



# ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Book Series. Construction Engineering in the 21<sup>st</sup> Century

---

**ΧΡ. Α ΡΟΔΟΠΟΥΛΟΣ**

# Μέρος Α. Απομόνωση Υγρασίας από το Κτιριακό Κέλυφος

## Σκεπτικό συγγραφής

### Συνθετικός ορισμός κατασκευαστικής μηχανικής

Ο συνθετικός ορισμός περιγράφει μία διαδικασία σχηματισμού της έννοιας από τα επιμέρους χαρακτηριστικά της. Στην βάση αυτή, μπορούμε να ορίσουμε την **Κατασκευαστική Μηχανική** ως ένα μείγμα επιμέρους γνωστικών πεδίων στην έννοια μιας μάχης ενάντια στον χρόνο.

Ο χρόνος στις κτηριακές κατασκευές λειτουργεί σαν τον/την συγγραφέα που αυξάνει την πολυπλοκότητα των χαρακτήρων με τις σελίδες. Ο/η συγγραφέας, στην περίπτωση αυτή είναι ο χρόνος και οι χαρακτήρες τα σενάρια αστοχίας. Οι χαρακτήρες αντιδρούν, αλληλεξαρτούνται, απομονώνονται, υπερτερούν και υποβιβάζονται, αλλά πάντα δημιουργούν ένα πλέγμα δράσης.

Μηχανικοί, τεχνικοί, εργατικό προσωπικό, υλικά, έμποροι και οικονομικά αποτελούν τους χαρακτήρες σε ένα έργο που όμως δεν έχουμε κεντρικά πρόσωπα και πρωταγωνιστές. Στην βάση των σεναρίων αστοχίας, δεν διαβαθμίζουμε υπαιτιότητες όπως θα μπορούσαμε να κάνουμε με μια ανάλυση ευαισθησίας στην στατιστική. Αυτό που μπορούμε να κάνουμε όμως είναι να χειραγωγήσουμε τους ρόλους.

Η **Κατασκευαστική Μηχανική** λοιπόν δεν είναι τίποτα άλλο από την χειραγωγήση χαρακτήρων που κινούνται σε πέντε βασικά γνωστικά πεδία ή σκηνικά και ένα αυτόνομο που ορίζεται από τα οικονομικά μεγέθη. **Τεχνολογία υλικών** στο πλαίσιο χημικών συμβατοτήτων και μηχανικών ιδιοτήτων, της **μηχανικής** (στατικής, δυναμικής και επαναλαμβανόμενης φόρτισης) στην βάση των περιορισμών έναντι αστοχίας, στην **φυσική κτηρίων** που μας δηλώνει τα φορτία περιβάλλοντος και λειτουργίας, της **κατασκευασσιμότητας** που αποτελεί το δημιουργικό πάντρεμα όλων των παραπάνω και του **ανθρώπινου δυναμικού**. Τα **οικονομικά μεγέθη** έπαιζαν και παίζουν πάντα ένα σημαντικό αλλά διαβαθμισμένο ρόλο.

Η έννοια πραγματικότητα δεν είναι τίποτα άλλο από μια απάντηση στο ερώτημα «πότε θα αστοχήσει κάτι» εντός ενός πλαισίου που ορίζεται από την χειραγωγήση των χαρακτήρων αλλά και τα διαθέσιμα οικονομικά μεγέθη. Δηλαδή, το ερώτημα μετατρέπεται σε «ποιο είναι το κόστος ώστε να αυξήσω το διαθέσιμο χρόνο μέχρι την αστοχία». Αυτό ονομάζεται **Ανάλυση κύκλου ζωής, Life Cycle Analysis** και αποτελεί εάν θέλετε την βάση κάθε κατασκευαστικής εφαρμογής.

Στον βιβλίο αυτό λοιπόν θα προσπαθήσουμε από κοινού, να χειραγωγήσουμε μια κατασκευή χρησιμοποιώντας μαθηματικά, φυσική, χημεία, χρήματα και χρόνο χρησιμοποιώντας .... τίποτα παραπάνω από το μυαλό μας. Γράφω από κοινού, καθώς όπως θα διαπιστώσετε από την ανάγνωσή του, διατηρούμε ένα γνωστικό επίπεδο από πολύ βασικές έννοιες χωρίς όμως να χάνουμε ....το «ζουμί» της υπόθεσης.

