



Νέα έκδοση 12.6 του 3MURI
Επεμβάσεις σε τοιχοποιία με σύνθετα υλικά FRP & FRCM

Το **3Muri** αποτελεί καινοτόμο λογισμικό για τον έλεγχο και τις ενισχύσεις κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία και είναι προϊόν έρευνας του Πανεπιστημίου της Γένοβα & του ευρωπαϊκού κέντρου ερευνών με επικεφαλής τον καθηγητή S. Lagomarsino – Μέλος της ομάδας σύνταξης του EC8.3

Τμήμα υποστήριξης λογισμικού

ERGOCAD®

Τίτλος φυλλαδίου: Νέα έκδοση 12.6 του 3MURI - Επεμβάσεις σε τοιχοποιία με σύνθετα υλικά FRP & FRCM

Copyright©2020, Γ. Τσιαμτσιακίρης και Συνεργάτες Ε.Ε. (ERGOCAD)

Κεντρική διάθεση: Αρετής 13, Περιστέρι

Τ.Κ. 12135

Τηλ. 2114112619 - 2114112620

Fax: 2105760870

Email: info@ergocad.eu

Δικτυακός τόπος της Γ. Τσιαμτσιακίρης & Συν. Ε.Ε. : www.ergocad.eu

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος του ηλεκτρονικού φυλλαδίου με οποιοδήποτε μέσο (φωτοτυπία, εκτύπωση, μικροφίλμ, ή με άλλη μηχανική ή ηλεκτρονική μέθοδο) χωρίς την έγγραφη άδεια του εκδότη.

© 2020 ERGOCAD. Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Η επωνυμία 3MURI είναι κατοχυρωμένο εμπορικό σήμα της Stadata Srl .



Το παρόν φυλλάδιο περιλαμβάνει συνοπτική περιγραφή των νέων χαρακτηριστικών της έκδοσης 12.6 του προγράμματος 3muri.



Έκδοση 12.6.1

FRCM (Fabric-Reinforced Cementitious Matrix) για τοιχοποιία

Ως μέρος της ολοκληρωμένης λύσης δομικών ενισχύσεων που εφαρμόζονται στο μοντέλο του 3MURI, επεκτείνονται οι δυνατότητες που σχετίζονται με τις επεμβάσεις σε τοιχοποιία, συμπεριλαμβανομένων των FRP (*Fiberglass Reinforced Polymer* ή αλλιώς *Ινοπλισμένα πολυμερή -ΙΟΠ*), των ενισχύσεων και των ενισχυμένων τοιχοποιιών, εισάγοντας τη δυνατότητα εφαρμογής ενισχύσεων FRCM (Fabric-Reinforced Cementitious Matrix ή αλλιώς *Ινοπλέγματα σε ανόργανη μήτρα - IAM*).

Τα σύνθετα υλικά FRCM χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στις μέρες μας για την δομική ενίσχυση κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία, ίσως περισσότερο και από τα κλασσικά υλικά FRP (από ίνες υάλου, άνθρακα ή αραμιδίου ενσωματωμένες σε μήτρες από πολυμερή όπως οι εποξικές ρητίνες).

Στη διεθνή βιβλιογραφία οι ονομασίες που έχουν επικρατήσει είναι οι εξής :

- TRC (Textile Reinforced Concrete)
- TRM (Textile Reinforced Mortars)
- FRM (Fabric Reinforced Mortar)
- IMG (Inorganic Matrix-Grid Composites)

Η λύση που εφαρμόζεται τώρα στις ενισχύσεις FRP στο 3Muri ακολουθεί τις διατάξεις του προτύπου [CNR-DT 200 R1 / 2013](#) Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems – Οδηγίες για το σχεδιασμό και την εφαρμογή συστημάτων Ινοπλισμένων πολυμερών,

καθώς στους Ευρωκώδικες δεν υπάρχει ακόμα κάποια πρόταση ενώ στο σχέδιο του ΚΑΔΕΤ αναμένονται συστάσεις για τους υπολογισμούς.

