

# Σπουδαστικό παράδειγμα οικολογικής δόμησης και ενεργειακού σχεδιασμού

Νίκος Ιωάννου  
MA Interior Architectural Design

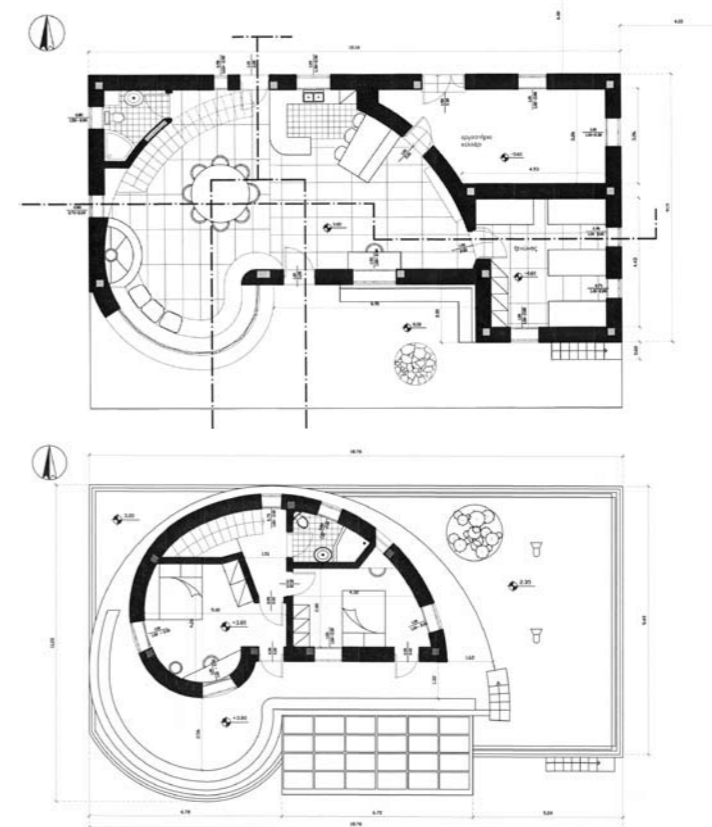
Μανώλης Ηλιάκης  
Επιμέλεια άρθρου

“Αλλά αν οι διαφορές κλίματος αντιστοιχούν στα επιμέρους έθνη, έτσι ώστε η φύση των ανθρώπων να μεταβάλλεται τόσο στο μυαλό όσο και στη μορφή και στην ποιότητα του σώματος, δεν θα διστάσουμε να παραλλάξουμε τις μεθόδους κτισίματος, για να τις προσαρμόσουμε στο χαρακτήρα των εθνών και των κατοίκων, αφού άλλωστε από την ίδια τη φύση έχουμε έτοιμη και επιδέξια καθοδήγηση. Στο μέτρο που μπορούσα να παρατηρήσω συστηματικά τοπικά χαρακτηριστικά που όρισε η φύση, εξήγησα και περιέγραφα πώς σε σχέση με την τροχιά του ήλιου και τις διαφορές στο κλίμα θα πρέπει να καθορίσουμε το σχέδιο του σπιτιού μας, ώστε να είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες του σώματος”. ΒΙΤΡΟΥΒΙΟΣ, “Δέκα βιβλία”, σελ. 200.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ασκεί μεγάλη γοητεία στην εποχή μας. Προσφέρει μία ποιότητα δομημένου περιβάλλοντος, εσωτερικού, εξωτερικού και σε μεγαλύτερη κλίμακα πολεοδομικού, η οποία είναι ασύγκριτη σε σχέση με τις συνθήκες διαβίωσης που προσπαθούμε να πετύχουμε με μηχανικούς και κατά συνέπεια πολύ ενεργοβόρους τρόπους.

