

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

**ΕΥΘΥΜΙΟΣ ΚΑΛΛΙΑΝΤΕΡΗΣ
ΠΑΝΑΓΗΣ ΔΙΒΙΕΡΑΤΟΣ**

Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η σύγκριση των διατάξεων του ΚΑΝ.ΕΠΕ. για την επιρροή των ανοιγμάτων στη δυσκαμψία της τοιχοπλήρωσης. Για το σκοπό αυτό έγινε τροποποίηση των δεδομένων ώστε να είναι συμβατά με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. και συστηματοποίηση τους μετά από κατάλληλη στατιστική διερεύνηση. Τέλος γίνονται προτάσεις για την περαιτέρω διερεύνηση της επιρροής των ανοιγμάτων στη δυσκαμψία της τοιχοπλήρωσης.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι τοιχοπληρώσεις προσφέρουν σημαντική δυσκαμψία σε πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα τα οποία υπόκεινται σε οριζόντια φόρτιση. Η συμβολή τους αυτή αποδείχθηκε από τις πειραματικές διερευνήσεις τοιχοπληρωμένων πλαισίων υπό οριζόντια φόρτιση (CEB 1996). Ο πολιτικός μηχανικός ακόμα και σήμερα συναντά μεγάλες δυσκολίες στην προσομοίωση των τοιχοπληρώσεων με ανοίγματα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη χρήση κάποιων απλοποιημένων μεθόδων που πολλές φορές οδηγούν σε μεγάλα σφάλματα. Οι τοίχοι πλήρωσης μπορούν να προσομοιωθούν με διατμητικό φάτνωμα, με θλιβόμενη διαγώνιο καθώς και με την χρήση δύο διαγωνίων μια θλιβόμενη και μια εφελκυστική. Η εργασία αυτή θα ασχοληθεί με την μέθοδο της θλιβόμενης διαγωνίου και θα προσπαθήσει να δώσει στον μηχανικό την δυνατότητα πρακτικού υπολογισμού του πλάτους της θλιβόμενης διαγωνίου.

Οι τοιχοπληρώσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Χωρίς ανοίγματα
- Με ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες)

2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

2.1 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ (§ 7.4.1.α) όταν ένα πλαίσιο από Ο/Σ είναι πλήρως τοιχοπληρωμένο και υπόκειται σε οριζόντια φόρτιση τότε οι τοιχοπληρώσεις μπορούν να προσομοιωθούν:

- Είτε ως διατμητικό φάτνωμα ορθοτροπικό, με τέσσερις "κόμβους"-αρθρώσεις προς τους αντίστοιχους κόμβους του τοιχοπληρωμένου πλαισίου
- Είτε, απλούστερα, ως ισοδύναμη αμφιαρθρωτή θλιβόμενη διαγώνια ράβδος (κατά την εκάστοτε φορά του σεισμού εντός του πλαισίου), με συγκεκριμένο πλάτος b.
- Αν η διαγώνια ράβδος αρχίζει και τελειώνει σε κόμβους του πλαισίου, η χρήση προσομοιώματος θλιπτήρα-ελκυστήρα κατά τις δύο διαγώνιες με ράβδους μισής δυστένειας σε σχέση με αυτές του προσομοιώματος της απλής θλιβόμενης διαγωνίας, έχει πρακτικώς ως αποτέλεσμα ίση ένταση στο φορέα πλὴν των αξονικών δυνάμεων κάποιων στοιχείων. Σχετικῶς υπάρχουν διαφορές στις αξονικές δυνάμεις εξωτερικών υποστυλωμάτων, οι οποίες ὅμως είναι μικρές σε σχέση με τις αξονικές δυνάμεις που προκύπτουν ἀπὸ τα κατακόρυφα φορτία, ἔτσι η διαφορά μπορεί να αμεληθεί. Στις δοκούς οι αξονικές δυνάμεις ἐγγένει μπορούν να αμεληθούν και οι διαφορές είναι ούτως ἢ ἄλλως μικρές. Οι διαφορές δεν μπορούν πάντα να αμεληθούν ὅταν οι ἐλκυστήρες/θλιπτήρες καταλήγουν σε ἐνδιάμεση περιοχὴ δοκού (ἢ υποστυλώματος).

2.1.1 ΘΛΙΒΟΜΕΝΗ ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ (§ 7.4.1. ζ2 σχόλια) προτείνει τιμές για το πλάτος της θλιβόμενης διαγωνίου που θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση, ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας :

- Προστασία ζωής $b = 0,15 L$

Για ενιαίες κατά τη διατομή τοιχοπληρώσεις, ως «ισοδύναμο» πάχος λαμβάνεται το συνολικό τους πάχος. (ΚΑΝ.ΕΠΕ § 7.4.1. ε. σχόλια)

Η μέση θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας κατά τη διεύθυνση της διαγώνιας ράβδου θα λαμβάνεται υπόψη ως η μέση θλιπτική αντοχή κατά την κατακόρυφη διεύθυνση και η μείωσή της λόγω των εγκάρσιων εφελκυστικών τάσεων. Ελλείπει ακριβέστερων δεδομένων, η αντοχή αυτή επιτρέπεται να εκτιμάται μέσω της χαρακτηριστικής τιμής της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας κατά τη κατακόρυφη διεύθυνση $f_{wc,k}$ κατά τον Ευρωκώδικα 6.

$$\bar{f}_{wc} = \lambda_m * \lambda_s * \lambda_c * k * f_{bc}^{0.7} * f_{mc}^{0.3} \text{ (ΚΑΝ.ΕΠΕ.εξίσωση Σ7.18)} \dots\dots\dots \text{Εξίσωση 1}$$

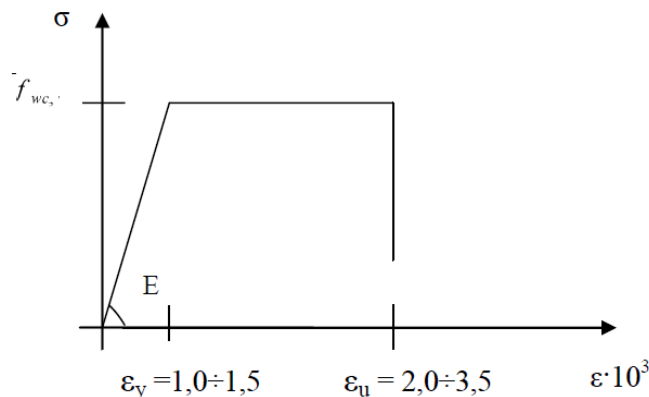
Όπου :

- $\lambda_m = 1,50$ συντελεστής μετατροπής της χαρακτηριστικής αντοχής σε μέση
- $\lambda_s = 0,7$ μειωτικός συντελεστής για τη δυσμενή υπό γωνία εφαρμογή του φορτίου
- $\lambda_c = 1,20$ αυξητικός συντελεστής για την ευμενή επιρροή της περίσφιξης την οποία εξασφαλίζουν τα περιβάλλοντα την τοιχοπλήρωση δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος.
- f_{bc} και f_{mc} η θλιπτική αντοχή τοιχοσώματος και κονιάματος αντιστοίχως
- k εμπειρικός συντελεστής, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την ομάδα στην οποία κατατάσσονται τα τοιχοσώματα και το είδος του κονιάματος δομήσεως [2]. Για συνήθη κονιάματα ο συντελεστής παίρνει τιμές από 0,35 έως 0,55

Όταν οι κατακόρυφοι αρμοί της τοιχοποιίας δεν είναι γεμάτοι με κονίαμα, η τιμή της θλιπτικής αντοχής του λοξού θλιπτήρα πολλαπλασιάζεται με ένα πρόσθετο μειωτικό συντελεστή (πέραν του λ_s). Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, ο μειωτικός συντελεστής εκτιμάται βάσει του ποσοστού πλήρωσεως των κατακόρυφων αρμών και μπορεί να παίρνει τιμές από 0,6 έως 0,9. Όταν το πάχος των οριζόντιων αρμών της τοιχοποιίας είναι μεγαλύτερο από 15 mm, η τιμή της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας πολλαπλασιάζεται με ένα πρόσθετο μειωτικό συντελεστή 0,85. (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 7.4.1. ζ2. σχόλια)

Το μέτρο Ελαστικότητας της τοιχοποιίας προκύπτει είτε από δοκιμές είτε λαμβάνεται από εμπειρικούς τύπους :

$$E_E = 1000 * f_{wc} \text{ [2]}$$



Σχήμα 1: Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων ισοδύναμης θλιβόμενης διαγωνίου. (ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 7.4.1. ζ2.)

