



©Simpex.

# ΚΑΛΟΥΠΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

**ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΑ  
ΥΛΙΚΑ ΔΙΝΟΥΝ ΜΟΡΦΗ  
ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ  
ΣΤΙΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ**

Παρουσίαση: ΠΑΝΑΠΩΤΗΣ ΒΕΡΓΟΥΛΗΣ,  
πολιτικός μηχανικός Π.Θ.  
& μεταλλειολόγος μηχανικός Ε.Μ.Π., MSc

Στην Ελλάδα, το σκυρόδεμα συνιστά μέχρι και σήμερα το κύριο οικοδομικό υλικό για την κατασκευή του φέροντος οργανισμού κτιρίων. Η ανάπτυξη των καλούπιών κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα υπήρξε παράλληλη με την ανάπτυξη των κατασκευών από σκυρόδεμα.

Σκοπός του σχεδιασμού και της κατασκευής καλούπιών είναι η χύτευση του νωπού σκυροδέματος στη μορφή και στις διαστάσεις που απαιτεί η μελέτη του εκάστοτε έργου. Τα καλούπια φέρουν με ασφάλεια το σύνολο των φορτίων, μέχρι το σκυρόδεμα να στερεοποιηθεί και να αποκτήσει επαρκή αντοχή.

Το καλούπι είναι μια προσωρινή κατασκευή, που αποτυπώνεται μόνιμα στο σκυρόδεμα. Δημιουργείται γρήγορα, δέχεται μεγάλα φορτία για λίγες ώρες κατά τη σκυροδέτηση, και εντός ενός χρονικού διαστήματος λίγων ημερών αφαιρείται για μελλοντική χρήση σε άλλο έργο. Χαρακτηριστικό της προσωρινής φύσης της εν λόγω κατασκευής είναι οι ενώσεις, τα στηρίγματα και οι προσαρμογές, που χρειάζονται, για να συγκρατηθούν

τα διάφορα τμήματα μεταξύ τους. Τα καλούπια χρησιμοποιούνται ξανά και ξανά, πολλές φορές καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους. Τα κύρια μέρη ενός καλούπιού είναι:

- το πέτωμα, που είναι η επιφάνεια του καλούπιού που έρχεται σε άμεση επαφή με το σκυρόδεμα (δίνει το σχήμα και τις διαστάσεις του δομικού στοιχείου και διαμορφώνει τη μορφή της τελικής επιφάνειας του σκυροδέματος),
- οι ενώσεις και τα στηρίγματα του πετώματος,
- τα στηρίγματα του καλούπιού, ώστε τα φορτία να μεταφέρονται μέσω αυτών είτε στο έδαφος είτε στα ικρίσματα.

## Χαρακτηριστικά καλούπιών σκυροδέματος

Τα απαραίτητα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα καλούπι σκυροδέματος, ανεξαρτήτως του υλικού κατασκευής του, είναι τα ακόλουθα:



1. Καλούπια σκυροδέματος τοποθετούνται κατά την ανέγερση κτιρίων πριν τη σκυροδέτηση, για να δώσουν μορφή και να στηρίξουν το νωπό σκυρόδεμα, μέχρι να επιτευχθεί η σκλήρυνσή του.  
Πηγή: Ulma.

2. Μεταλλικό καλούπι για σκυροδέτηση τοιχείου.  
Πηγή: Peri.

- Αντοχή ικανή να αναλάβει με ασφάλεια φορτία και ασκούμενες πιέσεις. Ειδικότερα, πρέπει να μπορεί να αναλάβει:
  - α. το σύνολο των κατακόρυφων φορτίων, τόσο του σκυροδέματος (μόνιμα φορτία), όσο και των εργαζομένων (κινητά φορτία), μέχρις ότου το σκυρόδεμα αποκτήσει την αντοχή του,
  - β. την πίεση, που ασκεί το ρευστό σκυρόδεμα στα κατακόρυφα τοιχώματα του καλουπιού, λόγω της υδροστατικής πίεσης, δεδομένου ότι αυτή η πίεση είναι μεγαλύτερη στα κατώτερα τμήματα των τοικωμάτων και ειδικά στα καλούπια λεπτών και υψηλών υποστυλωμάτων, ενώ η προσθήκη ρευστοποιητών προκαλεί καθυστέρηση της πήξης του σκυροδέματος, με αποτέλεσμα την αύξηση της υδροστατικής πίεσής του· αντιθέτως, η αύξηση της θερμοκρασίας του σκυροδέματος επιταχύνει

