

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ  
ΟΜΑΔΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΑΚΑΝΟΝΙΚΩΝ  
ΚΤΙΡΙΩΝ Ο.Σ. ΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ  
ΕΠΑΥΞΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ**

Διπλωματική εργασία:

Ορφανίδης Αναστάσιος

Επιβλέπων καθηγητής:

Ζέρης Χρήστος

ΑΘΗΝΑ, Ιούλιος 2019





## Ευχαριστίες

*Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ. Χρήστο Ζέρη, για την ανάθεση του θέματος, την συνεχή παροχή βοήθειας και της μεγάλης υπομονής που έδειξε.*

*Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω, τον συμφοιτητή μου Άρη Ραυτόπουλο, για την βοήθεια που μου παρείχε όπως επίσης και την αδελφή μου, για την στήριξη της όλο αυτό το διάστημα.*

# Περιεχόμενα

<b>Περίληψη</b>	3
<b>Abstract</b>	3
<b>Κεφάλαιο I: Εισαγωγή</b>	4
1. Εισαγωγή και βιβλιογραφική διερεύνηση	4
1.1. Γενικά	4
1.2. Ακανονικότητα καθ' ύψος	4
1.3. Στόχοι αποτίμησης	6
2. Περιγραφή του προβλήματος	8
2.1. Στοχευόμενες μετακινήσεις	9
3. Δομή της διπλωματικής	13
<b>Κεφάλαιο II: Περιγραφή των κτιρίων</b>	15
1. Γενικά χαρακτηριστικά των κτιρίων του '60	15
2. Γεωμετρία των κτιρίων	16
3. Οπλισμοί μελών	33
4. Υλικά κατασκευής	52
5. Κατακόρυφα φορτία	54
<b>Κεφάλαιο III: Προσομοίωση κτιρίων με το λογισμικό Drain-2DX</b>	55
1. Λογισμικό Drain-2DX	55
2. Separator lines	55
3. Ανάπτυξη των Separator lines που χρησιμοποιήθηκαν	57
<b>Κεφάλαιο IV: Στατικές ανελαστικές αναλύσεις</b>	80
1. Ιδιομορφικές αναλύσεις	80
2. Μη γραμμικές στατικές αναλύσεις	81
3. Υπολογισμός στοχευόμενων μετακινήσεων	85

<b>Κεφάλαιο V: Δυναμικές ανελαστικές αναλύσεις</b>	86
1. Εισαγωγή	86
2. Διεγέρσεις	86
3. Δυναμικές Επαυξητική Μέθοδος	101
4. Αποτελέσματα	103
Α. Κοινά διαγράμματα κτιρίων	103
Β. Διαγράμματα κτιρίου K60B59	104
α. Καταγραφές μακρινού πεδίου	104
β. Καταγραφές κοντινού πεδίου	107
Γ. Διαγράμματα κτιρίου K60C59	112
α. Καταγραφές μακρινού πεδίου	112
β. Καταγραφές κοντινού πεδίου	117
Δ. Διαγράμματα κτιρίου K60D59	122
α. Καταγραφές μακρινού πεδίου	122
β. Καταγραφές κοντινού πεδίου	126
<b>Κεφάλαιο VI:</b>	130
1. Σύγκριση Non-linear Pushover με I.D.A.	130
2. Σχολιασμός των κοινών διαγραμμάτων για τα κτίρια	130
3. Γενικές παρατηρήσεις	131
<b>Παράρτημα Α: Περίσφιξη σκυροδέματος</b>	133
<b>Παράρτημα Β: Κριτήρια αστοχίας</b>	137
<b>Παράρτημα Γ: Υπολογισμός στοχευμένων μετακινήσεων</b>	143
<b>Παράρτημα Δ: Αποτελέσματα αναλύσεων</b>	145
<b>Βιβλιογραφία</b>	282

## Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, γίνεται αποτίμηση της σεισμικής επιτελεστικότητας τριών μη κανονικών σε όψη, πενταώροφων κτιρίων από Ω.Σ., τα οποία έχουν διαστασιολογηθεί σύμφωνα με τον αντισεισμικό κανονισμό του 1959. Τα κτίρια προσομοιώνονται στην μία διεύθυνση και έπειτα υποβάλλονται σε δυναμικές φορτίσεις, με την μέθοδο της δυναμικής επαυξητικής ανάλυσης. Για την ποιοτική εκτίμηση της συμπεριφοράς των κτιρίων, έχουν εκτελεστεί ιδιομορφικές αναλύσεις, ενώ παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα από μη γραμμικές στατικές αναλύσεις που έχουν διεξαχθεί στο παρελθόν, μαζί με τα κρίσιμα κριτήρια αστοχίας. Τέλος εμφανίζονται τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από τις δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις, τα κριτήρια αστοχίας που κυριαρχούν σε κάθε κτίριο και γίνεται σχολιασμός και σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά που προέκυψαν από τις μη γραμμικές στατικές αναλύσεις.

## Abstract

In this diploma thesis, the performance of three vertically irregular five story buildings, constructed with reinforced concrete and designed with RD59, is assessed. These buildings are modelled only in one direction and then are subjected to Incremental Dynamic Analysis (I.D.A.). Eigenvalue analysis are performed to estimate the qualitative seismic assessment, while results from already performed non-linear pushover static analysis are displayed. Subsequently, the results from I.D.A are given with the critical limit state criteria for each building. Finally, the results are compared with the ones that came up from the non-linear pushover.

# Κεφάλαιο I: Εισαγωγή

## 1.Εισαγωγή και βιβλιογραφική διερεύνηση

### 1.1.Γενικά

Η πλειοψηφία των κατασκευών στην Ελλάδα, έχει κατασκευαστεί πριν την εφαρμογή των νέων αντισεισμικών κανονισμών. Συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι το 80% αυτών, έγιναν πριν το 1985, και επομένως έχουν σχεδιαστεί βάση του Βασιλικού Διατάγματος του 1959 που ήταν τότε σε ισχύ. Δεδομένης της έντονης σεισμικής δραστηριότητας που παρουσιάζει η χώρα, είναι σημαντικό να ερευνηθεί η συμπεριφορά των συγκεκριμένων κατασκευών σε περίπτωση σεισμού. Σε αντίθεση με τα σημερινά κτίρια, αυτά της περιόδου εκείνης, δεν έχουν σχεδιαστεί με τις ειδικές διατάξεις για περίσφιξη σε κρίσιμες ζώνες ή για ικανοτικό έλεγχο. Πέρα από τον σχεδιασμό, παράγοντες όπως τροποποιήσεις που έγιναν λόγω αλλαγής χρήσης ενός χώρου (π.χ. αλλαγή από κατοικία σε κατάστημα στο ισόγειο) το ιστορικό των σεισμών που έχει η κατασκευή, και οποιεσδήποτε ενισχύσεις ή επισκευές υπέστη, μαζί με την ποιότητα των υλικών της κατασκευής, γεννούν αβεβαιότητα στον τρόπο που θα συμπεριφερθεί σε περίπτωση σεισμού. Αυτή η αβεβαιότητα γίνεται πιο έντονη, από την στιγμή που παρατηρούνται κάποιες ασυνέχειες καθ' ύψος της κατασκευής.

Σκοπός μας λοιπόν, είναι η σεισμική αποτίμηση τριών τυπικών κτιρίων τα οποία δεν είναι πραγματικά, αλλά έχουν διαστασιολογηθεί με τα βασικά χαρακτηριστικά που παρουσίαζαν τα κτίρια την δεκαετία του 1960. Τα κτίρια αυτά εξετάζονται ξεχωριστά στην μία διεύθυνση και στο τέλος γίνεται μία σύγκριση της συμπεριφοράς που θα επιδείξουν σε περίπτωση σεισμού.

### 1.2. Ακανονικότητα καθ' ύψος

Αρκετά από τα κτίρια, τα οποία έχουν κατασκευαστεί πριν την εφαρμογή των τελευταίων αντισεισμικών κανονισμών, έχουν μία άγνοση σεισμική συμπεριφορά.εξαιτίας των παραγόντων που προαναφέρθηκαν. Κάποια από αυτά θα παρουσιάσουν μία δυσμενέστερη συμπεριφορά σε σεισμό, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα επειδή δεν είναι κανονικά καθ' ύψος. Η εμπειρία από τους μέχρι τώρα σεισμούς και τις αναλύσεις που έχουν διεξαχθεί, έχει δείξει ότι τα κτίρια που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία παρουσιάζουν διαφορές στους σεισμούς σε σύγκριση με τα κανονικά (Das and Nau, 2003). Οι κύριες διαφορές είναι η μεγάλη απαίτηση πλαστιμότητας και οι μετακινήσεις που

παρουσιάζουν. Ο σημερινός κανονισμός, επιβαρύνει αυτά τα κτίρια με αύξηση των σεισμικών φορτίων κατά 20% (Ευρωκώδικας 8, 2004).

Μία κατασκευή θεωρείται μη κανονική καθ' ύψος όταν κάποιος λόγος που αφορούν την αντοχή, την δυσκαμψία, την μάζα και τις εσοχές ενός ορόφου σε σύγκριση με τους γειτονικούς του ξεπερνάν κάποια όρια. Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο έτσι κατά τον Ευρωκώδικα 8, θα πρέπει να μην ικανοποιούνται ένα ή περισσότερα κριτήρια από τα παρακάτω :

Α) Όλα τα συστήματα ανάληψης της σεισμικής δράσης (πλαίσια, τοιχία, πυρήνες) πρέπει να διατρέχουν το κτίριο από τα θεμέλια μέχρι την άνω επιφάνεια αυτού, χωρίς διακοπή. Εάν υπάρχουν εσοχές σε διάφορα ύψη, τότε τα συστήματα αυτά θα πρέπει να φθάνουν έως την άνω επιφάνεια του αντίστοιχου τμήματος του κτιρίου.

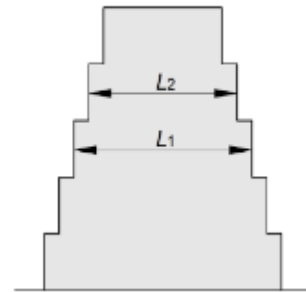
Β) Η μεταφορική δυσκαμψία και η μάζα των ορόφων θα πρέπει να παραμένουν σταθερές ή να μειώνονται σταδιακά από την βάση μέχρι την άνω επιφάνεια του κτιρίου χωρίς απότομες μεταβολές. Στον ΕΑΚ, για να οριστεί ένα κτίριο ως κανονικό, η σταδιακή μείωση των ανωτέρω δεν έπρεπε να υπερβαίνει το 50%.

Γ) Στην περίπτωση των πλαισιωτών φορέων, ο λόγος της πραγματικής αντοχής του ορόφου ως προς την αντοχή που απαιτείται βάσει αναλύσεως δεν μπορεί να διαφέρει δυσανάλογα από όροφο σε όροφο. Τα κτίρια με pilotis δεν ικανοποιούν αυτήν την συνθήκη, γιατί οι τοίχοι πληρώσεως δεν υπολογίζονται στην ανάλυση ενώ έχουν επιρροή στην πραγματική αντοχή του ορόφου. Έτσι υπάρχει μεταβολή της υπεραντοχής του ισογείου σε σχέση με τους υπόλοιπους ορόφους.

Δ) Σε περίπτωση εσοχών, θα πρέπει να ικανοποιούνται και οι παρακάτω συνθήκες:

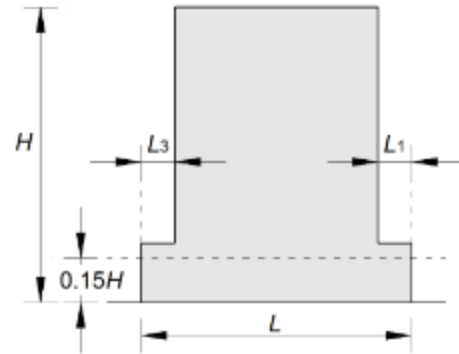
1. Στην περίπτωση που οι εσοχές μειώνονται βαθμιαία διατηρώντας την κατακόρυφη συμμετρία του κτιρίου, η εσοχή σε κάθε όροφο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20% της διαστάσεως του προηγούμενου ορόφου κατά την διεύθυνση της εσοχής.

