητα ανάπτυξης οργανωμένων συστημάτων εφαρμογής της προκατασκευής στην Ελλάδα και αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει πρότυπο και για άλλες δημόσιες κτηριακές κατασκευές. Η χρήση της προτυποποίησης, απαραίτητη σε ένα κτήριο με επαναλαμβανόμενες μονάδες, όπως το σχολικό κτήριο φαίνεται να προσδίδει μία γενική ταυτότητα στα νέα κτήρια του ΟΣΚ χωρίς υποχρεωτικά να επιβάλλει μία απόλυτη ομοιομορφία στην αρχιτεκτονική.



Εικόνα 51: Υπερσύγχρονο Δημοτικό Σχολείο στην Πυλαία Θεσσαλονίκης με προηγμένο σύστημα προκατασκευής διπλών τοιχωμάτων υψηλής αντισεισμικής προστασίας που ολοκληρώθηκε μόλις σε 20 μήνες.

Η προκατασκευή από σκυρόδεμα παρότι εμφανίζεται το '70, γίνεται εντονότερη μετά το '80 καθώς αναζητούνται λύσεις στο στεγαστικό πρόβλημα που προέκυψε από τους μεγάλους σεισμούς την τελευταία 20ετία του 20^{ου} αιώνα, αν και η παρουσία της δεν είναι ιδιαίτερα δυναμική στην κατοικία, μόλις 8% ετησίως και 20% για τις εξοχικές κατοικίες (Τζουμάκη, 2009: 82-83). Αντίθετα υπήρξε ανάπτυξη στον τομέα της βαρείας κυρίως προκατασκευής στην οδοποιία, τα λιμενικά έργα και τη γεφυροποιία, οπότε σε γενικές γραμμές ενώ το 55% των κτηρίων προκατασκευής είναι βιομηχανικά, τα σχολεία φθάνουν στο 20%, αλλά οι κατοικίες βρίσκονται μόλις στο 15% (Τζουμάκη, 2009: 83-84).



Πίνακας 8: Τύποι κτηρίων και ποσοστά συμμετοχής στην ελληνική προκατασκευή.

Η χρήση της προκατασκευής έχει συνδεθεί και με φυσικές ή άλλες καταστροφές, καθώς αποτελεί την έκτακτη λύση για σεισμόπληκτους κυρίως κατοίκους. Ήδη από το σεισμό του 1978 στη Θεσσαλονίκη έχει καθιερωθεί η πολιτική για τη στεγαστική αποκατάσταση των αστέγων σε 3 φάσεις: άμεση στέγαση (πχ. σκηνές, ξενοδοχεία, κλπ), προσωρινή στέγαση σε ημιμόνιμα καταλύματα (πχ. μεταφερόμενους οικίσκους) και μόνιμη στέγαση στο αποκατεστημένο κτηριακό απόθεμα (Μουστεράκη, κ.ά., 2008: 2). Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας συνήθως προμηθεύει άμεσα τους πληγέντες με λυόμενες κατασκευές, οι οποίες δεν αποτελούν συχνά την καλύτερη λύση λόγω της προχειρότητας, αλλά και της απουσίας σύνδεσης με τα δίκτυα.

Σε κάποιες περιπτώσεις συστήματα προκατασκευής έχουν χρησιμοποιηθεί και για την έκτακτη στέγαση άλλων απαραίτητων λειτουργιών, όπως για παράδειγμα σχολικές αίθουσες. Χαρακτηριστική περίπτωση ο πρόσφατος σεισμός στη Βρίσα Λέσβου, όπου προβλέπεται η τοποθέτηση προκατασκευασμένων και άρτια εξοπλισμένες αιθουσών διδασκαλίας (<http://www.lifo.gr/now/greece/150576>). Η προκατασκευή κατορθώνει μεν να δώσει λύση σε παρόμοια προβλήματα, όμως το αρνητικό είναι ότι η κατοίκηση των πληγέντων σε προκατασκευασμένους οικίσκους λαμβάνει συχνά χαρακτήρα μονιμότητας, όπως για παράδειγμα ο οικισμός των σεισμόπληκτων στους πρόποδες της Πάρνηθας που διατηρείται από το σεισμό του 1999 και σταδιακά ενσωμάτωσε οικονομικούς μετανάστες σε πολύ δύσκολες πλέον συνθήκες (<https://www.vice.com/gr/article/d7gqwx/i-zoi-xoris-revma-ston-katavlisto-tou-menidiou>).

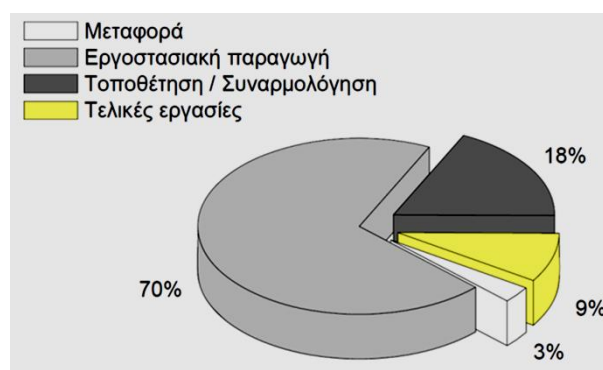


Εικόνα 52: Προκατασκευασμένη μονάδα φροντίδας ηλικιωμένων στο Ληξούρι Κεφαλονιάς μετά το σεισμό του 2014.



Εικόνα 53: Προκατασκευασμένο συγκρότημα σχολικών αιθουσών στο Ληξούρι Κεφαλονιάς μετά το σεισμό του 2014.

Επειδή το βασικό πλεονέκτημα της προκατασκευής είναι το κόστος και ο χρόνος, σκόπιμο είναι να αναλύσουμε την κατανομή του κόστους στην περίπτωση της Ελλάδας. Σύμφωνα με την Κ. Τζουμάκη (2009: 88) το μεγαλύτερο κόστος στην ελληνική προκατασκευή βρίσκεται στο κόστος παραγωγής των έτοιμων στοιχείων και φθάνει το 70%, ενώ μόλις στο 3% είναι η δαπάνη της μεταφοράς. Αυτό σημαίνει πως η προκατασκευή είναι κατά βάση εργοστασιακή και όχι εργοταξιακή, γεγονός που συμβαδίζει με το σύγχρονο χαρακτήρα της. Το μικρό κόστος βέβαια μεταφοράς οφείλεται στο ότι η προκατασκευή αναπτύσσεται κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα.



Πίνακας 9: Κατανομή κόστους για τα ελληνικά κτήρια προκατασκευής.

Στον τομέα της κατοικίας η οικοδομική δραστηριότητα στην Ελλάδα μεταπολεμικά υπήρξε εξαιρετικά ακμάζουσα, ωστόσο η πορεία της ελληνικής προκατασκευής γενικά δεν υπήρξε συγκροτημένη, αλλά κυρίως επηρεαζόμενη από ξένα πρότυπα, τεχνολογίες και αντίστοιχες μορφολογικές επιλογές (Κατσάρας, 2007: 27).

Γενικά θα μπορούσαμε να διακρίνουμε 3 περιπτώσεις - βιομηχανίες αντίστοιχης ελληνικής προκατασκευής (Κατσάρας, 2007: 27-29):

1. Λυόμενα, χαμηλής ποιότητας στο απλουστευμένο πρότυπο του container, που γενικά δε δημιουργούν την καλύτερη εικόνα.
2. Προκατασκευασμένες βίλες απομιμούμενες αντίστοιχη ξενόφερτη αισθητική και εκφράζοντας το προσωπικό γούστο του ιδιοκτήτη.
3. Προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος ή και μεταλλικά που συναρμολογούνται στο εργοτάξιο.



Εικόνα 54: Ελληνικές, λυόμενες, προκατασκευασμένες κατοικίες.

Παρατηρούμε ότι ενώ στα μεγάλα έργα υποδομής η ελληνική βιομηχανία της προκατασκευής μπορεί να συναγωνιστεί επάξια προηγμένες βιομηχανικά χώρες, η ελληνική προκατασκευασμένη κατοικία κινείται σε χαμηλότερα επίπεδα ως προς το ζήτημα κυρίως της αισθητικής και του design και αντιμετωπίζεται σε ορισμένες περιπτώσεις ως μία λύση ανάγκης με μοναδικό κριτήριο την ελαχιστοποίηση του κόστους. Αυτό οδηγεί σε χαμηλής ποιότητας κατασκευές με τις οποίες οι οικιακοί χρήστες δεν ταυτίζονται. Στην αντίθετη περίπτωση η προκατασκευή υψηλής ποιότητας συνήθως έχει και σχετικά υψηλό κόστος. Εκτιμάται ότι προ κρίσης το συγκριτικό οικονομικό όφελος από μία προκατασκευασμένη κατοικία μπορούσε να είναι έως και 40% σε σχέση με την αντίστοιχη συμβατική, ενώ οι Τράπεζες γενικά δανειοδοτούσαν την αγορά προκατασκευασμένου ακινήτου με προσημείωσή του (Λιακοπούλου, 2007).