Οι ενισχύσεις FRCM ακολουθούν αντίστοιχα τις διατάξεις του προτύπου [CNR-DT 215/2018](#) - Guide for the Design and Construction of Externally Bonded Fibre Reinforced Inorganic Matrix Systems

for Strengthening Existing Structures - Οδηγίες για το σχεδιασμό, την εφαρμογή και τον έλεγχο δομικών επεμβάσεων σε υφιστάμενες κατασκευές μέσω της χρήσης ενισχυμένων ινών σε σύστημα Ανόργανης Μήτρας.

Τα υλικά ανόργανης μήτρας έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα αντίστοιχα οργανικά FRP, ειδικά για εφαρμογές σε κατασκευές τοιχοποιίας, χάρη στη μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών που διαθέτει αυτός ο τύπος επεμβάσεων. Δεδομένης της αυξανόμενης έκτασης εφαρμογής αυτών των ενισχύσεων, καθίσταται απαραίτητο να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό μέσω των διατάξεων που δίνονται στο κείμενο του CNR-DT 215/2018, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Στις εικόνες που ακολουθούν εμφανίζονται τα παράθυρα με τις παραμέτρους που απαιτούνται για την διαστασιολόγηση των σύνθετων υλικών και των τοίχων στους οποίους θα εφαρμοστούν.

FRP (CNR-DT 200 R1/2013)

FRCM (CNR-DT 215/2018)

Reinforcement properties

Name: from 1 Reinforcement type: FRP User defined

Masonry	
Masonry type	Brick masonry
na definition	Automatic
Exposure class	Internal
f _{bm} [N/mm ²]	10,0
f _{btm} [N/mm ²]	1,0
Block size [cm]	5

Calculation coefficients	
$\gamma_{f,d}$	1,20
α	1,50
γ_f	1,10
Shear drift	0,0060
Bending drift	0,0120

Vertical diffused	
bf (-) [mm]	500
tf [mm]	0,220
Step [cm]	5
Area/m [mm ² /m]	220,00
Fiber type	Aramid
na	0,85
Ef [N/mm ²]	390.000,00
ϵ_{fk} [%]	1,28000
ϵ_{fd} [%]	0,16637
f _{added} [N/mm ²]	432,56
Vertical concentrated	
A _c [cm ²]	0,00
D _c [cm]	0

Transversal diffused	
bf (-) [mm]	500
tf [mm]	0,220
Step [cm]	5
Area/m [mm ² /m]	220,00
Fiber type	Aramid
na	0,85
Ef [N/mm ²]	390.000,00
ϵ_{fk} [%]	1,28000
ϵ_{fd} [%]	0,16637
f _{added} [N/mm ²]	432,56
Slant (α) [°]	0
Bending rebars	<input type="checkbox"/>

Vertical library: FRP-FRCM Sample
Transversal library: FRP-FRCM Sample

Reinforcement properties

Name: from 1 Reinforcement type: FRCM User defined

Masonry	
Masonry type	Brick masonry
na definition	Automatic
Exposure class	Internal
f _{bm} [N/mm ²]	10,0
f _{btm} [N/mm ²]	1,0
Dist. application [cm]	5

Calculation coefficients	
$\gamma_{f,d}$	1,20
α	1,50
γ_f	1,10
Shear drift	0,0060
Bending drift	0,0120
β	0,60

Pier spread	
Effect typology	Shear
Application	Single side
Bending anchor	Efficacious
Layers number of single side	1
tf [mm]	0,062
Area/m [mm ² /m]	61,50
na	0,90
Ef [N/mm ²]	60.000,00
ϵ_{fk} [%]	3,00000
ϵ_{fd} [%]	0,78103
f _{added} [N/mm ²]	312,41

Spandrel beam spread	
Effect typology	Summit edging
Application	Single side
Bending anchor	Efficacious
Layers number of single side	0
tf [mm]	0,062
Area/m [mm ² /m]	61,50
na	0,90
Ef [N/mm ²]	60.000,00
ϵ_{fk} [%]	3,00000
ϵ_{fd} [%]	0,78103
f _{added} [N/mm ²]	312,41
Summit edging	
Layers number of single side	1
Width bf [cm]	1,000
tf [mm]	1,000