- την πήξη του και συνεπώς περιορίζει τις οριζόντιες ωθήσεις, που ασκούνται στα τοιχώματα.
- γ. την πίεση που ασκείται στο καλούπι κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης, λαμβανομένου υπόψη ότι η μείωση του ύψους, από το οποίο γίνεται η έγχυση του σκυροδέματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των οριζόντιων ωθήσεων στα τοιχώματα του καλουπιού,
- δ. την πίεση που δημιουργείται από τη δόνηση του σκυροδέματος κατά τη συμπύκνωσή του,
- ε. την πίεση του ανέμου,
- στ. τυχηματικές δράσεις (π.χ. σεισμό), που μπορεί να συμβούν κατά την περίοδο, που το σκυρόδεμα δεν έχει αποκτήσει επαρκή αντοχή.
- Επαρκή κατάλληλα στηρίγματα. Μ' αυτόν τον τρόπο διατηρεί το αρχικό σχήμα του και δεν υπάρχει κίνδυνος μετακίνησης, ύστερα από την έγχυση του νωπού σκυροδέματος.
- Στεγανές ενώσεις. Αποφεύγονται έτσι διαρροές νωπού σκυροδέματος.
- Ευκολία απόσπασής του καλουπιού, εάν το καλούπι είναι αποσπώμενο, ώστε η αφαίρεσή του να γίνεται εύκολα και να μην προκαλεί ζημιά στο σκυρόδεμα και κατ' επέκταση στη μορφή και στην εμφάνιση της κατασκευής.
- Δυνατότητα ελέγχου της επαρκούς ανθεκτικότητας στο χρόνο και της αβλαβούς παρουσίας του στην κατασκευή, εάν το καλούπι παραμείνει μόνιμως σ' αυτήν.
- Χρήση άμεσα διαθέσιμων, επαναχρησιμοποιούμενων υλικών χαμηλού κόστους και κατά το δυνατόν μικρού ίδιου βάρους.
- Ακαμψία έναντι παραμόρφωσης. Το υλικό κατασκευής του πρέπει να μην καμπυλώνεται, ακόμη και αν είναι εκτεθειμένο στα καιρικά φαινόμενα.
- Χρήση του υλικού κατασκευής του σκυροδέματος χωρίς τον κίνδυνο αλλοίωσης της σύνθεσης και της εμφάνισης του σκυροδέματος και χωρίς κίνδυνο επηρεασμού της αντοχής του.

