

ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Ο επαναπροσδιορισμός της διαδικασίας κατασκευής ενός κτιρίου μέσω της χρήσης προκατασκευασμένων συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικότερες λύσεις με παράλληλη ενίσχυση της ποιότητας και της απόδοσης.

Παρουσίαση: ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΠΑΪΠΑΗ, διπλ. αρχιτέκτων μηχαν., MSc

Ο συμβατικός τρόπος δόμησης, που αφορά στη δημιουργία και συναρμολόγηση όλων των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου στο χώρο του εργοταξίου, δεν θα πρέπει να αποτελεί μονόδρομο για τις κατασκευές στις ημέρες μας, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι υστερεί σε αρκετά σημεία. Το υψηλό κόστος και η διευρυμένη διάρκεια κατασκευής, το αυξημένο ρίσκο αστοχίας και ανακρίβειας σε σχέση με τη μελέτη και ο αστάθμητος παράγοντας των καιρικών συνθηκών είναι μερικά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η σύγχρονη κατασκευαστική πρακτική. Παράλληλα, βιομηχανοποιημένες μέθοδοι χρησιμοποιούνται εδώ και δεκαετίες για τη μαζική παραγωγή δομικών συστημάτων, τα οποία παρέχουν κατασκευαστικές λύσεις με άριστη ποιότητα και χαμηλότερο κόστος.

Η προκατασκευή θεωρείται ο αποδοτικότερος τρόπος για τον έλεγχο των αστάθμητων συνθηκών στο εργοτάξιο και αφομοιώνεται ολοένα και περισσότερο στον τρόπο δόμησης της αμερικανικής και ευρωπαϊκής αρχιτεκτονικής. Στην Ελλάδα, αντίθετα, μόλις τα τελευταία χρόνια η προκατασκευή αρχίζει να "πειθεί" για την αποδοτικότητά της. Η προκατάληψη και ο συντηρητισμός των ιδιωτών, εργολάβων και δημόσιων φορέων, λόγω της παρεξηγημένης σύνδεσης της



1 (α, β)

Προκατασκευασμένη κατοικία.

Η κατασκευή της διήρκησε μόλις τρεις ημέρες.

Living Homes, αρχιτέκτων: Ray Kappe.

α. Προκατασκευή στο εργοστάσιο.

β. Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών.

2 (α, β)

Συγκρότημα 145 κατοικιών στην Αγγλία από προκατασκευασμένες μονάδες που συνδυάζουν χαμηλό κόστος, ευελιξία και υψηλή ενεργειακή απόδοση. Η συναρμολόγηση έγινε στο εργοτάξιο.

Oxley Park Houses, αρχιτέκτων: Richard Rogers.

3

Προκατασκευασμένα

εσωτερικά ακουστικά πετάσματα στο Νέο Μουσείο της Ακρόπολης, αρχιτέκτονες: Bernard Tschumi, Μιχάλης Φωτιάδης.



1α

1β



προκατασκευής με τις λυόμενες αυθαίρετες κατασκευές προηγούμενων δεκαετιών, δεν δημιούργησε πρόσφορο έδαφος για την ευρεία ανάπτυξη προκατασκευασμένων συστημάτων. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην Ελλάδα η προκατασκευή καταλαμβάνει μόνο το 2% του κατασκευαστικού κλάδου, έναντι του 12-14% στις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι ελληνικές εταιρείες προκατασκευασμένων στοιχείων δραστηριοποιούνται κυρίως σε τεχνικά έργα, έργα υποδομής, κτίρια βιομηχανικά ή αποθηκευτικά, καθώς και στην κατασκευή σχολικών αιθουσών μέσω προγραμμάτων του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων (Ο.Σ.Κ.).

Πλεονεκτήματα προκατασκευασμένης δόμησης

Η δόμηση με προκατασκευασμένα στοιχεία, που παράγονται στο προστατευμένο περιβάλλον του εργοστασίου και μεταφέρονται έτοιμα στο εργοτάξιο, όπου και συναρμολογούνται, παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι του συμβατικού τρόπου δόμησης εξ ολοκλήρου στο εργοτάξιο. Τα κυριότερα σημεία στα οποία υπερτερεί είναι:

- **Ταχύτητα στην κατασκευή.** Η μαζική παραγωγή των δομικών στοιχείων στη βιομηχανία, με σύγχρονες μεθόδους παραγωγής περιορίζει σημαντικά το χρόνο αποπεράτωσης ενός έργου σε σχέση με τη δόμηση αποκλειστικά στο εργοτάξιο. Παραδείγματα τεχνολογικά εξελιγμένων μεθόδων είναι οι αυτοματοποιημένες εγκατα-