Για να αναφέρουμε ενδεικτικές τιμές προκατασκευασμένης κατοικίας αναζητήσαμε στοιχεία από τους προμηθευτές του κλάδου. Υπάρχουν οικονομικές προσφορές προκατασκευασμένων κατοικιών που κυμαίνονται σε χαμηλές τιμές στα 650~730 €/m² (<https://www.kofinas.gr/house-categories/offers-el/>). Αντίστοιχη προσφορά σε ξύλινη προκατασκευασμένη κατοικία με διπλά ξύλινα τοιχεία από μασιφ ξύλο ορθογώνιας διατομής από άλλο προμηθευτή έχει κόστος περί τα 31.000€ για 64 m² εντός Αττικής, χωρίς όμως να περιλαμβάνει ΦΠΑ, κόστος πολεοδομικής άδειας, κόστος βάσης θεμελίωσης και μεταφορικό κόστος (<http://bhs-kyriazis.gr/prosfores-bhs-kyriazis/summeikti-kataskeui/>). Άλλος προμηθευτής προσφέρει κατοικία με τοίχους από βιομηχανοποιημένο χάλυβα, μόνωση και επικάλυψη σοβά και στέγη από ξύλινο σκελετό με στεγάνωση και κεραμοσκεπή στην τιμή των 480 €/m² (<https://familyhouse.com.gr/index.php/prosfores>). Ισόγεια προκάτ κατοικία 50m² με ξύλινο σκελετό προσφέρεται από άλλο προμηθευτή περί τα 36.000€ χωρίς τη βάση θεμελίωσης και το ΦΠΑ (<https://www.easygreen.com.gr/project/lithos-50/>), ενώ ο ίδιος προμηθευτής διαθέτει κατοικία 35m² με βεράντα 14m² στα 27.500€ (<https://www.easygreen.com.gr/project/idea-35/>).



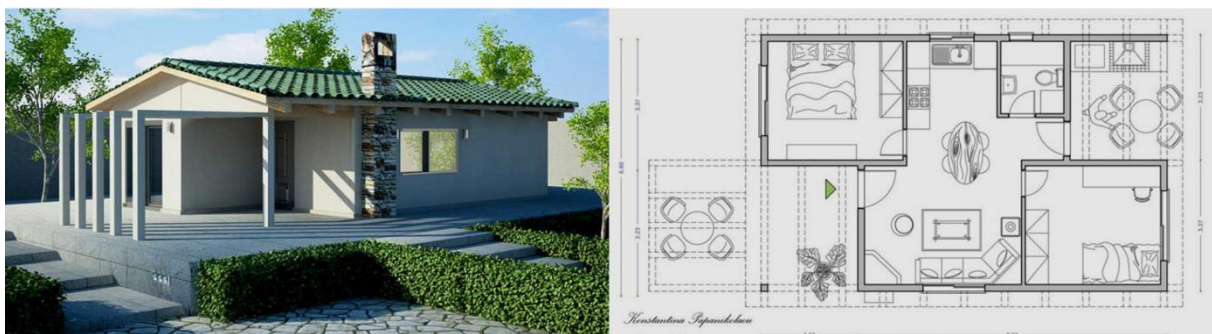
Εικόνα 55: Διώροφη προκατασκευασμένη κατοικία 131,10m² με τιμή 730€/m².



Εικόνα 56: Προκάτ κατοικία 50m² σε «νησιώτικο» στυλ.

Υπάρχει λοιπόν ένα σχετικό εύρος τιμών, και φυσικά είναι συνάρτηση της ποιότητας και των τελικών παραδοτέων και εδώ έχει μεγάλη σημασία η συμφωνία που θα κάνει ο εκάστοτε ιδιώτης αγοραστής με τον προμηθευτή. Γενικά θεωρείται ότι το συνολικό κόστος μιας προκατασκευασμένης κατοικίας κυμαίνεται στα 850€/m², αλλά μπορεί αναλόγως των υλικών επιλογής να ξεπεράσει και τα 1.000€/m², άρα η μείωση κόστους σε σχέση με τη συμβατική κατασκευή είναι της τάξης του 20%, όμως η μεταφορά αποτελεί μία επιβάρυνση 5~15%, δηλαδή είναι υπολογίσιμη (http://www.kallergis.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=166:prokat-spitia-antistekontai-stin-krisi&Itemid=575&lang=el). Συνήθως οι προμηθευτές υπολογίζουν επιπλέον το κόστος της βάσης θεμελίωσης και τα μεταφορικά και αυτή η παράμετρος μπορεί να αυξήσει σημαντικά την τιμή, σε σχέση με το μέγεθος της προκατασκευασμένης κατοικίας και κυρίως τον τόπο τελικής αποστολής. Ενδεικτικά το κόστος μεταφοράς μιας προκατασκευασμένης κατοικίας περί τα 80 m² είναι περί τα 1.000€ από την Αθήνα στη Θεσσαλονίκη, όμως από την Αθήνα σε ένα νησί όπως η Ρόδος μπορεί να φθάσει και τα 2.500€ (<http://okohaus.gr/news/kostos-metaforas-prokataskeuasmenu-spitiou>). Η βάση κατά κανόνα «αφήνεται» στις υποχρεώσεις του ιδιοκτήτη και όχι του προμηθευτή της προκατασκευασμένης κατοικίας και κατασκευάζεται αναλόγως είτε με γενική κοιτόστρωση είτε με θεμελίωση τύπου πεδילוδοκών. Η βάση απαιτεί στατική μελέτη και πιθανότητα εκσκαφή και αποχωμάτωση που βαρύνουν επιπλέον τον ιδιοκτήτη.

Η προκατασκευασμένη κατοικία αντιμετωπίζεται ως η εξαίρεση και όχι ως κάτι σύνηθες, μία νέα οικογένεια δεν προσβλέπει γενικά στην προκατασκευή για να δημιουργήσει το «σπιτικό» της. Για το λόγο αυτό είναι συχνή η υιοθέτηση ξένων αρχιτεκτονικών και οικοδομικών προτύπων που αναπαράγουν εικόνες ευρωπαϊκές ή αμερικάνικες, αλλά είναι μάλλον ασύμβατες με την ελληνική πραγματικότητα, το περιβάλλον, το κλίμα ή την εντόπια οικοδομική παράδοση, πχ. «φινλανδικά» σπίτια. Γενικά αυτές οι επιλογές είναι σχετικές με την τάση μίμησης των προβεβλημένων προτύπων, την ανάγκη ο αγοραστής να ξεχωρίσει μέσω της «εναλλακτικής» επιλογής ή το νεοπλουτισμό, ενώ βασικό ζήτημα παραμένει η προσέγγιση των αγοραστών με δελεαστικό κίνητρο το χαμηλό κόστος.



Εικόνα 57: Μακέτα και κάτοψη προκατασκευασμένης ενεργειακής κατοικίας εμβαδού 50[m²].



Εικόνα 58: Ξύλινη προκατασκευασμένη κατοικία.



Εικόνα 59: Ελληνικές προκατασκευασμένες κατοικίες τύπου «βίλας».

Αυτό δε σημαίνει πως απουσιάζει η ποιότητα από την ελληνική βιομηχανία της προκατασκευασμένης κατοικίας. Υπάρχουν περιπτώσεις εξαιρετικά μοντέρνων, σύγχρονων κατοικιών προκατασκευής που συνδυάζουν την αρχιτεκτονική και αισθητική ποιότητα με το ανταγωνιστικό κόστος και εν πολλοίς εξωτερικά δε διαφέρουν από αντίστοιχες συμβατικού τύπου κατασκευές.

Ένα άλλο πεδίο όπου η δραστηριότητα στην Ελλάδα είναι επίσης μειωμένη σε σχέση με το εξωτερικό είναι η οργανωμένη προκατασκευασμένη δόμηση κατοικιών από δημοσίους φορείς, με πιθανή εξήγηση την προτίμηση των Ελλήνων για την αστική, εργολαβική πολυκατοικία. Στεγαστικά προγράμματα προκατασκευής εκπονούνται ωστόσο από τον Οργανισμό Εργατικής Κατοικίας και τις Τεχνικές Υπηρεσίες των Ενόπλων Δυνάμεων (Τζουμάκη, 2009: 83). Ο κατασκευαστικός κλάδος βέβαια διανύει σοβαρή περίοδο κρίσης η οποία επηρεάζει και την προκατασκευή, όπως θα αναλύσουμε παρακάτω.

3.2 Το κανονιστικό πλαίσιο για την προκατασκευή

Μέχρι το 1972 εφαρμόζονταν τα γερμανικά πρότυπα και αργότερα μέρος του DIN 1045, ενώ ούτε στο Νέο Κανονισμό Σκυροδέματος (ΝΕΚΩΣ) του 1995 γινόταν αναφορά στην προκατασκευή, όμως η αύξηση της ζήτησης και οι απαιτήσεις ποιότητας και προδιαγραφών των μελετών οδηγούν στη θέσπιση κανονισμού που λάμβανε υπ όψιν τους αντίστοιχους Ευρωκώδικες και δημοσιεύτηκε το 1999 ως Ελληνικός Κανονισμός Προκατασκευής (Τσουκαντάς & Κρεμμυδά, 2008: 2). Ο σημερινός Ελληνικός Κανονισμός Προκατασκευής που δημοσιεύτηκε το 1999 ενσωματώνει στοιχεία από (Τζουμάκη, 2009: 85-86):

1. Τον Ευρωκώδικα 2, Μέρος 1-3 (ENV 1992, 1-3/1995).
2. Τον Ευρωκώδικα 8, Παράρτημα Β', Μέρος 1-3 (ENV 1998, 1-3/1994).