Vertical library: FRP-FRCM Sample
Transversal library: FRP-FRCM Sample

FRP και FRCM για υποστυλώματα από τοιχοποιία

Πολύ συχνά σε υφιστάμενες κατασκευές, συμβαίνει τα υποστυλώματα τοιχοποιίας που αποτελούνται από λιθοσώματα και κονίαμα (όχι από σκυρόδεμα) να είναι οι «αδύναμοι κρίκοι» του δομικού συστήματος, καθώς μπορεί να έχουν μικρές διαστάσεις και να φέρουν σημαντικά φορτία σε σχέση με το μέγεθος και τις μηχανικές αντοχές της τοιχοποιίας.

Στις διατάξεις των προτύπων CNR-DT 200 R1 / 2013 και CNR-DT 215/2018, προτείνονται εφαρμογές ενισχύσεων από FRP / FRCM ως επεμβάσεις ενίσχυσης οι οποίες περιλαμβάνουν τα υποστυλώματα τοιχοποιίας.

Η περίδεση των υποστυλωμάτων τοιχοποιίας μπορεί να επιτευχθεί με υφάσματα, ελάσματα και ράβδους. Τα υφάσματα εφαρμόζονται στο περίγραμμα ως ένα συνεχές κάλυμμα ή ως ένας ασυνεχής εξωτερικός επίδεσμος. Οι ράβδοι είναι διατεταγμένοι μέσα στο υποστυλωμα για να δημιουργούν κατάλληλα ενισχυμένες σε απόσταση ραφές. Η περίδεση των υποστυλωμάτων με αυτά τα υλικά επιτρέπει την αύξηση της φέρουσας ικανότητάς τους.

Η εισαγωγή αυτών των ενισχύσεων στο 3Muri μπορεί να γίνει από το σχετικό παράθυρο του προγράμματος το οποίο έχει προστεθεί στη νέα έκδοση.

Reinforcement properties

Name: Reinforcement type: FRP User defined

Fabrics Bars

na definition	Automatic
Exposure class	Internal
Fiber type	Glass
na	0,75

Fabrics	
Application	Continue
nf	1
tf [mm]	0,000
ϵ_{fk} [%]	0,00000
Ef [N/mm ²]	0,00
rc [mm]	20,000
bf [mm]	0
Step [cm]	0

Bars	
Ef [N/mm ²]	0,00
ϵ_{bk} [%]	0,00000
Ab [cm ²]	0,00
pb [cm]	0
nb,x	1
cxs [cm]	0
nb,y	1
cys [cm]	0

Ef
Elasticity normal modulus of reinforcement

Library: -

Υλικό τοιχοποιίας - αυτοματοποίηση στους μειωτικούς συντελεστές

Περαιτέρω βελτιώσεις έχουν εφαρμοστεί στην ταυτοποίηση των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών σύμφωνα με αυτό που αναφέρεται στην εγκύκλιο αριθ. 7 της 21ης Ιανουαρίου 2019 (NTC). Σε αυτήν την εγκύκλιο, σχετικά με τη συμπεριφορά των πιο συχνών τυπολογιών τοίχου, ένας πίνακας δείχνει ενδεικτικά τις πιθανές τιμές των μηχανικών παραμέτρων, υπό την προϋπόθεση ότι τηρούνται ακριβείς συνθήκες (π.χ. ασβεστοκονίαμα μέτρων χαρακτηριστικών, απουσία αρμών κ.λπ.).

Στην περίπτωση του ελέγχου έναντι σεισμικών δράσεων και στην περίπτωση που το κονίαμα έχει ιδιαίτερα αδύναμα χαρακτηριστικά (η μέση αντοχή θλίψης f_m εκτιμάται ότι είναι μικρότερη από $0,7 \text{ N / mm}^2$), προτείνεται να εφαρμοστεί στον πίνακα τιμών ένας μειωτικός συντελεστής 0,7 για τις αντιστάσεις και 0,8 για το μέτρο ελαστικότητας. Προς το παρόν, εάν ο μελετητής πρέπει να χρησιμοποιήσει εξαιρετικά αδύναμα κονιάματα ($<0,7 \text{ N / mm}^2$), πρέπει να προχωρήσει στη μη αυτόματη μείωση της απόδοσης του υλικού σύμφωνα με τους δύο παραπάνω συντελεστές.