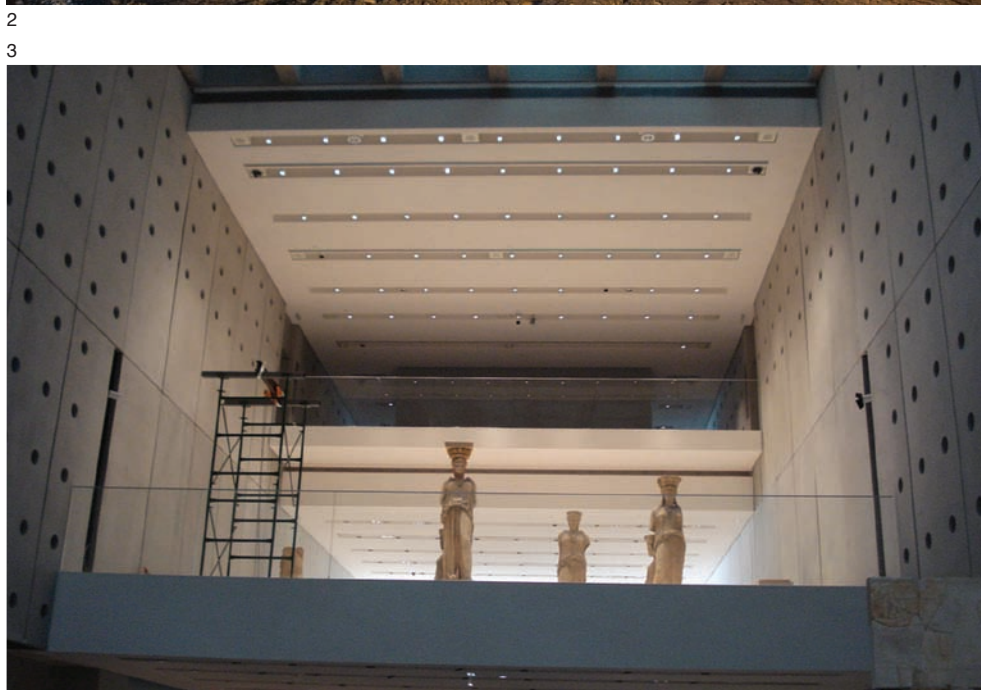
στάσεις παροχής σκυροδέματος, η χρήση δομητών, τα μηχανήματα ρομποτικής, οι τεχνικές ταχείας ωρίμανσης υλικών, όπως του σκυροδέματος κ.ά. Παράλληλα, αποφεύγονται οι καθυστερήσεις που οφείλονται σε ακατάλληλες καιρικές συνθήκες, όπως βροχή, χαλάζι, χιόνι, ακραίες θερμοκρασίες, άνεμο.

• **Χαμηλότερο κόστος κατασκευής.** Η μαζική, επαναλαμβανόμενη και αυτοματοποιημένη παραγωγή των δομικών στοιχείων μειώνει το κόστος παραγωγής τους. Επιπλέον, λόγω της περιορισμένης διάρκειας κατασκευής και της διεξαγωγής ενός μεγάλου μέρους της εργασίας στο εργοστάσιο, επιτυγχάνεται σημαντική μείωση των απαιτήσεων σε εργατικό δυναμικό και κατά συνέπεια σε ημερομίσθια. Τέλος, ο προκατασκευασμένος τρόπος δόμησης επιτρέπει τη σύνταξη λεπτομερούς προϋπολογισμού και εξασφαλίζει την ακρίβεια στην τήρησή του, καθώς εκμηδενίζει περιπτώσεις υπέρβασης του κόστους λόγω αστοχιών στην κατασκευή, ανεπιθύμητων καιρικών φαινομένων και άλλων αστάθμητων παραγόντων.

• **Εξασφάλιση ποιότητας.** Η προκατασκευή ενός μεγάλου μέρους του έργου στο εργοστάσιο και η προ-συναρμολόγηση επί μέρους δομικών στοιχείων με αυτοματοποιημένες διαδικασίες και από εξειδικευμένους υπαλλήλους εξασφαλίζει την υψηλή ποιότητα της κατασκευής. Επιπλέον, η διαδικασία παραγωγής προσαρμόζεται στις εκάστοτε απαιτήσεις, διενεργούνται ποιοτικοί έλεγχοι στις πρώτες ύλες, στις διεργασίες παραγωγής και στο τελικό προϊόν και παρέχονται πιστοποιήσεις και πολυετείς εγγυήσεις. Ιδιαίτερα στους τομείς της θερμομόνωσης και της αντισεισμικότητας, η ποιοτική εξασφάλιση της προκατασκευής είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι εξασφαλίζονται οι προδιαγραφές παραγωγής, εφαρμογής και συναρμολόγησης χωρίς τις δυσμενείς επιπτώσεις καιρικών φαινομένων.

• **Περιβαλλοντικά οφέλη.** Η εξασφάλιση των προδιαγραφών ποιότητας και απόδοσης των δομικών συστημάτων έχει ιδιαίτερη σημασία στην οικολογική δόμηση. Η ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από την απόδοση της θερμομόνωσης και τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών του στοιχείων. Κατά συνέπεια, η ακριβής εφαρμογή των προδιαγραφών της ενεργειακής μελέτης, που επιτυγχάνεται με την προκατασκευασμένη δόμηση, εξασφαλίζει διάρκεια και βιωσιμότητα στη σύγχρονη κατασκευή. Επιπλέον περιβαλλοντικά οφέλη είναι η εξοικονόμηση υλικών λόγω ελαχιστοποίησης της ποσότητας των μπάζων, η δυνατότητα ανακύκλωσης των υλικών και η μείωση του αντίκτυπου ενός εργοταξίου στην ευρύτερη περιοχή (π.χ. θόρυβος, σκόνη, μπάζα, κυκλοφοριακή συμφόρηση κ.ά.).