Σύμφωνα με το αντίστοιχο άρθρο του Ελληνικού Κανονισμού Προκατασκευής (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1999: 1.2) ορίζεται ότι: *«Προκατασκευασμένο στοιχείο είναι αυτό που κατασκευάζεται σε εργοστάσιο ή σε τοποθεσία που είναι διαφορετική από την τελική θέση του στοιχείου στην κατασκευή, η οποία τοποθεσία όμως πρέπει να είναι προστατευμένη από δυσμενείς καιρικές συνθήκες και να παρέχει όλα τα εχέγγυα της ποιοτικής παραγωγής».*

Τα προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου ή προεντεταμένου σκυροδέματος δύναται να περιλαμβάνουν (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1999: 1.2): γραμμικά στοιχεία, πχ. δοκοί ή υποστυλώματα, στοιχεία πλακών, πχ. συμπαγείς ή δοκιδωτές πλάκες, τοιχώματα, πχ. συμπαγή ή τύπου «σάντουιτς» και τέλος άλλα στοιχεία, πχ. θεμέλια ή κλίμακες.

Τα δομικά συστήματα προκατασκευής σκυροδέματος είναι (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1999: 2.4):

1. Πλαισιακές κατασκευές.
2. Κατασκευές με εγκάρσια φέροντα μονολιθικά ή προκατασκευασμένα τοιχεία.
3. Αντιστηριζόμενες κατασκευές.
4. Διαφράγματα.
5. Κυψελωτές κατασκευές.

Τα ευρωπαϊκά πρότυπα που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία πιστοποίησης της βαρείας προκατασκευής αναφέρονται ακολούθως:

ΣΗΜΑΝΣΗ	ΘΕΜΑ
EN 1168	Διάτρητες πλάκες με διαμήκη κενά.
EN 1520	Προκατασκευασμένα οπλισμένα στοιχεία από ελαφροσκυρόδεμα ανοιχτής δομής με φέροντα ή μη φέροντα οπλισμό.
EN 12737	Πλάκες δαπέδου εσταυλισμού.
EN 12794	Πάσσαλοι θεμελίωσης.
EN 12843	Ιστοί και στύλοι.
EN 13224	Στοιχεία προκατασκευασμένων δαπέδων με νευρώσεις.
EN 13225	Γραμμικά δρομικά στοιχεία.
EN 13693	Ειδικά στοιχεία για στέγες.
EN 13747	Προκατασκευασμένες πλάκες για συστήματα δαπέδων.
EN 13978-1	Προκατασκευασμένοι χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων - Μέρος 1: Απαιτήσεις για χώρους στάθμευσης από οπλισμένο σκυρόδεμα μονολιθικής κατασκευής ή αποτελούμενους από ανεξάρτητα στοιχεία συγκεκριμένων διαστάσεων.
EN 14843	Κλίμακες.
EN 14844	Οχετοί ορθογωνικής διατομής.
EN 14991	Στοιχεία θεμελίωσης.
EN 14992	Στοιχεία προκατασκευασμένων τοίχων.
EN 15037-1	Συστήματα δαπέδων από δοκούς και στοιχεία από σκυρόδεμα - Μέρος 1: Δοκοί.
EN 15037-2	Συστήματα δαπέδων από δοκούς και στοιχεία πλήρωσης - Μέρος 2: Στοιχεία πλήρωσης από σκυρόδεμα.
EN 15037-3	Συστήματα δαπέδων από δοκούς και στοιχεία πλήρωσης - Μέρος 3: Στοιχεία πλήρωσης από άργιλο.
EN 15037-4	Συστήματα δαπέδων από δοκούς και στοιχεία, από σκυρόδεμα - Μέρος 4: Στοιχεία διογκωμένης πολυστερίνης.
EN 15037-5	Διακιδωτά συστήματα δαπέδων - Μέρος 5: Ελαφρά στοιχεία απλής πλήρωσης.
EN 15050	Στοιχεία γεφυρών.
EN 15258	Στοιχεία τοίχων αντιστήριξης.

Πίνακας 10: Σημερινά ευρωπαϊκά πρότυπα για την πιστοποίηση της προκατασκευής.

Η υποχρεωτική εξάρτηση της ελληνικής νομοθεσίας των κατασκευών ως προς τα τεχνικά θέματα από τους Ευρωκώδικες και λοιπούς ευρωπαϊκούς κανονισμούς είχε ως συνέπεια την υπαγωγή και της προκατασκευής σε ένα αυστηρό και συγκεκριμένο κανονιστικό πλαίσιο, προς όφελος της ποιότητας των υλικών και των έργων.

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 305/2011 και την Ελληνική Νομοθεσία (ΦΕΚ 1914/15-06-2012) που υποχρεώνει την πιστοποίηση και σήμανση CE των προϊόντων Δομικών Έργων, προβλέπονται πλέον διαδικασίες πιστοποίησης και για την βαρεία προκατασκευή οι οποίες περιλαμβάνουν δύο στάδια (Σερεμετάκη, 2015):

1. Έλεγχος των Δοκιμών Τύπων ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση προς τα εκάστοτε ευρωπαϊκά πρότυπα
2. Σύστημα ελέγχου της εργοστασιακής παραγωγικής διαδικασίας με πλήρεις οδηγίες των διεργασιών και ελέγχους των πρώτων υλών, του τελικού προϊόντος και του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού.

3.3 Λόγοι μη-αναπτύξεως της προκατασκευής

Συνολικά στην Ελλάδα η μέθοδος της βαρείας προκατασκευής χρησιμοποιείται μόλις στο 3% της οικοδομικής δραστηριότητας, ποσοστό εξαιρετικά χαμηλό, αν αναλογιστούμε ότι στην Ιαπωνία το αντίστοιχο ποσοστό είναι στο 20%, ενώ στη Γερμανία η αγορά προκατασκευασμένης οικοδομής αφορά περίπου το 80% του πληθυσμού (Σερεμετάκη, 2015). Εφόσον η ελληνική βιομηχανία της προκατασκευής διαθέτει τα μέσα για να έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στη σύγχρονη δόμηση πώς εξηγείται λοιπόν η μικρή συμμετοχή της στην αγορά της κατοικίας;

Οι βασικότεροι λόγοι θεωρούμε είναι οι εξής:

1. Η γεωγραφική διασπορά της χώρας (ιδίως οι δυσπρόσιτες και νησιωτικές περιοχές) αυξάνει το κόστος μεταφοράς και διάθεσης προκατασκευασμένων προϊόντων.
2. Η ανάπτυξη τεχνογνωσίας πάνω στη βιομηχανοποιημένη δόμηση κατοικίας είναι περιορισμένη σε σχέση με άλλες χώρες.
3. Δεν υπάρχουν ιδιωτικές επενδύσεις σε προγράμματα κοινωνικής κατοικίας, γεγονός που σχετίζεται με την έλλειψη εθνικής πολιτικής που να ευνοεί την προκατασκευή.
4. Η οργανωμένη προβολή της προκατασκευασμένης δόμησης είναι ελλιπής, συνεπώς η αντίστοιχη γνώση του αγοραστικού κοινού είναι περιορισμένη.
5. Η συναισθηματική εξάρτηση του ελληνικού λαού από το συμβατικό τρόπο δόμησης και την εργολαβική αντιπαροχή αντιτίθεται στην προκατασκευή.



Εικόνα 60: Παρά τα πλεονεκτήματά της η προκατασκευασμένη δόμηση δεν έχει καθιερωθεί σοβαρά στον τομέα της κατοικίας.

Το ζήτημα του κόστους μεταφοράς και τοποθέτησης των μελών είναι καίριο στην προκατασκευή καθώς οι εταιρίες δραστηριοποιούνται κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα. Η αδυναμία της προκατασκευής να ανταποκριθεί σε χωροθετικά διασκορπισμένες περιοχές, δύναται να αποβεί σε πλεονέκτημα στην περίπτωση της Ελλάδας, καθώς τα οικονομοτεχνικά πλεονεκτήματα της μαζικής δόμησης θα κατευθύνουν τις χωροταξικές μελέτες προς τη συγκέντρωση των μικρών οικισμών, συνεπώς η πολεοδομική νομοθεσία είναι αυτή που θα διευκολύνει την ελληνική προκατασκευή, κάτι που δεν έχει επιτευχθεί (Αραβαντινός, 1973: 461-462). Αυτή η άποψη εκφρασμένη προ 40ετίας όμως δεν εφαρμόστηκε, αντίθετα η πολεοδομική διόγκωση των μητροπολιτικών κέντρων ουσιαστικά αποστέρησε την επαρχία από την πιθανότητα ανάπτυξης της προκατασκευής με μοναδική διέξοδο τα λυόμενα που όμως είναι αρκετά χαμηλής ποιότητας τεχνικά και αισθητικά.

Πριν από τη γενίκευση κάθε μορφής προκατασκευής έχει προηγηθεί αυξημένη τεχνολογική ανάπτυξη των μεθόδων συμβατικής δόμησης, ενώ θα ήταν σφάλμα να ασκείται η προκατασκευή όταν είναι εφικτή η ανάπτυξη μιας εκσυγχρονισμένης συμβατικής κατασκευής (Μπίρης: 1973α: 14-15). Η άποψη αυτή προφανώς φανερώνει την αγωνία των αρχιτεκτόνων της εποχής μήπως η «έτοιμη» λύση στην κατοικία αντικαταστήσει την αρχιτεκτονική δημιουργία. Είναι γεγονός ότι στην Ελλάδα η έρευνα δεν χρηματοδοτείται ούτε προωθείται όσο στην Ευρώπη και την Αμερική, όπως επίσης η ελληνική βιομηχανία μεταπολεμικά δεν κινήθηκε σε επίπεδο βαρείας παραγωγής, ενώ στα τέλη του 20^{ου} αιώνα η χώρα εισήλθε σε διαδικασίες αποβιομηχάνισης. Η προκατασκευή όμως ευνοείται από οργανωμένα συστήματα τυποποίησης και βαρείας, μαζικής παραγωγής που πρέπει να προηγούνται.