2.1.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ ΜΕ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΟ ΦΑΤΝΩΜΑ

Η αντιστοίχιση της δυστένειας ($E A_p$) της θλιβόμενης διαγωνίου με τη δυστημσία ($G A_\phi$) του φατνώματος γίνεται με βάση τη σχέση :

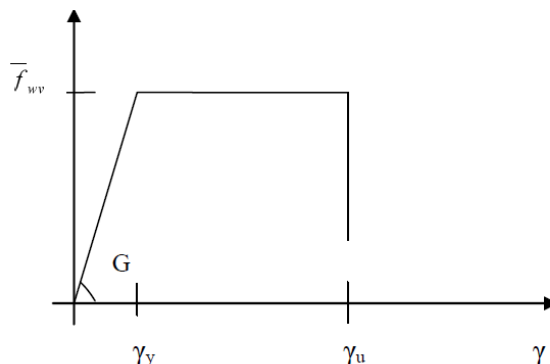
$$E A_p = \frac{G A_\phi}{\cos^2 \alpha \sin \alpha} \text{ (KAN.EΠΕ. § 5.9.2.)} \dots \dots \dots \text{ Εξίσωση 2.}$$

Όπου:

$G = 0,4E$ Μέτρο διάτμησης τοιχοποιίας [2]

α η γωνία κλίσεως της ισοδύναμης διαγωνίου

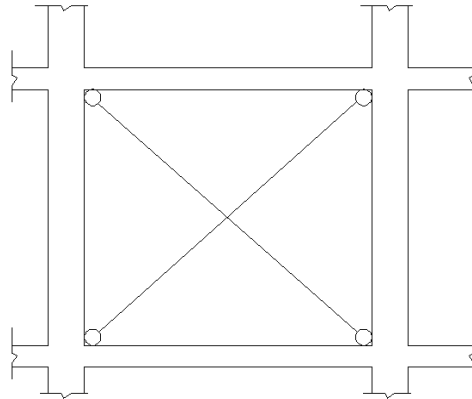
Όταν η τοιχοπλήρωση προσομοιώνεται ως φάτνωμα, η συμπεριφορά του περιγράφεται από κατάλληλο διάγραμμα διατμητικών τάσεων-γωνιακών παραμορφώσεων, λαμβάνοντας υπόψη την επιρροή της ανακύκλισης, καθώς και τον ευνοϊκό ρόλο της εντός επιπέδου περισφιγξης της τοιχοποιίας από το περιμετρικό πλαίσιο. Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, για άοπλες τοιχοποιίες μπορεί να θεωρηθεί ότι η μετά την αστοχία εναπομένουσα αντοχή F_{res} είναι μηδενική και να χρησιμοποιηθεί το ακόλουθο διάγραμμα για στάθμη επιτελεστικότητας Β. (KAN.EΠΕ. § 7.4.1.ζ1.)



Σχήμα 2: Διάγραμμα διατμητικών τάσεων – γωνιακών παραμορφώσεων άοπλης τοιχοπλήρωσης (KAN.EΠΕ. § 7.4.1. ζ1. σχόλια)

2.1.3 ΘΛΙΒΟΜΕΝΗ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗ ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ

Στην ελαστική ανάλυση χωρικών προσομοιωμάτων και εφόσον χρησιμοποιούνται ισοδύναμες διαγώνιοι, επιτρέπεται να θεωρούνται αυτές σε χιαστί διάταξη (άρα η μία διαγώνιος θλίβεται και η άλλη εφελκύεται, ενώ δεν προκύπτει ανάγκη διαδοχικών προσεγγίσεων σε κάθε επίλυση ώστε να κρατιούνται στο προσομοίωμα μόνο οι θλιβόμενες διαγώνιοι), δίνοντας σε κάθε διαγώνιο το ήμισυ της προαναφερθείσας δυστένειας ($E A_p/2$). Η προσομοίωση αυτή είναι και η μόνη εφικτή στην περίπτωση της ελαστικής δυναμικής (ιδιομορφικής) ανάλυσης. Στην ανελαστική ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιείται (εφόσον διατίθεται το αντίστοιχο λογισμικό) ζεύγος χιαστί διαγωνίων με δυστένεια $E A_p$ η κάθε μία, αλλά μονόπλευρο καταστατικό νόμο (λειτουργία μόνο σε θλίψη). (KAN.EΠΕ. § 5.9.2. σχόλια)



Σχήμα 3: Θλιβόμενη και εφελκόμενη διαγώνιος

2.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΚΑΤΑ FEMA 356

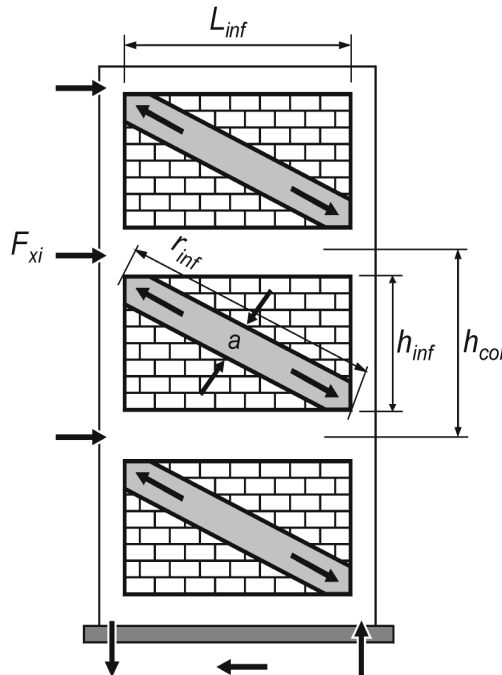
Η ακαμψία της τοιχοποιίας πλήρωσης πριν τη ρηγμάτωση θα αντιπροσωπεύεται με μία ισοδύναμη θλιβόμενη διαγώνιο της οποίας το πλάτος, a , δίνεται στην παρακάτω εξίσωση.

$$\alpha = 0.175(\lambda_1 h_{col})^{-0.4} * r_{inf} \quad [9] \dots \dots \dots \text{Εξίσωση 3}$$

Η ισοδύναμη διαγώνιος θα έχει το ίδιο πάχος και το ίδιο μέτρο Ελαστικότητας με την τοιχοπλήρωση που αντιπροσωπεύει.

$$\lambda_1 = \left[\frac{E_m t_{inf} \sin 2\theta}{4E_f I_{col} h_{inf}} \right]^{1/4} \quad [9] \dots \dots \dots \text{Εξίσωση 4}$$

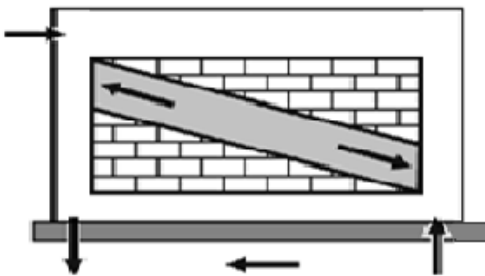
$$r_{inf} = \sqrt{L_m^2 + h_{inf}^2} \quad \dots \dots \dots \text{Εξίσωση 5}$$



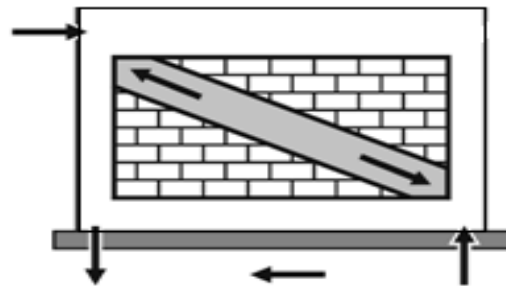
Σχήμα 4 [9]

- h_{col} Ύψος υποστυλώματος
- h_{inf} Ύψος τοιχοποιίας πλήρωσης
- E_f Μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος
- E_m Μέτρο ελαστικότητας τοιχοποιίας
- t_{inf} Πάχος τοιχοποιίας πλήρωσης
- θ Γωνία θλιπτήρα τοιχοπλήρωσης
- l_m Μήκος τοιχοποιίας πλήρωσης
- r_{inf} Μήκος διαγωνίου
- I_{col} Ροπή αδρανείας υποστυλωμάτων

Σύμφωνα με τη FEMA οι θλιπτήρες μπορούν να σχεδιαστούν με δυο διαφορετικούς τρόπους



Σχήμα 5α: Έκκεντρη θλιβόμενη διαγώνιος [9]



Σχήμα 5β: Κεντρική θλιβόμενη διαγώνιος [9]

Για τη περίπτωση που επιλεγθεί προσομοίωση της έκκεντρης θλιβόμενης διαγώνιου το μήκος επαφής του θλιπτήρα με το υποστύλωμα δίνεται από τη παρακάτω σχέση :

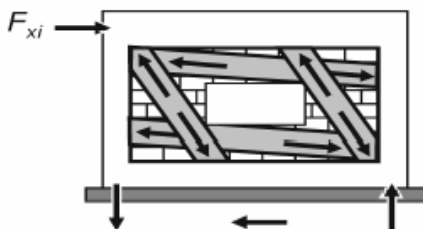
$$l_{column} = \frac{a}{\cos\theta} \quad [9] \dots\dots\dots \text{Εξίσωση 6}$$

3 ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Όταν στη τοιχοπλήρωση υπάρχουν ανοίγματα δεν μπορεί να δημιουργηθεί ο διαγώνιος θλιπτήρας, συνεπώς η προσομοίωση θα πρέπει να προσαρμοστεί κατάλληλα ώστε να ληφθεί υπόψη η ύπαρξη του ανοίγματος.

3.1 ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΚΑΤΑ FEMA

Η επιρροή του μεγέθους και της θέσεως των ανοιγμάτων στη δυσκαμψία και στη φέρουσα ικανότητα των τοιχοπληρώσεων δε προσομοιώνεται με απλά μέσα. Στη περίπτωση που οι τοιχοπληρώσεις διαθέτουν ανοίγματα ελέγχεται το κατά πόσον η διάταξη των ανοιγμάτων επιτρέπει τη διαμόρφωση λοξών θλιβόμενων διαγωνίων και η προσομοίωση προσαρμόζεται κατάλληλα σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 6: Προσομοίωση ανοίγματος τοιχοποιίας με τη μέθοδο της θλιβόμενης διαγωνίου [9]

3.2 ΤΟΙΧΟΙ ΠΛΗΡΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Η επιρροή του μεγέθους και της θέσεως των ανοίγματος στη δυστένεια και στη φέρουσα ικανότητα των τοιχοπλήρωσεων δεν προσομοιώνεται με απλά μέσα. Ελλείπει λεπτομερέστερης διερεύνησης για άοπλες τοιχοπλήρωσεις μπορούν να λαμβάνοντε υπόψη τα ακόλουθα στοιχεία :