• **Συνεργασία σχεδιασμού και κατασκευής.** Η διάσταση μεταξύ του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και της κατασκευής αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της κατασκευαστικής



I (α, β)

Πρωτότυπη μινιμαλιστική κατοικία στο Τόκιο, στην οποία κάθε δωμάτιο αποτελεί μια ξεχωριστή προκατασκευασμένη μονάδα, ανεξάρτητα τοποθετημένη στο οικόπεδο.

Morigama house,
αρχιτέκτων: Ryue Nishizawa.

α. Γενική άποψη.

β. Κάτοψη.

2

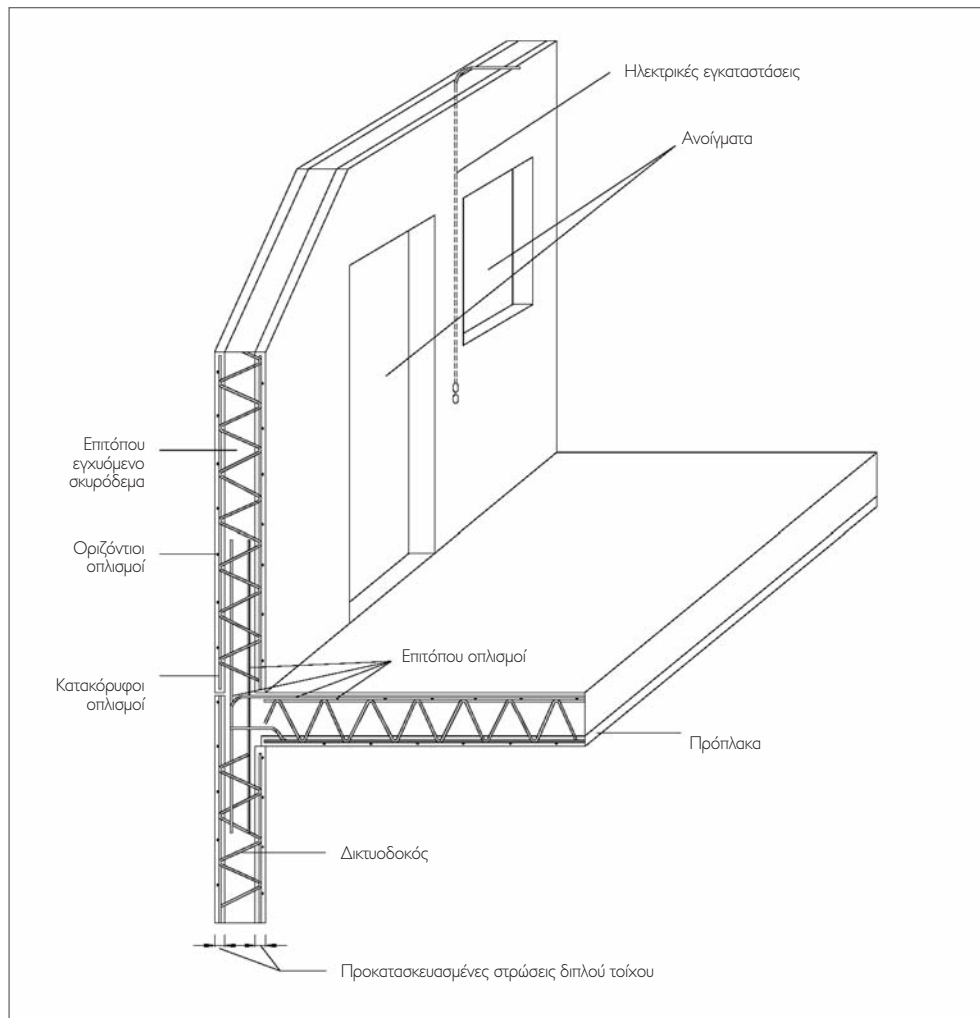
Τρισδιάστατη απεικόνιση συστήματος δόμησης με διπλό τοίχιο και πρόπλακες.

Τα προκατασκευασμένα στοιχεία συναρμολογούνται στο εργοτάξιο και εγχύεται επιτόπου σκυρόδεμα στο διάκενο των τοιχωμάτων και στην πρόπλακα.



1α

2



1β

πρακτικής, ιδιαίτερα στην Ελλάδα. Ανάμεσα στον αρχιτέκτονα και στο τελικό προϊόν μπορεί να μεσολαβεί ένα δίκτυο ανθρώπων από διαφορετικούς κλάδους όπως εργολάβων, υπεργολάβων, συμβούλων, συνεργείων τεχνιτών, διακοσμητών ή ακόμη και κρατικών φορέων, που λόγω έλλειψης συντονισμού, σαφούς οργανογράμματος και κατανομής αρμοδιοτήτων, δημιουργούν ένα κτίριο διαφοροποιημένο από του αρχικού σχεδιασμού. Η προκατασκευή είναι μια αποδοτική λύση αποκατάστασης του χάσματος μεταξύ αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και κατασκευαστέου έργου.