Το ελληνικό σύστημα παραγωγής παρουσιάζεται συντηρητικό ως προς την υιοθέτηση καινοτομιών και αυτό μεταφράζεται σε αργή διαδικασία εξέλιξης, παρά τη διαπιστωμένη δυναμική της ελληνικής κατασκευαστικής βιομηχανίας, τα ιδιωτικά εργοτάξια βρίσκονται σε χαστικές συχνά συνθήκες, η επίβλεψη και ο ποιοτικός έλεγχος δεν είναι εύκολη διαδικασία, ενώ ούτε το επίπεδο βιομηχανοποίησης των ελληνικών δομικών προϊόντων είναι εξαιρετικά υψηλό (Χατζηστεργίου, 2000: 82).

Τα ελληνικά παραδείγματα οργανωμένης δόμησης είναι σποραδικά και προέρχονται από δημοσίους φορείς, όπως πχ. Οργανισμός Εργατικής Κατοικίας (Αραβαντινός, 1973: 462). Γενικότερα υπάρχει μία προκατάληψη ως προς την πολιτική κοινωνικής κατοικίας που εν μέρει οφείλεται στο ότι τα ιστορικά ή και νεότερα παραδείγματα, πχ. προσφυγικά, εργατικές κατοικίες, περιλαμβάνουν κτήρια μαζικής και ταχύτατης παραγωγής χωρίς ποιότητα ούτε ευαισθησία για τον περιβάλλοντα χώρο ή τις λοιπές αστικές υποδομές που πρέπει να τα συνοδεύουν, πχ. αστικό πράσινο, χώροι στάθμευσης, κλπ. Αντίθετα, όταν ασκούνται πολιτικές ιδιωτικών επενδύσεων που σχετίζονται με οργανωμένη δόμηση συνήθως είναι κερδοσκοπικού χαρακτήρα και αναπτύσσονται στο ιστορικό κέντρο όπου η προκατασκευή είναι δύσκολο να βρει εφαρμογή από την άποψη του ιστορικού περιβάλλοντος.

Οι ανθρώπινες απαιτήσεις κατανέμονται σε 4 κύριες κατηγορίες: φυσικές, ψυχολογικές, κοινωνικές και οικονομικές και αυτές οι απαιτήσεις αναφέρονται σε 3 βασικές ιδιότητες των κτηρίων: κατοικησιμότητα, οικονομία, διάρκεια (Καλογεράς, 1973: 100-101). Η ελληνική προκατασκευή κατοικίας δεν έχει θεωρούμε καταφέρει να πείσει το καταναλωτικό κοινό, δηλαδή τους ιδιώτες, ότι επιτυγχάνει επίπεδα κατοικησιμότητας όπως η συμβατική, ότι πλεονεκτεί στη σχέση κόστους / ποιότητας από την άποψη της διάρκειας ζωής και ότι στην περίπτωση του εξαιρετικά χαμηλού κόστους, που αποτελεί και το μέσο προσέγγισης πελατολογίου από τις εταιρίες, δεν υπάρχει έκπτωση στην ποιότητα και στην ασφάλεια.

Είναι γεγονός ότι στις περιόδους του οικοδομικού «θαύματος» της Αθήνας κυρίως, δηλαδή μεταπολεμικά, στη δεκαετία του '70 και στα τέλη 20^{ου} - αρχές 21^{ου} αιώνα η συμβατική πολυκατοικία είναι αυτή που προβλήθηκε υπερβολικά ως το κορυφαίο επίτευγμα της ελληνικής αστικής τάξης και το «όνειρο» όσων μετακινήθηκαν από την ύπαιθρο στις μεγαλουπόλεις. Βεβαίως το εν λόγω «θαύμα» ουσιαστικά διέλυσε τις προπολεμικές αστικές ποιότητες, τα ιστορικά κέντρα και το περιβάλλον, αλλά αυτά αποτελούν διαφορετικό κεφάλαιο συζήτησης. Η προκατασκευή απέτυχε να διεκδικήσει το μερίδιό της από την οικοδομική έξαρση των τελευταίων 60 ετών και ακόμη και σήμερα ένα σημαντικό μέρος των κατοίκων της Ελλάδας αγνοεί αν όχι την ύπαρξη, τουλάχιστον βασικές πληροφορίες που σχετίζονται με αυτήν. Τέλος, η προκατασκευή οφείλει να λαμβάνει υπ όψιν την αισθητική και καλλιτεχνική παράδοση κάθε τόπου και ειδικά στην Ελλάδα την αγωγή του ελληνικού λαού και την εύλογη αντίρρηση και δυσπιστία έναντι μιας ομοιόμορφης επαναλήψεως (Μπίρης: 1973α: 16).

Ο ιδιότυπος συντηρητισμός της ελληνικής σκέψης είναι σχετικά δύσκολο να αναιρεθεί. Η επί σειρά ετών προσκόλληση των Ελλήνων στη λογική μιας συμβατικής δόμησης, δηλαδή οπλισμένο σκυρόδεμα, πλινθοδομή, επίχρισμα, έχει διαμορφώσει μία ισχυρή τάξη πραγμάτων και η γενικότερη άποψη περί της προκατασκευής αναφέρεται σε έναν χαρακτήρα «εφήμερο», θεωρεί αυτή τη μέθοδο ως προχειρότητα και εν μέρει σχετίζεται και με το κοινωνικό κύρος που θα αποκτήσει ή όχι ο ιδιοκτήτης μέσω της κατοικίας που θα επιλέξει. Για το λόγο αυτό οι προκατασκευασμένες βίλες έχουν διαφορετική αντιμετώπιση. Από την άλλη πλευρά υπάρχει και η συναισθηματική διασύνδεση των Ελλήνων με αυτό που συμβατικά ονομάζουμε «παραδοσιακή» αρχιτεκτονική, η οποία εκ προοιμίου αποτελεί το αντίπαλο δέος της προκατασκευής. Οι εκδοχές βέβαια του «νεο-παραδοσιακού» σε πολλές περιπτώσεις είναι πολύ κατώτερες αισθητικά και νοηματοδοτικά από τα προκατασκευασμένα κτήρια.

Η άμβλυση της εγγενούς αντίδρασης των Ελλήνων στην προκατασκευή θα γίνει μέσω της ενημέρωσης και της παρουσίας αξιόλογων παραδειγμάτων ιδίως εντός των μεγάλων αστικών κέντρων, διαφορετικά η θέση της προκατασκευής στην κατοικία θα παραμείνει περιορισμένη μόνο σε εξοχικά, που εντείνουν ακόμη πιο πολύ τη θεωρία του «εφήμερου».

3.4 Η προκατασκευή ως λύση στην κρίση της οικοδομής

Στην προηγούμενη ενότητα αναλύσαμε το πλαίσιο μη-ανάπτυξης της ελληνικής προκατασκευής κατοικίας. Οι λόγοι για την περιορισμένη χρήση της προκατασκευής και τα αντίστοιχα αποτελέσματα μπορούν να συνοψιστούν στον ακόλουθο πίνακα:

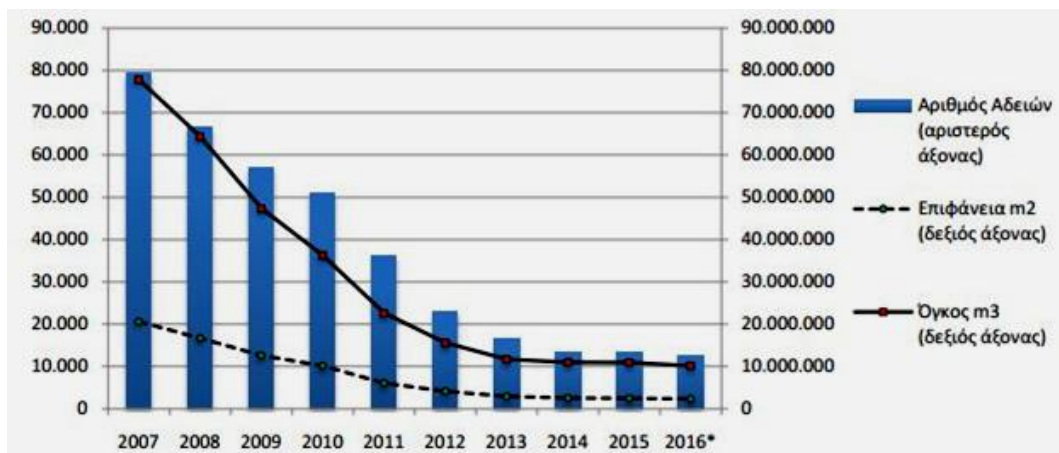
Αίτια	Αποτελέσματα
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ελλιπής ή παραπλανητική ανάλυση αγοράς ▪ Ανεδαφικά μεγάλες προσδοκίες κέρδους ▪ Κατασκευή των πάντων από ένα μοναδικό υλικό, αντί της χρήσης του κατάλληλου υλικού για την κατάλληλη εφαρμογή ▪ Ανεπαρκώς εκπαιδευμένοι μελετητές ▪ Αντίδραση από τους αρχιτέκτονες ▪ Αντίδραση από το εργατοτεχνικό προσωπικό ▪ Έλλειψη υποστήριξης από τους κατασκευαστικούς παράγοντες ▪ Ελλιπής ενημέρωση του αγοραστικού κοινού και επενδυτική επιφυλακτικότητα ▪ Προσπάθειες βασισμένες σε υποκειμενικά οράματα 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Οικονομική απώλεια ▪ Καταστροφή επαγγελματικών σταδιοδρομιών ▪ Απαξίωση από μελετητές μηχανικούς και διοίκηση

Πίνακας 11: Το πλαίσιο μη-ανάπτυξης της προκατασκευής και τα αποτελέσματά του.