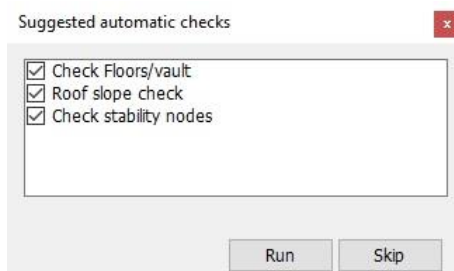
Το πλαίσιο ελέγχου "extremely poor mortar" στη μάσκα του ορισμού του υλικού, θα επιτρέψει την εφαρμογή αυτής της διόρθωσης με εντελώς αυτόματο τρόπο.



Ενημέρωση και ενσωμάτωση ελέγχων

Οι έλεγχοι που γίνονται αυτόματα από το 3Murι στο μαθηματικό μοντέλο βελτιώθηκαν περαιτέρω και έχουν φιλτραριστεί σύμφωνα με την τυπολογία της κατασκευής που προσομοιώνεται.

Οι αυτοματοποιημένες διαδικασίες υπενθυμίζουν στον χρήστη καθώς εκείνος εργάζεται στο πρόγραμμα, την πιο κατάλληλη στιγμή για τη διεξαγωγή αυτών των ελέγχων χωρίς εκείνος να θυμάται να τους εκτελεί εκ των προτέρων. Το πλεονέκτημα είναι η ταχύτερη και ευκολότερη εισαγωγή και η μεγαλύτερη ακρίβεια στις εκτός επιπέδου αναλύσεις.



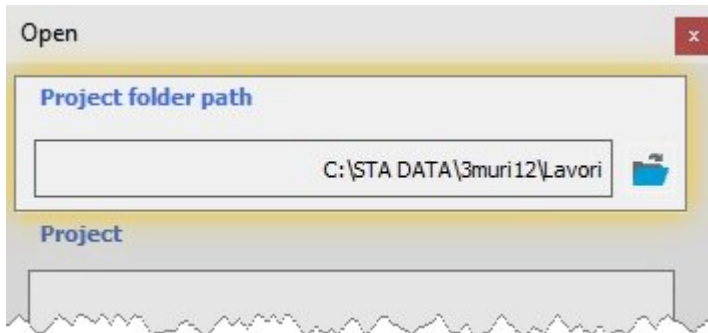
Επαναδημιουργία του πλέγματος μετά την τροποποίηση ενός μοντέλου

Το πλέγμα αντιπροσωπεύει το «μαθηματικό» σχήμα των στοιχείων που εισάγονται στο προσομοίωμα της κατασκευής. Κάθε φορά που ο χρήστης κάνει αλλαγές στο μοντέλο, είναι απαραίτητο να ξαναδημιουργηθεί το πλέγμα, διαφορετικά οι υπολογισμοί θα γίνονται με το προηγούμενο μοντέλο (πριν τις τροποποιήσεις) και ως εκ τούτου αυτό δεν θα ενημερώνεται.