Μέθοδοι προκατασκευής

Οι μέθοδοι προκατασκευής μπορούν να διαχωριστούν σε δύο γενικές κατηγορίες:

- **Μέθοδοι συμπαγούς κατασκευής.** Πρόκειται για προκατασκευασμένα στοιχεία από σκυρόδεμα ή τοιχοποιία. Περιλαμβάνουν δύο υπο-

κατηγορίες: τα **πετάσματα** και τα **συστήματα επαναλαμβανόμενων μονάδων (modul)**. Ως επαναλαμβανόμενη μονάδα ορίζεται η βασική γεωμετρική ενότητα ενός συναρμολογημένου συστήματος που μπορεί να περιλαμβάνει ακόμη και τα μεμονωμένα στοιχεία που το εξοπλίζουν, όπως υποστυλώματα, κουφώματα, έπιπλα. Η επανάληψη τέτοιων μονάδων οδηγεί στη δημιουργία ολοκληρωμένων κτιρίων.

• **Μέθοδοι δομής πλαισίου.** Είναι συστήματα πλαισίων από χάλυβα ή ξύλο. Η πλήρωσή τους μπορεί να γίνει από οποιοδήποτε υλικό. Η κατανόηση και η κατάλληλη εφαρμογή αυτών των συστημάτων καθορίζουν το σχεδιασμό και τη φόρμα του κτιρίου. Ως προς την ευελιξία τους, τα πλαίσια είναι η πιο ευέλικτη δομή, ακολουθούν τα πετάσματα και, τέλος, οι επαναλαμβανόμενες μονάδες. Αντίθετα, ως προς το βαθμό της προκατασκευής τους ακολουθούν αντίστροφη σειρά, οι επαναλαμβανόμενες μονάδες είναι προκατασκευασμένες στο μεγαλύτερο βαθμό.

Σε κάθε έργο το επίπεδο της προκατασκευής που θα εφαρμοστεί είναι σε απόλυτη συνάρτηση με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Το κόστος, η πολυπλοκότητα της κατασκευής και οι συνθήκες του εργοταξίου επηρεάζουν την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου.

Συστήματα δομικής προκατασκευής

Ως προς τον τύπο της προκατασκευής διακρίνονται δύο κατηγορίες:

• **Ανοιχτή προκατασκευή.** Αυτό το σύστημα περιλαμβάνει την παραγωγή ελαφρότερων, μεμονωμένων και ομοιότυπων στοιχείων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικιλία μορφολογικών και δομικών συνδυασμών. Λόγω της μαζικής παραγωγής τους είναι οικονομικά, ευέλικτα και είναι συμβατά με όλα τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία, προκατασκευασμένα ή μη.

• **Κλειστά συστήματα.** Σε αντίθεση με την ανοιχτή προκατασκευή, όλα τα δομικά στοιχεία του συστήματος, φέροντα και μη, είναι προκατασκευασμένα. Συνεπώς χαρακτηρίζονται από πολύ μικρότερο βαθμό ευελιξίας.

Ένα κτίριο, στο οποίο συνδυάζονταν τα κλειστά με τα ανοιχτά συστήματα, αποτελεί την ιδανική λύση, επειδή γίνεται εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων και των δύο. Ένα κλειστό σύστημα για το φέροντα οργανισμό θα μπορούσε να συνδυαστεί με ένα ευέλικτο ανοιχτό για τη διαμόρφωση όλων των εσωτερικών χώρων.

Με κριτήριο το βάρος και τη δυσκαμψία της προκατασκευής διακρίνονται επίσης δύο κατηγορίες:

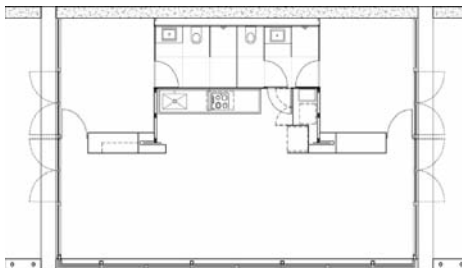
• **Ελαφριά προκατασκευή.** Χρησιμοποιούνται ελαφρά οικοδομικά στοιχεία, όπως γυψοσανίδες, τσιμεντοσανίδες, υαλοπετάσματα και άλλα πετάσματα βάρους μέχρι ενάμιση τόνου. Συνήθως απευθύνεται σε εσωτερικές διαρρυθμίσεις, πετάσματα προσόψεων και κατοικίες.

• **Βαριά προκατασκευή.** Είναι η προκατασκευή από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυ-

ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ PERRINEPOD

Η προκατασκευασμένη κυψέλη Perrinepod χαρακτηρίζεται από ευελιξία, πολυτέλεια, αντοχή και οικολογικό σχεδιασμό. Κάθε μονάδα, σχεδιασμένη από τον αρχιτέκτονα Jean-mic Perrine, λειτουργεί και αυτόνομα ως μικρή κατοικία με ένα δωμάτιο ή σε συνδυασμό με άλλες για τη δημιουργία μεγαλύτερων κατοικιών. Επιπλέον, οι κυψέλες μπορούν να συναρμολογηθούν καθ' ύψος, σχηματίζοντας πολυώροφες κατασκευές έως και 30 επιπέδων.