Ας δούμε λοιπόν ποιά από τα παραπάνω αίτια μπορεί να βελτιωθούν μέσω μιας οργανωμένης πολιτικής. Εδώ και τουλάχιστον 7 χρόνια η Ελλάδα, όπως και αρκετές χώρες του δυτικού κόσμου βιώνουν μία σημαντική οικονομική κρίση με πολλές παραμέτρους. Η κρίση ως προς την οικοδομή στην Ελλάδα είχε τις ακόλουθες σοβαρές συνέπειες:

1. Κατακόρυφη πτώση στη συμβατική οικοδομική δραστηριότητα.
2. Υποτίμηση των εμπορικών αξιών ακινήτων.
3. Τεράστια μείωση στις αγοραπωλησίες ακινήτων.
4. Πτώση στις τιμές των ενοικίων, ιδίως των επαγγελματικών.
5. Σημαντικός αριθμός νεόδμητων ακινήτων που παραμένουν διαθέσιμα.

Η πτώση στην οικοδομική δραστηριότητα συμπαράσχει πολλούς τομείς και τους αντίστοιχους επαγγελματίες του κλάδου, αρχιτέκτονες, μηχανικούς, εργολάβους, κατασκευαστές, προμηθευτές, κλπ. Το ζήτημα των νέων επενδύσεων στην οικοδομή είναι καίριο. Τα κεφάλαια για τις νέες κατασκευές δύσκολα θα εξασφαλιστούν με δεδομένη και τη δυσχέρεια του χρηματοπιστωτικού συστήματος. Η δυνατότητα επένδυσης θα εξαρτηθεί από την προκαταρκτική έρευνα της αγοράς.



Πίνακας 12: Η κατάρρευση της οικοδομικής δραστηριότητας σε αριθμούς.

Για τους προμηθευτές το βασικό ζήτημα είναι η δυνατότητα να σχηματίσουν ολοκληρωμένες και αμοιβαία επωφελείς σχέσεις με τους μεσάζοντες που χρησιμοποιούν τα προϊόντα τους, το ζήτημα για τους κατασκευαστές ως βασικοί διαμεσολαβητές φαίνεται να είναι η αντίσταση στην αλλαγή για διάφορους λόγους συμπεριλαμβανομένου του επιχειρηματικού κινδύνου που συνδέεται με τις αλλαγές της διαδικασίας και την ενδεχόμενη απειλή για τα έσοδα και παρόμοιες απειλές φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τις μικρότερες επιχειρήσεις επειδή έχουν λιγότερους πόρους για την υποστήριξη της διαδικασίας προσαρμογής, στον αντίποδα πιθανές βελτιώσεις στο λειτουργικό κόστος, η αποτελεσματικότητα και η ποιότητα περιμένουν αυτές τις επιχειρήσεις που είναι σε θέση να υιοθετήσουν με επιτυχία τις νέες μεθόδους (Steinhardt, *et al.*, 2013: 19).

Πώς μπορεί η προκατασκευή να αποτελέσει αξιόλογη λύση; Καταρχάς το κτηριακό απόθεμα στα μεγάλα αστικά κέντρα της Αθήνας και Θεσσαλονίκης κυρίως είναι σημαντικά γερασμένο, λαμβάνοντας υπ όψιν και την εκτιμώμενη διάρκεια ζωής του σκυροδέματος, υποχρεωτικά λοιπόν πρέπει να γίνει κτηριακή ανανέωση στο κέντρο με αντίστοιχες αναπλάσεις τοπικού ή ευρύτερου χαρακτήρα.

Η ευχέρεια της προκατασκευής τόσο ως προς την ταχύτητα δόμησης όσο και ως προς το κόστος είναι παράγοντας που θα διευκόλυνε τη χρήση της σε νέα κτηριακά συγκροτήματα, τα οποία να είναι αρχιτεκτονικά ποιοτικά, κατασκευαστικά επαρκή και φιλικά ως προς το περιβάλλον. Εάν η ανάκαμψη αυτή δεν είναι αποσπασματική αλλά εκτεταμένη, τότε και το κόστος μειώνεται αρκετά και ταυτόχρονα θα γίνει και η επανεκκίνηση πολλών κλάδων της βαριάς ελληνικής βιομηχανίας που έχει βρεθεί σε αδράνεια, πχ. η αντικατάσταση των παλαιών κτηρίων κατοικίας σε ένα ολόκληρο οικοδομικό τετράγωνο με τη χρήση της προκατασκευής και με την ταυτόχρονη δημιουργία υποδομών θα αποτελούσε κίνητρο για τους ιδιοκτήτες να αποκτήσουν μία νέα κατοικία με αρκετά μικρότερο κόστος. Εδώ εμπλέκεται και το ζήτημα της κρατικής παρέμβασης, η οποία θα μπορούσε πχ. με ειδικά κίνητρα φοροαπαλλαγών να χρηματοδοτήσει εμμέσως την επένδυση ή με χορήγηση χαμηλότοκων δανείων.



Εικόνα 61: Προκατασκευασμένο συγκρότημα κατοικιών από το εξωτερικό, με ιδιαίτερη αρχιτεκτονική φυσιογνωμία.

Η τυποποίηση της κατασκευής και η παρουσία συγκεκριμένων «μοντέλων» διαμερισμάτων είναι παράγοντας που θα διευκολύνει την ανέγερση. Σημασία πρωτίστως έχει η ποιότητα των κτηρίων, διότι η δυνατότητα της προκατασκευής να εκμεταλλεύεται σωστά τους χώρους σημαίνει ότι πχ. ένα διαμέρισμα του '70 εμβαδού 100m² μπορεί να αντικατασταθεί από ένα σύγχρονο εμβαδού 75m² και η απώλεια της έκτασης θα αντισταθμιστεί από την ποιότητα των νέων υλικών, την ενεργειακή απόδοση, την ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης εφόσον η κατασκευή είναι καινούρια, κλπ.

Επανερχόμενοι στον αρχικό πίνακα, χρειάζεται σοβαρή ανάλυση της αγοράς και λογικές απαιτήσεις κέρδους από τους κατασκευαστές, ενώ κρίνεται απαραίτητη η διαφημιστική και προωθητική πολιτική και ο προσανατολισμός των μελετητών και κύρια των αρχιτεκτόνων στις νέες μεθόδους, τις οποίες μπορούν να αναβαθμίσουν. Αντίστοιχα χρειάζεται και η ανανέωση στην εκπαίδευση του «παραδοσιακού» εργατοτεχνικού προσωπικού στην προκατασκευή, ώστε να εξοικειωθεί με τη λογική της εξειδίκευσης.

Τέλος, θα λάβουμε υπ όψιν έναν ακόμη παράγοντα. Η οικονομική και μεταναστευτική κρίση δημιούργησε έναν μεγάλο αριθμό αστέγων τις ανάγκες των οποίων καλείται να καλύψει το Ελληνικό Κράτος. Ως προς τη στέγαση των προσφύγων, αλλά και των ανθρώπων που για διάφορους λόγους απώλεσαν την ακίνητη περιουσία τους, η προκατασκευή θα μπορούσε να δώσει μία προσωρινή, αλλά μέχρι και ημι-μόνιμη λύση υπό προϋποθέσεις που αφορούν στην ποιότητα δόμησης. Ήδη οι πρώτες διαμορφωμένες δομές φιλοξενίας προσφύγων κτηριακά εξυπηρετούνται με προκατασκευασμένα στοιχεία δόμησης. Η γενίκευση της χρήσης έτοιμων μονάδων, συνδυαστικά με την εξασφάλιση άλλων υποδομών, θα μείωνε το κόστος της επένδυσης και ταυτόχρονα θα ανακούφιζε αμεσότερα τους συνανθρώπους μας που αντιμετωπίζουν πρόβλημα.



Εικόνα 62: Δομή φιλοξενίας προσφύγων στις Σέρρες.

4. Προκατασκευή & αρχιτεκτονική

4.1 Αισθητική VS προκατασκευή

Σύμφωνα με τον Π. Μιχελή η αισθητική ασχολείται με την καλλιτεχνική υπόσταση του έργου, έχει περιορισμούς λόγω των αξιώσεων ποιότητας που προβάλλει, το περιεχόμενό της είναι αμιγώς πνευματικό και όχι υλιστικό, επομένως θεωρητικώς αντιδιαστέλλεται την προκατασκευή η οποία έχει καθαρά οικονομοτεχνικό περιεχόμενο και στοχεύει στην εξυπηρέτηση της κοινωνίας μέσα από την ταχύτητα και το συμφέρον (Μιχελής, 1973: 471).

Γεννιέται λοιπόν το ερώτημα, μπορεί η προκατασκευασμένη δόμηση που στηρίζεται στην αρχή της επαναλαμβανόμενης μονάδας να συμβιβαστεί με τις αισθητικές προσδοκίες από την αρχιτεκτονική; Η βιομηχανική τυποποίηση που παράγει συνθέσεις απaráλλακτες και στοχεύει στο να καλύψει καθημερινές ανάγκες και να ικανοποιήσει τις επιθυμίες του μέσου καταναλωτή δύσκολα θα γίνει αποδεκτή βάσει των αισθητικών κριτηρίων που καλύπτουν τα αρχιτεκτονικά έργα ανώτερης ποιότητας, τα οποία ακόμη και αν ανήκουν στον ίδιο ρυθμό, ποτέ δεν είναι απολύτως ίδια μεταξύ τους.