Το μεγάλο ενδιαφέρον στην αρχιτεκτονική για όλους αυτούς τους προβληματισμούς, ξεκίνησε τη δεκαετία του '70, μετά την τότε μεγάλη πετρελαϊκή κρίση<sup>1</sup>. Μια δεύτερη παράμετρος που είναι καλό να λάβει την προσοχή που της αξίζει, είναι ότι πέρα από τον κατάλληλο ενεργειακό σχεδιασμό ενός κτιρίου σημαντικότατο ρόλο παίζει και η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον. Ένα σημαντικό πρόβλημα που διαπιστώνεται στις σύγχρονες κατοικίες που έχουν χτιστεί με συμβατικά υλικά και πρακτικές, είναι η δημιουργία κακής ποιότητας αέρα στο εσωτερικό τους. Είναι το λεγόμενο “σύνδρομο άρρωστου κτιρίου”. Πολλά υλικά εκπέμπουν διάφορες επιβλαβείς ουσίες οι οποίες σε συνδυασμό με τη χρήση των κακοσυντηρημένων συνήθως, κλιματιστικών μηχανημάτων, έχουν άμεση επίδραση στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Σημαντική παράμετρος της no-tech προσέγγισης, αλλά σε έναν βαθμό και της low-tech αντίληψης του ενεργειακού σχεδιασμού, είναι η χρήση όσο το δυνατόν φιλικότερων προς το περιβάλλον, αλλά και το χρήστη, οικοδομικών υλικών. Είναι υλικά που έχουν το χαμηλότερο δυνατό οικολογικό και περιβαλλοντικό ισοζύγιο. Όπως αναφέρει η Dominiqne Gauzin-Müller, “το οικολογικό ισοζύγιο ενός οικοδομικού υλικού λαμβάνει υπόψη την ποσότητα του υλικού, την ενέργεια και το νερό που είναι αναγκαία στα διάφορα βήματα του κύκλου ζωής του όπως: την εξαγωγή της πρώτης ύλης και τη μεταφορά της προς το εργοστάσιο, τη βιομηχανική παραγωγή, την εφαρμογή, τη συντήρηση, επισκευή και την πιθανή ανανέωση στη διάρκεια της χρήσης του κτιρίου, την κατεδάφιση, την αποβολή των απορριμμάτων”<sup>2</sup>. Είναι δύσκολος ο χαρακτηρισμός ενός οικοδομικού υλικού ως “οικολογικού”. Ο προσδιορισμός αυτός έχει δύο διαστάσεις. Η πρώτη, και σχετικά πιο εύκολη στον ορισμό της, είναι το κατά πόσο ένα υλικό είναι υγιεινό για τους χρήστες. Δηλαδή εάν δεν παράγει διάφορα επιβλαβή αέρια στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου (π.χ. οι μορισανίδες (νοβοπάν) και οι διάφορες μογιές και τα βερνίκια εκπέμπουν πτητικά αέρια) και εάν είναι ή όχι φτιαγμένο από καρκινογόνα υλικά (π.χ. αμιάντος). Όλες αυτές οι παράμετροι είναι μετρήσιμες και σχετικά συγκεκριμένες. Η δυσκολία του ορισμού του ως οικολογικού, έγκειται στο κατά πόσο αυτό το υλικό έχει χαμηλό οικολογικό ισοζύγιο και ως προς την παραγωγή του αλλά και ως προς την επιβάρυνση που η χρήση του προκαλεί στο περιβάλλον. Ο προβληματισμός αυτός εστιάζεται κυρίως στην ξυλεία η οποία θεωρείται από τα πιο υγιεινά και οικολογικά υλικά (εάν είναι καλλιεργημένη). Η αποψίλωση των δασών σε παγκόσμια κλίμακα έχει δραματικές συνέπειες στην οικολογική ισορροπία του πλανήτη και είναι αμφίβολο αν οι καλλιεργημένες εκτάσεις παρα-

γωγής ξυλείας είναι ικανές να καλύψουν την αυξημένη (λόγω της οικολογικότητας της) ζήτηση. Οι αμφιβολίες που εκφράζονται οφείλονται κυρίως στην αυξημένη ζήτηση τροπικής (προφανώς μη καλλιεργημένης) ξυλείας. Επίσης, στη διαπίστωση ότι η χρήση καλλιεργημένης στις βόρειες χώρες ξυλείας παρουσιάζει διάφορα προβλήματα στη συμπεριφορά της στα νότια κλίματα και απαιτεί γι' αυτόν το λόγο έντονη κατεργασία. Το ζήτημα της χρήσης της ξυλείας απαιτεί περισσότερη διερεύνηση. Μια άλλη ενδιαφέρουσα προσέγγιση είναι η χρήση υλικών που δεν θεωρούνται δομικά. Είναι μια τάση βασικά της no-tech οικολογικής αρχιτεκτονικής. Με βασική προτεραιότητα την ιδέα της ανακύκλωσης, έχουμε μερικές αντισυμβατικές εφαρμογές. Μπάλες από άχυρο, χρησιμοποιούμενα λάστιχα αυτοκινήτων, μπουκάλια, ειδικά σακιά με χώμα, αλλά και οι γνωστές μας από παλαιότερα πλίνθες, χρησιμοποιούνται στο χτίσιμο σπιτιών. Αυτή η προσέγγιση της δόμησης έχει ορισμένους περιορισμούς. Απαιτεί την άμεση συμμετοχή του χρήστη (του κατοίκου) στο χτίσι-