## Είδη καλουπιών και τρόποι εφαρμογής

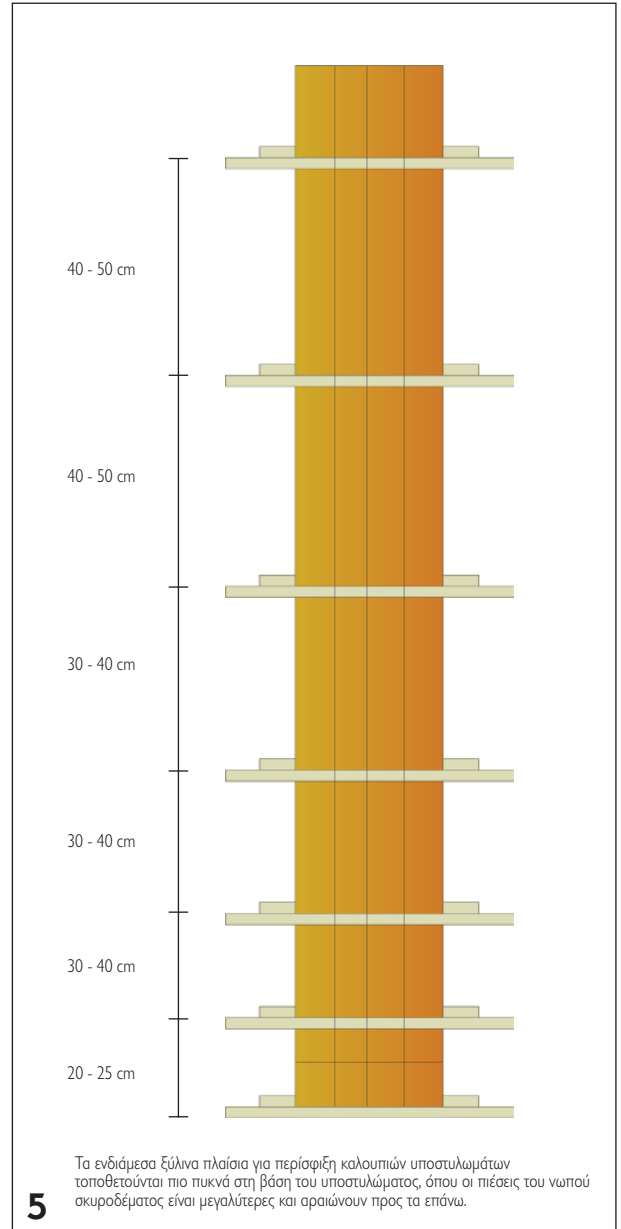
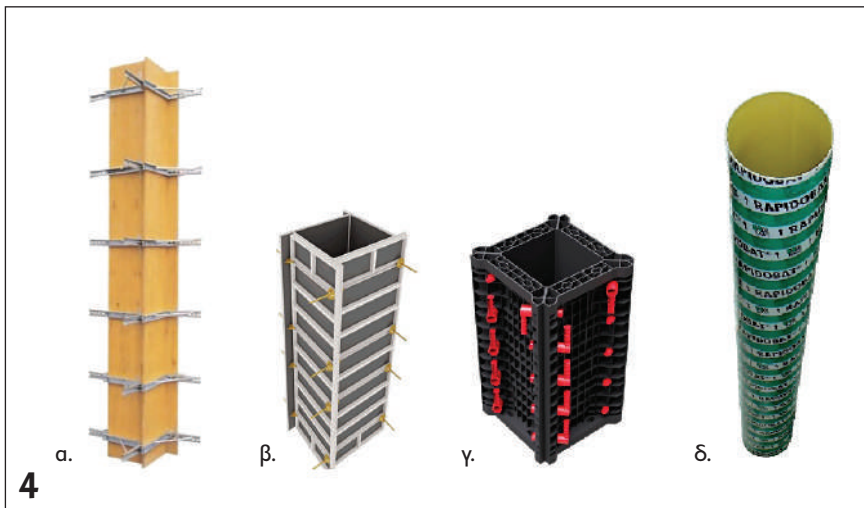
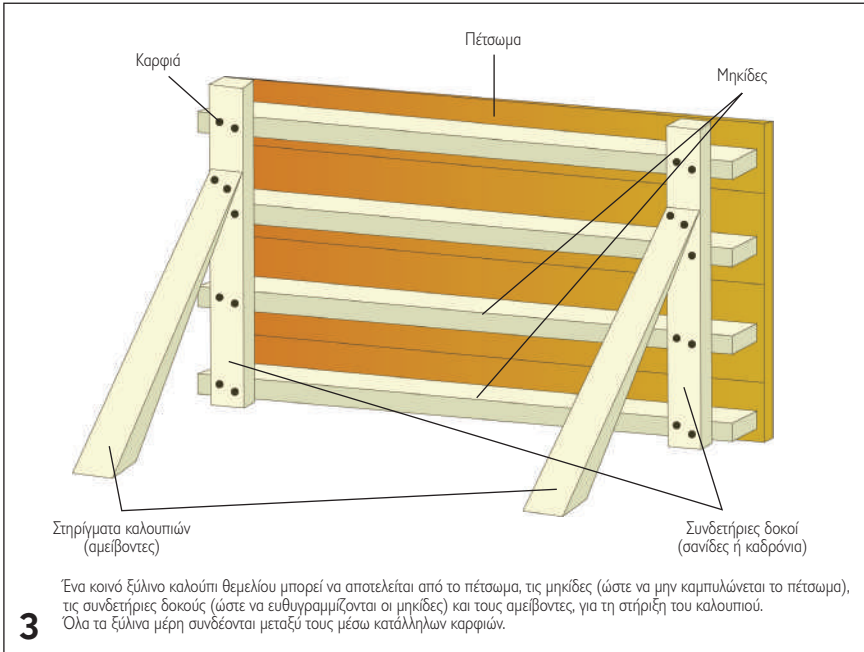
Τα καλούπια διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- **αποσπώμενα**, που αποτελούν την πλειονότητα των εφαρμοζόμενων καλουπιών, και
- **μόνιμα**, τα οποία παραμένουν στην κατασκευή και μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος. Τα μόνιμα καλούπια διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:
  - **Λειτουργικά**. Συνήθως είναι από χάλυβα και δημιουργούν σε συνεργασία με το σκυρόδεμα μια σύμμεικτη κατασκευή (π.χ. σύμμεικτη πλάκα).
  - **Μη λειτουργικά** (λαμαρίνα, διογκωμένη πολυστερίνη, χαρτόνι). Παραμένουν αφανή στο εσωτερικό του σκυροδέματος και χρησιμεύουν μόνο στο να δώσουν στο σκυρόδεμα το επιθυμητό σχήμα του δομικού στοιχείου, μειώνοντας παράλληλα το βάρος της κατασκευής.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, τα καλούπια διακρίνονται σε ξύλινα, μεταλλικά, πλαστικά και σε καλούπια από χαρτόνι.