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0.20$$



2. Στην περίπτωση που υπάρχει μόνο μία εσοχή, η οποία βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο του 15% του συνολικού ύψους του φέροντος συστήματος, τότε αυτή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20% της διαστάσεως των υποκειμένων ορόφων.

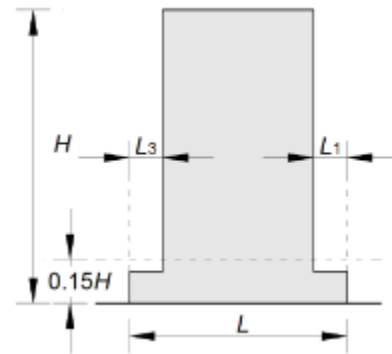
$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0.20$$



3. Στην περίπτωση που και πάλι υπάρχει μόνο μία εσοχή, αλλά αυτή βρίσκεται σε ύψος μικρότερο του 15% του συνολικού ύψους του φέροντος συστήματος, τότε αυτή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% της διαστάσεως των υποκειμένων ορόφων.

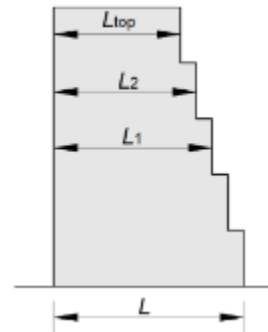
$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0.50$$

Εδώ, το κομμάτι το οποίο αποτελεί προέκταση του πάνω μέρους της κατασκευής στο κάτω μέρος, θα πρέπει να μπορεί να αναλαμβάνει τουλάχιστον το 75% των οριζόντιων τεμνουσών δυνάμεων που θα αναπτύσσονταν στην ίδια ζώνη σε παρόμοιο κτίριο χωρίς την διαπλάτυνση στην βάση.



4. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει η κατακόρυφη συμμετρία που προαναφέρθηκε, τότε σε κάθε όψη του κτιρίου, το άθροισμα των εσοχών όλων των ορόφων δεν υπερβαίνει το 30% της αντίστοιχης διαστάσεως του ισογείου, ενώ κάθε εσοχή δεν υπερβαίνει το 10% της αντίστοιχης διαστάσεως του προηγούμενου ορόφου.

$$\frac{L - L_{top}}{L} \leq 0.30 \quad \text{και} \quad \frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0.10$$



### 1.3. Στόχοι αποτίμησης

Η αποτίμηση υφιστάμενων κατασκευών γίνεται με σκοπό την εκτίμηση της αντοχής που διαθέτουν και τον έλεγχο της ικανοποίησης των ελάχιστων υποχρεωτικών απαιτήσεων που επιβάλλονται από τους ισχύοντες κανονισμούς. Τα βήματα που ακολουθούνται, είναι η συλλογή στοιχείων που αφορούν τις κατασκευές, το είδος των αναλύσεων που θα διεξαχθούν όπως επίσης και ο έλεγχος των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από αυτές για πιθανές υπερβάσεις των οριακών καταστάσεων. Προκειμένου να γίνει αποτίμηση μίας κατασκευής, είναι απαραίτητη η επιλογή μίας στάθμης επιτελεστικότητας (KAN.ΕΠΕ.).

Η μέθοδος των σταθμών επιτελεστικότητας χρησιμοποιείται σήμερα για τον έλεγχο υφιστάμενων κατασκευών, νέων και παλιών, όπως και για την ενίσχυση των τελευταίων. Η μέθοδος αυτή δέχεται ένα επίπεδο βλαβών (στάθμη επιτελεστικότητας), ανάλογα με την πιθανότητα εμφάνισης του σεισμού σχεδιασμού. Εξετάζεται λοιπόν η πραγματική συμπεριφορά μίας κατασκευής για διάφορες εντάσεις του σεισμού σχεδιασμού όπως επίσης και οι βλάβες που αναμένεται να υποστεί. Προκειμένου όμως να εφαρμοστεί η μέθοδος αυτή, θα πρέπει να είναι γνωστό το πως ενεργεί η κατασκευή και πέραν της ελαστικής περιοχής, έτσι πραγματοποιείται σε συνδυασμό με μη γραμμικές αναλύσεις, οι οποίες είναι είτε στατικές είτε δυναμικές.

Ένας στόχος σεισμικής ικανότητας καθορίζει μία στάθμη επιτελεστικότητας για συγκεκριμένη ένταση σεισμού, η οποία καθορίζεται από την αντίστοιχη πιθανότητα υπέρβασης (πίνακας 1.1). Ο στόχος είναι απαραίτητος καθώς χρησιμοποιείται είτε για την αποτίμηση μίας υφιστάμενης κατασκευής, είτε για την ενίσχυση της, είτε για τον σχεδιασμό μίας νέας. Αυτός ορίζεται βάση της ασφαλείας και του κόστους που επιθυμείται για αυτήν, λαμβάνοντας υπ' όψιν του και την σπουδαιότητα της. Όλοι οι κανονισμοί διατυπώνουν με σαφήνεια τρεις βασικές στάθμες επιτελεστικότητας, με ορισμένες μικροδιαφορές.

**Πίνακας 1.1: Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού**

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού		
	«Περιορισμένες βλάβες»	«Σημαντικές βλάβες»	«Οιονεί κατάρρευση»
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

Οι στάθμες αυτές είναι κατά τον, εναρμονισμένο με τους ευρωκώδικες, ΚΑΝ.ΕΠΕ. ( ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2<sup>η</sup> επιθεώρηση 2017) :

A) Περιορισμένες βλάβες:



Στη στάθμη αυτή θα παρατηρηθούν μόνο ελαφριές βλάβες. Τα δομικά στοιχεία του φέροντος οργανισμού δεν θα έχουν διαρρεύσει σημαντικά, διατηρώντας σε αρκετά μεγάλο βαθμό την αρχική τους δυσκαμψία και αντοχή. Δεν επιτρέπονται τραυματισμοί ατόμων, ενώ η κατασκευή έχει την δυνατότητα να λειτουργεί κανονικά τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού όσο και μετά.

#### B) Σημαντικές βλάβες:

Στην στάθμη αυτή θα παρατηρηθούν σημαντικές βλάβες και ίσως εκτεταμένες, οι οποίες όμως θα είναι δυνατόν να επισκευαστούν. Ο φέρων οργανισμός διατηρεί την στατική του ευστάθεια. Ενδέχεται να συμβούν μικροτραυματισμοί, οι οποίοι σε καμία περίπτωση όμως δεν θα είναι σοβαροί, θέτοντας σε κίνδυνο την ζωή των ατόμων που βρίσκονται σε αυτή. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ξανά η κατασκευή, οι βλάβες που παρουσιάστηκαν θα πρέπει να επισκευαστούν.

#### Γ) Οιονεί κατάρρευση:

Στη στάθμη αυτή, θα παρατηρηθούν βλάβες, οι οποίες θα είναι εκτεταμένες και μη επισκευάσιμες. Ο φέρων οργανισμός έχει την δυνατότητα να φέρει κατακόρυφα φορτία, όμως η ικανότητα του να αντιστέκεται σε οριζόντια φορτία έχει μειωθεί σημαντικά. Το γεγονός αυτό τον καθιστά ευάλωτο σε μετασεισμούς με κίνδυνο κατάρρευσης. Υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για σοβαρούς τραυματισμούς ατόμων, τόσο εντός της κατασκευής όσο και εκτός αυτής από πτώσεις στοιχείων των μη δομικών στοιχείων αυτής. Η κατασκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά μόνο μετά από εκτεταμένες επιδιορθώσεις, οι οποίες είναι πιθανό να είναι τεχνικά ή/και οικονομικά αδύνατο να πραγματοποιηθούν.

## **2) Περιγραφή του προβλήματος**

Τα κτίρια, για τα οποία θα γίνει η αποτίμηση, είναι τρία. Συγκεκριμένα, εξετάζονται, ένα δόμημα το οποίο έχει υψηλότερο ισόγειο σε σχέση με τα κανονικά (5m έναντι 3m), ένα το οποίο παρουσιάζει εσοχές στα δύο τελευταία επίπεδα (ρετιρέ), και τελευταίο ένα δόμημα το οποίο παρουσιάζει σε μία σειρά στην διεύθυνση y, ασυνέχεια υποστυλωμάτων. Για αυτά τα τρία κτίρια, έχουν διεξαχθεί ήδη μελέτες για την συμπεριφορά που θα παρουσιάσουν, τόσο με μη γραμμικές στατικές αναλύσεις, όσο και με δυναμικές. Στην παρούσα διπλωματική, θα διεξαχθούν δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις, σε επέκταση των παλαιότερων, ώστε να γίνει και μία σύγκριση των αποτελεσμάτων. Οι καταγραφές που θα χρησιμοποιηθούν για τις δυναμικές αναλύσεις, είναι και κοντινού πεδίου και μακρινού.

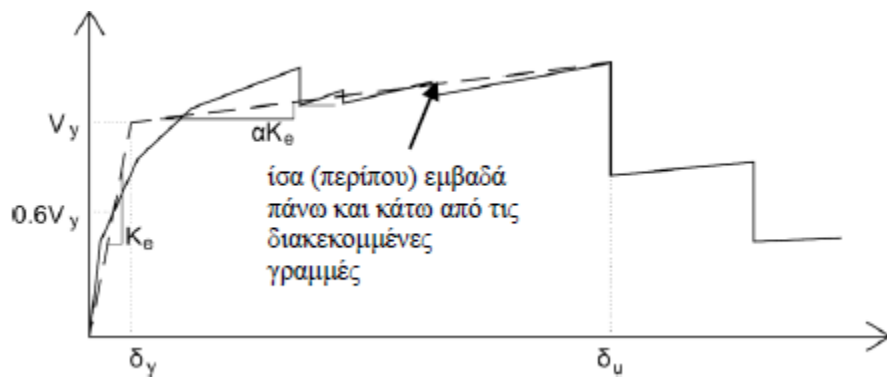
Σκοπός των αναλύσεων, είναι έπειτα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων που θα έχουν προκύψει, να γίνει σύγκριση της διαθέσιμης δυνατότητας παραμόρφωσης με την στοχευόμενη μετακίνηση που απαιτείται για μία συγκεκριμένη στάθμη επιτελεστικότητας. Για όλα τα κτίρια

έχει οριστεί σαν στάθμη επιτελεστικότητας, η δεύτερη, η οποία είναι η «Σημαντικές βλάβες». Πέρα από την αποτίμηση της σεισμικής αποκρίσεως, μας ενδιαφέρει και ο τρόπος με τον οποίο θα αστοχήσουν τα κτίρια. Συγκεκριμένα, τα κριτήρια αστοχίας, τα οποία έχουν ληφθεί υπ' όψιν, είναι δύο κατηγοριών, τοπικά και γενικά. Στα τοπικά κριτήρια συμπεριλαμβάνονται η οριακή πλαστική στροφή και η ανάπτυξη της τέμνουσας αστοχίας σε ένα μέλος. Στα γενικά κριτήρια αστοχίας, είναι η σχετική μετακίνηση ορόφων, και ο φθίνων κλάδος. Τα κριτήρια αυτά, αναπτύσσονται ξεχωριστά το καθένα, στο Παράρτημα Β.