μο του κτιρίου, κάτι που δεν είναι εφικτό για τους περισσότερους, και αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα αδειοδότησης από τις κατά τόπους πολεοδομικές υπηρεσίες. Ειδικά όσον αφορά τη χρήση αχυρόμπαλων ως δομικού υλικού, η εφαρμογή είναι πολύ παλιά. Πολλές κοινωνίες, ανεξάρτητα γεωγραφικής περιοχής, από τους Ινδιάνους της βόρειας και κεντρικής Αμερικής, μέχρι τους Ευρωπαίους του Μεσαίωνα και πολλές αφρικανικές φυλές, ανακάλυψαν άχυρα και λάσπη για να χτίσουν τα σπίτια τους. Είναι φυσικό να υπάρχουν αμφιβολίες για την αντοχή των αχυρόμπαλων σε βάθος χρόνου επειδή είναι οργανικό υλικό και πιθανόν να αντιμετωπίσει προβολές από μικροοργανισμούς και σαπίσματα. Τα άχυρα όμως όταν κοπούν και γίνουν μπάλες, ξεραίνονται και αδρανοποιούνται.

Όπως για παράδειγμα και τα καλάμια που είναι πολύ γνώριμα στην ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική για τη χρήση τους στην κατασκευή οροφών ή ψευδοροφών αλλά και ως υλικά στήριξης των μεσότοιχων (που παλιά ήταν γνωστοί ως τσατουμάδες). Οι πρώτες εφαρμογές (στη σύγχρονη εποχή) για την κατασκευή κτιρίων εξ ολοκλήρου από αχυρόμπαλες εμφανίστηκαν στη Νεμπράσκα των Η.Π.Α. γύρω στα 1880, πολλά εκ των οποίων διατηρούνται ακόμα και σήμερα. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι η αντοχή του υλικού σε πιθανές προσβολές από μικροοργανισμούς είναι μεγάλη. Η σωστή προετοιμασία του κτίσματος με το κατάλληλο μπετονένιο υπόβαθρο, για την αχυρένια τοιχοποιία, στην πλάκα θεμελίωσης, καθώς και το κατάλληλο χωμάτινο επίχρισμα αδρανοποι-