Σαν συγγραφέας αυτού του βιβλίου λοιπόν θα κάνω μια προσπάθεια να σας εξηγήσω, δείξω και αποτυπώσω την τέχνη της χειραγωγής μιας κατασκευής και πως τηρώντας κάποιες βασικές αρχές, μπορούμε να αυξήσουμε το χρόνο μέχρι την αστοχία, να μειώσουμε το κόστος συντήρησης και στο τέλος αξιόπιστα να μπορούμε να υποστηρίξουμε μια κατασκευή.

Χρ. Α Ροδόπουλος

# Μέρος Α. Απομόνωση Υγρασίας από το Κτιριακό Κέλυφος

## Ευχαριστήρια

Η συγγραφή του βιβλίου με γενικό τίτλο Οικοδομική στον 21<sup>ο</sup> Αιώνα οφείλεται αποκλειστικά στα χιλιάδες μέλη που απαρτίζουν την ομάδα **Θέματα Κατασκευών, Επισκευών και Ενισχύσεων - Υλικά και Τεχνικές**, Facebook. Ερωτήσεις, αναρτήσεις, σχόλια, εικόνες, βίντεο, κρίσεις και επικρίσεις, ιδέες και εφαρμογές, δημιούργησαν για πολλά χρόνια ένα πλέγμα τεχνικό, επιστημονικό και πάνω από όλα ανθρώπινο.

Για όλα τα παραπάνω σας ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου και ελπίζω το βιβλίο αυτό να σας φανεί χρήσιμο.

Είναι εκατοντάδες οι φίλοι και συνάδελφοι που πρέπει να ευχαριστήσω ξεχωριστά. Είναι όμως αδύνατο. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης και το χώρο της βιομηχανίας δομικών υλικών που αγκάλιασε αυτή τη προσπάθεια από την πρώτη ημέρα.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την χώρα μου, την Ελλάδα, που μέσω του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών μου έδωσε την δυνατότητα να αποκτήσω γνώσεις και εμπειρίες. Δεν μπορώ ξεχάσω και δεν θα ξεχάσω τον καθηγητή μου Eduardo de los Rios στο Πανεπιστήμιο του Sheffield που όχι μόνο με πίεσε να ξεπεράσω αυτά που πίστευα ότι μπορώ να κάνω αλλά για μια συμβουλή που μου έδωσε ...

**«Δημιούργησε γνώση και μοίρασε τη... δεν έχουν όλοι οι άνθρωποι τη τύχη της γνώσης»**

Κρατήστε την λέξη ...**τύχη**

**Ακούστε παιδάκια λοιπόν...**

... ένα σλόγκαν που είναι σήμα κατατεθέν της ομάδας.

Χρήστος Α Ροδόπουλος, Dipl-Ing, MEng, PhD, MRAEng, MFEASI, PE, CEng

Πάτρα, Ελλάδα, 2024

*Αφιερωμένο στα παιδιά μου Ναταλία και Αλέξανδρο*

*Isolation of Moisture from the Building Envelope. Part-A. Book Series. Construction Engineering in the 21<sup>st</sup> Century. Copyright © All rights reserved. Athens, Greece, 2024.*

*Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*

*Isolation of Moisture from the Building Envelope. Part-A. / Chris A . Rodopoulos, p cm*

*TA981.3.W41 2024*

*Self Publication*

*ISBN 978-2-7629-0009-5*

# Μέρος Α. Απομόνωση Υγρασίας από το Κτιριακό Κέλυφος

## Εισαγωγή

Η υγρασία είναι το μεγαλύτερο μη τυχηματικό φορτίο που έχει να αντιμετωπίσει ένα κτιριακό έργο. Θα μπορούσαμε χωρίς να χάσουμε την όποια επιστημονικότητα στα λεγόμενά μας, να υποστηρίξουμε ότι κάθε κτιριακό έργο είναι στην ουσία ένας ξένος όγκος που δημιουργεί μια τοπική διατάραξη στο υδατικό ισοζύγιο της περιοχής. Τον όγκο αυτό από εδώ και πέρα θα τον ονομάσουμε κτιριακό κέλυφος.