- i. Όταν υπάρχουν δύο μεγάλα ανοίγματα κοντά σ' αμφότερα τα άκρα του φανώματος, η τοιχοπλήρωση αμελείται.
- ii. Όταν υπάρχει άνοιγμα με διαστάσεις οι οποίες δεν υπερβαίνουν το 20% των αντίστοιχων διαστάσεων φανώματος και είναι τοποθετημένο περίπου στο κέντρο του φανώματος, η επιρροή του στα χαρακτηριστικά της τοιχοπλήρωσης μπορεί να αμελείται.
- iii. Όταν υπάρχει άνοιγμα, τοποθετημένο περίπου στο κέντρο του φανώματος, του οποίου οι διαστάσεις πλησιάζουν ή υπερβαίνουν το 50% των αντίστοιχων διαστάσεων του φανώματος, η τοιχοπλήρωση μπορεί να αμελείται.
- iv. Όταν υπάρχει άνοιγμα τοποθετημένο περίπου στο κέντρο του φανώματος, του οποίου οι διαστάσεις είναι μεταξύ του 20% και του 50% των αντίστοιχων διαστάσεων του φανώματος, τότε είναι δυνατόν να ληφθούν υπόψη δύο λοξοί θλιπτήρες ανα φάνωμα. Αυτοί οι θλιπτήρες θα ξεκινούν από τα δύο άκρα της κύριας διαγωνίου και θα καταλήγουν κοντά στο μέσον της υπερκείμενης και της υποκείμενης δοκού αντιστοίχως. Σ' αυτή τη περίπτωση, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επιρροή των θλιπτήρων στην έναντι τέμνουσας ασφάλεια των δοκών.
- v. Δύο μικρά και γειτονικά ανοίγματα σε ένα φάνωμα μπορούν να θεωρηθούν ως ένα ισοδύναμο και ενιαίο περιγεγραμμένο σ' αυτά.

(ΚΑΝ.ΕΠΕ. § 7.4.1.δ1. σχόλια)

3.3 ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΘΛΙΠΤΗΡΑ

Τα πλήρως τοιχοπληρωμένα πλαίσια μπορούν να προσομοιωθούν σχετικά εύκολα και να έχουμε ακριβή αποτελέσματα με χρήση ενός μόνο θλιπτήρα. Όταν όμως στην τοιχοπλήρωση υπάρχουν ανοίγματα συναναντάμε ιδιαίτερες δυσκολίες. Εισάγονται δύο συντελεστές R1 και R2 που έχουν ως πλαίσιο αναφοράς το πλήρως τοιχοπληρωμένο πλαίσιο. Ο συντελεστής R1 σχετίζεται με την επιρροή του μεγέθους του ανοίγματος και ισούται με μονάδα όταν δεν υπάρχουν ανοίγματα. Ο συντελεστής R2 σχετίζεται με την επιρροή της θέσης του ανοίγματος και ισούται με μονάδα όταν το άνοιγμα είναι στο κέντρο. Ο συντελεστής R1 είναι η ποσοστιαία μείωση της αντοχής της τοιχοπλήρωσης του πλήρως τοιχοπληρωμένου πλαισίου λόγω ύπαρξης κεντρικού ανοίγματος. Ο συντελεστής R2 είναι ο λόγος που εκφράζει την αύξηση ή τη μείωση της αντοχής της τοιχοπλήρωσης του τοιχοπληρωμένου πλαισίου με κεντρικό άνοιγμα λόγω της ύπαρξης ανοίγματος εκτός κέντρου. [1]

Ο Π. Τσίκας ανέλυσε με τη βοήθεια του προγράμματος ANSYS πέντε ομάδες πλαισίων και κατασκεύασε καμπύλες δευτέρου βαθμού R1 συναρτήσεως του μεγέθους του ανοίγματος Aop/Ar και R2 συναρτήσεως της θέσεως του ανοίγματος X/L.

Στην περίπτωση που η τοιχοποιία έχει άνοιγμα στο φατνωμα της τοιχοπλήρωσης ο θλιπτήρας υπολογίζεται σαν το πλαίσιο να ήταν πλήρως τοιχοπληρωμένο και στη συνέχεια μειώνεται το πάχος, σύμφωνα με την παρακάτω σχέση.

$$\alpha_{red} = \alpha R_1 R_2 \quad [1]$$

Όπου :

α : πλάτος θλιπτήρα

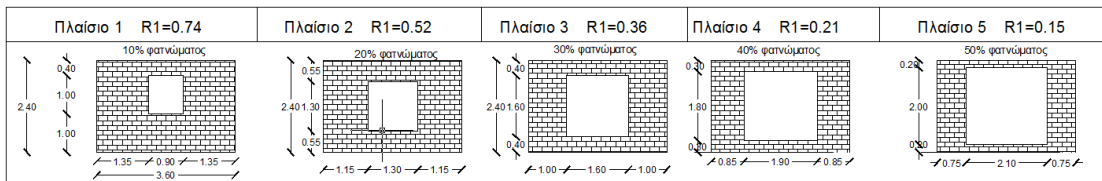
R₁: Επιρροή μεγέθους ανοίγματος

R₂: Επιρροή θέσης ανοίγματος.

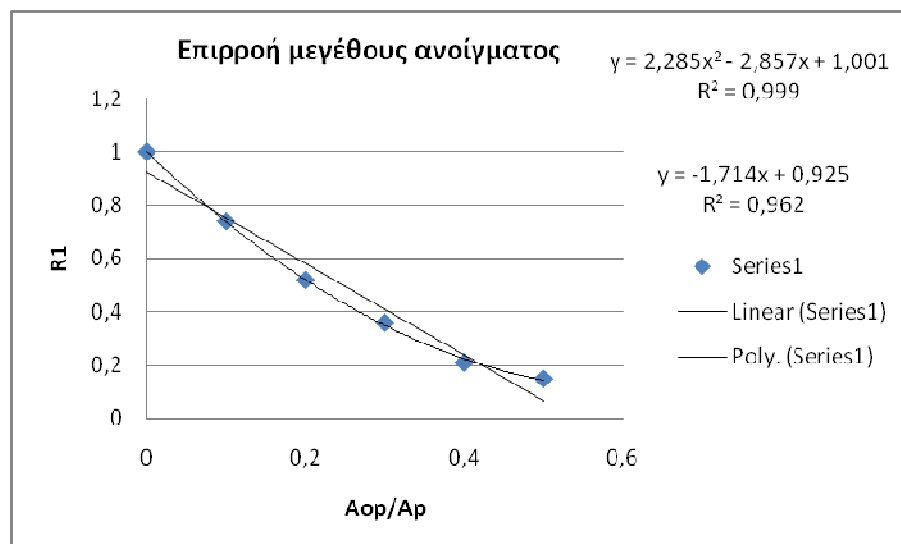
Στην παρούσα εργασία οι εξισώσεις δευτέρου βαθμού υποβιβάστηκαν σε γραμμικές επειδή το πλήθος του δείγματος των ομάδων είναι μικρό και οι βαθμοί ελευθερίας που απομένουν είναι λίγοι. Η μεθοδολογία αυτή ακολουθήθηκε για όλες τις ομάδες.

4 ΕΠΙΡΡΟΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΜΟΡΦΗΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ Ή ΘΥΡΑΣ ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΟΥ

Εξετάζονται δύο ομάδες στοιχείων (παράθυρα, πόρτες) με ανεξάρτητη μεταβλητή το λόγο των εμβαδών Aop/Ar και εξαρτημένη μεταβλητή R₁. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Ακολούθως εξετάστηκε με στατιστικές μεθόδους (ανάλυση συνδιακύμανσης) η δυνατότητα κοινής επεξεργασίας των στοιχείων των δύο ομάδων ώστε να δημιουργηθεί μια κοινή εξίσωση παλινδρόμησης του R₁ επί του Aop/Ar.



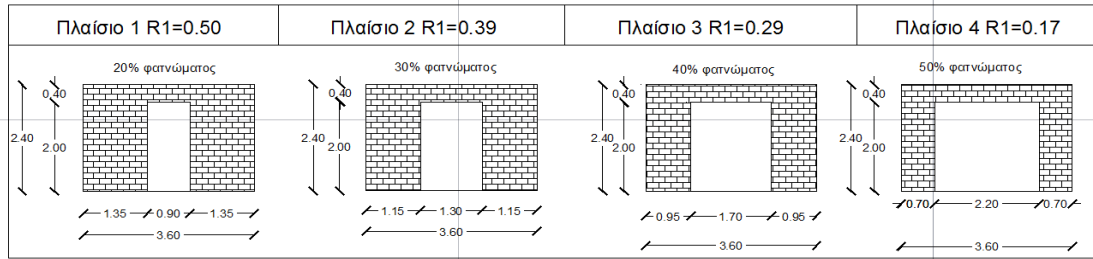
Σχήμα 7: Παράθυρα που εξετάστηκαν [1]



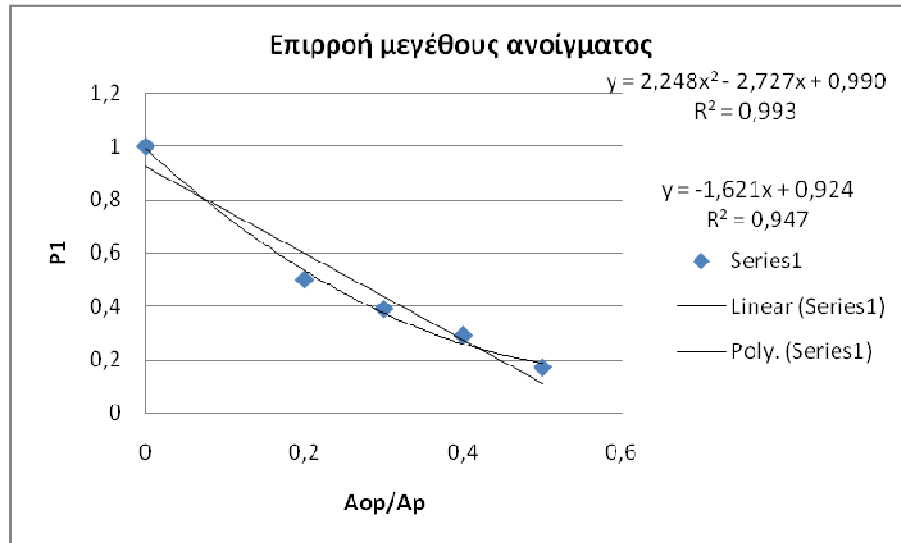
Σχήμα 8: Διάγραμμα επιρροής μεγέθους παραθύρου [1]

$$R_1 = 2.29 \left(\frac{A_{\sigma\phi\eta\kappa}}{A_{\rho\alpha\pi\epsilon\iota}} \right)^2 - 2.86 \left(\frac{A_{\sigma\phi\eta\kappa}}{A_{\rho\alpha\pi\epsilon\iota}} \right) + 1 [1] \dots \dots \dots \text{Εξίσωση 17}$$

$$R_1 = -1,71 \left(\frac{A_{\sigma\phi\eta\kappa}}{A_{\rho\alpha\pi\epsilon\iota}} \right) + 0,92 \dots \dots \dots \text{Εξίσωση 18}$$