### Ξύλινα καλούπια

Το ξύλο αποτελεί για δεκαετίες την πρώτη επιλογή υλικού για την κατασκευή καλουπιών, καθώς είναι φθηνό, ελαφρό, μπορεί



εύκολα να κοπεί στο επιθυμητό μέγεθος, να συναρμολογηθεί επί τόπου στη θέση του έργου και να αφαιρεθεί, χωρίς να προκαλέσει ζημιές στο σκυρόδεμα.

Ωστόσο, έχει σχετικά μικρή διάρκεια ζωής (χαμηλό ποσοστό επαναχρησιμοποίησης) και απαιτεί συχνό καθαρισμό των ξύλων. Στα ξύλινα καλούπια το πέτωμα είναι κατασκευασμένο είτε από σανίδες, είτε από πλάκες αντικολλητής Ξυλείας (κοινώς κόντρα πλακέ). Το κόντρα πλακέ προτιμάται ως πέτωμα σε σχέση με τις σανίδες όταν το σκυρόδεμα πρόκειται να παραμείνει εμφανές. Οι ενώσεις και τα στηρίγματα του πετώματος μπορεί να είναι είτε από ξύλο, δηλαδή σανίδες (κλάπες) ή καδρόνια (λατάκια) ή ενδιάμεσα ξύλινα πλαίσια (για περίσφιξη καλουπιών υποστυλωμάτων) είτε από μέταλλο, δηλαδή κλειδιά ή σφιγκτήρες (πεταλούδες), για περίσφιξη καλουπιών υποστυλωμάτων. Για τη σύνδεση μιας τάβλας με σανίδες χρησιμοποιούνται καρφιά 16/21, για τη σύνδεση καδρονιού με καδρόνι επιλέγονται καρφιά 19/45, ενώ για

κάρφωμα στο σκυρόδεμα είναι απαραίτητες οι ατσαλόπροκες. Ως στηρίγματα του καλουπιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν σανίδες ή καδρόνια ή μεταλλικές δοκοί.

Οι σανίδες και τα καδρόνια (η συνηθισμένη διατομή καδρονιών έχει διαστάσεις 8 x 8 (cm)) προέρχονται από λευκή Ξυλεία ελάτης ή πεύκου, που έχει υποστεί επεξεργασία σε ξηραντήριο ξύλου, για να αποκτήσει υψηλή αντοχή και ακαμψία. Το πάχος των σανίδων είναι πάντα 2,5 cm, ενώ το πλάτος τους κυμαίνεται μεταξύ 8 και 20 cm και το μήκος τους μεταξύ 2 και 5 m. Οι πλάκες αντικολλητής Ξυλείας (κόντρα πλακέ) προέρχονται από τη συγκόλληση πολλών στρώσεων φύλλων ξύλου με εγκάρσια μεταξύ τους φορά μεταξύ δύο επάλληλων στρώσεων (για μεγαλύτερη αντοχή). Το πλήθος αυτών των φύλλων συνήθως είναι μονός αριθμός, ώστε οι ίνες των εξωτερικών φύλλων να έχουν την ίδια κατεύθυνση. Τα σημεία προσοχής σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής για την αποφυγή αστοχιών συνοψίζονται στα εξής:

**3.** Ξύλινο καλούπι θεμελίου.

**4.** Για την κατασκευή ενός υποστυλώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλούπι από:  
α. ξύλο,  
β. μέταλλο,  
γ. πλαστικό,  
δ. χαρτόνι.