Η διατάραξη στο υδατικό ισοζύγιο είναι πάντοτε συντριπτική. Δημιουργούμε κάθετες επιφάνειες μεγάλου ύψους και άρα αυξάνουμε την τοπική υδροσυλλογή στην μονάδα επιφάνειας, παρεμβαίνουμε στον υδροφορέα δημιουργώντας υπόγειες εκτροπές, μειώνουμε ή και καταστρέφουμε τελείως την τοπική δυνατότητα της γης να κλείσει τον κύκλο νερού μειώνοντας την εξάτμιση και διαπνοή, δημιουργούμε επιφανειακές εκτροπές ύδατος με μη απορροφητικές επιφάνειες, χρησιμοποιούμε αντλίες για ταπείνωση του υδροφορέα δημιουργώντας υπερκορεστικά φαινόμενα που αλλάζουν ακόμα και την χημική σύσταση του εδάφους που βρίσκεται εκεί για εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια. Οργανισμοί που ζούνε στο έδαφος πεθαίνουν, το χώμα χάνει τα θρεπτικά του συστατικά, ενώ οι υψηλές διηθήσεις του νερού αλλάζουν ακόμα και την ίδια την στρωματογραφία του.

Στην θέση της χλωρίδας, αποφασίζουμε να τοποθετήσουμε το κτιριακό κέλυφος χρησιμοποιώντας μη συμβατά με την φυσιολογία υλικά. Ταυτόχρονα, παραπονιόμαστε γιατί η υγρασία στο κτιριακό κέλυφος μπορεί να οδηγήσει σε κρύο (ή ζεστό), υγρό, άβολο εσωτερικό περιβάλλον, υπερβολικό κόστος θέρμανσης, ψύξης, συντήρησης, απώλειας δομικής αντίστασης έναντι φορτίσεων ακόμα και καταρρεύσεις. Εκτός των οικονομικών επιπτώσεων που σε μερικές περιπτώσεις είναι συντριπτική, η υγρασία δημιουργεί αυξημένες συγκεντρώσεις επιβλαβών ρύπων ή και μικροβίων που επηρεάζουν την υγεία των ανθρώπων. Από τα στάσιμα νερά στα υπόγεια μέχρι την μούχλα στους τοίχους.

Ας αποδεχτούμε λοιπόν ότι η υγρασία στο κτιριακό κέλυφος είναι το όπλο της φύσης να εξαλείψει οτιδήποτε κατασκευάζει ο άνθρωπος, δηλαδή ο φυσικός μηχανισμός επιστροφής σε μια κατάσταση ισορροπίας πριν εμείς τοποθετήσουμε το κτιριακό κέλυφος

Στο κεφάλαιο αυτό θα ξεκινήσουμε από την αρχή. Θα πρέπει να καταλάβουμε πρώτα τις ιδιότητες του νερού, τα φυσικά φαινόμενα, τα δομικά μας υλικά, τις βασικές αρχές απομόνωσης ώστε χωρίς κενά και γκρίζες ζώνες να φτάσουμε στην επίλυση διάφορων προβλημάτων.

Στο τέλος του κεφαλαίου θα ασχοληθούμε με τη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Είναι το καλύτερο που μπορούμε να κάνουμε ώστε να μειώσουμε το αποτύπωμα της δική μας παρέμβασης.