Σχήμα 9: Θύρες που εξετάστηκαν [1]



Σχήμα 10: Διάγραμμα επιρροής μεγέθους θύρας [1]

$$R_1 = 2.25 \left(\frac{A_{\sigma\phi\eta\kappa}}{A_{\rho\alpha\pi\epsilon\iota}} \right)^2 - 2.73 \left(\frac{A_{\sigma\phi\eta\kappa}}{A_{\rho\alpha\pi\epsilon\iota}} \right) + 1 [1] \dots \dots \dots \text{Εξίσωση 19}$$

$$R_1 = -1,621 \left(\frac{A_{\sigma\phi\eta\kappa}}{A_{\rho\alpha\pi\epsilon\iota}} \right) + 0,92 \dots \dots \dots \text{Εξίσωση 20}$$

4.1.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ R₁-A_{op}/A_p ΓΙΑ ΠΟΡΤΕΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
Παράθυρα (1)		Πόρτες (2)	
R1 (Y1)	A _{op} /A _p (X1)	R1 (Y2)	A _{op} /A _p (X2)
1	0	1	0
0,74	0,1	0,5	0,2
0,52	0,2	0,39	0,3
0,36	0,3	0,29	0,4
0,21	0,4	0,17	0,5

Αποτελέσματα	0,15	0,5			
$\Sigma X_1=1,5$	$\Sigma Y_1=2,98$	$\Sigma X_1^2=0,55$	$\Sigma Y_1^2=2,0142$	$\bar{x}_1=0,25$	$\bar{y}_1=0,496$
$\Sigma X_2=1,4$	$\Sigma Y_2=2,35$	$\Sigma X_2^2=0,54$	$\Sigma Y_2^2=1,5151$	$\bar{x}_2=0,28$	$\bar{y}_2=0,47$
$\Sigma X_1 Y_1=0,45$	$S^2_{x1}=0,035$	$S^2_{y1}=0,10682$	$S^2_{x1y1}=0,00496$	$b_1=-1,714$	$a_1=0,925$
$\Sigma X_2 Y_2=0,418$	$S^2_{x2}=0,037$	$S^2_{y2}=0,10265$	$S^2_{x2y2}=0,00713$	$b_2=-1,621$	$a_2=0,924$

Πίνακας 1

Έλεγχος διακυμάνσεων των Y_1, Y_2 περί την αντίστοιχη γραμμή παλινδρομήσεως
 $F = \frac{s^2_{y2x2}}{s^2_{y1x1}} [6] F_{crit}=F_{n1,n2,\alpha}$ όπου n_1, n_2 βαθμοί ελευθερίας και α επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας της συνάρτησης F

$F=1,438$	$F < F_{4,3,0.05}=9.12$
-----------	-------------------------

$n_1=6-2=4 \quad n_2=5-2=3 \quad \alpha=0,05$

Έλεγχος των συντελεστών διεύθυνσεως των ευθειών b_1, b_2 $H_0: b_1-b_2=0$, Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,05$ Κατανομή Student t

$S_{xy} * S_{xy} = 0,0059$	$S_{xy} = 0,07677$	$v=7$
$t = -0,3417$	$t < t_{7,0.05} = 9,12$	$b_{κοινό} = -1,672$

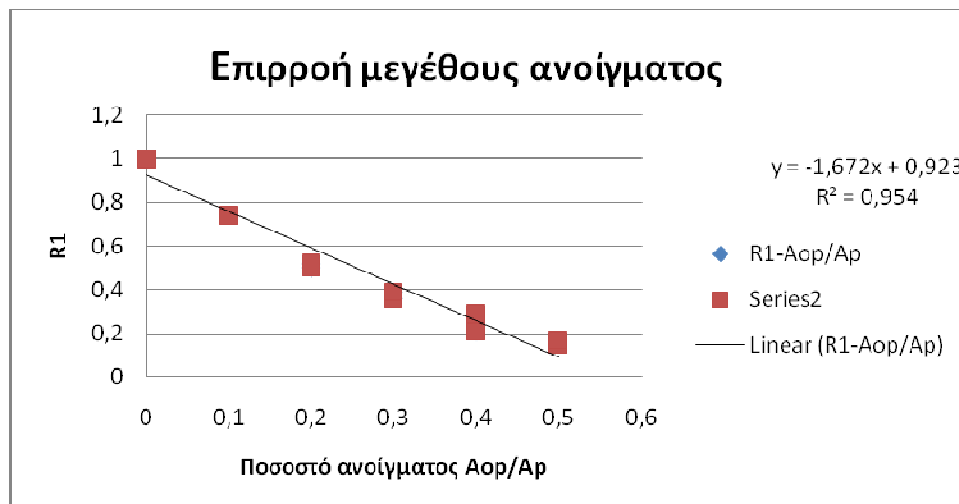
Δεκτή η H_0

Έλεγχος των σταθερών όρων των ευθειών a_1, a_2 $H_0: a_1-a_2=0$: Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,05$ Κατανομή Student t

$S_{yx} * S_{yx} = 0,005243$	$Var(a_1-a_2) = 0,001937$
$S_{a_1-a_2} = 0,04401$	$t = 0,027$
	$t < t_{7,0.05} = 2,365$

Δεκτή η H_0

Γίνεται δεκτή η υπόθεση όσον αφορά την κλίση και τον σταθερό συντελεστή και συνεπώς οι δύο ομάδες δεδομένων μπορούν να επεξεργαστούν μαζί, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



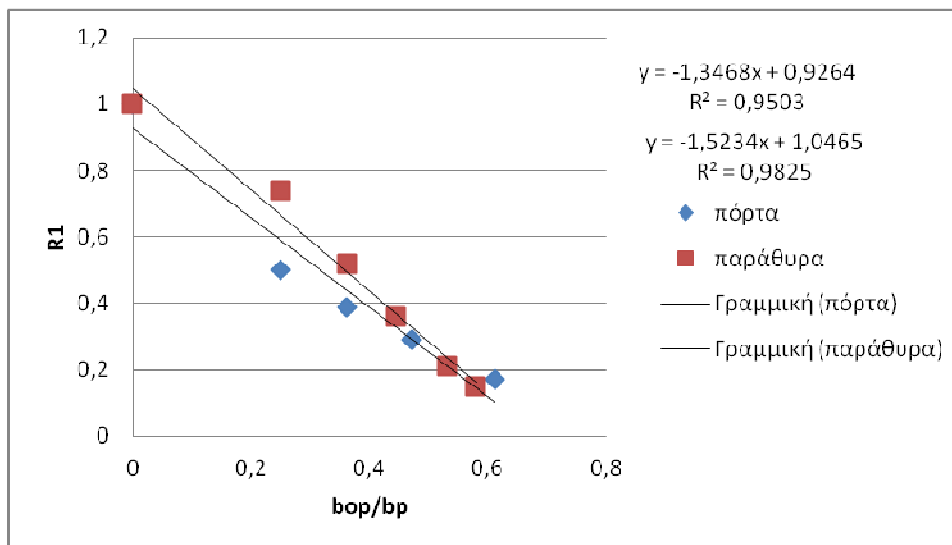
Σχήμα 11: Καμπύλη παλινδρόμησης $R_1 - Aop/Ap$

4.2 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ $A_{op}/A_p \rightarrow b_{op}/b_p$

Προκειμένου να συγκρίνουμε τις διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ. με την σχέση που προέκυψε για τα ανοίγματα δημιουργήσαμε μια γραμμική σχέση ανάμεσα στα A_{op}/A_p , και στα b_{op}/b_p (χρησιμοποιήσαμε για κάθε σημείο A_{op}/A_p το αντίστοιχο b_{op}/b_p) και στη συνέχεια αφού είχαμε την εξίσωση R_1 ως συνάρτηση του A_{op}/A_p και καταλήξαμε σε μια γραμμική εξίσωση του R_1 συναρτήσει του b_{op}/b_p . Η διαδικασία αυτή έγινε για πόρτες και παράθυρα.

4.3 ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ R_1 - b_{op}/b_p ΠΟΡΤΑΣ-ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ

Εξετάζεται εάν τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν ώστε να είναι επιτρεπτή η εκτίμηση μιας ενιαίας και κοινής γραμμής παλινδρομήσεως από το σύνολο των δεδομένων και των δύο δειγμάτων πορτών και παραθύρων που λαμβάνονται μαζί.