**5.** Ξύλινο καλούπι υποστυλώματος.



6. Χρήση τυποποιημένων πλαστικών καλουπιών μορφής σκάφης, για την κατασκευή δοκιδωτών πλακών (τύπου Zöllner).

7. Εργασίες τοποθέτησης καθρονιών για στήριξη των καλουπιών.

- Οι σανίδες του πετσώματος (όταν δεν έχει επιλεγεί κόντρα πλακέ ως πέτσωμα) πρέπει να καταβρέχονται καλά μέχρι κορεσμού πριν από τη σκυροδέτηση, ώστε να μην απορροφηθεί από το ξύλο, το νερό ανάμειξης του σκυροδέματος.
- Μερικές φορές μπορεί να χρειαστεί η τοποθέτηση αρμοκάλυπτων, για τη στεγανοποίηση των καλουπιών.
- Το κόντρα πλακέ του πετσώματος, πρέπει να ενισχύεται με έναν υμένα αδιαβροχοποίησης (ειδική επικάλυψη στεγανοποίησης).
- Για τη διευκόλυνση αφαίρεσης ενός καλουπιού, είτε αυτό είναι κατασκευασμένο από ξύλο είτε από μέταλλο είτε από πλαστικό, μπορεί να γίνει επάλει-

ψη της εσωτερικής επιφάνειας του καλουπιού με ειδικές χημικές ουσίες (ειδικά προστατευτικά λάδια), που ελαττώνουν τη συνάφεια μεταξύ του σκυροδέματος και του υλικού του καλουπιού. Πρόκειται για άχρωμες ουσίες, που δεν δημιουργούν κηλίδες και αλλοιώσεις και δεν αντιδρούν με το σκυρόδεμα. Ωστόσο, αυτές οι ουσίες δυσκολεύουν κατόπιν την καλή πρόσφυση του επιχρίσματος στο σκυρόδεμα.

#### Μεταλλικά καλούπια

Τυποποιημένα (βιομηχανοποιημένα) καλούπια είναι δυνατόν να κατασκευαστούν από φύλλα χάλυβα, αλουμινίου και ψευδαργύρου. Αυτά τα μεταλλικά καλούπια ονομάζονται μεταλλότυποι και εφαρμόζονται σε θεμέλια, υποστρώματα (ορθογωνικά ή



8

τετράγωνα μέχρι 80 x 80 (cm)), τοίχους, δοκούς και πλάκες. Ο φέρων σκελετός είναι μεταλλικός, καθώς είναι κατασκευασμένος είτε από χάλυβα είτε από αλουμίνιο, ενώ το πέτωμα (η επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το σκυροδέμα) είναι συνήθως κόντρα πλακέ. Η συνένωση και η στήριξη των διαφόρων στοιχείων αυτών των καλουπιών γίνεται με βίδες, κοχλίες, βλήτρα και σφήνες. Τα θετικά χαρακτηριστικά των μεταλλικών καλουπιών είναι ο απλοποιημένος και γρήγορος τρόπος συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης των στοιχείων του καλουπιού, η γρήγορη τοποθέτηση (που απαιτεί, όμως, χρήση γερανού εξαιτίας του μεγάλου ίδιου βάρους τους), η αυξημένη αντοχή και η ακαμψία έναντι παραμόρφωσης. Τα χάλυβινα καλούπια μπορούν να χρησιμοποιηθούν περί τις 100 με 150 φορές. Σημειώνεται ιδιαίτερα για την αποφυγή αστοχιών ότι, αν το

πέτωμα είναι μεταλλικό, πρέπει να γίνεται ηλεκτροστατική βαφή του, ώστε να απομακρύνονται ευκολότερα τα υπολείμματα του σκυροδέματος με απλό πλύσιμο.