## 2.1. Στοχευόμενες μετακινήσεις

Για τον υπολογισμό των στοχευόμενων μετακινήσεων υπάρχουν πάρα πολύ τρόποι. Ο ακριβέστερος τρόπος είναι η χρήση μη γραμμικών χρονοϊστοριών. Επειδή όμως για αυτόν απαιτείται πάρα πολύ υπολογιστικός χρόνος, ενώ για να είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα απαιτούνται για σεισμικές διεγέρσεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά, έχουν αναπτυχθεί και άλλοι. Άλλες μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί είναι η μέθοδος των συντελεστών (προσεγγιστική μέθοδος) και η μέθοδος Pushover (στατική μη γραμμική ανάλυση). Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα αναπτυχθεί η μέθοδος των συντελεστών, που περιγράφεται από τους κανονισμούς FEMA 356 και ATC40. Την μέθοδο αυτή υιοθετεί και ο ΚΑΝ.ΕΠΕ., με σχετικές τροποποιήσεις σε κάποια σημεία. Τα παρακάτω βήματα (Σημειώσεις Μαθήματος Αντισεισμικής Τεχνολογίας 2, Ψυχάρης 2015), ακολουθούνται για την εφαρμογή της μεθόδου:

1. Μετατροπή της καμπύλης ικανότητας, η οποία έχει προκύψει από στατική ανελαστική ανάλυση, σε διγραμμικό διάγραμμα. Σε αυτό υπάρχει μετελαστικός κλάδος, με δυσκαμψία  $K_s$ . Επίσης ορίζεται και η ελαστική δυσκαμψία  $K_e$  από την ευθεία που ενώνει την αρχή των αξόνων με το σημείο πάνω στην καμπύλη που αντιστοιχεί στο 60% της τέμνουσας διαρροής  $V_y$ . Εφόσον δεν απαιτείται υπολογισμός της διαθέσιμης πλαστιμότητας του κτιρίου, μπορεί να ληφθεί απλοποιητικά η κλίση  $K_e$  αντί για το 60% της  $V_y$ , ως το 60% της μέγιστης αντοχής  $V_{max}$ . Το διάγραμμα θεωρείται ότι τελειώνει στο σημείο που η καμπύλη ικανότητας έχει γίνει περίπου οριζόντια.



Σχήμα 1.1: Διγραμμικοποίηση της καμπύλης ικανότητας

2. Υπολογισμός της ισοδύναμης κυριαρχούσας ιδιοπεριόδου  $T_e$ , από την σχέση:

$$T_e = T * \sqrt{\frac{K_0}{K_e}} \quad (\text{Εξ. 1. 1})$$

όπου  $K_0$ : αρχική ελαστική πλευρική δυσκαμψία

3. Υπολογισμός του στόχου μετακίνησης από την σχέση:

$$\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * C_3 * S_{e(T)} * \frac{T_e^2}{4\pi^2} \quad (\text{Εξ. 1. 2})$$

όπου:

- $S_{e(T)}$ : η ελαστική φασματική ψευδοεπιτάχυνση που αντιστοιχεί στην ισοδύναμη ιδιοπερίοδο της κατασκευής  $T_e$
- $C_0$ : είναι ο συντελεστής που συσχετίζει την φασματική μετακίνηση του ισοδύναμου ελαστικού φορέα με την πραγματική μετακίνηση  $\delta_t$  της κορυφής. Οι τιμές που μπορεί να λάβει ο συντελεστής αυτός δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 1.2: Τιμές του συντελεστή  $C_0$**

Αριθμός ορόφων	Διατμητικά κτίρια		Λοιπά κτίρια
	Τριγωνική κατανομή φορτίων	Ομοιόμορφη κατανομή φορτίων	Οποιαδήποτε κατανομή φορτίων
1	1.00	1.00	1.00
2	1.20	1.15	1.20
3	1.20	1.20	1.30
5	1.30	1.20	1.40
10+	1.30	1.20	1.50

- $C_1$ : είναι ο συντελεστής που συνδέει την μέγιστη ανελαστική μετακίνηση ενός κτιρίου με αυτή του αντίστοιχου ελαστικού, και ισχύει με:

$$C_1 = \frac{\delta_{inel}}{\delta_{el}}$$

Επιτρέπεται να λαμβάνεται ίσως με:

$$C_1 = \begin{cases} 1.0 & \text{για } T_e \geq T_C \\ \frac{1.0+(R-1)*\frac{T_C}{T_e}}{R} & \text{για } T_e < T_C \end{cases} \quad (\text{Εξ. 1.3})$$

όπου:

$T_C$ : είναι η χαρακτηριστική περίοδος του φάσματος σχεδιασμού που αντιστοιχεί στο όριο μεταξύ του οριζόντιου τμήματος (σταθερή επιτάχυνση) και του φθίνοντα κλάδου (σταθερή ταχύτητα) (EK8-1)

$R$ : είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς διαρροής ( $=q_y$ ) και υπολογίζεται από την σχέση:

$$q_y = \frac{S_e/g}{V_y/W} * C_m \quad (\text{Εξ. 1.4})$$

όπου:

$S_e$ : είναι η φασματική επιτάχυνση σύμφωνα με το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού για την ενεργό θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T_e$

$V_y$ : είναι η τέμνουσα βάσης διαρροής σύμφωνα με την διγραμμική απεικόνιση της καμπύλης ικανότητας (απλοποιητικά μπορεί να ληφθεί ίση με το 80% της  $V_{max}$  εφόσον δεν απαιτείται εκτίμηση της διαθέσιμης πλαστιμότητας)

$W$ : είναι το συνολικό βάρος της κατασκευής

$C_m$ : είναι ο συντελεστής που δηλώνει την ενεργό μάζα σύμφωνα με τον Πίνακα 1.3. Εναλλακτικά, ο συντελεστής  $C_m$  μπορεί να λαμβάνεται ίσος με τον λόγο της ιδιομορφικής μάζας της θεμελιώδους ιδιομορφής προς την συνολική μάζα.

**Πίνακας 1.3: Τιμές του συντελεστή  $C_m$** 

Αριθμός ορόφων	Πλαισιακά κτίρια από Ω.Σ.	Τοιχωματικά κτίρια από Ω.Σ.	Κτίρια από Ω.Σ. τύπου ανεστρ. εκκρεμούς	Άλλος Τύπος
1-2	1.0	1.0	1.0	1.0
3+	0.9	0.8	0.8	1.0

Απλοποιητικά και ως προς το μέτρο της ασφάλειας, ο λόγος  $F_{by}/W$  στην παραπάνω σχέση, μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 0.15 για κτίρια με μικρό σύστημα, και 0.10 για κτίρια με αμιγώς πλαισιακό σύστημα. Επί πρόσθετα, για τον συντελεστή  $C_1$ , θα πρέπει να ισχύει  $C_1 \leq 1.5$  για  $T_e \leq 1.0$  sec και  $C_1 \geq 1.0$ .

- $C_2$ : είναι ο συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπ' όψιν του την μορφή του σχήματος του βρόχου υστέρησης στην μέγιστη μετακίνηση. Οι τιμές του μπορεί να λαμβάνονται από τον Πίνακα 1.4. Για τιμές που βρίσκονται ανάμεσα σε 0.1 sec και  $T_c$ , πρέπει να γίνεται γραμμική παρεμβολή.

**Πίνακας 1.4: Τιμές του συντελεστή  $C_2$** 

Στάθμη επιτελεστικότητας	$T_e \leq 0.1$ sec		$T_e \geq T_c$	
	Τύπος κτιρίου 1	Τύπος κτιρίου 2	Τύπος κτιρίου 1	Τύπος κτιρίου 2
Περιορισμένες βλάβες	1.0	1.0	1.0	1.0
Σημαντικές βλάβες	1.3	1.0	1.1	1.0
Οιονεί κατάρρευση	1.5	1.0	1.2	1.0

Στον πρώτο τύπο κτιρίου, συμπεριλαμβάνονται οι κατασκευές οι οποίες φέρουν χαμηλή πλαστιμότητα (κτίρια πριν το 1985), ενώ στον δεύτερο τύπο κτιρίου συμπεριλαμβάνονται εκείνες που έχουν υψηλή πλαστιμότητα (κτίρια κατασκευασμένα από το 1985 και έπειτα).

- $C_3$ : είναι ο συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπ' όψιν του την αύξηση των μετακινήσεων λόγω φαινομένων δευτέρας τάξεως (φαινόμενα P-Δ). Ο συντελεστής  $C_3$  δίνεται από τις σχέσεις:

$$C_3 = \begin{cases} 1.0, & (K_s > 0) \\ 1.0 + \frac{|a|*(R-1)^{\frac{3}{2}}}{T_e} & (K_s < 0) \end{cases} \quad (E\zeta. 1. 5)$$

όπου:

$$\alpha = \frac{K_s}{K_e}$$

Ο συντελεστής  $C_3$ , δεν χρειάζεται να υπερβαίνει την τιμή:

$$C_3 \leq 1.0 + 5 * \frac{(\theta - 1)}{T_e}$$

όπου  $\theta$  είναι ο συντελεστής σχετικής μεταθετότητας, ίσος με την μέγιστη τιμή των επιμέρους ορόφων  $\theta_i$ , οι οποίοι ορίζονται από την σχέση:

$$\theta_i = \frac{P_i * d_i}{V_i * h_i} \quad (E\zeta. 1. 6)$$

όπου:

$P_i$ : είναι το κατακόρυφο φορτίο του ορόφου  $i$

$V_i$ : είναι η συνολική τέμνουσα δύναμη του ορόφου  $i$

$h_i$ : είναι το ύψος του ορόφου  $i$

$d_i$ : είναι η σχετική μετακίνηση της πλάκας του ορόφου  $i$ , μετρούμενη στο κέντρο δυσκαμψίας

Στη συνήθη περίπτωση που εξετάζονται κτίρια από Ω.Σ. και τοιχοποιία, όπου  $\theta < 0.1$ , τότε ο συντελεστής  $C_3$  λαμβάνεται ίσος με 1.0.

### 3. Δομή της διπλωματικής

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται περιγραφή των κτιρίων. Αναφέρονται κάποια γενικά χαρακτηριστικά που εμφανίζουν τα κτίρια τα οποία κατασκευάστηκαν την δεκαετία του 1960. Στην συνέχεια, για τα τρία υπό μελέτη κτίρια, δίνονται οι κατόψεις τους, οι οπλισμοί που φέρουν τα μέλη τους, τα υλικά και τέλος τα φορτία που φέρουν. Το τρίτο κεφάλαιο, αφιερώνεται στο λογισμικό Drain2D-X, και γίνεται ανάπτυξη των Separator Lines που έχουν χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση των κατασκευών. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποια αποτελέσματα μη γραμμικών στατικών αναλύσεων που έχουν ήδη διεξαχθεί, όπως επίσης και οι ιδιομορφές με την εικόνα των δυνάμεων. Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις που έχουν διεξαχθεί στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, όπως επίσης και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων που προέκυψαν αυτές. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο, ακολουθεί μία σύγκριση των αποτελεσμάτων ανάμεσα στα κτίρια όπως και κάποιες γενικές παρατηρήσεις.

## Κεφάλαιο II: Περιγραφή των κτιρίων

### 1) Γενικά χαρακτηριστικά των κτιρίων του '60

Οι κατασκευές της δεκαετίας του '60 έχουν σχεδιαστεί βάση επιτρεπτών τάσεων και όχι με οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας όπως αυτοί που ισχύουν σήμερα, σύμφωνα με το Βασιλικό Διάταγμα του 1959. Οι επιτρεπτές τάσεις σχεδιασμού για το σκυρόδεμα ποιότητας C12 κυμαίνονταν μεταξύ 5 και 8 MPa, για συνδυασμό κάμψης και αξονικού φορτίου, ενώ για τον χάλυβα οπλισμού ήταν 140MPa με μία πρόσθετη αύξηση 20% για σχεδιασμό έναντι σεισμού. Τα υποστυλώματα και οι δοκοί της περιμέτρου εξετάζονταν για σεισμό, ενώ οι εσωτερικοί δοκοί σχεδιάζονται μόνο για κατακόρυφα φορτία. Οι τιμές των μόνιμων και κινητών φορτίων που χρησιμοποιούντουσαν είναι οι ίδιες με τις σημερινές και που ορίζονται στον Κανονισμό Φορτίσεων Δομικών Έργων του 1945. Για τον αντισεισμικό σχεδιασμό, η χώρα χωριζόταν σε τρεις σεισμικές ζώνες (I, II, III), ανάλογα την σεισμικότητα που παρουσίαζε κάθε περιοχή. Ο συντελεστής τέμνουσας βάσης σεισμού  $\varepsilon$  ισούταν με 4%, 6%, 8% του συνολικού βάρους της κατασκευής για τις σεισμικές ζώνες I, II, III αντίστοιχα για σκληρό έδαφος.