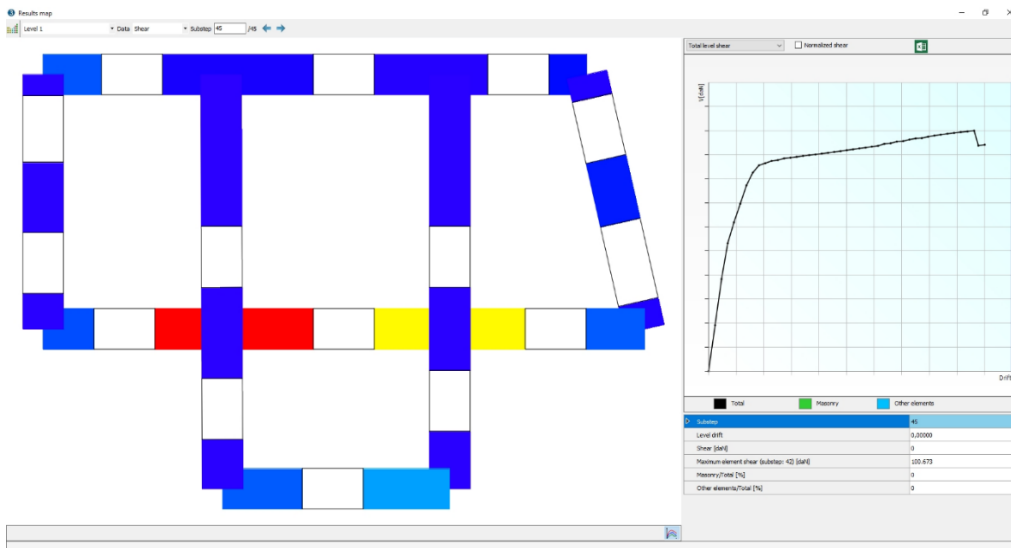
Από τη νέα έκδοση και στο εξής, το πρόγραμμα θα εκτελεί κάποιους ελέγχους προτού προχωρήσει στον υπολογισμό, με στόχο την επαλήθευση της συνοχής της δομής πλέγματος και εάν δεν υπάρχει καμία αντιστοιχία τότε θα ειδοποιηθεί ο χρήστης με σχετικό μήνυμα.

Τροποποίηση της διαδρομής του φακέλου έργων

Από αυτήν την έκδοση είναι δυνατή η τροποποίηση της διαδρομής του φακέλου έργου απευθείας στο παράθυρο "Ανοιγμα".

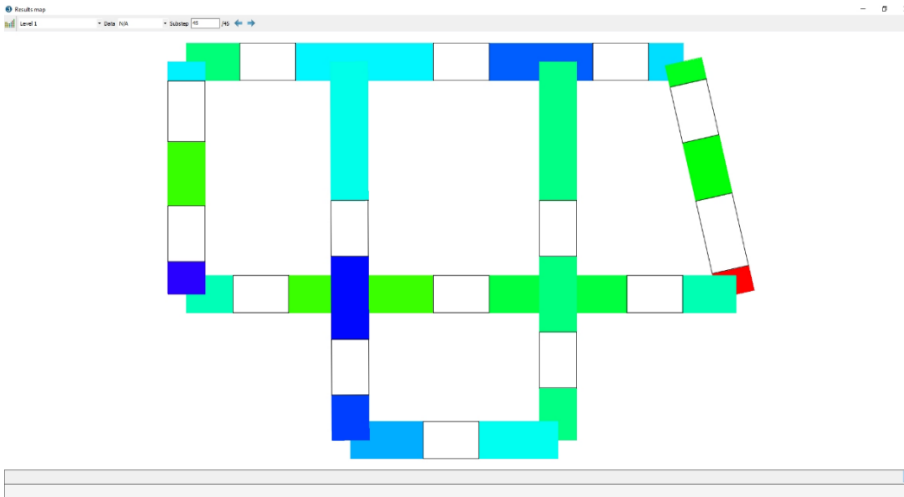


Διαβαθμισμένος χρωματικός χάρτης - κάτοψη με τις τέμνουσες κάθε τοίχου και διάγραμμα για κάθε Pushover
 Για κάθε επίπεδο του μοντέλου εμφανίζεται ένας έγχρωμος χάρτης, παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση των τάσεων εδάφους στη θεμελίωση, στον οποίο αναπαρίσταται σε κάτοψη η τέμνουσα σε κάθε σημείο των τοίχων. Τα διαφορετικά χρώματα επιτρέπουν στο χρήστη να δει τις τιμές της τέμνουσας για τις διάφορες pushover αναλύσεις. Στα δεξιά βρίσκεται το **διάγραμμα με την τέμνουσα** για κάθε βήμα μιας pushover ανάλυσης. Τα δεδομένα μπορούν να εξαχθούν σε μορφή Excel.