#### Καλούπια από χαρτόνι

Ένα τυποποιημένο καλούπι, που χρησιμοποιείται κυρίως για τη σκυροδέτηση κυλινδρικών υποστυλωμάτων, είναι κατασκευασμένο από χαρτόνι και λέγεται χαρτότυπος. Τα θετικά αυτού του είδους καλουπιών είναι πως μεταφέρονται και τοποθετούνται ιδιαίτερα εύκολα και γρήγορα λόγω του πολύ μικρού βάρους τους και δημιουργούν λεία επιφάνεια σκυροδέματος. Το πλεονέκτημα σε σχέση με τα παραδοσιακά ξύλινα καλούπια είναι ότι αποφεύγεται η χρήση καρφιών και ο καθαρισμός των ξύλων.



9

8. Στήριξη μεταλλικών καλουπιών με κατάλληλες μεταλλικές αντηρίδες. Πηγή: Paschal.

9. Διάφορα τυποποιημένα σχήματα πλαστικών καλουπιών σκυροδέματος για την κατασκευή πλακών και υποστυλωμάτων. Πηγή: Geoplast.



10

10.  
Καλούπια καμπύλων  
δομικών στοιχείων  
μέσω τρισδιάστατου  
βιομηχανικού  
εκτυπωτή.  
Πηγή: Geiger GmbH.

11.  
Διαμόρφωση  
καμπύλων δομικών  
στοιχείων με  
χρήση κατάλληλων  
καλουπιών.  
Πηγή: Cometal.



11

Οι διαστάσεις τους είναι 3 m μήκος και η διάμετρος 15 - 150 cm. Είναι κατασκευασμένα από πλήρως ανακυκλώσιμο χαρτόνι, που είναι αδιάβροχο, ώστε να γίνεται σωστά η ξήρανση του σκυροδέματος

Προκειμένου να αποφευχθούν αστοχίες θα πρέπει να προσεχθεί κατά την εφαρμογή του να μην τραυματιστεί το εσωτερικό του καλουπιού από τον οπλισμό, οπότε υπάρχει κίνδυνος το χαρτόνι να μην αντέξει την πίεση του νωπού σκυροδέματος κατά τη σκυροδέτηση. Για την αποφυγή αυτού του κινδύνου συνήθως τοποθετείται προσωρινά διογκωμένη πολυστερίνη στις άκρες του οπλισμού, μέχρι να ολοκληρωθεί η τοποθέτηση του καλουπιού περιμετρικά του οπλισμού. Επίσης, ο τεχνίτης που τοποθετεί το καλούπι πρέπει να το κρατάει κατά το δυνατόν σε κατακόρυφη θέση, για να μην γδαρθεί από τα

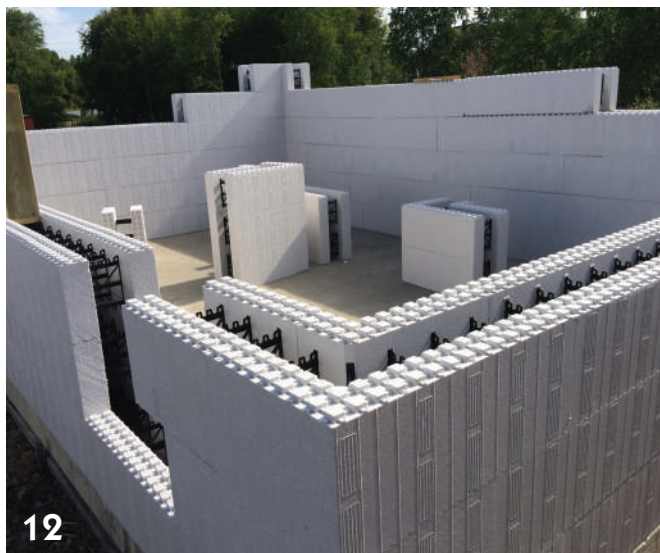
σίδερα του οπλισμού. Δεν προτιμάται η τοποθέτηση πρώτα του καλουπιού και μετά του οπλισμού, διότι τότε απαιτείται γερανός για την ανύψωση του οπλισμού.