Με βάση τους σημερινούς κανονισμούς, παρατηρούνται αρκετές ανεπάρκειες που οφείλονται στον σχεδιασμό και στις πρακτικές όπλισης, σε σχέση με εκείνους τους ήταν σε ισχύ όταν κατασκευάστηκαν (Bracci, Reinhorn and Mander, 1995). Στα περισσότερα κτίρια, τα υποστυλώματα ήταν πιο ασθενή από τα δοκάρια, με αποτέλεσμα να υπάρχει ο κίνδυνος δημιουργίας μαλακού ορόφου σε περίπτωση σεισμού, κάτι που σήμερα αποφεύγεται με την χρήση ικανοτικού σχεδιασμού. Επίσης καθ' ύψος των υποστυλωμάτων, οι αποστάσεις που είχαν οι εγκάρσιοι οπλισμοί ήταν σταθερές, χωρίς πύκνωση στα άκρα, με αποτέλεσμα την έλλειψη περισφίγξεως σε εν δυνάμει πλαστικές ζώνες. Άλλες ανεπάρκειες ήταν η ύπαρξη ελάχιστου ή και καθόλου εγκάρσιου οπλισμού στους κόμβους υποστυλωμάτων-δοκών, όπως και το γεγονός ότι στις εσωτερικές δοκούς, ο κάτω οπλισμός αγκυρωνόταν μέσα στον κόμβο και δεν συνέχιζε στο δίπλα άνοιγμα, σε αντίθεση με τις περιμετρικές όπου η αγκύρωση πραγματοποιούνταν στην διπλανή δοκό.

Όσον αφορά την γεωμετρία που είχαν οι κατασκευές, παρατηρείται πυκνή διάταξη των υποστυλωμάτων ανά 3-4 m και απουσία τοιχίων. Υπάρχει η παρουσία άοπλης τοιχοποιίας, τόσο στα εξωτερικά πλαίσια πάχους 25cm, όσο και στα εσωτερικά πλαίσια για την διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων. Εσωτερικά, η διάταξη της είναι ακανόνιστη, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να προ-



σομοιωθεί και να λογαριάζεται μόνο το βάρος της. Στα εξωτερικά πλαίσια, συνηθίζεται να υπάρχουν ανοίγματα στην τοιχοποιία στο ίδιο σημείο σε όλους τους ορόφους, με μοναδική διαφοροποίηση στο ισόγειο, όπου ενδέχεται λόγω υπαρξής καταστήματος, να αλλάζει η διάταξη τους (Zeris, Vintzileou and Repariss, 2004).

## 2) Γεωμετρία κτιρίων

Τα κτίρια τα οποία μελετούνται στην παρούσα εργασία είναι αντιπροσωπευτικά της δεκαετίας του '60. Έχουν την γεωμετρία (ύψος ορόφους, ανοίγματα, διαστάσεις στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος) των περισσότερων κτιρίων της εποχής εκείνης, και έχουν οπλιστεί από το στατικό πρόγραμμα FESPA σύμφωνα με το Βασιλικό Διάταγμα του 1959, το οποίο ήταν εν ισχύ τότε. Η διαστασιολόγηση τους έχει γίνει στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής (Repariss, 2007). Κάθε κτίριο αποτελείται από 4 και 3 ανοίγματα στις διευθύνσεις X και Y, μήκους 3.5 m, έχουν ένα τυπικό ύψος ορόφου 3m και το πάχος των πλακών είναι ίσο με 0.12 m.

Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται τρία πενταώροφα κτίρια χωρίς τοιχοπληρώσεις, τα οποία είναι μη κανονικά σε όψη. Το πρώτο κτίριο, έχει ύψος ισόγειου 5 m αντί για 3m, το δεύτερο έχει από ένα λιγότερο άνοιγμα και στις δύο διευθύνσεις (ρετιρέ), ενώ το τρίτο παρουσιάζει ασυνέχεια υποστυλωμάτων στο ισόγειο (φυτευτά υποστυλώματα) (σχήμα 2.1). Όλα τα κτίρια εξετάζονται για ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I.



Σχήμα 2.1: Απεικόνιση κτιρίων

Το κτίριο με μεγαλύτερο ύψος ισόγειου 5m (K60B59), έχει στο ισόγειο τετραγωνικά υποστυλώματα 400x400, τα οποία μειώνονται βαθμιαία στους πάνω ορόφους. Τα γωνιακά υποστυλώματα μειώνονται σε 350x350 στον δεύτερο όροφο ενώ τα εσωτερικά σε 300x300. Από τον τρίτο όροφο

μέχρι την κορυφή, διατηρούν σταθερή γεωμετρία με τα γωνιακά να είναι 300x300 ενώ τα εσωτερικά 250x250. Οι διαστάσεις των δοκών παραμένουν σταθερές σε όλους τους ορόφους και είναι 200/500.

Το κτίριο το οποίο έχει ένα άνοιγμα λιγότερο και στις δύο διευθύνσεις (K60C59), έχει στο ισόγειο υποστυλώματα διαστάσεων 350x350. Στον πρώτο όροφο τα γωνιακά υποστυλώματα παραμένουν 350x350 ενώ τα εσωτερικά μειώνονται σε 300x300. Στον δεύτερο όροφο, γίνεται μείωση σε 300x300 στις γωνίες, αυτά που βρίσκονται κάτω από τα γωνιακά υποστυλώματα του ρετιρέ παραμένουν 300x300, ενώ τα υπόλοιπα μειώνονται σε 250x250. Στους δύο τελευταίους ορόφους, τα γωνιακά παραμένουν 300x300 ενώ τα ενδιάμεσα παραμένουν 250x250. Όπως και στο προηγούμενο κτίριο, οι διαστάσεις των δοκών είναι 200/500 και είναι ίδιες σε όλους τους ορόφους.

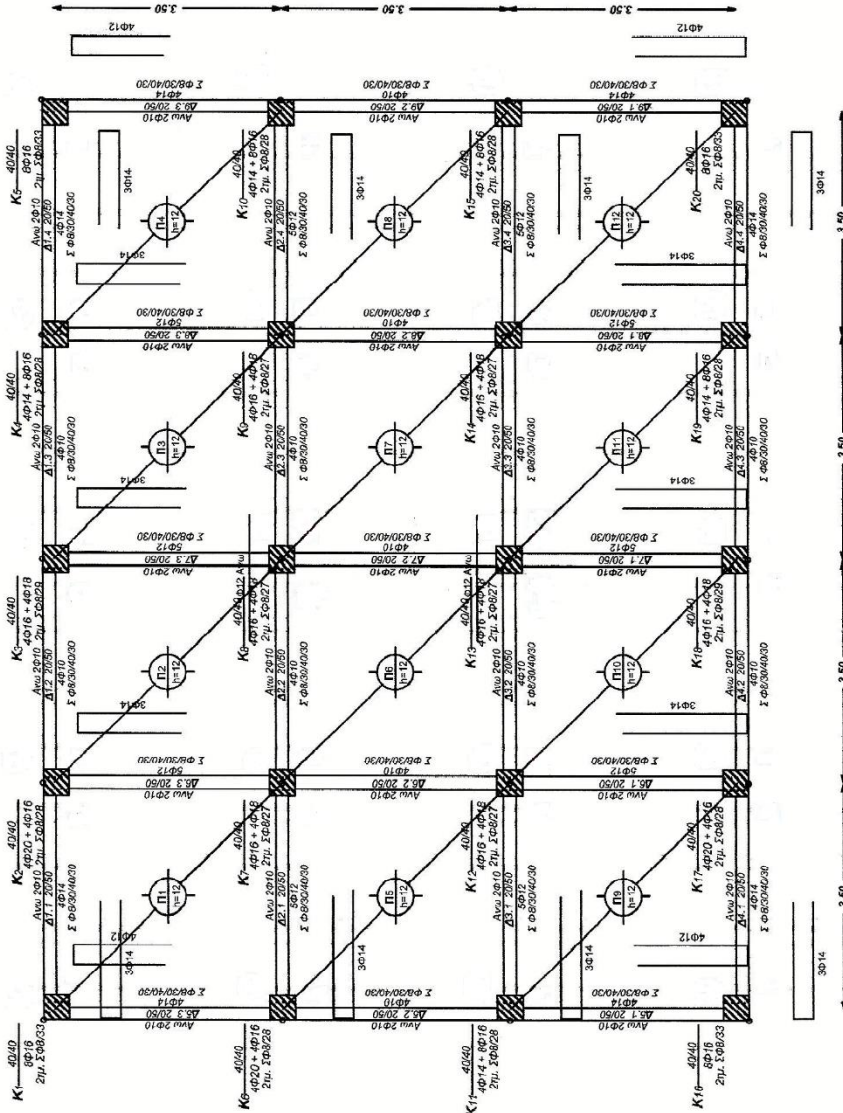
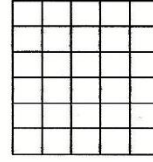
Τέλος, το κτίριο με τα φυτευτά υποστυλώματα στο ισόγειο, έχει εκατέρωθεν της ασυνέχειας υποστυλώματα διαστάσεων 450x450, τα οποία στον πρώτο όροφο μειώνονται σε 400x400, και από τον δεύτερο μέχρι την κορυφή παραμένουν 300x300. Τα υποστυλώματα στα οποία παρουσιάζεται η ασυνέχεια καθ' ύψος έχουν στον πρώτο όροφο διαστάσεις 300x300 και έπειτα 250x250. Από τις δύο εγκάρσιες (διεύθυνση Υ) σειρές υποστυλωμάτων που απομένουν, στην εσωτερική τα υποστυλώματα ξεκινάν με διαστάσεις 350x350 στο ισόγειο, μειώνονται σταδιακά σε 250x250 στον δεύτερο όροφο, και συνεχίζουν έτσι μέχρι την κορυφή, ενώ η εξωτερική σειρά, έχει στο ισόγειο 350x350. Τα ακραία διατηρούν ίδιες διαστάσεις και στον επόμενο όροφο ενώ από τον δεύτερο όροφο και έπειτα μειώνονται στα 300x300, ενώ τα ενδιάμεσα της σειράς μειώνονται βαθμιαία μέχρι 250x250 στον δεύτερο όροφο και παραμένουν έτσι μέχρι το τέλος.

Οι ξυλότυποι και των τριών αυτών κτιρίων, παρουσιάζονται παρακάτω.