Ο σκελετός του κτιρίου κατασκευάζεται από προκατασκευασμένα, προεντεταμένα, ενισχυμένα στοιχεία σκυροδέματος και είναι ανθεκτικός ακόμη και στις πιο αντίξοες συνθήκες, όπως σεισμούς ή κυκλώνες. Ο οικολογικός σχεδιασμός της PerrinePod αφορά στα υλικά, στα συστήματα που χρησιμοποιούνται και στη μεγάλη διάρκεια ζωής της.



ρόδεμα και περιλαμβάνει φέροντα ή μη φέροντα στοιχεία. Αποτελεί την ιδανική λύση για κατασκευές μεγάλης κλίμακας, με ισχυρή φόρτιση, μεγάλα ανοίγματα και μεγάλους χώρους, χωρίς τη διακοπή από υποστυλώματα.

Παραδείγματα συστημάτων βαριάς προκατασκευής

Σύστημα δόμησης με διπλό τοίχιο και πρόπλακες

Ο διπλός τοίχος είναι ένας τρόπος κατασκευής που αναπτύχθηκε στη Γερμανία και χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής. Τα τοιχία κατασκευάζονται προσανατολισμένα στη μελέτη και στις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε έργου, γεγονός που καθιστά τη συγκεκριμένη τεχνική ευέλικτη και εφαρμόσιμη σε κτιριακά και τεχνικά έργα.

Το σύστημα βασίζεται σε βιομηχανικά κατασκευασμένο διπλό τοίχο, που αποτελείται από δύο στρώσεις σκυροδέματος με ενδιάμεσο διάκενο. Ήδη από το στάδιο της παραγωγής, οι δύο στρώσεις συνδέονται μεταξύ τους με τρισδιάστατες μεταλλικές δικτυοδοκούς. Στο χώρο του εργοταξίου οι διπλοί τοίχοι τοποθετούνται κατακόρυφα σε διαδοχή και συναρμολογούνται μεταξύ τους. Επιστεγάζονται με προκατασκευασμένες σύμμεικτες πρόπλακες με προεξέχοντες δοκιδωτούς οπλισμούς (girders) και ακολουθεί σκυροδέτηση του διάκενου μεταξύ των πλακών και της τελικής επιφάνειας της πρόπλακας. Με κατάλληλη επιτόπου όπλιση

πραγματοποιείται η πάκτωση στη θεμελίωση και η σύνδεση των επιπέδων. Το αποτέλεσμα του συγκεκριμένου τρόπου δόμησης είναι η δημιουργία μονολιθικής φέρουσας κατασκευής, κατάλληλης για αντισεισμικά κτίρια. Σε αντίθεση με τη συμβατική κατασκευή, στην οποία η τοιχοποιία είναι κυρίως από οπτοπλινθοδομή και συμμετέχει ελάχιστα στην αντισεισμική προστασία του κτιρίου, η διπλή τοιχοποιία από σκυρόδεμα λειτουργεί ως φέρων οργανισμός. Η εξωτερική επιφάνεια των τοίχων είναι εξαιρετικά λεία, διευκολύνοντας την εφαρμογή επιστρώσεων, ενώ η εσωτερική παρουσιάζει επιτηδευμένη τραχύτητα για την αποδοτικότερη σύνδεση μεταξύ προκατασκευασμένου και χυτού σκυροδέματος.

Ο αυτοματισμός στην προκατασκευή μπορεί να υιοθετηθεί στην παραγωγή, συναρμολόγηση και διαχείριση του συστήματος, οδηγώντας σε σημαντική βελτίωση της παραγωγικότητας, της ποιότητας και της ασφάλειας με ταυτόχρονη μείωση του κόστους.

I (α, β, γ)

Οι σύγχρονες τεχνικές προκατασκευής επιτρέπουν δημιουργικότητα και ευελιξία στο σχεδιασμό, καταρρίπτοντας την προκατάληψη περί τυποποιημένης αρχιτεκτονικής. Κατοικία στην Ελβετία, αρχιτέκτων: Daniel Libeskind.

2

Στο πλαίσιο ενός ερευνητικού προγράμματος του πανεπιστημίου της Πενσυλβάνια των Η.Π.Α., αναπτύχθηκε το υβριδικό μοντέλο οικολογικής, οικιστικής προκατασκευής MorningStar Home.