#### Πλαστικά καλούπια

Πρόκειται για τυποποιημένα καλούπια πολλών διαστάσεων (πλαστικότυποι), που μπορούν να κατασκευαστούν από φύλλα ενισχυμένων πλαστικών. Αυτά τα καλούπια έχουν σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής, είναι ανθεκτικά, ελαφρά (11 kg είναι το μέγιστο βάρος τεμαχίου), τοποθετούνται εύκολα και γρήγορα, και καθαρίζονται με νερό υπό μικρή πίεση.

Πλαστικά καλούπια χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κλασικών πλακών, δοκιδωτών πλακών (με νευρώσεις ή τύπου Zöllner), τοίχων και υποστυλωμάτων. Στην περίπτωση των δοκιδωτών

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ				
Υλικό κατασκευής	Ξύλο	Μέταλλο	Χαρτόνι	Πλαστικό
Αποσπώμενο	√	√	√	√
Μόνιμο		√	√	
Επανάχρηση (+ πολύ μικρή +++++ πολύ μεγάλη)	+	++++	+++	+++++
Βάρος τεμαχίου (+ πολύ μικρό +++++ πολύ μεγάλο)	++	+++++ μέγιστο 398 kg για χαλύβδινο τεμάχιο διαστάσεων 330 x 240 (cm)	+ 2 - 25 kg (ανάλογα με τη διάμετρο του υποστυλώματος)	+ μέγιστο 10,5 kg
Δομικά στοιχεία με συνήθη εφαρμογή	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Θεμέλια</li> <li>• Υποστυλώματα</li> <li>• Τοίχοι</li> <li>• Δοκοί</li> <li>• Πλάκες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Θεμέλια</li> <li>• Υποστυλώματα</li> <li>• Τοίχοι</li> <li>• Δοκοί</li> <li>• Πλάκες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υποστυλώματα στρογγυλής διατομής</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υποστυλώματα</li> <li>• Πλάκες</li> <li>• Πλάκες με νευρώσεις</li> </ul>



πλακών γίνεται χρήση τυποποιημένων επαναχρησιμοποιούμενων πλαστικών καλουπιών μορφής σκάφης, που καρφώνονται ένα - ένα επάνω στο έτοιμο συνήθως πέτωμα, ώστε να σχηματιστούν τα χαρακτηριστικά φανώματα. Στην περίπτωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων χρησιμοποιούνται τυποποιημένα πλαστικά φύλλα (υπάρχει μεγάλη ποικιλία διαστάσεων διατομής υποστυλωμάτων), τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και καλύπτονται περιμετρικά από πλαστικό ή μεταλλικό σκελετό, ώστε να εξασφαλιστεί η ακαμψία τους έναντι παραμόρφωσης. Το πέτωμα είναι κατασκευασμένο είτε από πλαστικό είτε από κόντρα πλακέ είτε από μέταλλο. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στον τρόπο εφαρμογής για την αποφυγή αστοχιών, ώστε το πάχος επικάλυψης του φανώματος των πλαστικότυπων να μην υπερβαίνει τα 15 cm και να εξασφαλιστεί η παραμονή τους στις θέσεις τους κατά τη σκυροδέτηση.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι τα πλαστικά καλούπια, όπως σε μεγάλο βαθμό και αυτά από κόντρα πλακέ, δημιουργούν λείες επιφάνειες στο σκυροδέμα μετά την αφαίρεσή τους και όχι τραχιές, γεγονός που έχει ως συνέπεια να μην επιτυγχάνεται καλή πρόσφυση του επικρίσματος επάνω σ' αυτές.

### Νέες εξελίξεις

Η συνεχώς αυξανόμενη αποδοχή του σκυροδέματος ως ενός από τα βασικότερα οικοδομικά υλικά σε παγκόσμια κλίμακα οδήγησε στην ανάγκη ανάπτυξης νέων κατάλληλων υλικών για την κατασκευή καλουπιών.

- **Θερμομονωτικά καλούπια (insulated concrete forms).** Κατασκευάζονται από διογκωμένη πολυστερίνη και

12. Κατασκευή κατοικίας με χρήση θερμομονωτικών καλουπιών στην περιοχή Devon του Ηνωμένου Βασιλείου. Πηγή: Jackon.