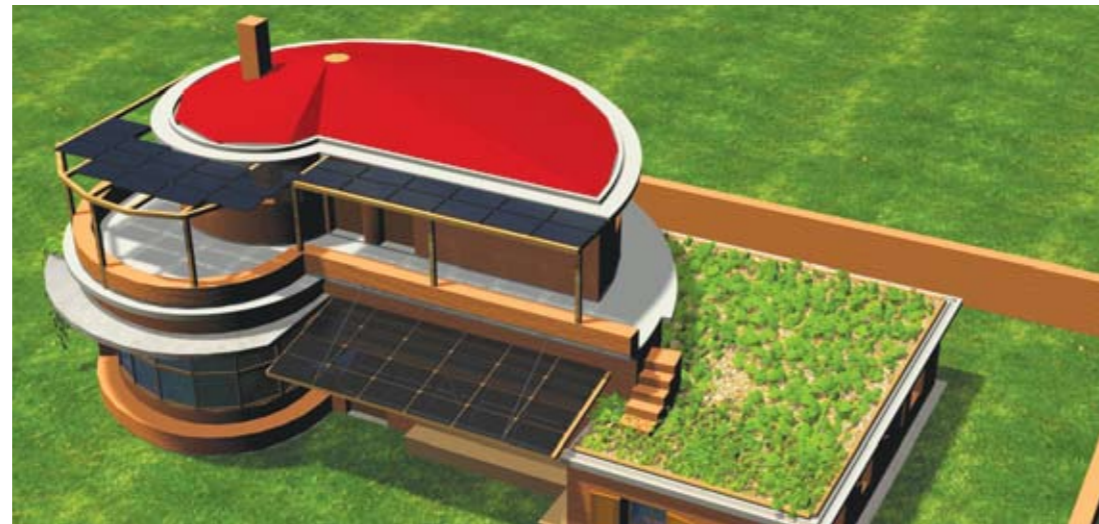
ούν το υλικό και η αντοχή του στο χρόνο είναι εξαιρετική. Από την περιοχή των Η.Π.Α. όπου έχουμε τις πρώτες σύγχρονες εφαρμογές πήρε και την ονομασία της η τεχνική η οποία εφαρμόστηκε κατά κόρον στην Ιρλανδία και την Αμερική, αλλά από τη δεκαετία του '70 και σε όλες τις βορειοευρωπαϊκές χώρες, το Μεξικό και την Αφρική. Ο τρόπος αυτός κτισίματος σε συνδυασμό με τις τότε αναδυόμενες πολιτικο-οικονομικές συνθήκες (πετρελαϊκή κρίση και κίνημα της αμφισβήτησης), και την αίσθηση της ανάγκης για μια πιο ήπια και αειφόρο ανάπτυξη είχε σαν αποτέλεσμα περίπου 1000 κτίσματα από αχυρόμπαλες να χτίζονται κάθε χρόνο, με αυξητικές τάσεις. Εκτός από σπίτια υπάρχουν ακόμα σχολεία, καταστήματα, γραφεία εταιρειών ακόμα και δημόσια κτίρια που χτίστηκαν με αυτόν τον τρόπο. Ειδικά στις Η.Π.Α. υπάρχουν ειδικές διατάξεις στον αντίστοιχο Γ.Ο.Κ. που καθορίζουν τη νόμιμη αδειοδοτική διαδικασία για τέτοιου είδους οικοδομές. Η κατασκευή ενός τέτοιου κτιρίου ολοκληρώνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα και το κόστος είναι μικρό. Μεγάλη σημασία έχει, οι αχυρόμπαλες να διατηρηθούν στεγνές καθ' όλη τη διαδικασία του κτισίματος μέχρι να σβαντιστούν (προσοχή! όχι με τσιμέντο, αλλά με χωμάτινη λάσπη που περιέχει τριμμένο άχυρο, λινέλαιο, ένα ποσοστό αργιλώδους χώματος και λίγο ασβέστη). Το γεγονός αυτό θα πρέπει να προβλεφθεί σε μεγάλο μέγεθος κατασκευές που δεν θα προλάβουν να ολοκληρωθούν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι οργάνωσης της κατασκευής του κτιριακού κελύφους ανάλογα με το μέγεθος και τις τεχνικές δυνατότητες.

- Οι πιο απλές κατασκευές γίνονται με αυτοφερόμενη τοιχοποιία από αχυρόμπαλες load-bearing straw bale walls (κατασκευή που, δεν αδειοδοτείται από τον Γ.Ο.Κ.)
- Η τεχνική Nebraska, στην οποία ένα ελαφρύ ξύλινο πλαίσιο δημιουργείται και το οποίο στηρίζει την τοιχοποιία και τη στέγη. Ένα σημαντικό όφελος της τεχνικής

αυτής (πέρα από την καλύτερη στήριξη) είναι ότι πάνω στον ξύλινο σκελετό που θα δημιουργηθεί μπορεί να στηριχθεί η στέγη η οποία θα προστατέψει τις αχυρόμπαλες κατά τη διάρκεια του κτισίματος από μία πιθανή βροχή. Επίσης αυτή η τεχνική, αν και δεν υπάρχει πρόβλεψη να αδειοδοτείται από τον ελληνικό Γ.Ο.Κ., έχει τη δυνατότητα αδειοδότησης (ίσως με λίγη γραφειοκρατική καθυστέρηση) μέσω της οδηγίας 5 της Ε.Ε.

### Σχεδιασμός αγροικίας με οικολογικά υλικά

Η μελέτη που παρουσιάζεται εδώ, εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού τμήματος σπουδών της σχολής ΒΑΚΑΛΟ και του Derby University (MA Interior



Architectural Design), με επιβλέποντα καθηγητή του συγκεκριμένου θέματος τον Μανώλη Ηλιάκη, και αφορά τον σχεδιασμό μιας αγροικίας. Η σχεδιαστική προσέγγιση ακολούθησε δύο άξονες: Ο πρώτος αφορούσε τον κατάλληλο βιοκλιματικό σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου με στόχο την ικανοποιητικότερη δυνατή ενεργειακή συμπεριφορά της κατοικίας, τη δημιουργία φιλικού περιβάλλοντος για τον χρήστη και την κάλυψη των αναγκών που