Σχήμα 12: Επιρροή μεγέθους πόρτας-παραθύρου

4.3.1 Ανάλυση συνδιακύμανσης των εξισώσεων R_1

ΔΕΔΟΜΕΝΑ					
Παράθυρα (1)		Πόρτες (2)			
R1 (Y1)	bop/bp (X1)	R1 (Y2)	bop/bp (X2)		
1	0	1	0		
0,74	0,25	0,5	0,2		
0,52	0,361	0,39	0,361		
0,36	0,444	0,29	0,472		
0,21	0,530	0,17	0,5		
0,15	0,580				
Αποτελέσματα					
1	$\Sigma X1=2.165$ $\Sigma Y1=2,98$	$\Sigma X1^2=1.007$	$\Sigma Y1^2=2,0142$	$\bar{x}_1=0.36$	$\bar{y}_1=0,496$
	$\Sigma X2=1.964$ $\Sigma Y2=2,35$	$\Sigma X2^2=0.788$	$\Sigma Y2^2=1,5151$	$\bar{x}_2=0.33$	$\bar{y}_2=0,47$
	$\Sigma X1Y1=0.7$	S^2	S^2	$S^2 x1y1=0.002$	$b1=-1.524$ $a1=1.$

31	$x_1=0.045$	$y_1=0,10682$			046
$\Sigma X_2 Y_2=0.5$	S^2	S^2			$a_2=0.$
06	$x_2=0.054$	$y_2=0,10265$	$S^2 x_2 y_2=0,007$	$b_2=-1.347$	926

Έλεγχος διακυμάνσεων των Y_1, Y_2 περί την αντίστοιχη γραμμή παλινδρόμησης

$$F = \frac{s^2_{y_2 x_2}}{s^2_{y_1 x_1}}$$

$F=2.906$	$F < F_{4,3,0.01}=28,71$
-----------	--------------------------

$$n_1=6-2=4 \quad n_2=5-2=3 \quad \alpha=0,01$$

Έλεγχος των συντελεστών διεθύνσεως των ευθειών b_1, b_2 $H_0: b_1 - b_2 = 0$, Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,01$ Κατανομή Student t

$S_{xy} * S_{xy} = 0,004$	$S_{xy} = 0,065$	$v=7$
$t=0.898$	$t < t_{7,0.01}=3.499$	βκοινό= -1.437

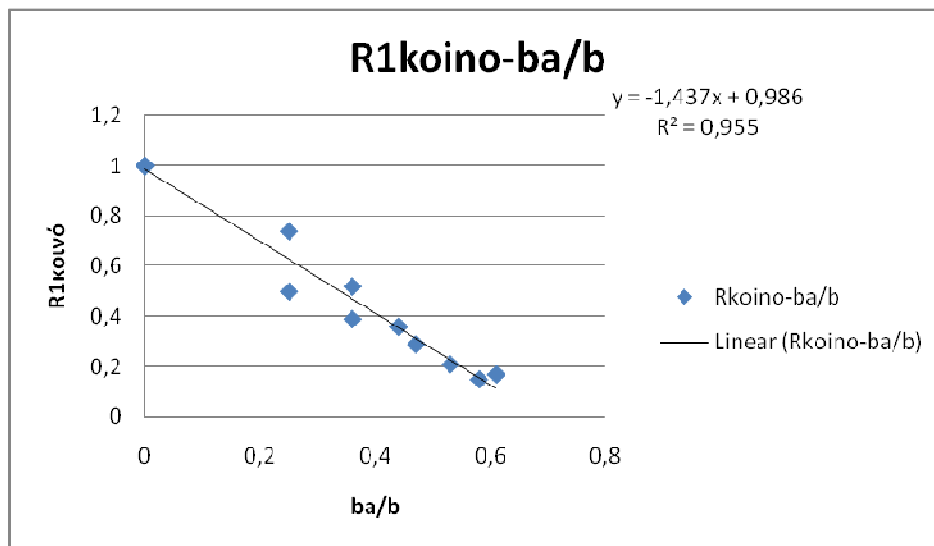
Δεκτή η H_0

Έλεγχος των σταθερών όρων των ευθειών a_1, a_2 $H_0: a_1 - a_2 = 0$: Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,01$ Κατανομή Student t

$S_{yx} * S_{yx} = 0,00415$	$\text{Var}(a_1 - a_2) = 0,001526$
$S_{a_1 - a_2} = 0,039$	$t=3.073$
	$t < t_{7,0.01}=3.499$

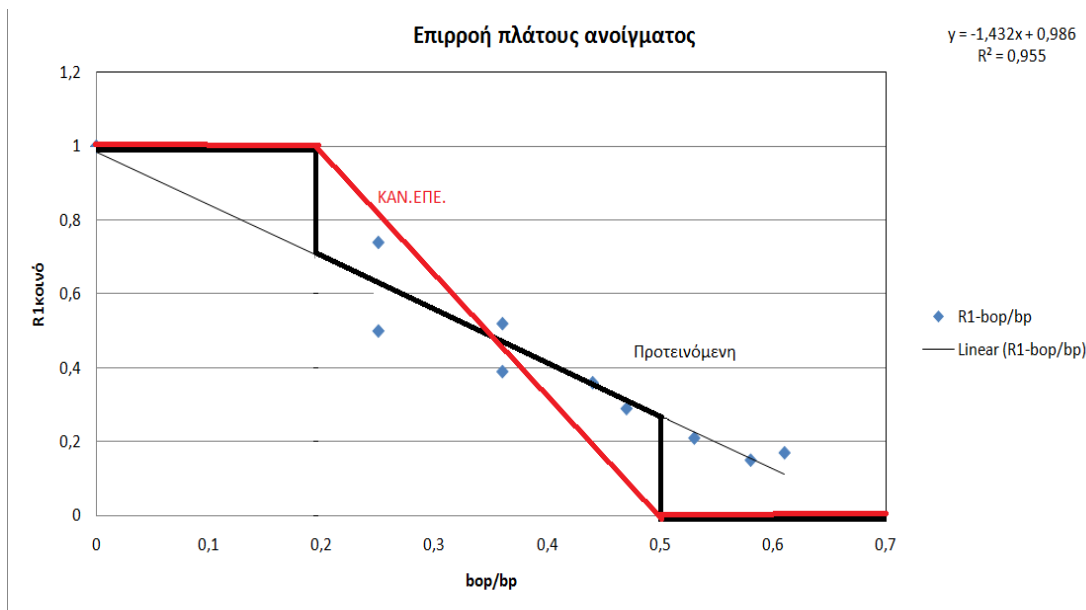
Δεκτή η H_0

Γίνεται δεκτή η υπόθεση όσον αφορά τη κλίση και το σταθερό συντελεστή και συνεπώς οι δύο ομάδες δεδομένων μπορούν να επεξεργαστούν μαζί.



Σχήμα 13 : Καμπύλη παλινδρόμησης $R_1 - b_{op}/b_p$

4.4 Συμπεράσματα για τον συντελεστή απομείωσης του πλάτους της διαγωνίου R_1



Σχήμα 14: Διάγραμμα σύγκρισης ΚΑΝ.ΕΠΕ.-Προτεινόμενη καμπύλη

4.4.1 Σύγκριση με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. για τα κεντρικά ανοίγματα προβλέπει για διαστάσεις ανοίγματος κατω από 20% των διαστάσεων του φαντώματος μηδενισμό της επίρροής του ανοίγματος (δηλαδή $R_1=1$), ενώ για τιμές άνω του 50% μηδενισμό της επίρροής της τοιχοποιίας (δηλαδή $R_1=0$). Ευλόγως υποτίθεται μεταξύ των δύο τιμών 20%-50% γραμμική παρεμβολή της επίρροής R_1 . Οι κανόνες αυτοί του ΚΑΝ.ΕΠΕ. απεικονίζονται στο πιο πάνω σχήμα με κόκκινη γραμμή.

Από την σχέση που προέκυψε από την παλινδρόμηση λαμβάνουμε για τιμή $b_{op}/b_p=0.2 \rightarrow R_1=0.7$ ενώ για τιμή $b_{op}/b_p=0.5 \rightarrow R_1=0.27$. Φαίνεται λογικό ότι τα όρια του ΚΑΝ.ΕΠΕ μπορούν να μετατεθούν στο 10% b_{op}/b_p και 60% b_{op}/b_p ώστε το R_1 να βρίσκεται πιο κοντά στα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις παραμετρικές αναλύσεις. Αυτά ισχύουν όταν το άνοιγμα είναι κεντρικά τοποθετημένο.

Ομως η στατιστική ανάλυση που προηγήθηκε έδειξε επίπεδο σημαντικότητας 1% ενώ στο επίπεδο σημαντικότητας 5% ο έλεγχος αποτυγχάνει. Αυτό μπορεί να είναι ή να μην είναι αποδεκτό επειδή το πλήθος των δεδομένων και των δύο ομάδων είναι μικρό (πόρτες τέσσερα δείγματα, παράθυρα πέντε δείγματα).

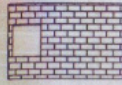
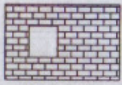
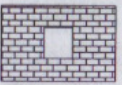
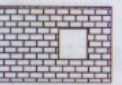

Από την άλλη πλευρά ο συντελεστής συσχέτισης r είναι 0,977 το οποίο σημαίνει έντονη γραμμική συσχέτιση και ο συντελεστής προσδιορισμού r^2 είναι 0,955 πράγμα που σημαίνει ότι το 95% της συνολικής μεταβλητότητας του R_1 προέρχεται από την επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής b_{op}/b_p ενώ το 5% προέρχεται από άλλους παράγοντες που δεν περιλαμβάνονται στην εξίσωση [7]. Μετά απ αυτά για να αποκτήσει η ανάλυση μεγαλύτερη σταθερότητα θα πρέπει να αυξηθούν τα δείγματα και των δυο ομάδων και να γίνει χρήση περισσότερων προγραμμάτων και τύπων πεπερασμένων στοιχείων.