13. Καλούπι από κόντρα πλακέ, ενισχυμένο με υαλοίνες, πριν από τη σκυροδέτηση πλάκας.



14. Πρωτότυπο περίπτερο στο μουσείο μοντέρνας τέχνης της Πόλης του Μεξικό από τους Zaha Hadid Architects. Το έργο αποτελείται από ένα λεπτό, ελαστικό κέλυφος σκυροδέματος που στηρίζεται επάνω σε έναν πολύ ελαφρό υφαντό σκελετό, ο οποίος ζυγίζει μόλις 55 kg, μέσω της τεχνολογίας KnitCrete.

εφαρμόζονται κυρίως στην τοικοποιία. Κατά την έγχυση του ρευστού σκυροδέματος χρησιμοποιούνται ως καλούπια, ωστόσο μετά τη σκυροδέτηση δεν αφαιρούνται, καθώς προσφέρουν θερμομονωτική προστασία στην κατασκευή.

- **Καλούπια από κόντρα πλακέ ενισχυμένο με υαλοίνες (fiberglass reinforced plywood system).** Πρόκειται για μια νέα τάση, που προτιμάται συχνά, καθώς σχηματίζει λείες επιφάνειες σκυροδέματος, οι οποίες δεν χρειάζονται επίχριση. Αυτά τα καλούπια μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι 30 με 50 φορές.
- **Τρισδιάστατη εκτύπωση καλουπιών.** Μια ιδιαίτερα καινοτόμος λύση είναι η τρισδιάστατη εκτύπωση καλουπιών με τη χρήση τρισδιάστατου βιομηχανικού εκτυπωτή 3D.
- **Υφασμάτινα καλούπια.** Μια τεχνολογία καλουπιών, που από τις αρχές του 21ου αιώνα εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς, είναι τα υφασμάτινα καλούπια. Καλούπια τέτοιου είδους εμφανίστηκαν πρώτη φορά στις αρχές του 20ού αιώνα, ωστόσο τα τελευταία χρόνια η δημιουργία νέων, εξαιρετικά ανθεκτικών συνθετικών υφασμάτων αναζωπύρωσε το ενδιαφέρον για την παραγωγή τέτοιων εύκαμπτων καλουπιών.

Στο μέλλον, η ανάγκη του κατασκευαστικού κλάδου για ανθεκτικότερα, ελαφρότερα και οικονομικότερα καλούπια είναι βέβαιο πως θα οδηγήσει σε ολοένα και μεγαλύτερο περιορισμό της χρήσης καλουπιών από παραδοσιακά υλικά.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Natsoulis N., **Types of formwork for concrete structures**, New York engineers, 2021.
- Nemati K., **Temporary structures: formwork for concrete**, Tokyo Institute of Technology, 2005.
- Wunderlin A., **Concrete formwork alternatives save time, money and labor**, Concrete contractor, 2020.
- Παυλοπούλου Ε., **Κατασκευή καλουπιών**, ΙΝΕ, 2021.
- ΕΡΓΑΤΕΞ, **Περιγραφή συστήματος δόμησης Άλφα Σιν**, 2014.
- Μάμαλος Κ., **Τι είναι τα I.C.F.**, Commerce Innovations, 2021.
- Lavi G., **Filling in the filament blanks**, BigRep large scale 3D printing, 2018.
- Hawkins W.J., Hermann M., Ibell T.J., Kromoser B., Michalski A., Orr J.J., Pedreschi R., Pronk A., Schipper H.R., Shepherd P., Veenendaal D., Wandsdronk R. and West M., **Flexible formwork technologies. - A state of the art review**, *Structural Concrete*, 17: 911-935, 2016.
- Facilitator C., **Innovations in formwork technology**, Constro Facilitator, 2019.

#### ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- **Σκυρόδεμα & προκατασκευή. Τεχνολογία & εφαρμογές.** Τεύχος 4/2018, σελ. 58.
- **Καλούπια σκυροδέματος: Νέα υλικά και τεχνικές.** Τεύχος 8/2009, σελ. 85.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ  
& ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΡΘΡΑ  
στην ιστοσελίδα [www.ktirio.gr](http://www.ktirio.gr)