Ακριβώς στο ζήτημα της επαναληπτικής τυποποίησης εντοπίζεται η συνάφεια αλλά και το ασύμπτωτο αρχιτεκτονικής έκφρασης και μηχανιστικής λογικής (Μιχελής, 1973: 471-472). Η εφαρμογή της αρχής της επανάληψης είναι κυρίαρχης σημασίας για τις αισθητικές ποιότητες ενός κτηρίου και παρότι υποστηρίζεται ότι η επανάληψη διακατέχει τον κίνδυνο η ομοιομορφία να οδηγήσει σε μονοτονία, ας μην ξεχνάμε ότι η επανάληψη δημιουργεί αυτό που ονομάζουμε «ρυθμό» στην αρχιτεκτονική (Nissen, 1972: 13).

Ωστόσο δε θα συμφωνήσουμε απόλυτα προς τον ανώτερο ορισμό του ρυθμού γιατί με αυτή τη θέση ο «ρυθμός» προσεγγίζεται εντελώς μηχανικά και όχι αισθητικά. Ο Χ. Μπούρας (1991: 7) αναφέρει ότι *«ρυθμός είναι ο δια των αρχιτεκτονικών μορφών τρόπος εκφράσεως του πνεύματος μιας εποχής»*. Ο αρχιτεκτονικός λοιπόν ρυθμός είναι εξωτερίκευση δια της κατασκευής μιας κοσμοθεωρίας που διέπει τον πολιτισμό ο οποίος και δημιούργησε τον ρυθμό, για τον λόγο αυτό οι ρυθμοί ιστορικά εκπροσωπούνται όχι μόνο στην αρχιτεκτονική, αλλά σε όλες τις τέχνες.



Εικόνα 63: Στοά του Αττάλου (2^{ος} π.χ. αιώνας), δωρικός ρυθμός στο ισόγειο και ιωνικός στον όροφο.

Στην κλασική αρχαιότητα, όπως και στην Αναγέννηση η ρυθμική επανάληψη των στοιχείων ακολουθεί τις συνθετικές αρχές, τα κτήρια διαχωρίζονται σε βάση, κορμό και στέψη και αναλόγως γίνεται η συνθετική επεξεργασία με σαφή ανθρωποκεντρική προσέγγιση, πχ. όταν η πρόσοψη διαρθρωνόταν σε επάλληλους ρυθμούς ο δωρικός έδινε τη θέση του στον ιωνικό και τελικά στον κορινθιακό (Μιχαηλής, 1973: 475). Το όλο ζήτημα που καθιστά ένα κτήριο αξιόλογο έγκειται στους επιμέρους χειρισμούς από τον αρχιτέκτονα.

Η λανθασμένη χρήση της προκατασκευής ενέχει τον κίνδυνο της μονοτονίας και περιορισμού της συνθετικής σκέψης, της ευελιξίας στην αρχιτεκτονική, ζητήματα που υπάρχουν σε κάθε έργο και δεν εξαρτώνται αποκλειστικά από τον τρόπο δόμησης αλλά από την δημιουργική δυνατότητα του μελετητή, ως απόδειξη σε κάθε εποχή και σύστημα δόμησης εμφανίζονται τόσο καλλιτεχνικά αριστουργήματα όσο και υποδεέστερα έργα που στερούνται ευαισθησίας, παρότι υπακούν και τα δύο στον ίδιο ρυθμό, ενώ πχ. η λαϊκή δημιουργία των απλών μαστόρων εμφανίζει διάθεση προς την χειροτεχνική προκατασκευή, παραμένοντας ωστόσο αρμονική αισθητικά (Μπίρης: 1973β: 20).

Η τυποποίηση των διαστάσεων επιλύει λοιπόν καθαρά τεχνικά ζητήματα. Το modulos που χρησιμοποίησε ο Le Corbusier ήταν μία απόπειρα συσχετισμού του μέτρου με τις ανθρώπινες διαστάσεις, ένα μέσο δημιουργίας κλίμακας στο έργο με σκοπό να γενικευτεί στην προκατασκευή, ωστόσο τελικά εγκαταλείφθηκε, ο αρχαιοελληνικός κάναβος όμως ήταν ρυθμικό βήμα σύνθεσης του έργου (Μιχαηλής, 1973: 487).



Εικόνα 64: Ο ουρανοξύστης Mini Sky City στην Κίνα ολοκληρώθηκε σε χρόνο ρεκόρ 19 ημερών με προκατασκευή, όμως στερείται οποιασδήποτε αισθητικής αντίληψης.

Ο Π. Μιχελής (1973: 475) εύστοχα παρατηρεί πως η αισθητική θεώρηση στην προκατασκευή μετατρέπεται σε πραγματιστική μέσω του ορθολογισμού που επιβάλλεται από τον κάναβο, πχ. σε ένα ουρανοξύστη η προσθήκη ή αφαίρεση μερικών ορόφων δεν επιφέρει ουδεμία αισθητική αλλοίωση, όμως αυτό θα ήταν αδύνατο να γίνει σε ένα κλασικό μνημείο.

Η προκατασκευή λοιπόν δε μπορεί να ειπωθεί απερίφραστα ότι στερείται αισθητικής, το πρόβλημα είναι να μη χαθεί μέσω της επανάληψης η ανάγκη των κτηρίων για ταυτότητα και χαρακτήρα, που θα τα ξεχωρίσει από άλλα και αυτό αποτελεί όπως θα σχολιάσουμε παρακάτω αποκλειστικά έργο του αρχιτέκτονα. Εάν τα κτήρια πάψουν να είναι οργανικές συνθέσεις, τότε παύει να είναι και ο άνθρωπος το μέτρο στην αρχιτεκτονική και μεταβάλλεται σε μία επιτελική πράξη που απλά ικανοποιεί τις ποσοτικές προδιαγραφές μιας οικονομοτεχνικής μελέτης.

4.2 Η αρχιτεκτονική σκέψη στην προκατασκευή

Οι αρχιτέκτονες κυρίως είναι εύλογο να αντιμετωπίζουν την προκατασκευή με κάποιο σκεπτικισμό, καθώς ο ορθολογικός της χαρακτήρας αντίκειται στη συναισθηματική διάσταση της αρχιτεκτονικής πράξης, ωστόσο ο ρόλος του αρχιτέκτονα είναι κρίσιμος ώστε να συμβάλλει ώστε η προκατασκευή να είναι γόνιμη και χρήσιμη στην εξέλιξή της ώστε να ικανοποιεί τις οικονομοτεχνικές της απαιτήσεις χωρίς να αμελείται η καλλιτεχνική και αισθητική υποχρέωση των έργων, καθώς μόνο ο αρχιτέκτονας διαθέτει την ικανότητα να αξιοποιήσει τα τεχνολογικά πλεονεκτήματα της προκατασκευής φροντίζοντας να μην εξελιχθεί αυτή σε μία απλή μηχανοποιημένη πράξη (Μπίρης: 1973β: 28).

Η αρχιτεκτονική είναι ταυτόχρονα τέχνη και επιστήμη και δε μπορεί να απολέσει κανένα από αυτά τα δύο βασικά της χαρακτηριστικά. Είναι τέχνη διότι εφευρίσκει τον τρόπο να ικανοποιήσει το πνεύμα της εποχής της και να εμπνεύσει στον χρήστη συναισθήματα, αλλά και επιστήμη διότι κατορθώνει την ουμανιστική της θέση να τη μεταβάλλει σε πραγματικό, υλοποιήσιμο χώρο, όπου ο άνθρωπος θα ζήσει τόσο με τη βιολογική, όσο και με την πνευματική έννοια.



Εικόνα 65: Ο Άγιος Δημήτριος Λουμπαρδιάρης, του Δ. Πικιώνη του Φιλοπάππου, σε μία ανάπλαση μοναδική, όπου το αρχαίο συναντάται μυστηριακά με το νεότερο.

Η καλλιτεχνική μορφή του αρχιτεκτονήματος είναι αποτέλεσμα της φαντασίας του αρχιτέκτονα και αυτή την αξία των κτηρίων οφείλουμε να προστατέψουμε και όχι να καταργήσουμε (Μιχαηλός: 1973: 495). Διαθέτει η αρχιτεκτονική την εντυπωσιακή αυτή δυνατότητα να μεταβάλλει και τον πιο απλό χώρο σε τόπο αναζωογόνησης, να γίνεται μέσο για την ηθική και πνευματική ανύψωση του ανθρώπου.

Από αυτά είναι σαφές πως η αρχιτεκτονική έχει μόνο να συνεισφέρει στον τομέα της προκατασκευής. Να δώσει έκφραση και πραγματικό ρυθμό σε ένα πρακτικό σύστημα δόμησης, ώστε αυτό να παράγει και χώρους αρχιτεκτονικούς και όχι μόνο λειτουργικούς, άλλωστε το σύστημα δόμησης απλά είναι τρόπος υλοποίησης μιας σκέψης. Έτσι τα κτήρια της προκατασκευής θα μεταβληθούν σε αρχιτεκτονικές συνθέσεις και δεν θα έχουν στην πράξη κάτι να «ζηλέσουν» από τη σύγχρονη συμβατική δόμηση, ενώ επίσης θα γίνει σαφές στην προκατασκευή ότι η απομίμηση ιστορικών αρχιτεκτονικών μορφών μπορεί τεχνικά να είναι εφικτή μέσω της τυποποίησης, όμως είναι άσκοπη και εκτός της εποχής μας.