Κ60Β59

ΚΤΙΡΙΟ Β ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

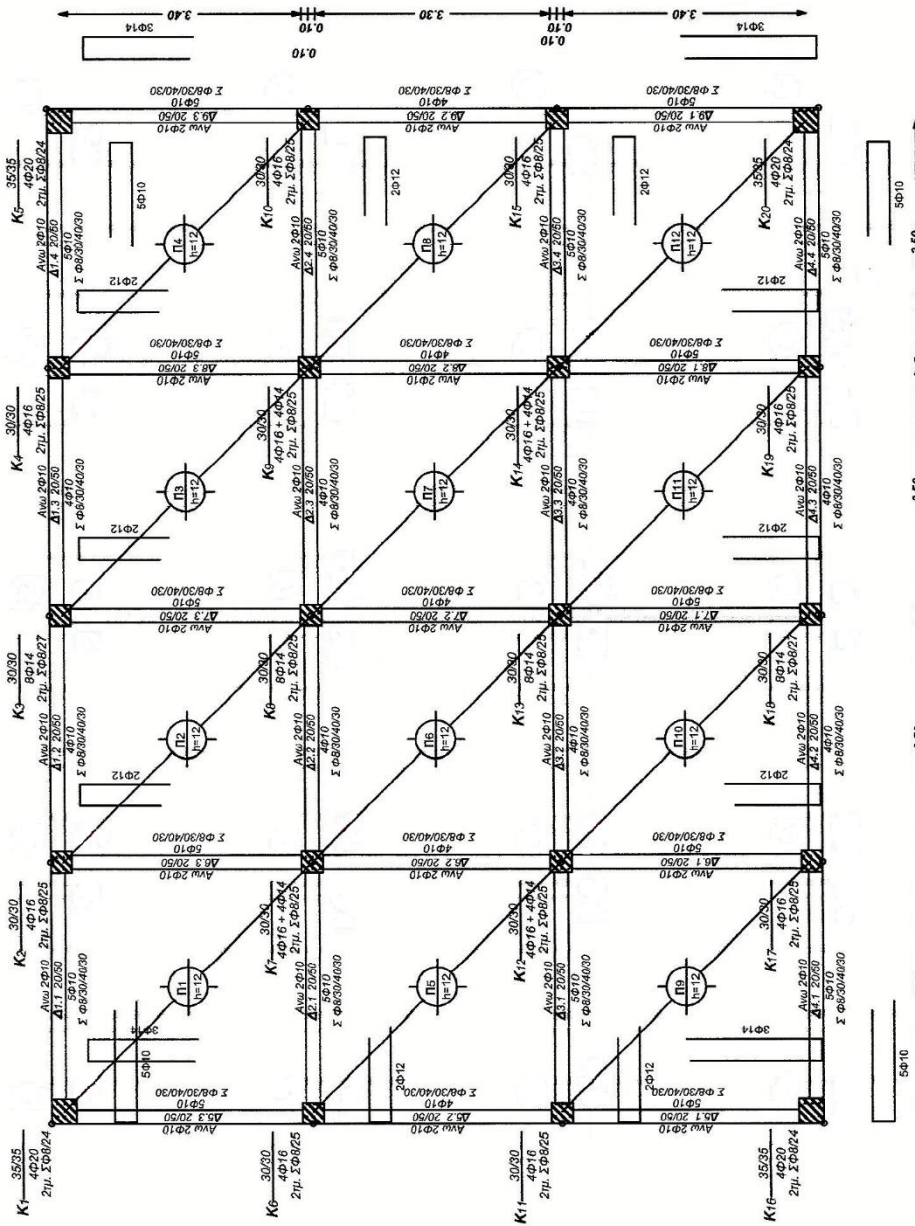
1ος ΟΡΟΦΟΣ



K60B59

ΚΤΙΡΙΟ Β ΤΟΥΣ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

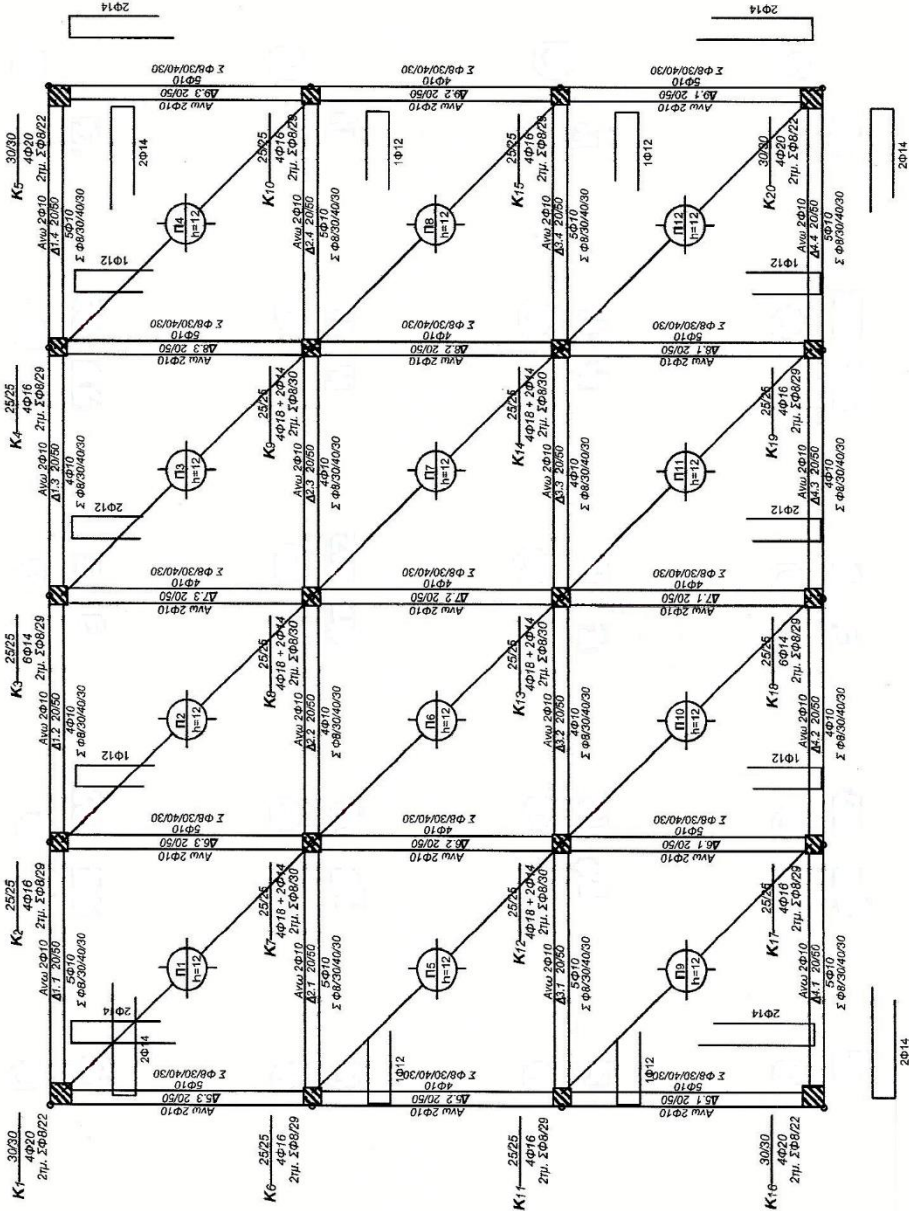
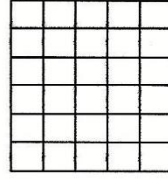
2ος ΟΡΟΦΟΣ



Κ60Β59

ΚΤΙΡΙΟ Β ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

3ος ΟΡΟΦΟΣ

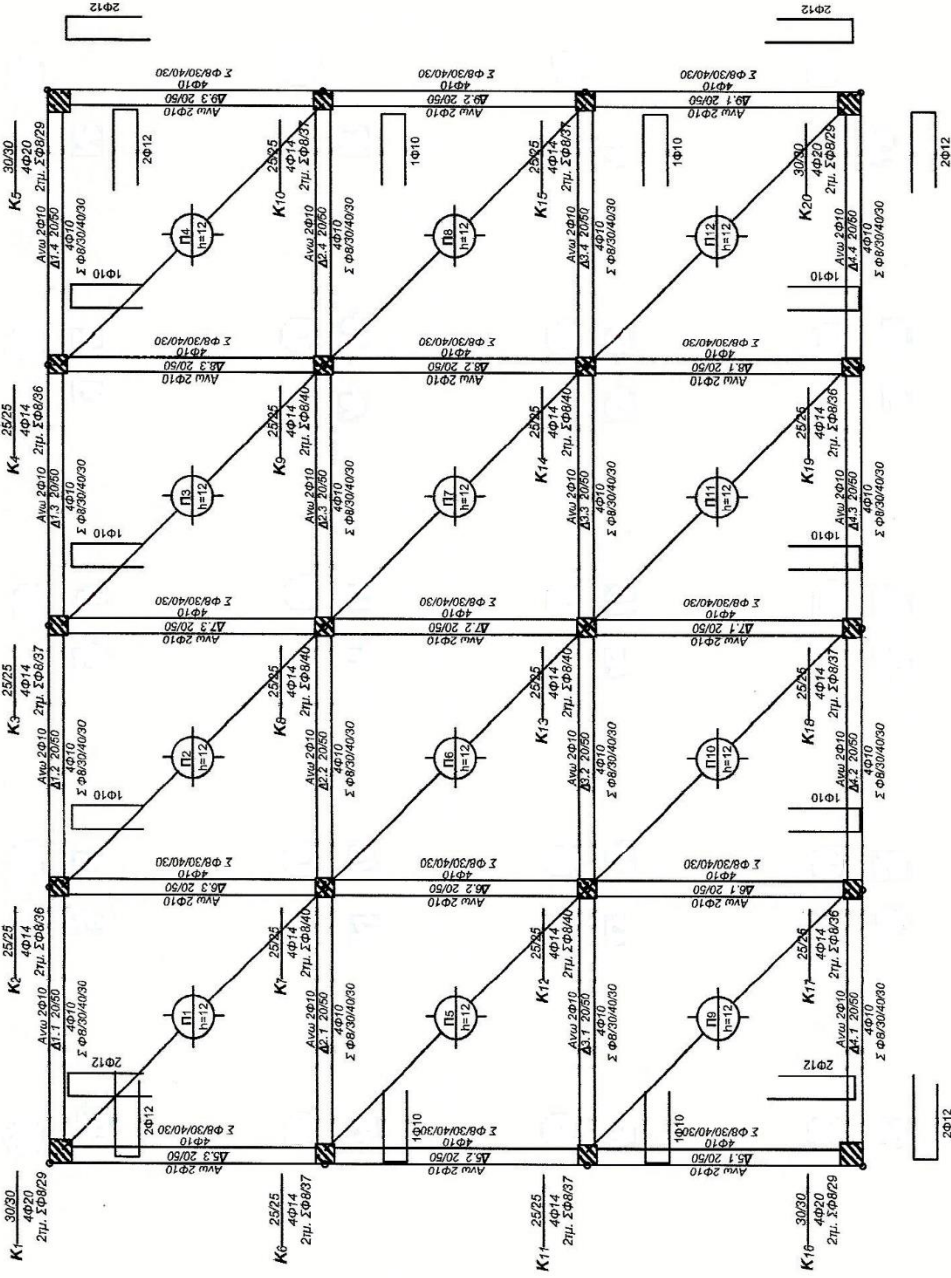
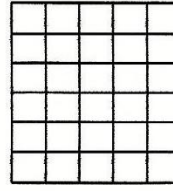




K60B59

ΚΤΙΡΙΟ Β ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

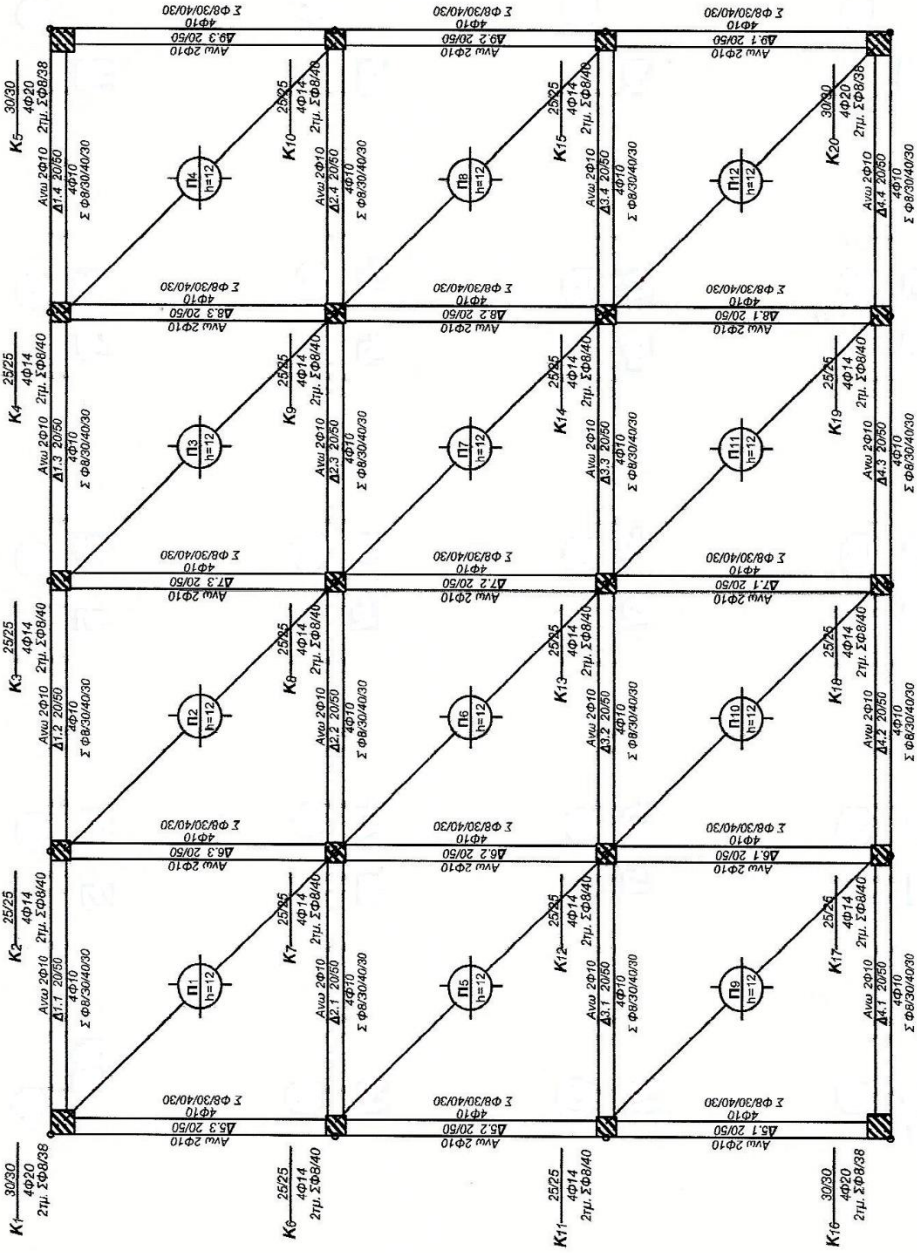
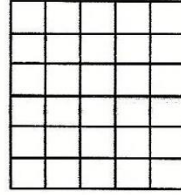
4ος ΟΡΟΦΟΣ