θέλει να εξυπηρετήσει. Ο δεύτερος ήταν η προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν κατά το δυνατό φιλικότερα προς το περιβάλλον οικοδομικά υλικά. Έγινε έρευνα στον τομέα της οικολογικής δόμησης και προσπάθεια εφαρμογής τεχνικών με χαμηλή οικολογική επιβάρυνση. Όσον αφορά την πρώτη σχεδιαστική επιλογή (του βιοκλιματικού σχεδιασμού) ακολουθήθηκαν οι τέσσερις προϋποθέσεις που αναλύει η Ελένη Χρονάκη στο βιβλίο της "Βιοκλιματικός σχεδιασμός, περιβάλλον και βιωσιμότητα". Επίσης θα συμπληρώναμε ότι ένα κτίριο (ειδικά στο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας) θα πρέπει να προσφέρει τη δυνατότητα άνετης ημιυπαίθριας διαβίωσης το καλοκαίρι. Οι βασικές αρχές σχεδιασμού



τη νότια πλευρά του κτιρίου τοποθετήθηκαν και οι βασικές λειτουργίες του χώρου (καθημερινό, είσοδος, γραφείο, η μία όψη του ξενώνα), ενώ στη βορινή ψυχρότερη πλευρά τοποθετήθηκαν πιο πρόσκαιρες λειτουργίες, όπως η τουαλέτα, το κλιμακοστάσιο και το κελάρι. Οι χώροι αυτοί θα λειτουργούν ως περιοχές ανάσχεσης των θερμοκρασιακών διαρροών. Ταυτόχρονα, στο οικόπεδο υπάρχει ένα δασύλλιο στη βόρεια μεριά του, το οποίο θα λειτουργεί ανασχετικά σε σχέση με τους ψυχρούς βόρειους ανέμους του χειμώνα. Συμπληρωματικά με αυτό, ένας πέτρινος τοίχος αντιστήριξης σε αυτή την πλευρά λειτουργεί προς αυτή την κατεύθυνση. Το βασικό παθητικό σύστημα θέρμανσης του κτιρίου είναι το μεγάλο υαλοστάσιο που βρίσκεται σε κυκλική διάταξη στη νότια πλευρά του κτιρίου στο χώρο του καθιστικού, το οποίο ταυτόχρονα επιτρέπει την επαφή εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Ταυτόχρονα, είναι και η βασική πηγή φωτισμού του εσωτερικού. Η κυκλική του σχεδίαση έχει σαν αποτέλεσμα να "κοιτάει" σχεδόν όλη την τροχιά του ήλιου από την ανατολή μέχρι τη δύση του με στόχο τη μεγιστοποίηση των θερμικών κερδών το χειμώνα. Παράλληλα, στον επάνω όροφο της κατοικίας η χωροθέτηση των

λειτουργιών ακολουθεί το ίδιο σκεπτικό. Η τουαλέτα και το κλιμακοστάσιο λειτουργούν ανασχετικά στη βόρεια πλευρά ενώ τα δύο υπνοδωμάτια βλέπουν στο νότο. Η καμπύλη βόρεια πλευρά του κτιρίου προβάλλει περιορισμένη επιφάνεια στους ψυχρούς ανέμους και τους επιτρέπει να φεύγουν εύκολα από το κτίριο. Κτίριο ως αποθήκη - παγίδα θερμότητας. Ως αποθήκη και παγίδα θερμότητας το κτίριο εκμεταλλεύεται την ισχυρή θερμομόνωση που προσφέρουν οι φαρδιές αχυρόμπαλες από τις οποίες χτίζονται οι τοίχοι. Αυτό, σε συνδυασμό με τα κατάλληλα κουφώματα και τα περιορισμένα ανοίγματα στη βόρεια όψη, περιορίζουν τις θερμικές απώλειες τα χειμερινά βράδια. Η στέγη του κτιρίου έχει προβλεφθεί να έχει ένα φαρδύ στρώμα τριμμένου άχυρου ανάμεσα στα κεραμίδια και στο εσωτερικό "πέτωμα". Επίσης, τόσο το δώμα του ξενώνα, όσο και του κελαριού έχουν ένα στρώμα χώματος και είναι φυτεμένα για καλύτερη θερμομόνωση. Οι προεκταμένες μαρκίζες περιμετρικά των εξωτερικών επιφανειών εμποδίζουν τις χειμερινές βροχές να υγραίνουν τους τοίχους, γεγονός που εμποδίζει τη φθορά τους αλλά και την απώλεια της θερμοκρασίας. Συμπληρωματικά, για τη θέρμανση του κτιρίου λειτουργεί και το ενεργειακό τζάκι του οποίου η καμινάδα περνάει χωρίς μόνωση από το ένα υπνοδωμάτιο για να το θερμαίνει. Κτίριο ως αποθήκη φυσικής ψύξης το καλοκαίρι. Ως προς τη συμπεριφορά του το καλοκαίρι, το κτίριο μελετήθηκε έτσι ώστε να αποφεύγει τα έντονα ηλιακά κέρδη. Το κύριο μέλημα ήταν να προστατευθεί το μεγάλο υαλοστάσιο με την προεκταμένη μαρκίζα ενώ και οι υπόλοιπες μαρκίζες περιμετρικά του κτιρίου προστατεύουν τους τοίχους σε μεγάλο ποσοστό από τα έντονα ηλιακά κέρδη. Στις μαρκίζες αυτές τοποθετούνται φυλλοβόλα φυτά στη δυτική πλευρά για προστασία από τον απογευματινό ήλιο. Στον χώρο της εισόδου καθώς και στον εξώστη του πρώτου ορόφου οι πέργκολες δημιουργούν ημιυπαίθριους χώρους που προστατεύουν από την ηλιακή ακτινοβολία και προσφέρουν περιοχές ευχάριστης διαβίωσης. Ταυτόχρονα, τα ανοίγματα του κτιρίου είναι αντιδιαμετρικά τοποθετημένα ενώ υπάρχουν και αιολικές καμινάδες στον ξενώνα και το κελάρι ώστε να εξασφαλίζεται ο διαμετρικός αερισμός. Το φυτεμένο δώμα του κελαριού και του ξενώνα θερμομονώνει ικανοποιητικά την πλάκα από μπετόν. Η φύτευσή του με τοπικά, ξερικά αρωματικά φυτά δεν απαιτεί