Ο ένας κίνδυνος που διαβλέπει ο Π. Μιχαηλός (1973: 495,497) είναι η προκατασκευή από μέσο δόμησης να γίνει αυτοσκοπός και ο άλλος είναι η ενδεχόμενη άρνηση της αρχιτεκτονικής να συνεργαστεί με τη βιομηχανοποιημένη δόμηση να καταστήσει τον αρχιτέκτονα έξω από την εξέλιξη των πραγμάτων. Ο πρώτος κίνδυνος εν μέρει έγινε δυστυχώς πραγματικότητα με τα χαμηλής ποιότητας και αισθητικής έργα της προκατασκευής. Ως προς το δεύτερο, ο σημερινός αρχιτέκτονας κατανοεί τις εξελίξεις και διαδραματίζει ρόλο. Τα αξιολογικά κτήρια προκατασκευής, ίσως όχι τόσο στην Ελλάδα, σίγουρα όμως στο εξωτερικό, σχεδιάζονται από αρχιτέκτονες, ιδίως στην περίπτωση της κατοικίας. Κρίνεται εδώ απαραίτητο να τονίσουμε ότι εφόσον η προκατασκευή είναι κατά κανόνα τεχνική πράξη, η συνεργασία του αρχιτέκτονα με άλλες ειδικότητες και οπωσδήποτε με τον πολιτικό μηχανικό επιβάλλεται, όπως ακριβώς και στη συμβατική κατασκευή. Να γίνει κατανοητό ότι η προκατασκευή έχει όλες τις απαιτήσεις μιας κατασκευής, όχι μόνο τη δέσμευση χαμηλού κόστους και γρήγορης υλοποίησης.

Ειδικά στην Ελλάδα όπου υπάρχουν ιδιαιτερότητες δόμησης και περιβάλλοντος η ευθύνη των αρχιτεκτόνων είναι σημαντική και οφείλουν (Μπίρης: 1973β: 29):

1. Να φροντίσουν για την ορθή ένταξη της προκατασκευής στο ελληνικό τοπίο ως προς τις μορφές, τα χρώματα, τους τόνους και αντιθέσεις, το γενικότερο χαρακτήρα της.
2. Να σεβαστούν την παλαιά οικοδομική και χειροτεχνική παράδοση που χάνεται στην ιστορία και έχει ιδιαίτερο ατομικό χαρακτήρα και έκφραση σε κάθε ελληνικό τόπο.
3. Να εξοικειώσουν τον ελληνικό πληθυσμό με τα πραγματικά πλεονεκτήματα της προκατασκευής, πράξη σχετικά δύσκολη γιατί ο ελληνικός λαός που έχει ιδιαίτερη ψυχосύνθεση και ιδιοσυγκρασία, ενδεχομένως μη-δεκτική προς τη ρυθμολογική ομοιομορφία.

Συμπεράσματα

Η οικοδομική τεχνολογία υποχρεωτικά ακολουθεί την πορεία της γενικότερης εξέλιξης των τεχνών και επιστημών. Σε αυτό το πλαίσιο οι βασικές ανθρώπινες ανάγκες παραμένουν σταθερές στην πορεία της ανθρωπότητας, όμως αλλάζουν οι προδιαγραφές κάλυψής τους και κυρίως στην εποχή της νεωτερικότητας έχει μεταβληθεί τόσο η σύνθεση όσο και ο αριθμός του ανθρώπινου πληθυσμού σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η προκατασκευή όπως είδαμε αναπτύσσεται ήδη από την προϊστορική περίοδο, παρότι η διάσταση την οποία είχε στους πολύ μακρινούς χρόνους αλλά και στους ιστορικούς χρόνους είναι πολύ διαφορετική από τη σημερινή. Ειδικά στην αρχαιότητα αλλά και στην Αναγέννηση βρίσκεται σε πλήρη εξάρτηση από τους αντίστοιχους ιστορικούς ρυθμούς, δηλαδή επικρατεί η αρχιτεκτονική και όχι ο ορθολογισμός, αποτελεί μέσο εξυπηρέτησης της ρυθμολογικής υπόστασης των κτηρίων. Όμως στη νεότερη περίοδο και ιδίως από την επικράτηση της Βιομηχανικής Επανάστασης η προκατασκευή παρακολουθώντας την ευρύτερη λογική της τυποποίησης που συνόδευε όλα τα βιομηχανικά προϊόντα, όπως πχ. το αυτοκίνητο, έγινε μέσο ελαχιστοποίησης του κόστους ανέγερσης των κτηρίων και του απαιτούμενου χρόνου, ώστε τελικά το εργοστάσιο αντικατέστησε το εργοτάξιο και η μηχανιστική πρακτική την αρχιτεκτονική σκέψη.

Στον 20^ο αιώνα και ιδίως σε σχέση με τις συνέπειες των πολέμων η προκατασκευή κλήθηκε από το δυτικό κόσμο να απαντήσει σε επείγουσες ανάγκες, οπότε ήταν εξαιρετικά δύσκολο να λειτουργήσει με αισθητική ποιότητα. Αυτό όμως ήταν και το καίριο σημείο που δυσχεραίνει ακόμη και σήμερα τη θετική πρόσληψή της από το μέσο ιδιώτη καταναλωτή, καθώς στη συνείδηση του κόσμου, ιδίως σε χώρες με πλούσια οικοδομική παράδοση όπως η Ελλάδα, οι αλλαγές στη νοοτροπία της κατοικίας συναντούν αντιστάσεις.

Η σύγχρονη εκδοχή της προκατασκευής προσπαθεί να συμβιβάσει την αισθητική ποιότητα των κτηρίων με την πρωταρχική απαίτηση η σχέση κόστους / προϊόντος να είναι πλεονεκτικότερη σε σχέση με τη συμβατική δόμηση. Στην Ελλάδα αυτό δεν ήταν το βασικό ερώτημα, καθώς η προκατασκευή, με εξαίρεση ίσως τα σχολικά κτήρια, κυμάνθηκε σε μέτρια επίπεδα εφόσον το μερίδιο της στην αγορά των ακινήτων κατελάμβανε ανέκαθεν μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό.

Συμπερασματικά, η παρουσία της προκατασκευής σε παγκόσμιο επίπεδο κάθε άλλο παρά ασήμαντη είναι και οι προοπτικές για το μέλλον αναμένουν ακόμη μεγαλύτερη ανάπτυξη σε σχέση με την ταχύτατη εξέλιξη των νέων καινοτόμων δομικών υλικών, όπως και των αντίστοιχων συστημάτων ξηράς δόμησης και συναρμολόγησης.

Οι επιλογές λοιπόν θα πρέπει να κινηθούν με γνώμονα την καλύτερη εκμετάλλευση της μεθόδου προς όφελος των καταναλωτών, της αρχιτεκτονικής, της βιομηχανίας και του τεχνικού κλάδου. Ο ρόλος που καλούνται να παίξουν οι αρχιτέκτονες είναι κρίσιμος, καθώς οι αμιγώς τεχνικοί επιστήμονες, πχ. πολιτικοί μηχανικοί, έχουν αναπτύξει στο γνωστικό τους πεδίο την προκατασκευή ως επιστήμη. Ο δισταγμός των αρχιτεκτόνων προερχόμενος τόσο από το αντικείμενο των πανεπιστημιακών σπουδών τους, όσο και από τη γενικότερη νοοτροπία του επαγγέλματος που δίνει εξέχουσα βαρύτητα στον καθαρό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, στη νοηματοδότηση της σύνθεσης και στην υψηλή αισθητική, θα αμβλυνθεί από τη συνειδητοποίηση ότι η προκατασκευή μπορεί να αποτελέσει επίσης αξιόλογο πεδίο αρχιτεκτονικής δημιουργίας και ως προς αυτό δεν έχουν διερευνηθεί πολλές από τις δυνατότητές της.

Στόχος λοιπόν για το σύνολο του τεχνικού και βιομηχανικού κόσμου θα πρέπει να είναι η αναβάθμιση της προκατασκευής κτηρίων σε επίπεδα που να διευκολύνουν τη διάδοσή της και αυτό, ιδιαίτερα στη δύσκολη για την οικοδομική βιομηχανία περίοδο που διανύουμε, αναμένεται να έχει και πολλαπλά οφέλη, εκτός από το οικονομικό σκέλος.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