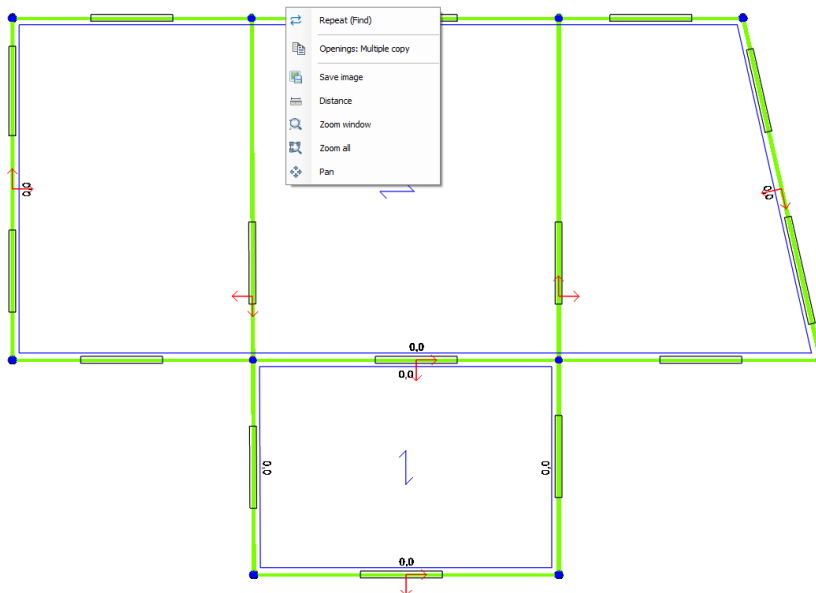
Διαβαθμισμένος χρωματικός χάρτης - κάτοψη με τις δυνάμεις εφελκυσμού κάθε τοίχου

Για κάθε επίπεδο του μοντέλου εμφανίζεται ένας έγχρωμος χάρτης, παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση των τάσεων εδάφους στη θεμελίωση, στον οποίο αναπαρίστανται σε κάτοψη οι εφελκυστικές δυνάμεις σε κάθε σημείο των τοίχων. Τα διαφορετικά χρώματα επιτρέπουν στον χρήστη να δει τις τάσεις για κάθε διαφορετική ανάλυση pushover.



Επανάληψη τελευταίας εντολής

Προστέθηκε η δυνατότητα ανάκλησης της τελευταίας εντολής που εκτελέστηκε κατά τον χειρισμό του προγράμματος. Για να εφαρμοστεί τα undo αρκεί να γίνει δεξί κλικ στο ποντίκι στο συνηθισμένο μενού επιλογής γραφικών.

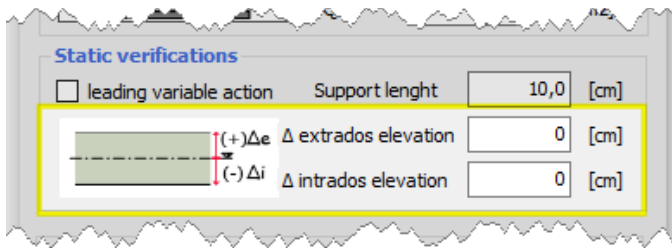


Καθαρό Ύψος

Το καθαρό ύψος που αποδίδεται σε κάθε επίπεδο δίνεται από τη διαφορά των υψομέτρων **των ορόφων με βάση το μέσο επίπεδο** των πλακών, ύψος το οποίο, από την άποψη του υπολογισμού, φαίνεται να είναι **προκαθορισμένο**.