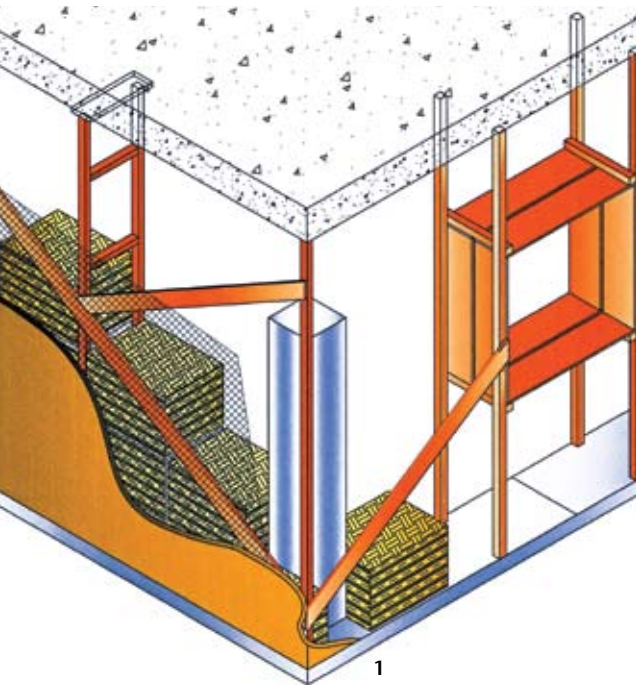


το θερινό πότισμά τους, ενώ ο αέρας που μπαίνει από τις αιολικές καμινάδες θα είναι ευωδιαστός. Το ίδιο το υλικό της τοικοποιίας (οι αχυρόμπαλες) καθώς και η τεχνική κατασκευής της στέγης έχουν ισχυρή θερμομόλωση. Στο χώρο μπροστά από την είσοδο η μικρή ρηχή λίμνη που θα συλλέγει όμβρια ύδατα θα προσφέρει εξατμιστικό δροσισμό.

Σε σχέση με τη διαχείριση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου, έχει προβλεφθεί η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στις τοποθετημένες στη νότια πλευρά πέργκολες για την ηλεκτρική του αυτονομία. Οι μπετονένιες μαρκίζες έχουν κατάλληλα διαμορφωμένες από την χύτευσή τους υδρορροές για τη συλλογή των όμβριων από όλη την επιφάνεια του κτιρίου. Προβλέπεται και βιολογικός καθαρισμός των λυμάτων αλλά και χρήση του grey water στην περιοχή της τουαλέτα.