5 Συντελεστής επίδρασης της θέσης του ανοίγματος επι του πλάτους της διαγωνίου R_2



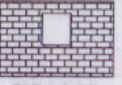
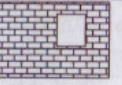

Εξετάζονται τρεις ομάδες στοιχείων (παράθυρα $Y/H=0.5$, παράθυρα $Y/H=0.63$, πόρτες) με ανεξάρτητη μεταβλητή το X/L και εξαρτημένη μεταβλητή R_2 . Τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Ακολούθως εξετάστηκε με στατιστικές μεθόδους (ανάλυση

συνδιακύμανσης) η δυνατότητα κοινής επεξεργασίας των στοιχείων των ομάδων ώστε να δημιουργηθεί μια κοινή εξίσωση παλινδρόμησης του R_2 επί του X/L .

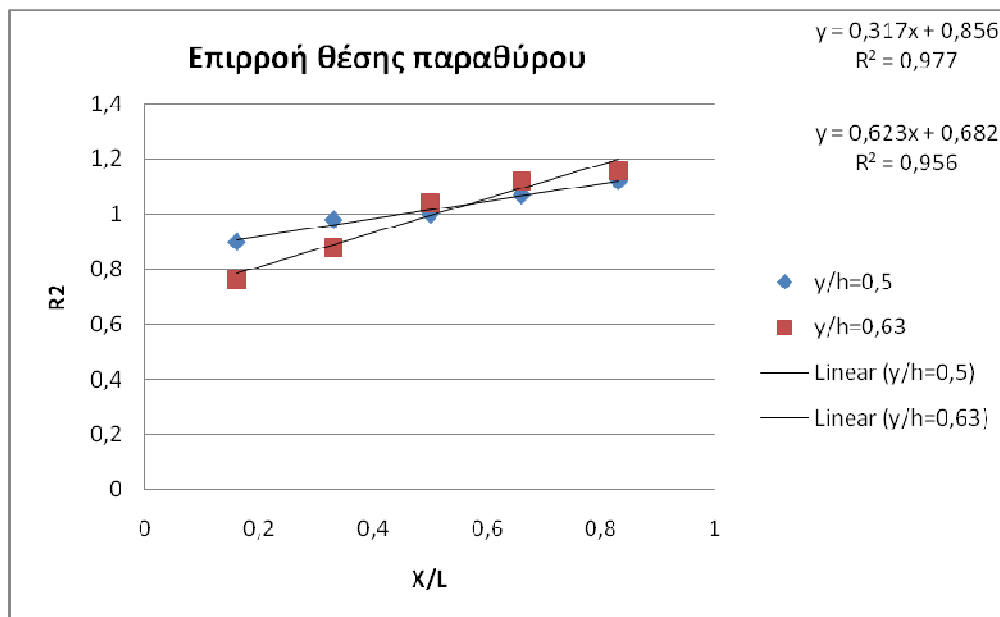
5.1 Παράθυρα $Y/H=0,5$ & $Y/H=0,63$

Πλαίσιο 1	Πλαίσιο 2	Πλαίσιο 3	Πλαίσιο 4	Πλαίσιο 5
				
$X/L=0.16$	$X/L=0.33$	$X/L=0.50$	$X/L=0.66$	$X/L=0.83$
0.90	0.98	1.00	1.07	1.12

Σχήμα 15: Παράθυρα $Y/H=0,5$ [1]

Πλαίσιο 1	Πλαίσιο 2	Πλαίσιο 3	Πλαίσιο 4	Πλαίσιο 5
				
$X/L=0.16$	$X/L=0.33$	$X/L=0.50$	$X/L=0.66$	$X/L=0.83$
0.76	0.88	1.04	1.12	1.16

Σχήμα 16: Παράθυρα $Y/H=0,63$ [1]



Σχήμα 17: Διάγραμμα επιρροής θέσης παραθύρου

Συντελεστής θέσης ανοίγματος για παράθυρα $y/h=0,50$

$$R_2 = 0.32 \frac{x}{l} + 0.86$$

.....Εξίσωση 20

Συντελεστής θέσης ανοίγματος για παράθυρα $y/h=0,63$

$$R_2 = 0.62 \frac{x}{l} + 0.68$$

.....Εξίσωση 21

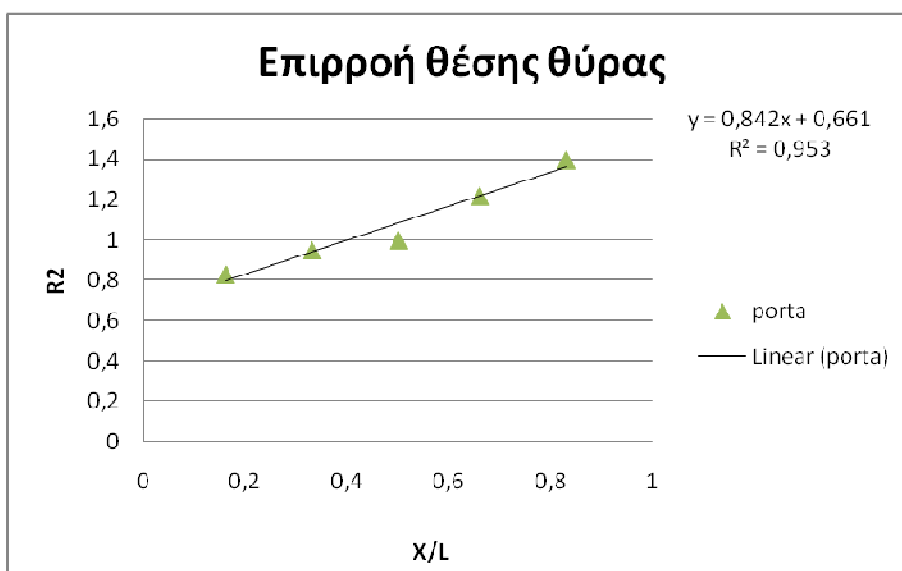
Όπου :

X : απόσταση κέντρου βάρους ανοίγματος από την προσήνεμη πλευρά
 l: μήκος φατνώματος
 y: απόσταση κέντρου βάρους ανοίγματος από βάση τοιχοπλήρωσης
 h: ύψος φατνώματος

5.2 Επιρροή θέσης ανοίγματος μορφή θύρας

Πλαίσιο 1	Πλαίσιο 2	Πλαίσιο 3	Πλαίσιο 4	Πλαίσιο 5
X/L=0.16	X/L=0.33	X/L=0.50	X/L=0.66	X/L=0.83
0.83	0.95	1.00	1.22	1.40

Σχήμα 18: Επιρροή θέσης ανοίγματος μορφής θύρας [1]



Σχήμα 19: Διάγραμμα επιρροής θέσης πόρτας

$$R_2 = 0.842 \frac{x}{l} + 0.66$$

..... Εξίσωση 22

5.2.1 Ανάλυση συνδιακύμανσης των εξισώσεων παλινδρόμησης Πόρτα-Παράθυρο Y/H=0,63

Εξετάζεται εάν οι δύο παραπάνω ομάδες μπορούν να ενοποιηθούν ώστε να είναι επιτρεπτή η εκτίμηση μιας ενιαίας και κοινής γραμμής παλινδρόμησης από το σύνολο των δεδομένων και των δύο ομάδων πορτών και παραθύρων που λαμβάνονται μαζί.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
Πόρτα (1)		Παράθυρα Y/H=0,63 (2)	
R ₂ (Y1)	X/L (X1)	R ₂ (Y2)	X/L (X2)
0,83	0,16	0,76	0,16
0,95	0,33	0,88	0,33
1	0,5	1,04	0,5
1,22	0,66	1,12	0,66

	1,4	0,83	1,16	0,83		
	0	0				
Αποτελέσματα						
$\Sigma X_1=2,48$	$\Sigma Y_1=5,4$	$\Sigma X_1^2=1,509$	$\Sigma Y_1^2=6,040$	$\bar{x}_1=0,49$	$\bar{y}_1=1,08$	
$\Sigma X_2=2,48$	$\Sigma Y_2=4,96$	$\Sigma X_2^2=1,509$	$\Sigma Y_2^2=5,034$	$\bar{x}_2=0,49$	$\bar{y}_2=0,992$	
$\Sigma X_1 Y_1=2,913$	$S^2_{x1}=0,070$	$S^2_{y1}=0,052$	$S^2_{x1y1}=0,0032$	$b_1=0,843$	$a_1=0,662$	
$\Sigma X_2 Y_2=2,634$	$S^2_{x2}=0,070$	$S^2_{y2}=0,028$	$S^2_{x2y2}=0,0016$	$b_2=0,623$	$a_2=0,683$	

Έλεγχος διακυμάνσεων των Y_1, Y_2 περί την αντίστοιχη γραμμή παλινδρομήσεως

$$F = \frac{s^2_{y2x2}}{s^2_{y1x1}}$$

$F=1,953$	$F < F_{3,3,0.05}=9,28$
-----------	-------------------------

$$n_1=5-2=3 \quad n_2=5-2=3 \quad \alpha=0,05$$

Έλεγχος των συντελεστών διεύθυνσεως των ευθειών b_1, b_2 $H_0: b_1-b_2=0$, Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,05$ Κατανομή Student t

$S_{xy} * S_{xy} = 0,0024$	$S_{xy} = 0,0493$	$v=6$
$t=1,66$	$t < t_{6,0.05}=2,447$	$b_{\text{κοινό}}=0,733$