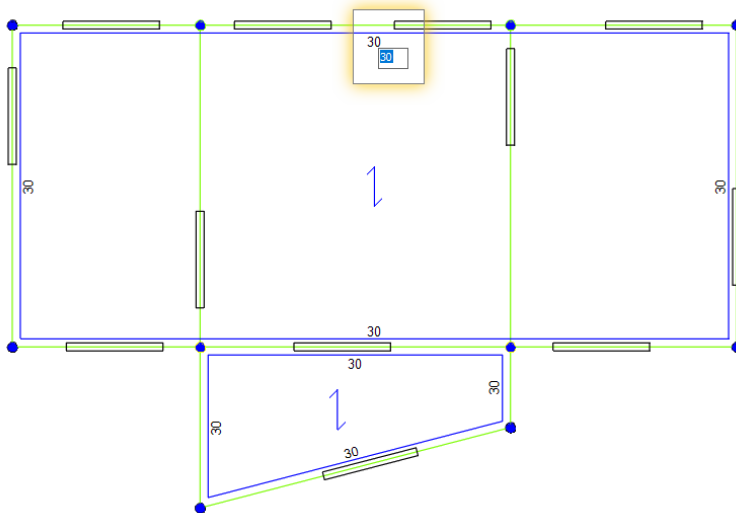
Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως στην περίπτωση της στατικής ανάλυσης, μπορεί να είναι απαραίτητο να βελτιωθεί ο υπολογισμός λαμβάνοντας υπόψη ένα μειωμένο ύψος (καθαρό ύψος ή πραγματικό ύψος), το οποίο λαμβάνει υπόψη τη συμβολή του πάχους των πλακών.

Για να ληφθεί αυτό υπόψη, προστέθηκε στο σχετικό παράθυρο του προγράμματος, μία παράμετρος για το ύψος Δ εξωτερικά/ εσωτερικά (extrados / intrados). Με την εισαγωγή μιας νέας πλάκας μέσα στο μοντέλο, τα πεδία Δ extrados / intrados συμπληρώνονται αυτόματα με προτεινόμενες τιμές με βάση το πάχος που αποδίδεται στην πλάκα.



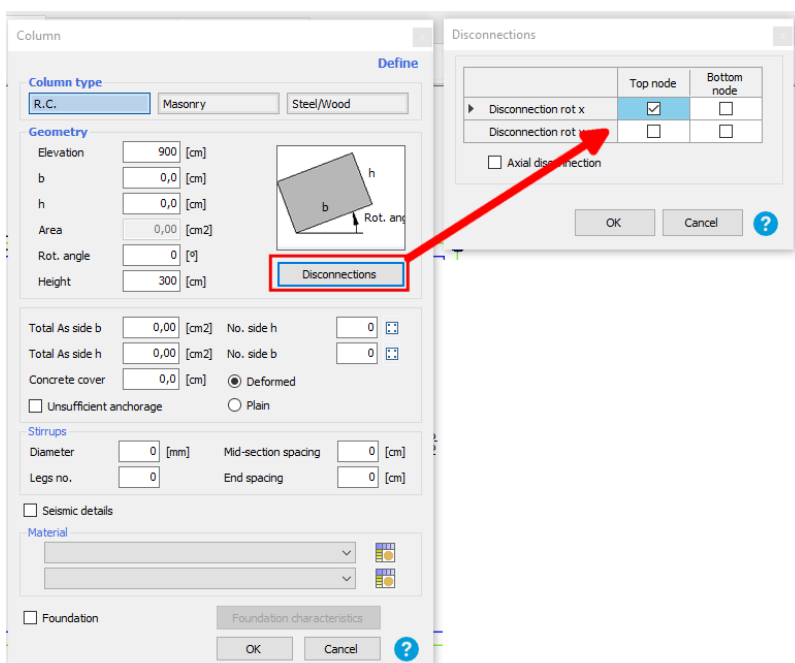
Μήκος στήριξης

Προκειμένου να υπολογιστεί η **εκκεντρότητα που απαιτείται για τους στατικούς ελέγχους** του κτιρίου, είναι σημαντικό να καθοριστούν οι τιμές των μηκών στήριξης των πλακών. Εάν είναι απαραίτητο να αντιστοιχίσετε διαφορετικές τιμές σε κάθε πλευρά της πλάκας, μπορείτε να επεξεργαστείτε τις τιμές που αντιστοιχούν στα μήκη στήριξης απευθείας από το **πεδίο στο οποίο περιλαμβάνονται τα στοιχεία της κατασκευής**.