### Υλικά φιλικά σε χρήση και περιβάλλον

Ο δεύτερος άξονας της σχεδίασης ήταν η κατά το δυνατό μεγαλύτερη χρησιμοποίηση υλικών φιλικών προς το χρήστη αλλά και προς το περιβάλλον. Το βασικό υλικό της τοικοποιίας είναι δεμάτια από άχυρο κατάλληλα διαμορφωμένα όσον αφορά το



ειδικό τους βάρος και τις διαστάσεις τους. Είναι υλικό με πολύ χαμηλό ενεργειακό ισοζύγιο που συνήθως οι αγρότες το καίνε μετά τον θερισμό του σταριού. Η εμπειρία έχει δείξει ότι και οι θερμομονωτικές του ιδιότητες αλλά και η αντοχή του στο χρόνο (με κατάλληλο χτίσιμο και επίχρισμα) είναι ικανοποιητικές.

Η βασική δομική διαφορά σε σχέση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία είναι η χρήση μπετονένιων υποστρωμάτων και πλακών. Αυτή η διαφοροποίηση αποτελεί και τη βασική πρόταση της μελέτης, που θεωρεί ότι η χρήση του μπετόν δεν είναι

απαγορευτική στην οικολογική δόμηση, το αντίθετο μάλιστα, εξοικονομεί μεγάλες ποσότητες ξυλείας.

Το σκεπτικό είναι να χτιστεί ένας φέρων οργανισμός του κτιρίου από μπετόν αρμέ (το λεγόμενο καρά γιαπί) και όλη η υπόλοιπη τοικοποιία να γίνει από αχυρόμπαλες με τα επιχρίσματα (εξωτερικά και εσωτερικά) να είναι χωμάτινα. Έτσι και αλλιώς, σ' ένα κλασικό αχυρόσπιτο η πλάκα θεμελίωσης θα γίνει από μπετόν αρμέ οπότε το βασικό δίλημμα που τίθεται είναι το αν είναι πιο οικολογική και φιλική προς το περιβάλλον μια κολώνα από τον κορμό ενός δέντρου ή μια κολώνα από μπετόν.

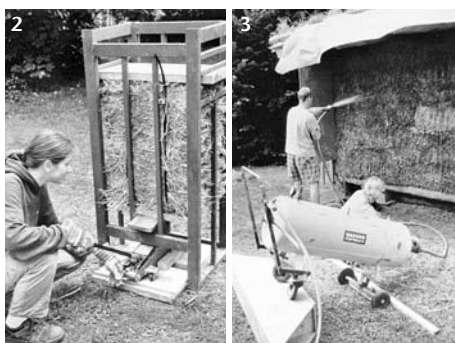
Συνοπτικά αυτή η σχεδιαστική επιλογή εξυπηρετεί τρεις στόχους:

- Την οικολογική επιλογή της προσπάθειας περιορισμού της κατανάλωσης ξυλείας (τίθεται περισσότερο ως πρόταση για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος της χρήσης του μπετόν και του οικολογικού η όχι χαρακτήρα του).

- Τη νομική - αδειοδοτική διάσταση. Στην Ελλάδα υπάρχει νομοθετικό κενό αλλά και έλλειψη τεχνογνωσίας όσον αφορά τα ξύλινα και μάλιστα δώροφα ή και πολυώροφα κτίρια. Βέβαια, αυτό αντιμετωπίζεται με τη σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία αλλά δεν παύει να είναι ένα πρόβλημα.

- Την ψυχολογική διάσταση και τη γενικότερα επικρατούσα αντίληψη υπέρ της χρήσης του φθηνού και ανθεκτικού μπετόν.

Το σύνολο της τοικοποιίας είναι από κα-



τάλληλα διαμορφωμένα δεμάτια από άχυρο, ενώ τα επιχρίσματα (εσωτερικά και εξωτερικά) είναι από λάσπη (χώμα) που εμπλουτίζεται με ασβέστη και καζεΐνη για λόγους ικανοποιητικότερης πρόσφυσης, και τριμμένο άχυρο για λόγους οπλισμού. Αυτή η τεχνική επιχρίσματα έχει εφαρμοσθεί από πολύ παλιά (στα πλίνθινα σπίτια) και έχει επιδείξει ιδιαίτερη αντοχή στο χρόνο. Ενισχυτικά σε αυτό, ένα μεταλλικό πλέγμα (κοτετσόσυρμα) που επενδύει τους αχυρένιους τοίχους είναι απαραίτητο για την ικανή πρόσφυση του χωμάτινου επιχρίσματος με την τοικοποιία.