K60B59

ΚΤΙΡΙΟ Β ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

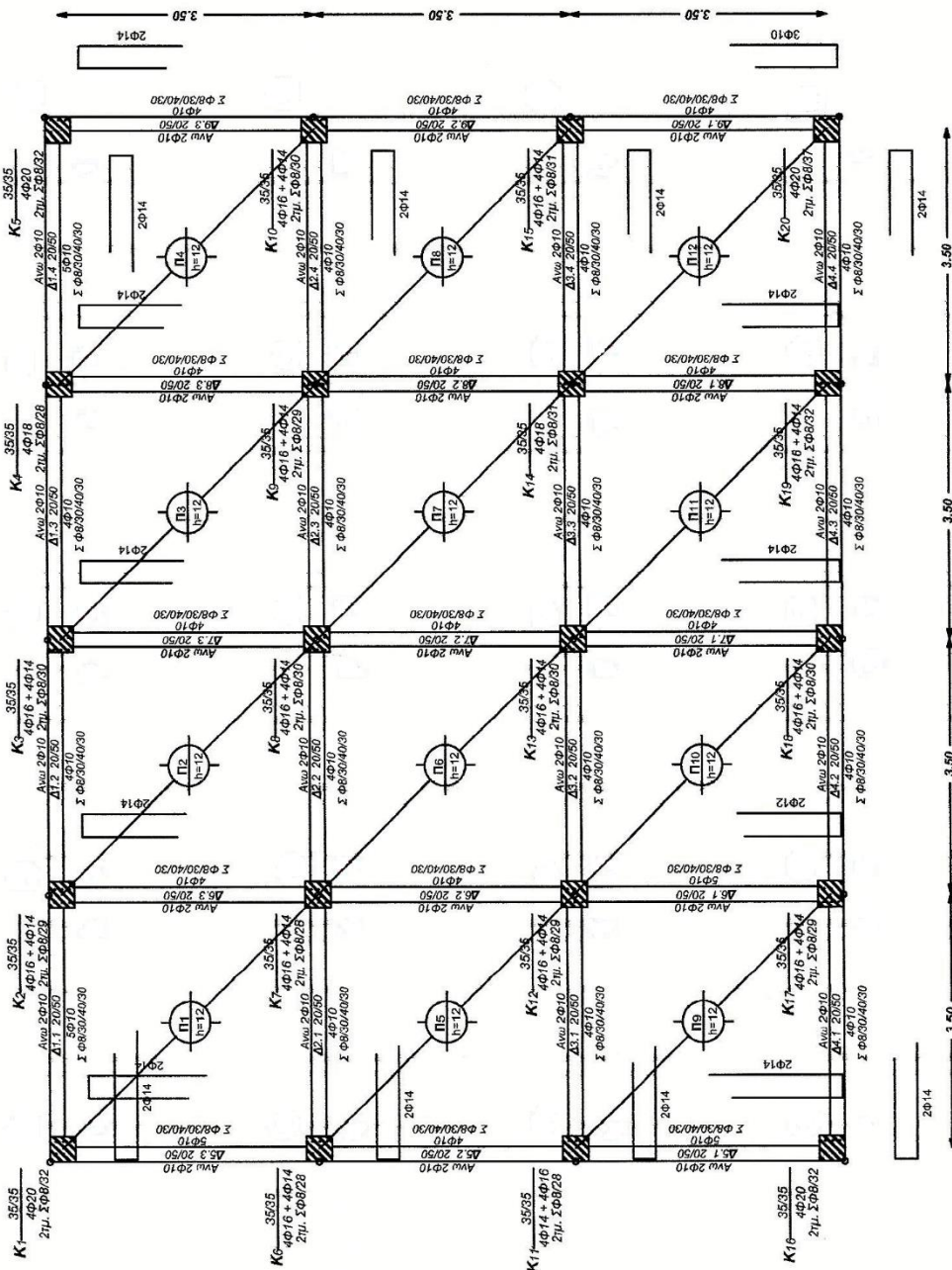
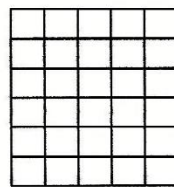
5ος ΟΡΟΦΟΣ



Κ60C59

ΚΤΙΡΙΟ C ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

1ος ΟΡΟΦΟΣ

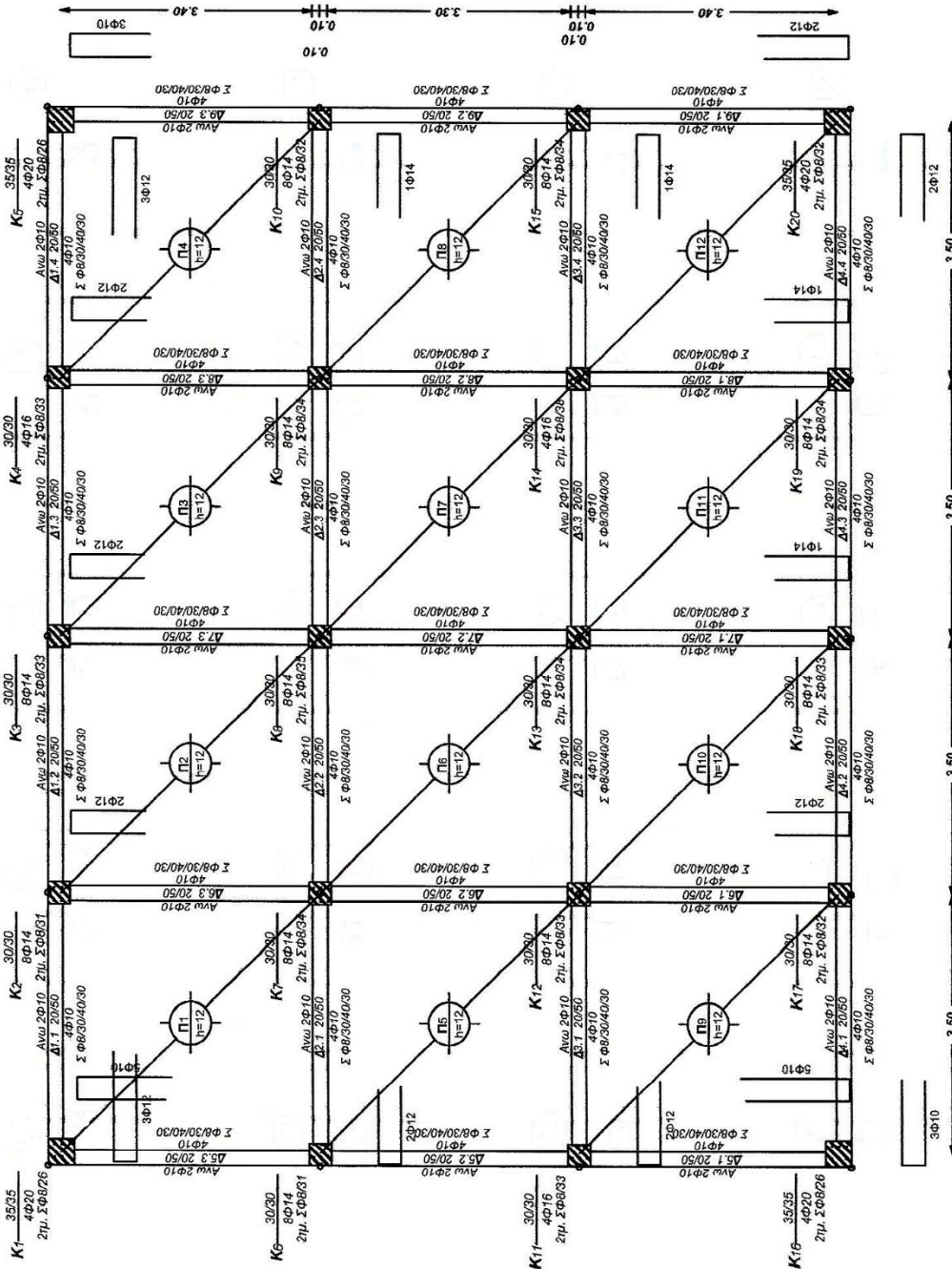
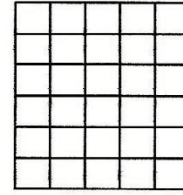