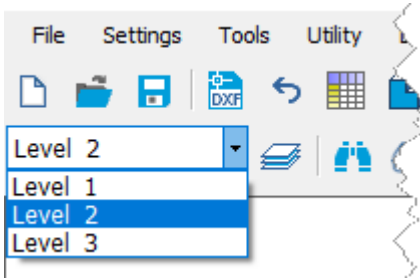
Αρθρώσεις σε υποστυλώματα

Μέσω του κουμπιού αποσύνδεσης (**disconnection**) είναι δυνατή η τροποποίηση του βαθμού **ελευθερίας** των ακραίων κόμβων των **υποστυλωμάτων**. Με τον τρόπο αυτό τα **υποστυλώματα θεωρούνται αρθρωτά στα σημεία που επιλέγετε**.



Διαχείριση επιπέδων

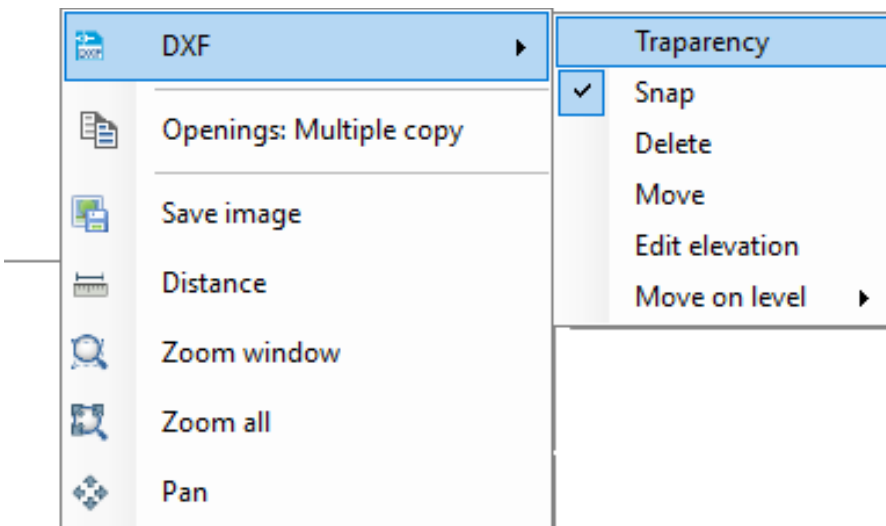
Από τη γραμμή εντολών είναι πλέον δυνατή η απευθείας μετάβαση από το ένα επίπεδο στο άλλο χωρίς να χρειάζεται να ανοίγετε το πεδίο της διαχείρισης των επιπέδων.



Διαφάνεια Dxf

Σε ορισμένες περιπτώσεις, το βασικό βοηθητικό αρχείο dxf μπορεί να είναι υπερβολικά μεγάλο, με αχρείαστες λεπτομέρειες και αρκετά σύνθετο, καθιστώντας δύσκολη την επεξεργασία των στοιχείων που έχουν ήδη εισαχθεί στο μοντέλο.

Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι χρήσιμο να ρυθμίσετε τη διαφάνεια του dxf προκειμένου να διευκολύνετε τις λειτουργίες στα γραφικά.



Βελτιστοποίηση των εντολών εισαγωγής ευθυγράμμισης

Οι εντολές επεξεργασίας ευθυγράμμισης, όπως η επέκταση/ η περικοπή και η μετακίνηση ενός κόμβου, έχουν βελτιωθεί σημαντικά σε αυτήν την έκδοση. Έχουν επίσης προστεθεί αυτόματοι έλεγχοι της συνοχής του μοντέλου. Πλέον, οι γραφικές οντότητες που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό τρισδιάστατων αντικειμένων ενημερώνονται μετά από κάθε τροποποίηση και παρουσιάζουν τη νέα διαμόρφωση του συνεκτικού μοντέλου με ευθυγραμμισμένα τα αντικείμενα.

Δίπλα στην τυπική εντολή "επέκταση/ περικοπή", έχει εισαχθεί μια βελτιωμένη σε σχέση με την προηγούμενη εντολή, η οποία επιτρέπει πιο λεπτομερείς λειτουργίες επεξεργασίας.



www.ergocad.eu

Νέα έκδοση 12.6
του 3MURI

Επεμβάσεις σε τοιχοποιία με
σύνθετα υλικά FRP & FRCM