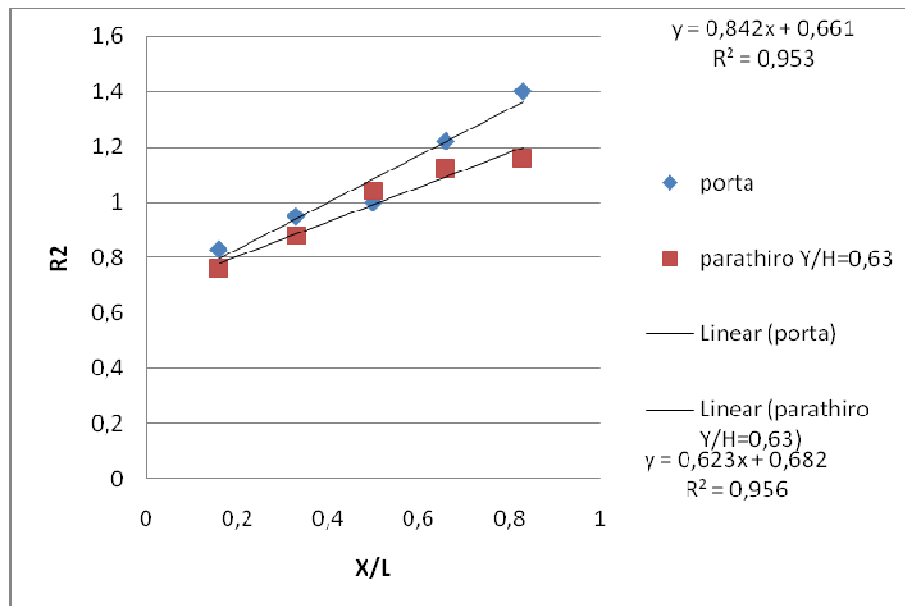
Δεκτή η H_0

Έλεγχος των σταθερών όρων των ευθειών a_1, a_2 $H_0: a_1-a_2=0$: Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,05$ Κατανομή Student t

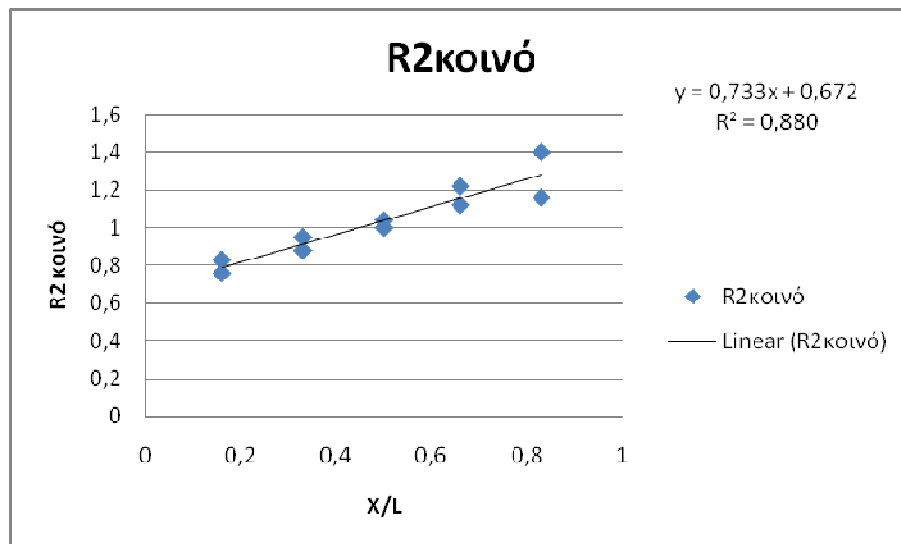
$S_{yx} * S_{yx} = 0,0030$	$\text{Var}(a_1-a_2) = 0,0012$
$S_{a1-a2} = 0,0349$	$t=0,6000$
	$t < t_{6,0.05}=2,447$

Δεκτή η H_0

Γίνεται δεκτή η υπόθεση όσον αφορά τη κλίση και το σταθερό συντελεστή και συνεπώς οι δύο ομάδες δεδομένων μπορούν να επεξεργαστούν μαζί.



Σχήμα 20: Επιρροή θέσης πόρτας-παραθύρου $Y/H=0,63$



Σχήμα 21:Καμπύλη παλινδρόμησης R_2 - X/L

$$R_2 = \frac{0,73X}{L} + 0,67$$

5.2.2 Πόρτα+παράθυρο $Y/H=0,63$ -Παράθυρο $Y/H=0,5$

Εξετάζεται εάν η κοινή ομάδα πόρτας + παραθύρου $Y/H=0,63$ μπορεί να ενοποιηθεί με την ομάδα του παραθύρου $Y/H=0,5$ ώστε να είναι επιτρεπτή η εκτίμηση μιας ενιαίας και κοινής γραμμής παλινδρομήσεως.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ					
Παράθυρο $Y/H=0,5$ (1)		Πορτα+ Παρ $Y/H=0,63$ (2)			
R_2 (Y1)	X/L (X1)	R_2 (Y2)	X/L(X2)		
0,9	0,16	0,76	0,16		
0,98	0,33	0,88	0,33		
1	0,5	1,04	0,5		
1,07	0,66	1,12	0,66		
1,12	0,83	1,16	0,83		
0	0	0,83	0,16		
		0,95	0,33		
		1	0,5		
		1,22	0,66		
		1,4	0,83		
Αποτελέσματα					
$\Sigma X1=2,48$	$\Sigma Y1=5,07$	$\Sigma X1^2=1,509$	$\Sigma Y1^2=5,170$	$\bar{x}_1=0,49$	$\bar{y}_1=1,014$
$\Sigma X2=4,96$	$\Sigma Y2=10,36$	$\Sigma X2^2=3,018$	$\Sigma Y2^2=11,073$	$\bar{x}_2=0,49$	$\bar{y}_2=1,036$
$\Sigma X1Y1=2,603$	$S^2_{x1}=0,070$	$S^2_{y1}=0,0071$	$S^2_{x1y1}=0,00022$	$b1=0,31$	$a1=0,857$
$\Sigma X2Y2=5,547$	$S^2_{x2}=0,062$	$S^2_{y2}=0,038$	$S^2_{x2y2}=0,0051$	$b2=0,73$	$a2=0,672$

Έλεγχος διακυμάνσεων των Y_1, Y_2 περί την αντίστοιχη γραμμή παλινδρομήσεως

$$F = \frac{s^2_{y2x2}}{s^2_{y1x1}}$$

$F=0,0427$	$F < F_{3,8,0.01}=7,01$
------------	-------------------------

$n_1=5-2=3$ $n_2=10-2=8$ $\alpha=0,001$

Έλεγχος των συντελεστών διεύθυνσεως των ευθειών b_1, b_2 $H_0: b_1-b_2=0$, Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,001$ Κατανομή Student t

$S_{xy} * S_{xy} = 0,0037$	$S_{xy} = 0,0612$	$v = 11$
$t = 2,93$	$t < t_{11,0.001} = 4,437$	bκοινό = 0,594

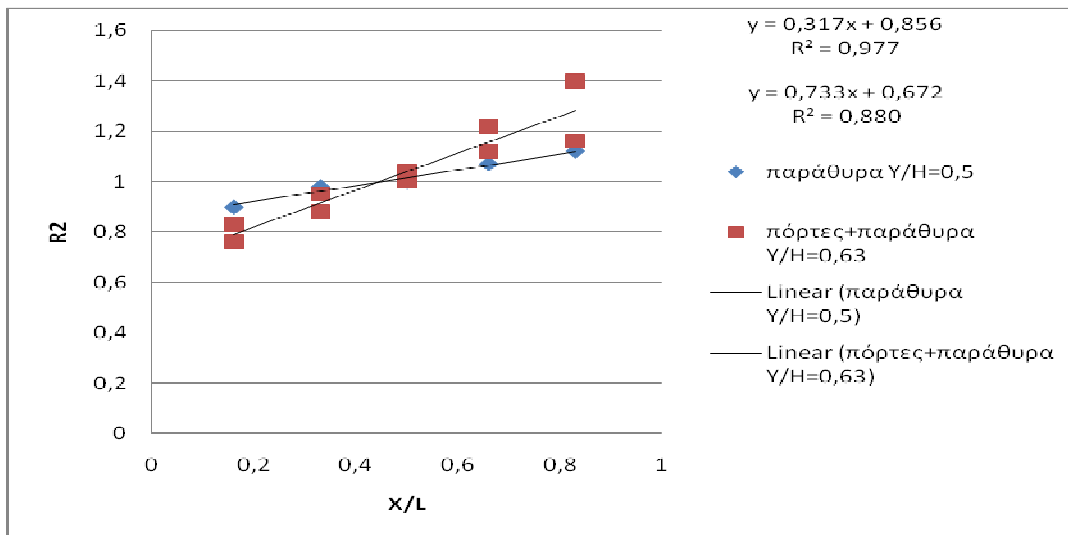
Δεκτή η H_0

Έλεγχος των σταθερών όρων των ευθειών a_1, a_2 $H_0: a_1-a_2=0$: Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,001$ Κατανομή Student t

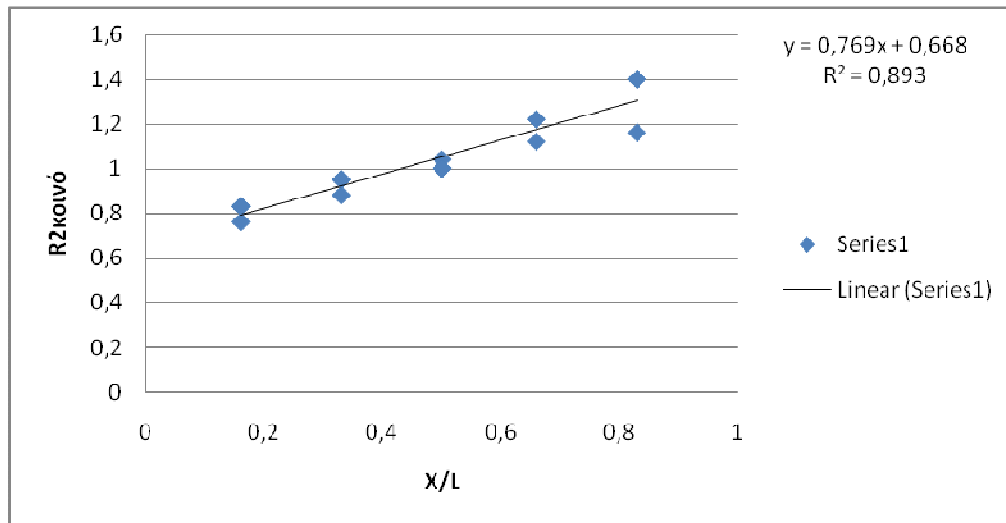
$S_{yx} * S_{yx} = 0,0061$	$Var(a_1 - a_2) = 0,0018$
$Sa_1 - a_2 = 0,0428$	$t = 4,299$
	$t < t_{11,0.001} = 4,437$

Δεκτή η H_0

Γίνεται δεκτή η υπόθεση όσον αφορά τη κλίση και το σταθερό συντελεστή και συνεπώς οι δύο ομάδες δεδομένων μπορούν να επεξεργαστούν μαζί.