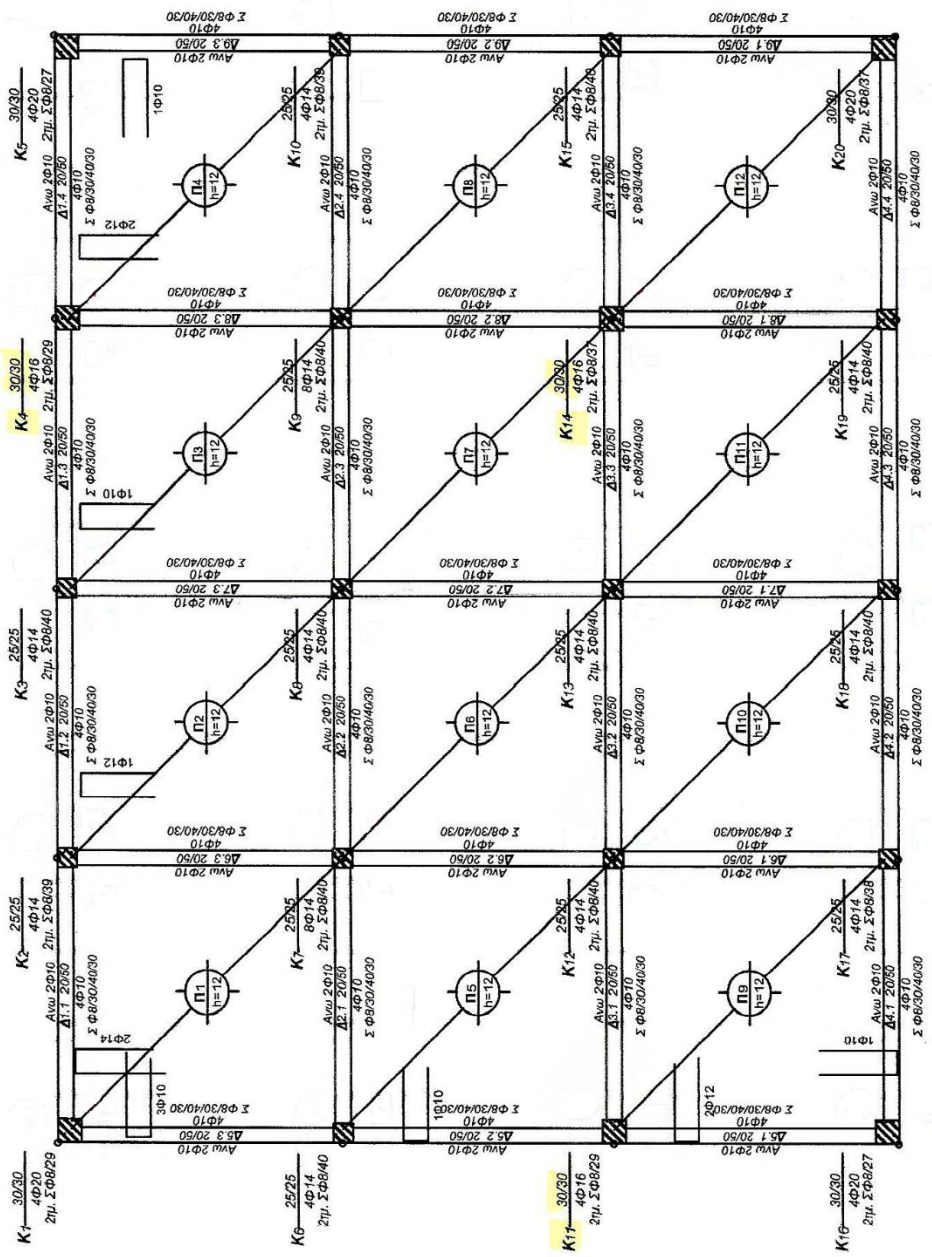


K60C59

ΚΤΙΡΙΟ C ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

2ος ΟΡΟΦΟΣ

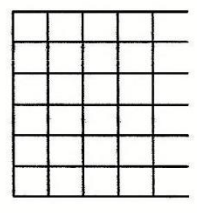




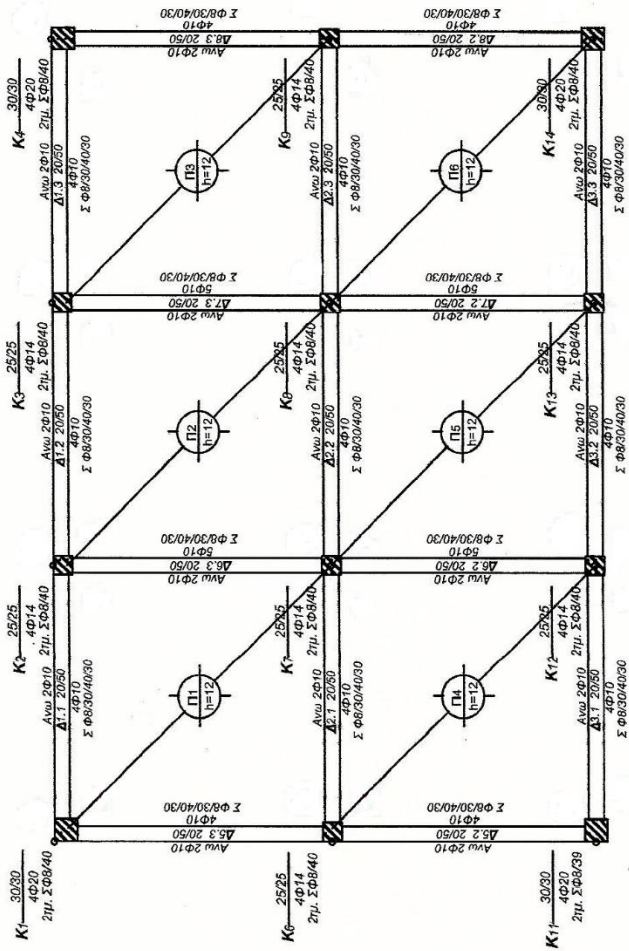
K60C59

ΚΤΙΡΙΟ C ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

3ος ΟΡΟΦΟΣ



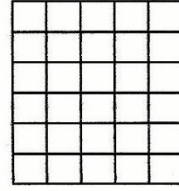




K60C59

ΚΤΙΡΙΟ C ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

5ος ΟΡΟΦΟΣ

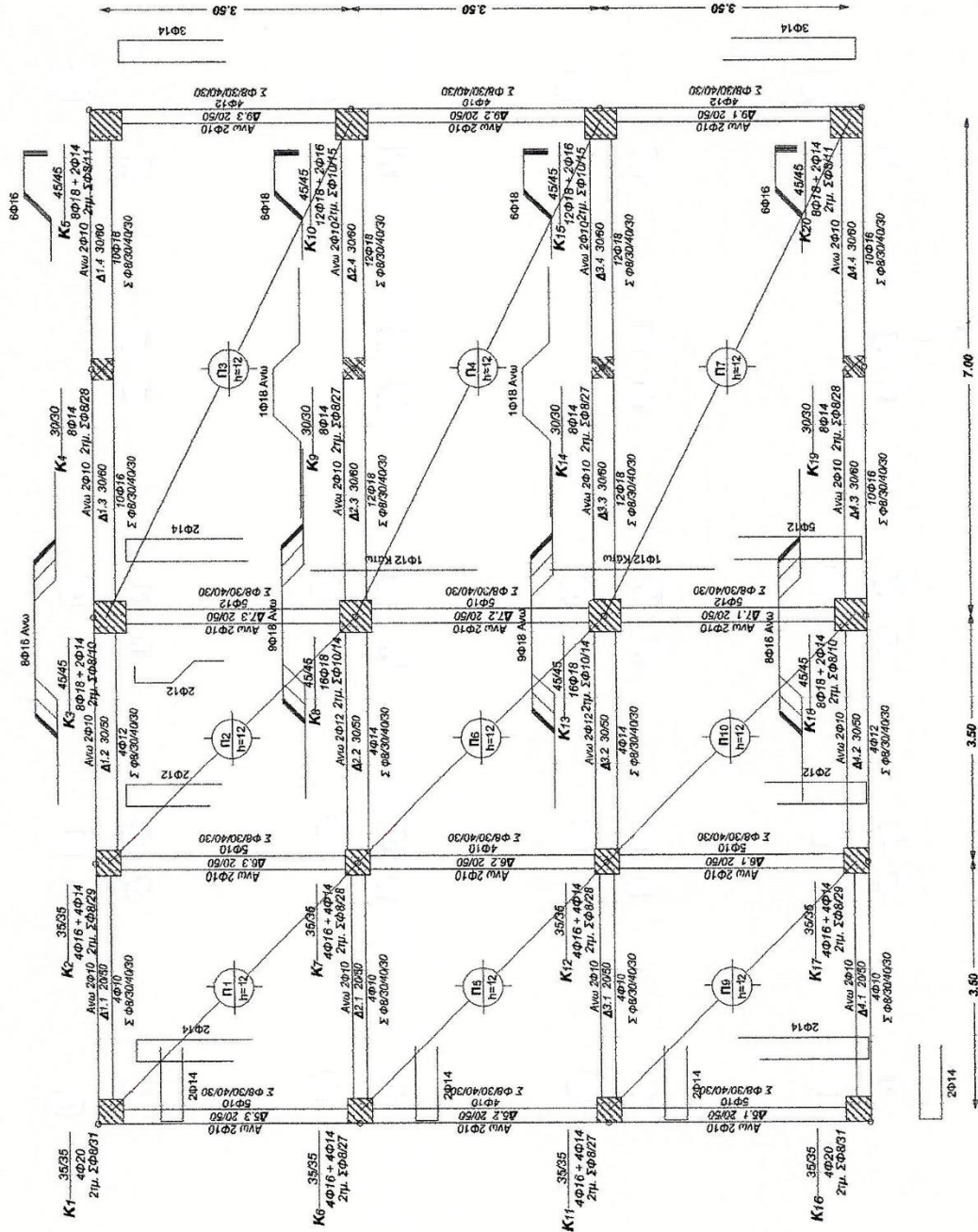
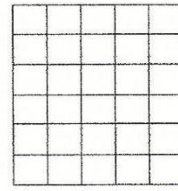