Το επίχρισμα αυτό διαμορφώνει μία αδρή επιφάνεια η οποία μπορεί να επιχρωματιστεί με φυσικά χρώματα (ώχρα) και να δώσει την τελική επιθυμητή απόχρωση. Το μπετονένιο σενάζ το οποίο διαμορφώνεται μετά τη χύτευση της πλάκας του

πατώματος αποτελεί την κατάλληλη βάση έδρασης της τοικοποιίας για την αποφυγή της υγρασίας του εδάφους.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτιρίου, ακόμη περισσότερο τα ίδια τα φυσικά υλικά αλλά και η δυνατότητα του μπετόν με τη χύτευσή του να δώσει καμπύλες μορφές, οδήγησαν τον σχεδιασμό να ακολουθήσει οργανικές φόρμες στη διαμόρφωση του κελύφους. Επιλέχθηκαν οι αναλογίες της χρυσής τομής και το σχήμα του ναυτίλου για την απόδοση της καμπυλότητας της τοικοποιίας, η οποία καθορίζει και τον εσωτερικό χώρο και τη διάταξη των λειτουργιών του.

<sup>14</sup>Στον χώρο του κινήματος αμφισβήτησης τον Μάη του '68, μερικοί αρχιτέκτονες, απορρίπτοντας την ακαμψία και την ψυχρότητα των κατασκευών των νεωτεριστών, ενθάρρυναν τους χρήστες να συμμετέχουν στη σύλληψη, και μάλιστα στην πραγματοποίηση, κατοικιών πιο φιλικών στο χρήστη. Η αντιαυταρχική αυτή φιλοσοφία κυριάρχησε στην πραγματοποίηση των κοινωνικών κατοικιών του Joachim Eble στη Γερμανία, στις κατοικίες στο Tinn garden των Δανών, του γραφείου Vandkusten κοντά στην Κοπεγχάγη, στις δημιουργίες του Lucien Kroll στο Βέλγιο, στα σχολεία και τις κατοικίες των νέων με αυτοκατασκευή του Peter Hubner στην περιοχή της Στουτγάρδης... Στην επόμενη δεκαετία, πολλοί αρχιτέκτονες εργάστηκαν με άλλα φυσικά υλικά (εννοεί εκτός από το ξύλο). Ο Νορβηγός Sverre Fehn και οι Γάλλοι Jourda και Perraudin, πραγματοποίησαν κατασκευές από χώμα. Μερικοί μελετητές ανέπτυξαν κτίρια με φυτεμένες όψεις και στέγες. Βάρδος του low-tech και μάλιστα του no-tech, είναι βασικά ο Paolo Soleri, που υπήρξε οπαδός του Frank Lloyd Wright, πριν πειραματιστεί σε μια νέα μορφή οικολογικής αρχιτεκτονικής, σε φυσικό μέγεθος, στο Arcosanti της Αριζόνα". [...]

"...Η αρχιτεκτονική high-tech συμβολίζεται από τα κτίρια γραφείων και τις μεγάλες εντυπωσιακές κατασκευές από μέταλλο και γυαλί των αστέρων της διεθνούς αρχιτεκτονικής. Πολλοί από αυτούς τους μελετητές, όπως ο Norman Foster, ο Renzo Piano, ο Richard Rogers, ο Thomas Hergog, η Françoise - Helene Jourda και ο Jules Perraudin, έχουν συσπειρωθεί στους κόλπους του συνδέσμου Read για να μελετήσουν τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις κατασκευές... Πολλές λύσεις που εισήχθησαν με αυτά τα έργα, όπως η διπλή γυάλινη πρόσοψη, εφαρμόζονται πλέον και σε πιο απλές κατασκευές όπου αποδεικνύονται πολύ αποτελεσματικές". [...]

"...Μεταξύ των δύο άκρων του low-tech και του high-tech, στο κέντρο της Ευρώπης δημιουργείται μια κίνηση προς τη μέση οδό. Η στοιχειώδης διαφορά της με την αρχιτεκτονική low-tech είναι η σύγχρονη εικόνα της, που ευνοείται από τον μελετημένο συνδυασμό των παραδοσιακών υλικών με τα καινοτόμα βιομηχανικά προϊόντα". Dominique Gauzin-Müller, "Οικολογική αρχιτεκτονική", σελ. 17

<sup>2</sup>Dominique Gauzin-Müller, "Οικολογική αρχιτεκτονική", σελ. 108

Εικ. 1 Κατασκευαστική λεπτομέρεια.

Εικ. 2,3 Κατασκευή και σοβάτισμα αχυρόμπαλων.