Χρήστος Α Ροδόπουλος

Πάτρα, Ελλάδα, 2024

# Μέρος Α. Απομόνωση Υγρασίας από το Κτιριακό Κέλυφος

## Περιεχόμενα

<b>1. Το νερό — Βασικές Ιδιότητες</b>	<b>1</b>
<b>2. Βασικές ιδιότητες δομικών υλικών και υγρασίας</b>	<b>8</b>
2.1 Η έννοια του πορώδους των υλικών	8
2.2. Απορροφητικότητα, Διαπερατότητα και Υγροσκοπικότητα	9
2.3. Διάχυση υδρατμών	15
2.4. Τριχοειδής Ανύψωση – Ανερχόμενη Υγρασία	17
2.5. Οριακές τιμές διαχείρισης υγρασίας δομικών υλικών	24
<b>3. Μηχανισμοί Εισόδου Υγρασίας στο Κτιριακό Κέλυφος</b>	<b>29</b>
Εισαγωγή	29
3.1 Αιολική ή προσπίπτουσα κατακρήμνιση	30
3.2 Φορτίο κατακρήμνισης σε στέγες, εξώστες και δώματα	36
3.2.1 Υπολογισμός τιμής ραγδαιότητας - Εμπειρική μέθοδος	38
3.2.2 Επίπεδα δώματα - Ωφέλιμη επιφάνεια απορροής	41
3.2.3 Εξώστες - Ωφέλιμη επιφάνεια απορροής	44
3.2.4 Φυτεμένα Δώματα - Ωφέλιμη επιφάνεια απορροής	45
3.3 Φορτίο κατακρήμνισης – Υπόγεια Στάθμη	46
3.3.1 Το νερό μέσα στο έδαφος	48
3.3.2 Το ενεργό ή αποτελεσματικό πορώδες του εδάφους	52
3.3.4 Η ειδική απόδοση του εδάφους σε νερό	53
3.3.5 Ταξινόμηση Εδαφών	53
3.3.6 Συντελεστής Υδραυλικής Αγωγιμότητας	54
3.3.7 Φάσεις εδαφικής συλλογή όμβριων υδάτων	55
3.3.8 Ετεροθερμία	57
3.3.9 Μετακίνηση υδάτων στο έδαφος – Νόμος Darcy	60
<b>4. Υδροσυλλογή Υδάτων —Υπόγεια Στάθμη</b>	<b>67</b>
4.1 Η αποστράγγιση τάφρου - French drain	67

# Μέρος Α. Απομόνωση Υγρασίας από το Κτιριακό Κέλυφος

## Περιεχόμενα

4.1.1 Στάδια μελέτης French drain	68
4.1.1.1 Δείκτης αποστράγγισης κτιριακού και ρυθμός απορροής	68
4.1.1.2 Διαστασιολόγηση French drain	74
<b>5. Υδροσυλλογή Υδάτων—Υπέργεια στάθμη</b>	<b>88</b>
5.1 Ρυθμός παγίδευσης και ρυθμός εκροής	88
5.1.1 Διαστασιολόγηση υδροσυλλέκτη	90
5.2 Υπολογισμός ρύσεων - βασικά σχεδιαστικά και κατασκευαστικά προβλήματα	95
5.3 Υπολογισμός ρύσεων - αρχές σχεδιασμού	97
5.3.1 Στάδια σχεδιασμού μικρών επιφανειών	101
5.3.2 Στάδια σχεδιασμού μεγάλων επιφανειών	110
<b>6. Κατασκευαστικές Λεπτομέρειες και Στάδια Υγρομόνωσης υπέργεια στάθμη</b>	<b>128</b>
6.1 Υγρομόνωση δώματος και εξωστών	128
6.1.1 Ηλιακή Ακτινοβολία	128
6.1.2 Συμβιβαστό παραμορφώσεων	134
6.1.2.1 Γεωμετρικοί περιορισμοί	147
<b>7. Κατασκευαστικές Λεπτομέρειες—Παραδείγματα</b>	<b>154</b>
7.1 Υγρομόνωση Κατασκευών εντός υδροφορέα	154
7.2 Υγρομόνωση φέρουσας τοιχοποιίας	172
7.3 Υγρομόνωση υδατοδεξαμενής σε επαφή με τοιχίο υπογείου	177
7.4 Υγρομόνωση διακοσμητικής πέτρας τοιχοπλήρωσης	180
7.5 Υγρομόνωση εξωστών	188
7.6 Υγρομόνωση τοιχοπληρώσεων ξηράς δόμησης υγρών χώρων	194
7.7 Υγρομόνωση στεγών - Κεκλιμένη στέγη οπλισμένου σκυροδέματος	198
<b>8. Βιβλιογραφία</b>	<b>201</b>