1. Αραβαντινός, Α. (1973). «Επιπτώσεις της Προκατασκευής εις την Πολεοδομικήν και Χωροταξικήν», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριον της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.461-469.
2. Βαρίτου, Χρυσάνθη, Καραμιχαλάκου, Χαριτίνη, Νιάκαρος, Βασίλειος (1980). *Προκατασκευή στην Ελλάδα, δυνατότητες και προοπτικές*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Διάλεξη στην Έδρα Οικοδομικής, Αθήνα.
3. Ευφραιμίδης, Χ. (1973). «Μηχανικά μέσα βαρείας Προκατασκευής», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριον της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.129-164.
4. Frampton, Kenneth (1999). *Μοντέρνα αρχιτεκτονική. Ιστορία και Κριτική*, Μετάφραση: Θεόδωρος Ανδρουλάκης, Μαρία Παγκάλου, Εκδόσεις Θεμέλιο, Β' Έκδοση, Αθήνα.
5. Καλογεράς, Νικ. (1973). «Θεωρία της Ποιότητας», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριον της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.99-104.
6. Καλογεράς, Ν., Κιρπότην, Χ., Μακρής, Γ., Παπαϊωάννου, Ι., Ραυτόπουλος, Σ., Τζιτζιάς, Μ., Τουλιάτος, Π. (1999). *Θέματα Οικοδομικής*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Αρχιτεκτόνων, Τομέας Συνθέσεων Τεχνολογικής Αιχμής, Οικοδομική, Αθήνα.
7. Κατσάρας, Κώστας (2007). *Μοντέρνα προκατασκευασμένη κατοικία*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Τομέας Συνθέσεων Τεχνολογικής Αιχμής, Περιοχή Οικοδομικής, Διάλεξη, Αθήνα.
8. Le Corbusier (2004). *Για μια Αρχιτεκτονική*, Μετάφραση: Παναγιώτης Τουρνικιιώτης, Εκδόσεις Εκκρεμές, Αθήνα, Τίτλος πρωτότυπου: *Vers une Architecture* (1923).
9. Λιακοπούλου, Θεοδώρα (2007). «Γιατί να προτιμήσετε ένα προκατασκευασμένο σπίτι», Η Καθημερινή, 21-07-2007.
10. Μάντζαρης, Γιάννης & Τσιμπουκάκη, Γεωργία (2009). «Κατασκευή Πολυώροφου Προκατασκευασμένου Κτιρίου Μεγάλων Ανοιγμάτων και Σημαντικών Ωφελίμων Φορτίων», 16^ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 21-23/10/2009, Πάφος, Κύπρος, διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: http://library.tee.gr/digital/m2456/m2456_mantzaris2.pdf [2017-03-15]
11. Μανωλάτος, Γρ., Γιαννόπουλος, Π., Τσουκαντάς, Σ.Γ., Κούρτα, Ο., Τοπιντζής, Τ., Σκούρας, Γ., Ζώης, Χ., Κρίθαρης, Α. (2003). «Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα», 14^ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ-ΕΤ Σκυροδέματος, ΕΤΕΚ, τ.Γ'

- Κως, σσ. 335-346, διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο:
http://library.tee.gr/digital/m1964/m1964_81.pdf [2017-03-15]
12. Μιχελής, Π. (1973). «Προκατασκευή και Αισθητική», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.471-497.
 13. Μουγκογιάννη, Αργυρώ (2003). *Τυποποίηση, προκατασκευή & βαριά κατασκευή κατά την αρχαιότητα*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Αρχιτεκτονική & Σχεδιασμός του Χώρου, Κατεύθυνση Α', Διπλωματική Εργασία.
 14. Μουστεράκη, Κλαίρη, Δανδουλάκη, Μιράντα, Συμεωνίδης, Γιώργος (2008). «Το πρόγραμμα στεγαστικής αποκατάστασης σεισμοπλήκτων με παροχή έτοιμων τυποποιημένων κατοικιών. Σεισμοί Γρεβενών-Κοζάνης, 1995», 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας 5-7 Νοεμβρίου, 2008, Αθήνα.
 15. Μπίρης, Κυπριανός (1973α). «Συμπεράσματα του Σεμιναρίου Προκατασκευής», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.9-17.
 16. Μπίρης, Κυπριανός (1973β). «Η Σύγχρονος Δομική Προκατασκευή», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.19-30.
 17. Μπούρας, Θ. Χαράλαμπος (1991). *Μαθήματα Ιστορίας της Αρχιτεκτονικής*, Πρώτος Τόμος, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
 18. Παπαϊωάννου, Δημ. (1973). «Βιομηχανοποιημένοι τύποι (καλούπια) στοιχείων εξ' οπλισμένου σκυροδέματος», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.105-128.
 19. Ρωμαίος, Γερ. (1973). «Κατασκευή κτιρίων κατοικιών μέσω της βαρείας προκατασκευής», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.185-228.
 20. Σερεμετάκη, Μαρία (2015). «Προκατασκευή: Παρελθόν, Παρόν και Μέλλον. Τυποποίηση και Πιστοποίηση CE βάσει του Κανονισμού ΕΚ/305/2011», διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο:
<http://www.tuvaustriahellas.gr/briefing&page=2&item=186> [2017-03-15]
 21. Τάσιος, Θ. (1973). «Εισαγωγή εις τας μεθόδους μορφώσεως, υπολογισμού και ελέγχου των προκατασκευασμένων έργων εξ' οπλισμένου σκυροδέματος και πλαστικών», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.341-390.
 22. Τζουμάκη, Κανέλλα (2009). *Στοιχεία προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων : εφαρμογές και προοπτικές στην Ελλάδα*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Διπλωματική Εργασία, διαθέσιμη στο διαδικτυακό τόπο:
<http://hdl.handle.net/10889/2483> [2017-03-15]
 23. Τομπάζης, Αλ. (1973). «Δομή πόλεων - Βιομηχανοποιήσις της κατασκευής», Δομική Προκατασκευή, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος, Αθήναι, σσ.453-459.
 24. Τσουκαντάς, Σ. (2001). «Η εφαρμογή της προκατασκευής στα βιομηχανικά κτίρια», Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ, Τεύχος 2178, σσ.107-116.

25. Τσουκαντάς, Σπυρίδων & Κρεμμυδά, Γεωργία (2008). «Ο ελληνικός κανονισμός προκατασκευής και συγκρίσεις με τις διατάξεις του EC8, οι οποίες αναφέρονται στην προκατασκευή», 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας, 5-7 Νοεμβρίου, 2008, Αθήνα.
26. ΥΠΕΧΩΔΕ (1999). *Έγκριση Εθνικών Κειμένων Εφαρμογής (ΕΚΕΦ) που αφορούν σχεδιασμό έργων από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος*, Αριθμός Απόφασης Δ11(β) / 49, ΦΕΚ 1517Β / 27-07-1999.
27. Χατζηστεργίου, Μ. Γεώργιος (2000). «Η τεχνολογία παραγωγής των κτιρίων», Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ, Τεύχος 2096, σσ.80-82.

Αγγλική

1. Ballard, Glenn & Howell, Greg (1998). "What Kind of Production is Construction?", IGLC 1998, Proceedings.
2. Bernstein, M. Harvey, Gudgel, E. John, Laquidara-Carr, Donna (2011). *Prefabrication and Modularization: Increasing Productivity in the Construction Industry*, McGraw-Hill Construction, available online at: <https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/el/economics/Prefabrication-Modularization-in-the-Construction-Industry-SMR-2011R.pdf> [2017-03-15]
3. Burnham, Kelly (1951). *The Prefabrication of Houses. A study by the Albert Farwell Bemis Foundation of the Prefabrication Industry in the United States*, Published by the Technology Press of the Massachusetts Institute of Technology and John Wiley & Sons, Inc, New York.
4. Craig, Anthony, Laing, Richard, Edge, Martin (2000). "The social acceptability of prefabrication and standardisation in relation to new housing", 16th IAPS Conference: 21st century: Cities, social life and sustainable development, 4th-7th July 2000, Paris.
5. Craig, Anthony, Laing, Richard, Edge, Martin (2001). *Prefabricated Housing: an Assessment of Cost, Value and Quality*, Search, Faculty of Design, The Robert Gordon University, Aberdeen, available online at: <http://www.rgu.ac.uk/files/LaingCraigEdge2001.pdf> [2017-03-15]
6. Haase, Günther (1977). "Low-income housing thoughts", 1st International Conference on the Use of Prefabricated Building Elements, World Association for Element - Building and Prefabrication, In Participation with UNO, Published by Günther Haase, pp.37-41.
7. Gardiner, James (2008). *Exploring prefabrication. International study of prefabrication within aerospace, shipbuilding, automotive and construction industries*, available online at: https://www.architects.nsw.gov.au/download/BHTS/Gardiner_James_exploring_prefabrication.pdf [2017-03-15]

8. Glass, Jacqueline (2000). *The Future for Precast Concrete in Low-Rise Housing*, British Precast Concrete Federation Ltd, available online at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.466.1801&rep=rep1&type=pdf> [2017-03-15]
9. Koskela, Lauri (1992). "Application of the New Production Philosophy to Construction", Technical Report 72, Stanford University, available online at: <http://cife.stanford.edu/node/491> [2017-03-15]
10. Molk, László (1964). *Prefabricated Concrete for Industrial and Public Structures*, Eighth revised and enlarged edition with 569 figures, Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest.
11. Mole, Trevor (2001). "Prefabrication in UK Housing: 'Innovation or Deja Vu'?", CEEC/AEEBC Conference, 4th-6th October 2001, Dublin.
12. Nissen, Henrik (1972). *Industrialized buildings and modular design*, Designed and Published by the Cement and Concrete Association, London.
13. Project No. 226 (1958). *Prefabricated Building. A survey on some European systems*, Published by the European Productivity Agency of the Organisation for European Economic Co-operation, Paris.
14. Rydens, C.E. (1977). "Industrial development of building materials manufacture", 1st International Conference on the Use of Prefabricated Building Elements, World Association for Element - Building and Prefabrication, In Participation with UNO, Published by Günther Haase, pp.7-9.
15. Steinhardt, A. Dale, Manley, Karen, Miller, Wendy (2013). *Reshaping housing - the role of prefabricated systems*, School of Civil Engineering and Built Environment, Science and Engineering Faculty, Queensland University of Technology, available online at: <http://eprints.qut.edu.au/81175/1/reshaping-housing-prefabricated-systems.pdf> [2017-03-15]
16. Thoering, Hans-Erich (1977). "Prefabricated buildings in developing countries", 1st International Conference on the Use of Prefabricated Building Elements, World Association for Element - Building and Prefabrication, In Participation with UNO, Published by Günther Haase, pp.43-44.
17. Vale, Brenda (1995). *Prefabs. A history of the UK Temporary Housing Programme*, E&FN Spon, London.
18. White, R.B. (1965). *Prefabrication. A history on its development in Great Britain*. National Building Studies, Building Research Station, Her Majesty's Stationery Office, London.