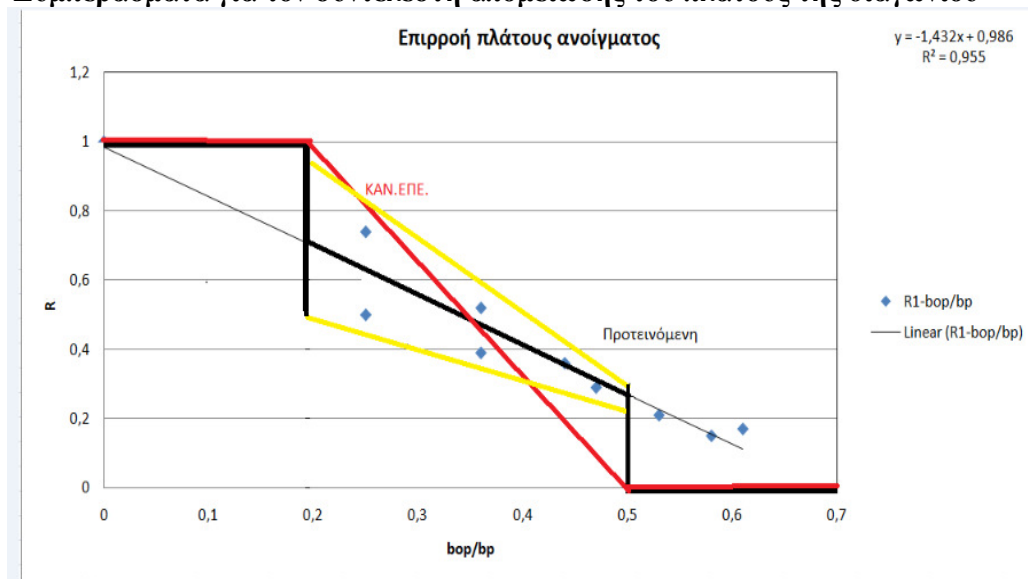


Σχήμα 22: Επιρροή θέσης



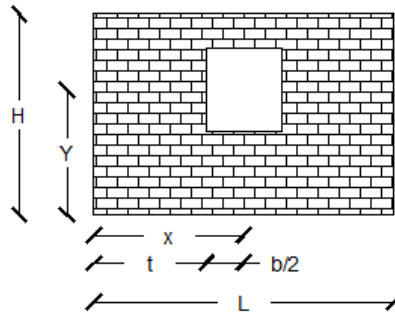
Σχήμα 23: Καμπύλη παλινδρόμησης R_2 - X/L

5.3 Συμπεράσματα για τον συντελεστή απομείωσης του πλάτους της διαγωνίου



Σχήμα 24: Συμπεράσματα για το συντελεστή R

Για την εκτίμηση του εύρους της διακύμανσης του συντελεστή R εκτιμήθηκε το κατώτερο και το ανώτερο όριο ως συνάρτηση του b/L ως εξής: $R_2 = 0,769 \frac{X}{L} + 0,668$ αλλά $\frac{X}{L} = \frac{t+b}{L}$. Το R_{2min} προκύπτει για $t=0 \rightarrow R_{2min} = 0,769 \frac{b}{2L} + 0,668$ και το R_{2max} προκύπτει για $t=L-b \rightarrow R_{2max} = 0,769(1 - \frac{b}{2L}) + 0,668$



Σχήμα 25:

Απο το σχήμα 5-5 φαίνεται ότι σε σχέση με το πλήρως τοιχοπληρωμένο πλαίσιο η επιρροή θέσης του ανοίγματος για μικρά ανοίγματα (μικρό b_{op}/b) έχει μεγάλη διακύμανση ενώ η επιρροή του μεγέθους έχει μικρή επίδραση επί του πλάτους του θλιπτήρα α . Για μεγάλα ανοίγματα η επιρροή της θέσης έχει μικρή διακύμανση ενώ η επιρροή του μεγέθους έχει μεγάλη επίδραση.

Μετά απο αυτά για να αποκτήσει η ανάλυση μεγαλύτερη σταθερότητα θα πρέπει να αυξηθούν οι ομάδες, ο αριθμός των δειγμάτων κάθε ομάδας ενώ θα ήταν επιθυμητό να γίνει χρήση περισσότερων προγραμμάτων και τύπων πεπερασμένων στοιχείων.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. αναφέρεται μόνο στο μέγεθος του ανοίγματος της τοιχοπλήρωσης, ενώ δεν αναφέρει κάτι για τη θέση του ανοίγματος στην τοιχοπλήρωση

Οι διαφορές που προκύπτουν στον προσδιορισμό της τιμής του ισοδύναμου πλάτους, σύμφωνα με τις προηγούμενες σχέσεις, πρέπει να συγκριθούν με την αβεβαιότητα προσδιορισμού των παραμέτρων που περιγράφουν την τοιχοποιία (μέτρο ελαστικότητας, αντοχή σε σύνθλιψη και διάτμηση του τοίχου). [3]

6 ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ [7]

$$S^2_{\psi_i, X_i} = \frac{\sum \psi_i^2 - a \sum \psi_i - b \sum X_i \psi_i}{n - 2}$$

$$S^2_{X_i} = \frac{\sum X_i^2 - n \bar{x}^2}{n - 1}$$

$$F = \frac{S^2_{\psi_2, X_2}}{S^2_{\psi_1, X_1}}$$

$$b = \frac{n \sum X_i \psi_i - \sum \psi_i \sum X_i}{n \sum X_i^2 - \sum^2 X_i}$$

$$a = \frac{\sum \psi_i}{n} - b \frac{\sum X_i}{n}$$

$$S^2_{\psi, X} = \frac{(n_1 - 2)S^2_{\psi_1, X_1} + (n_2 - 2)S^2_{\psi_2, X_2}}{n_1 + n_2 - 4}$$

$$t = \frac{b_1 - b_2}{S_{\psi, X} \sqrt{\frac{1}{(n_1 - 1)S^2_{X_1}} + \frac{1}{(n_2 - 1)S^2_{X_2}}}}$$

$$b = \frac{\sum X_1 \psi_1 - \frac{\sum \psi_1 \sum X_1}{n_1} + \sum X_2 \psi_2 - \frac{\sum \psi_2 \sum X_2}{n_2}}{\sum X_1^2 - \frac{\sum^2 X_1}{n_1} + \sum X_2^2 - \frac{\sum^2 X_2}{n_2}}$$

$$S^2_{\psi, X} = \frac{1}{n_1 + n_2 - 3} \left[\sum \psi_1^2 - \frac{\sum^2 \psi_1}{n_1} + \sum \psi_2^2 - \frac{\sum^2 \psi_2}{n_2} - \frac{\left(\sum X_1 \psi_1 - \frac{\sum \psi_1 \sum X_1}{n_1} + \sum X_2 \psi_2 - \frac{\sum \psi_2 \sum X_2}{n_2} \right)^2}{\sum X_1^2 - \frac{\sum^2 X_1}{n_1} + \sum X_2^2 - \frac{\sum^2 X_2}{n_2}} \right]$$

$$Var(a_1 - a_2) = S^2_{\psi, X} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 + \sum (X_2 - \bar{X}_2)^2} \right]$$

$$S_{(a_1 - a_2)} = \sqrt{Var(a_1 - a_2)}$$

$$t = \frac{a_1 - a_2}{S_{(a_1 - a_2)}}$$

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Τσίκας Π., «Διερεύνηση του τρόπου προσομοίωσης και της επιρροής τοιχοπληρώσεων με ανοίγματα σε πλαίσιακές κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος», Διατριβή διπλώματος ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2009
- [2] Συντακτική ομάδα: Βιντζηλαίου Ε., Καραντώνη Φ., Στυλιανίδης Κ., «Εισαγωγή στον Ευρωκώδικα 6 (EN 1996)»
- [3] ΟΑΣΠ ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2012 Με βάση το ΦΕΚ42/Β/20-1-2012 & Διορθώσεις Σ.Η.Δρίτσου.
- [4] Νταβλιάκος Γ., Στυλιανίδης Κ., “Η συμβολή των τοιχοπληρώσεων στην αντίσταση διατηρητέου κτιρίου από Ο/Σ έναντι σεισμού”, Πρακτικά 16^ο Συνέδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Πάφος, Κύπρος, 2009
- [5] ΟΑΣΠ Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια Αθήνα Απρίλιος 2001
- [6] Κουτρουβέλης Ι.Α. “Στατιστικές μέθοδοι Τεύχος 1”, Εκδόσεις Συμμετρία, Πάτρα, 1999
- [7] Κεβόρκ Κ., “Ανάλυσις παλινδρομήσεως και συσχετίσεως”, Στατιστική τόμος ΙΙΙ, τεύχος Α, Αθήνα 1972
- [7] Κεβόρκ Κ., “Πίνακες δια στατιστικής έρευνας”, Στατιστική, Αθήνα 1972
- [8] FEMA 306 EVALUATION OF EARTHQUAKE DAMAGED CONCRETE AND MASONRY WALL BUILDINGS 1998
- [9] FEMA 356/November 2000 PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS