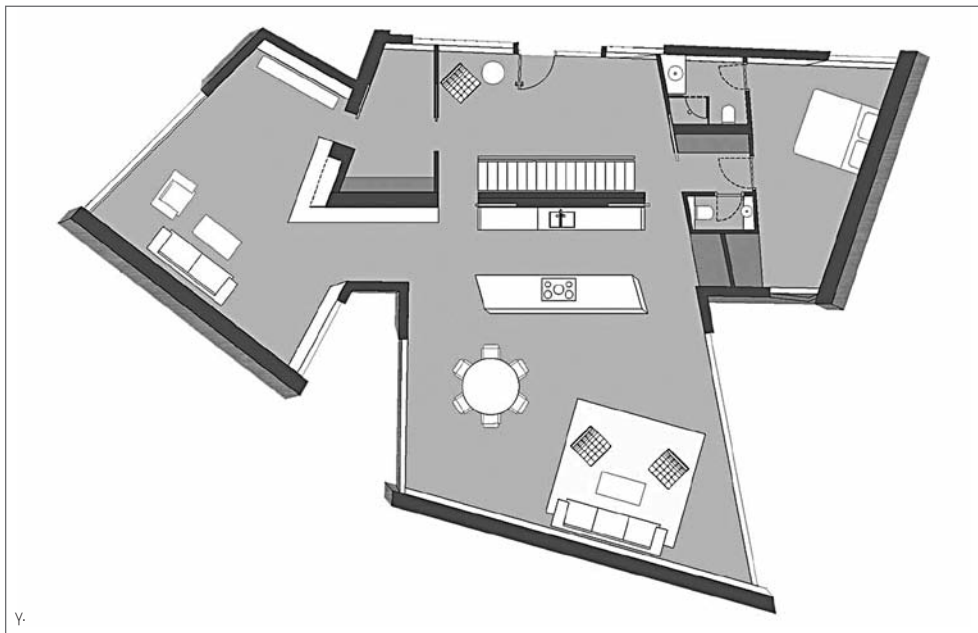
Η κατοικία χωρίζεται σε ζώνη βοηθητικών χρήσεων, ζώνη κατοικίας και μεταβατική ζώνη. Η πρώτη ζώνη αποτελεί μια ενιαία προκατασκευασμένη μονάδα, ενώ η ζώνη κατοικίας αποτελείται από συναρμολογούμενα προκατασκευασμένα στοιχεία και διαμορφώνεται ανάλογα με τα κλιματικά δεδομένα και τις ανάγκες των χρηστών.



α.



β.



γ.



2

Επιπλέον, τα τοιχώματα είναι υδατοστεγή και παρουσιάζουν θερμομονωτικές ιδιότητες με μόνωση πολυουρεθάνης.

Μεταφερόμενες κυψέλες σκυροδέματος

Πρόκειται για σύστημα από τρισδιάστατες προκατασκευές (κυψέλες ή κουτιά). Βασικά στοιχεία του συστήματος είναι η τυπική κυψέλη και ο τρόπος συνδεσμολογίας μεταξύ τους.

Η αποδοτική ανάπτυξη ενός συστήματος κυψελών προϋποθέτει την ενοποίηση των διαστάσεων των επί μέρους στοιχείων και τη δυνατότητα χρήσης τυποποιημένων δομικών στοιχείων. Κατά συνέπεια κρίνεται απαραίτητος ο καθορισμός μεγεθών και ο σχηματισμός καννάβου στην κάτοψη. Οι πιο συνηθισμένες διαστάσεις κυψέλης στην ελληνική αγορά είναι $3,60 \times 7,20$ (m) και συνολικού ύψους 3,50 m (περίπου 3,00 m καθαρό ύψος εσωτερικά).

Μια τυπική κυψέλη συντίθεται από **τοιχώματα** και **πλάκες**. Τα τοιχώματα, εξωτερικά ή εσωτερικά, διατίθενται με ή χωρίς ανοίγματα, ανάλογα με τη μελέτη. Ειδικά, τα εξωτερικά τοιχώματα φέρουν πλήρη θερμομόνωση και ηχομόνωση. Αντίστοιχα και οι πλάκες δαπέδου και οροφής φέρουν μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης. Παράλληλα με τις τυπικές μονάδες, υπάρχουν και κυψέλες ειδικών χρήσεων, όπως εισόδου, ανελκυστήρα, κλιμακοστασίου κ.ά.

Η συναρμολόγηση των επί μέρους προκατασκευασμένων στοιχείων για τη δημιουργία κυψέλης πραγματοποιείται στο εργοστάσιο, εξα-

σφαλίζοντας υψηλή ποιότητα παραγωγής και ύστερα μεταφέρονται στο εργοτάξιο. Η κατακόρυφη σύνδεση των κυψελών γίνεται με προέκταση και η οριζόντια με χαλύβδινους συνδέσμους και κοκλίωσεις.

Ηλεκτρονική και αυτοματοποιημένη προκατασκευή

Ο στόχος του αυτοματισμού, σε όλους τους τομείς που βρίσκει εφαρμογές, είναι η βελτίωση της παραγωγικότητας, της ποιότητας, της ασφάλειας και η μείωση του κόστους. Ο κλάδος της προκατασκευής ήταν ανέκαθεν εξοικειωμένος με την πρακτική της μαζικής παραγωγής και τη λογική της μαζικής προσαρμογής ενός προϊόντος σε ειδικές απαιτήσεις. Κατά συνέπεια είναι πρόσφορο το έδαφος, σε σύγκριση με το συμβατικό τρόπο εξ ολοκλήρου κατασκευής στο εργοτάξιο, να υιοθετήσει αυτοματισμούς, να τους αφομοιώσει στη διαδικασία και να βελτιστοποιήσει το αποτέλεσμα.

Ο αυτοματισμός σε σχέση με τον τομέα της προκατασκευής, απευθύνεται σε τρεις κατηγορίες διεργασιών:

- **Παραγωγή επί μέρους στοιχείων.** Είναι το στάδιο της κατασκευής των μονάδων, δηλαδή δομικά στοιχεία, πετάσματα, πλαίσια, κυψέλες κ.ά.
- **Συναρμολόγηση.** Τα επί μέρους στοιχεία μεταφέρονται, εγκαθίστανται και συναρμολογούνται στο χώρο του εργοταξίου από διαφορετικά εξειδικευμένα συνεργεία.
- **Οργάνωση και υποστήριξη της κατασκευής.** Περιλαμβάνει διαχείριση του έργου, προμήθειες υλικών, οργάνωση εργασιών, προγραμματισμό και τη διαχείριση και διακίνηση της ανάλογης τεκμηρίωσης.

Το σημαντικότερο εργαλείο, που καθιστά εφικτό τον αυτοματισμό σε οποιαδήποτε κλίμακα, είναι ο υπολογιστής και οι εφαρμογές τρισδιάστατου σχεδιασμού και απεικόνισης. Έτσι προέκυψε και ο όρος "**ηλεκτρονική προκατασκευή**". Με τη χρήση των προγραμμάτων ηλεκτρονικής σχεδίασης CAD προκύπτει ένα τρισδιάστατο μοντέλο του κτιρίου, που συνεργάζεται με σύγχρονα εργαλεία κοπής ηλεκτρονικού αριθμητικού ελέγχου (CNC) ή τρισδιάστατους εκτυπωτές (3D plotters) για την παραγωγή τρισδιάστατων καλουπιών μαζικής παραγωγής επί μέρους στοιχείων ή την άμεση παραγωγή τρισδιάστατων πρωτοτύπων οποιουδήποτε σχήματος και φόρμας. Τα σύγχρονα εργαλεία σχεδιασμού έχουν υιοθετήσει και την τέταρτη διάσταση, του χρόνου, συνδέοντας την τρισδιάστατη σχεδίαση με τη λεπτομερή προσομοίωση της διαδικασίας κατασκευής. Η αυτοματοποιημένη ανταλλαγή δεδομένων και η ευρεία χρήση του **μοντέλου BIM (building information model)**, τα τελευταία χρόνια, δραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αυτοματοποιημένη προκατασκευή. Το μοντέλο BIM είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών μιας κτιριακής

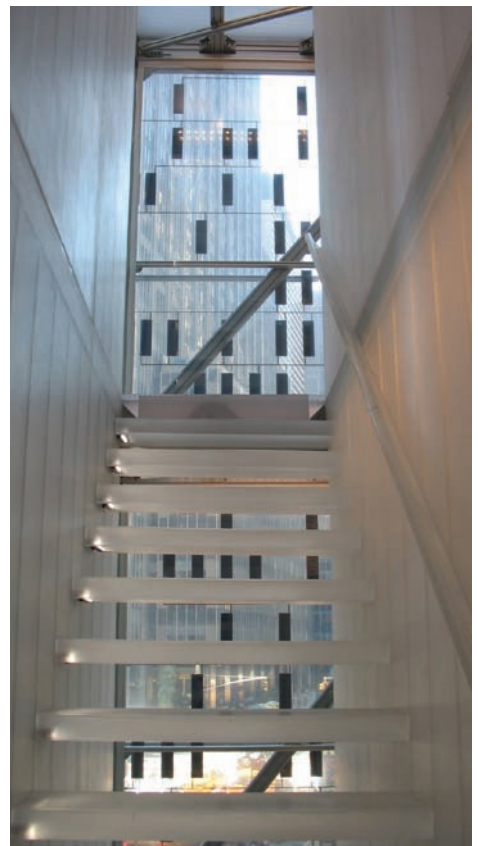
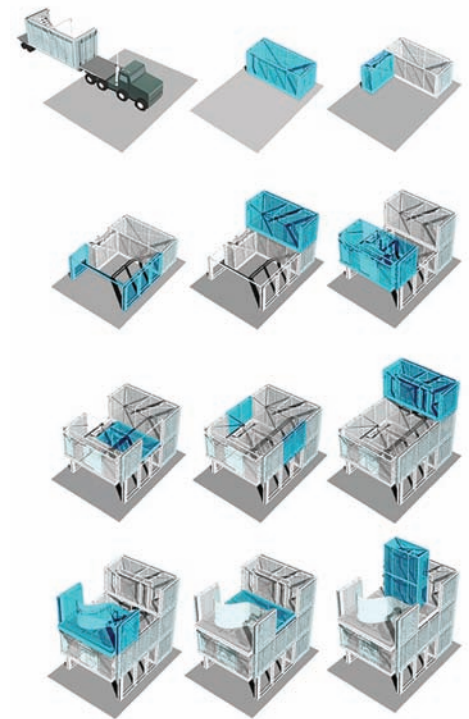
ΠΕΝΤΑΩΡΟΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ CELLOPHANE HOUSE

Το αρχιτεκτονικό γραφείο Kieran Timberlake Associate παρουσίασε το Cellophane House, στο πλαίσιο της εξερεύνησής του για νέες κατασκευαστικές πρακτικές.

Πρόκειται για προκατασκευασμένο κτίριο που βασίζεται στη συναρμολόγηση επαναλαμβανόμενων μονάδων, γεγονός που επιτρέπει μεγάλο βαθμό ευελιξίας.

Είναι μια πεντάωροφη κατοικία 170 m², με δύο υπνοδωμάτια και δύο μπάνια και η συναρμολόγησή της διήρκεσε μόλις 16 ημέρες. Κατασκευάστηκε από σκελετό αλουμινίου και πλάκες οροφής από πολυκαρβονικό υλικό.

Η κατοικία είναι ενεργειακά αυτόνομη, χάρη στα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που ενσωματώνονται στο κέλυφος. Στις όψεις τοποθετείται ειδικός υμένας για την προστασία από την ηλιακή ενέργεια και την υπερβολή ακτινοβολία.



Η πρόταση των αρχιτεκτόνων su II architecture + design για την προκατασκευασμένη κατοικία βασίζεται στην κατασκευή ενός μεταλλικού ή ξύλινου σκελετού, ο οποίος κατόπιν "ντύνεται" με ολοκληρωμένες μονάδες, που συνδυάζουν τοίχους, οροφές, δάπεδα, ακόμη και επίπλωση.



εγκατάστασης από τη σύλληψη του σχεδίου και σε όλη τη διάρκεια ζωής του. Αποτελεί ένα παραμετρικό μοντέλο του κτιρίου που παρακολουθεί, καταγράφει, διαχειρίζεται και παρουσιάζει τα δεδομένα και τις μεταξύ τους σχέσεις από όλες τις οπτικές. Στα δεδομένα συγκαταλέγονται όλα τα σχέδια, τοπολογικές πληροφορίες, οικονομικά και νομικά στοιχεία, σχέδια μηχανολογικών, ηλεκτρολογικών και υδραυλικών εγκαταστάσεων, προδιαγραφές προϊόντων, αποτελέσματα ενεργειακών προσομοιώσεων κ.ά.

Στα αυτοματοποιημένα εργοτάξια γίνεται χρήση ρομποτικής τεχνολογίας τόσο για τη συναρμολόγηση, όσο και για τη διαχείριση. Αυτή η μέθοδος παρουσιάζει προς το παρόν σημαντικούς περιορισμούς, όπως την ανταπόκριση των μηχανημάτων στην πολυπλοκότητα της διαδικασίας κατασκευής, την προσαρμοστικότητά τους στο δυναμικό και εναλλασσόμενο περιβάλλον ενός εργοταξίου, την ανάγκη για εκτέλεση πολλαπλών εργασιών με διαφορετικά χαρακτηριστικά και τελικά την αντιστοιχία κόστους - απόδοσης. Ωστόσο, οι εξελίξεις στον τομέα της ρομποτικής τεχνολογίας υπόσχονται να υπερπηδήσουν τους

προαναφερθέντες περιορισμούς, ώστε να αυτοματοποιηθεί πλήρως η διαδικασία κατασκευής. ■

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Herbers Jill, **prefabmodern**, HarperCollins Publishers, 2004.
- Iulo L., **Hybrid Prefabrication: prototypes for green residential construction**, Wood Structures Symposium, Amherst, 2008.
- Neelamkavil J., **Automation in the prefab and modular construction industry**, 26th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Austin, Texas, 2009.
- Molinari O., **Σύμμικτες κατασκευές χάλυβα - σκυροδέματος με τη χρήση προκατασκευασμένης πλάκας GIRDER**, 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος Τ.Ε.Ε., Ε.Τ.Ε.Κ., Αλεξανδρούπολη, 2006.
- **Your house**, Research and Design Project, MIT Design Laboratory, 2008.
- Απέργης Α., **Προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία & η συμβολή τους στα τεχνικά έργα**, 1^ο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, Τ.Ε.Ε., Αθήνα, 2008.
- Μανωλάτος Γρ., Γιαννόπουλος Π., Τσουκαντάς Σ. Γ., Κούρτα Ο., Τοπιντζής Τ., Σκούρας Γ., Ζώης Χ., Κριθαρης Α., **Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα**, Συνέδριο Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε., Κως, 2003.

- Τσουκαντάς Σ.Γ., Τοπιντζής Τ.Δ., **Σύστημα δομήσεως με βάση προκατασκευασμένα διπλά τοιχώματα**, 15^ο Συνέδριο Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε., Ε.Τ.Ε.Κ., Αλεξανδρούπολη, 2006.
- Τεχνικά φυλλάδια εταιρειών: SMART BUILDING, PRECONSTRUCTA Α.Ε.Β.Τ.Ε., LIVINE HOMES, MARMOR RADZINER, TOP ELEMENT, ΑΡΜΟΣ ΠΡΟΚΑΤ, ΕΔΡΑΣΗ - Χ.ΨΑΛΛΙΔΑΣ Α.Τ.Ε., ΙΩΑΝΝΙΝΗΣ ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, ΠΡΟΕΤ Α.Ε., ΦΑΝΤΑ ΡΕΑΛ Α.Β.Ε.Τ.Ε.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΙ ΣΤΑ ΤΕΥΧΗ "ΚΤΙΡΙΟ"

- Προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος. Τεύχος 169/2005, σελ. 39.
- Αρχιτεκτονική & προκατασκευή. Τεύχος 7/2008, σελ. 81.
- Συνδέσεις συστημάτων προκατασκευής από σκυρόδεμα. Τεύχος 3/2010, σελ. 103.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΒΡΕΙΤΕ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ
Υ - ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ 2012
Επιλογές δομικών υλικών

ή επισκεφθείτε το www.ktirio.gr