K60D59

ΚΤΙΠΙΟ D ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

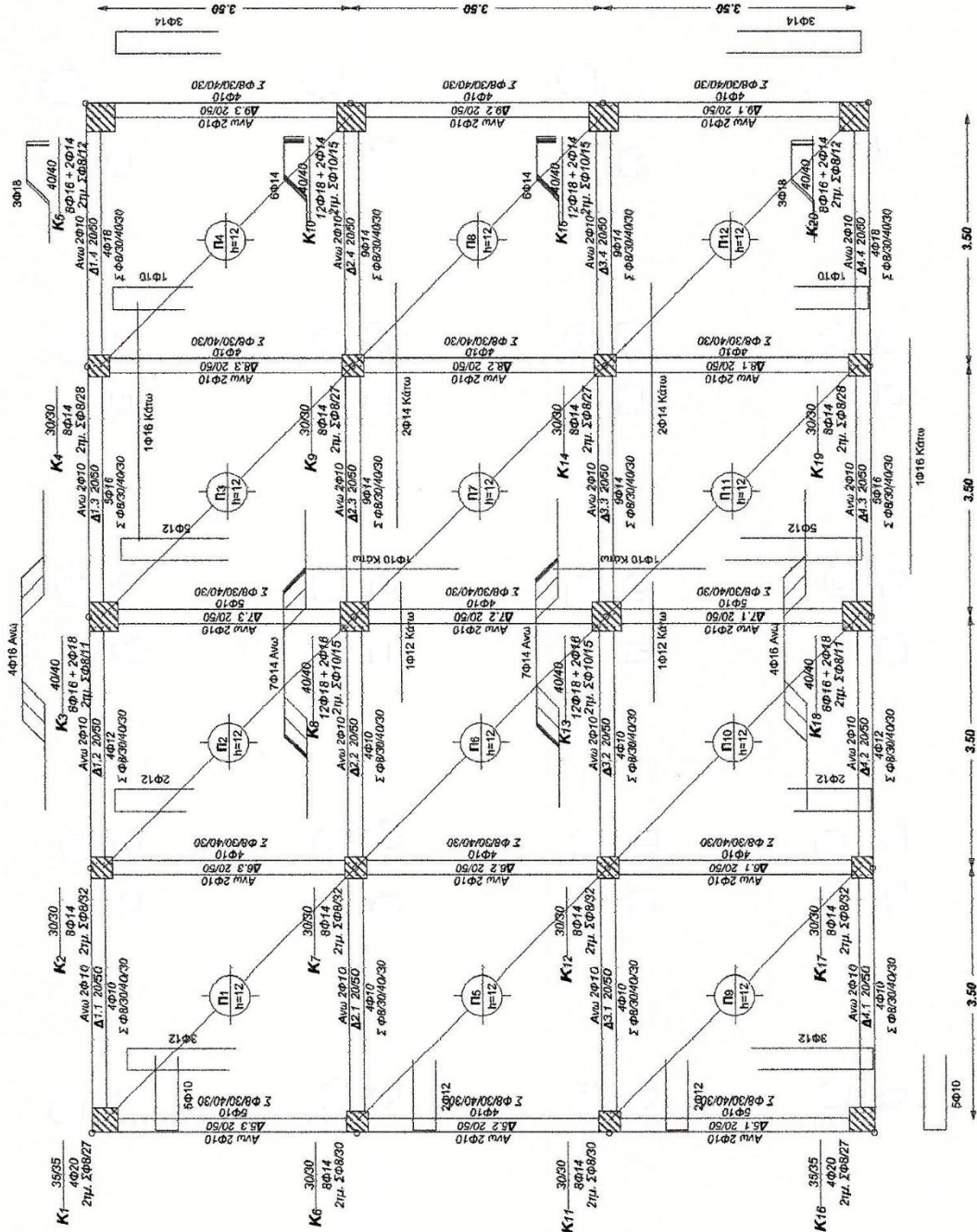
1ος ΟΡΟΦΟΣ



K60D59

# ΚΤΙΠΙΟ D ΤΟΥ 60 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

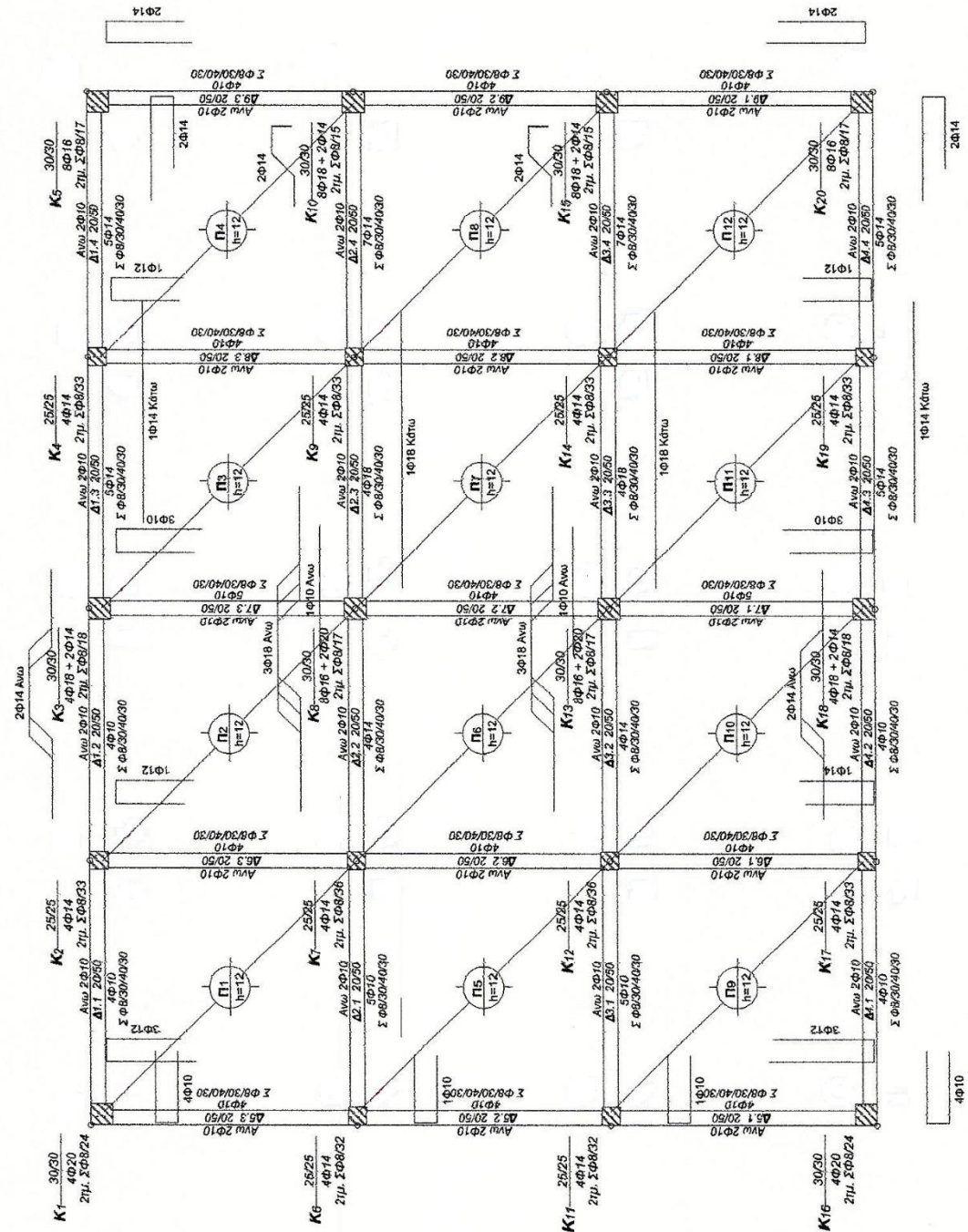
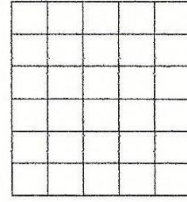
2ος ΟΡΟΦΟΣ



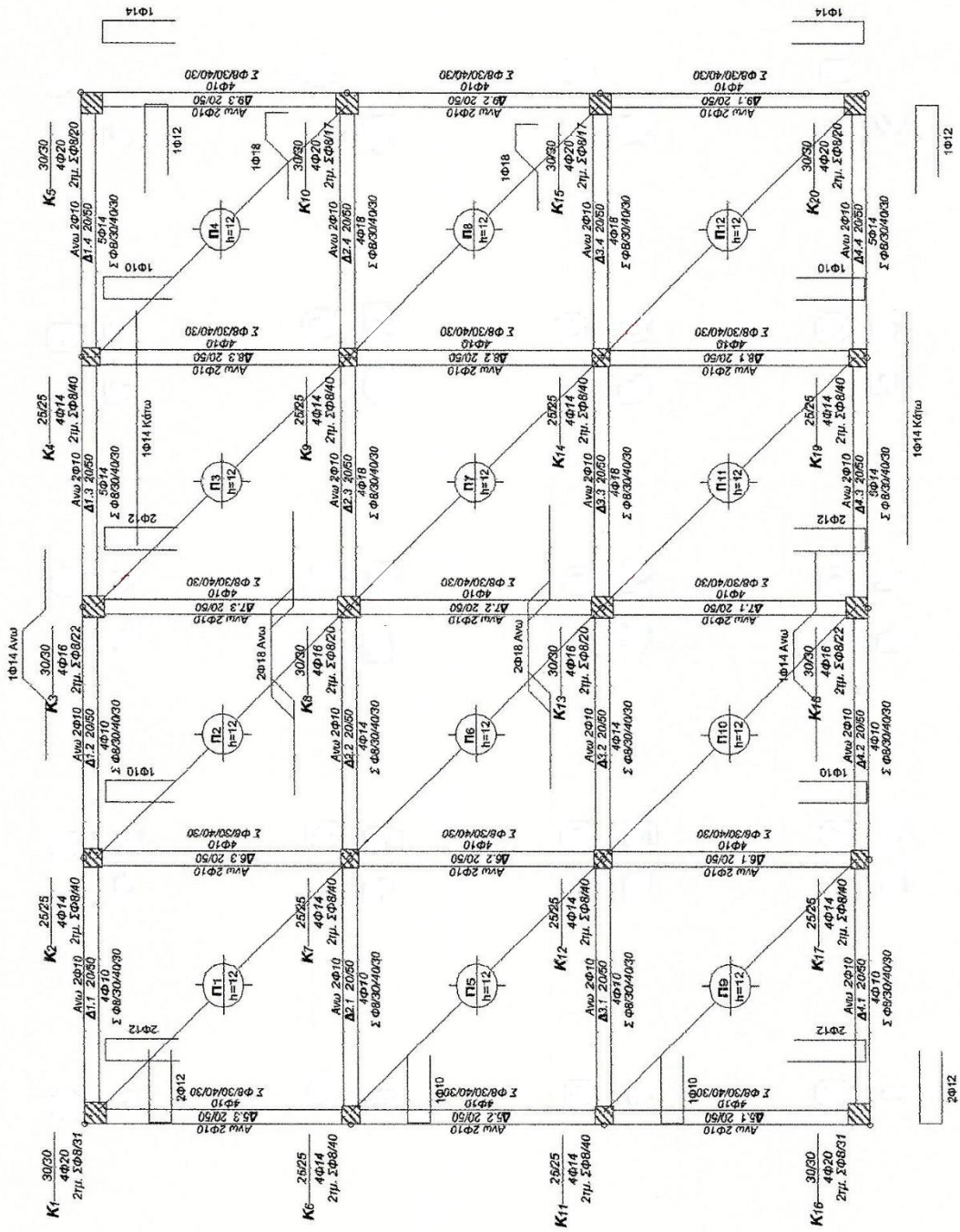
K60D59

ΚΤΙΡΙΟ D ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

3ος ΟΡΟΦΟΣ



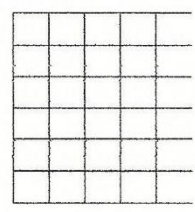




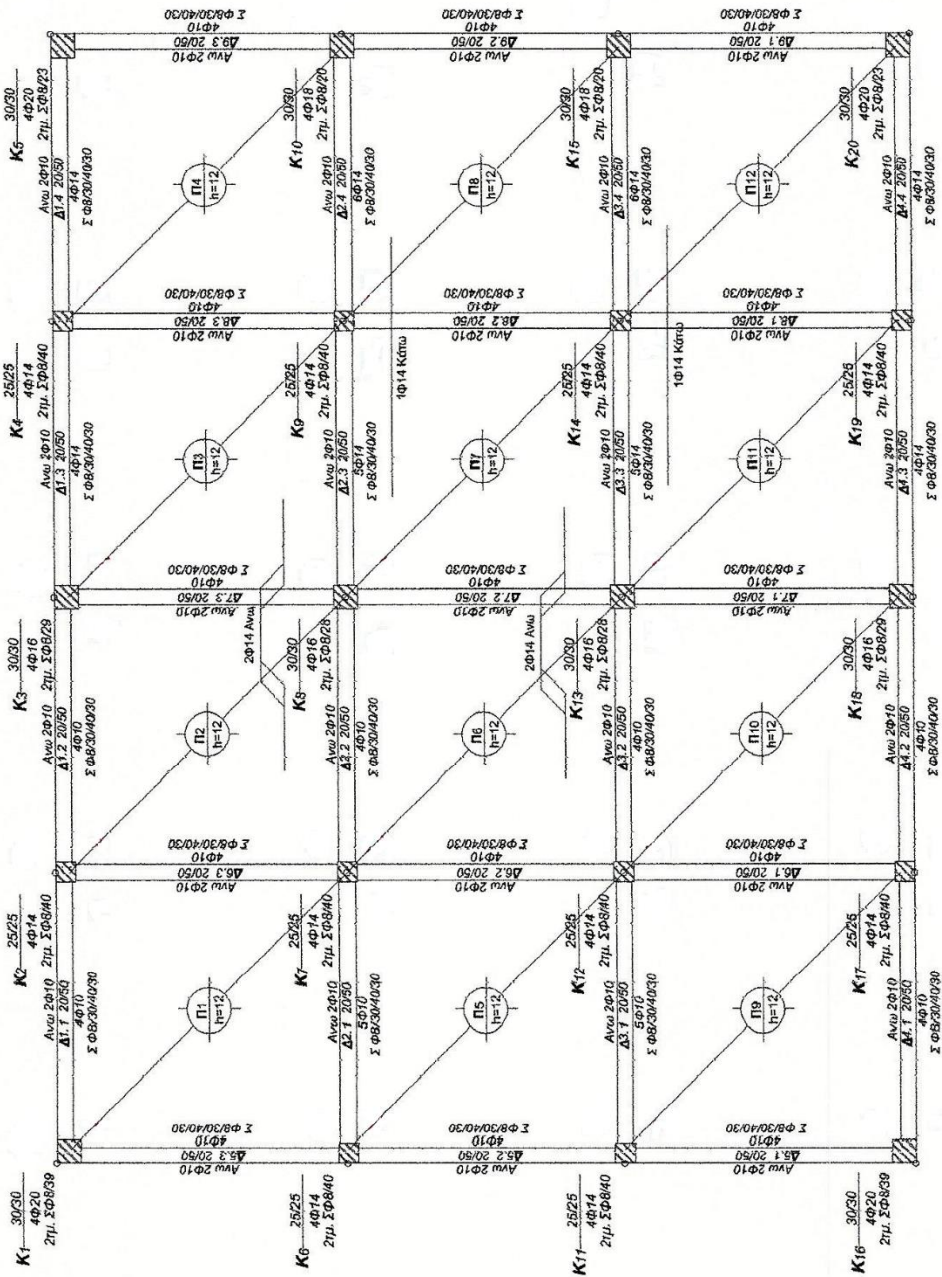
K60D59

ΚΤΙΡΙΟ D ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

4ος ΟΡΟΦΟΣ



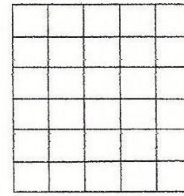




K60D59

ΚΤΙΡΙΟ D ΤΟΥ 60  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ '59

5ος ΟΡΟΦΟΣ



### 3) Οπλισμοί μελών

Τα κτίρια προσομοιώνονται ως τέσσερα πλαίσια στην διεύθυνση Χ, ενώ τα υπόλοιπα τρία πλαίσια που ανήκουν στην διεύθυνση Υ λαμβάνονται έμμεσα υπόψη, μέσω της μεταφοράς φορτίων από τις εγκάρσιες στις διαμήκεις δοκούς. Κάθε τυπικός όροφος αποτελείται από 20 υποστυλώματα και 16 δοκούς. Τα υποστυλώματα και οι δοκοί ομαδοποιούνται ανάλογα τις διαστάσεις και τους οπλισμούς που φέρουν. Επιπλέον, οι δοκοί χωρίζονται ανάλογα και με το άνοιγμα το οποίο ανήκουν, καθώς οι δοκοί που ανήκουν στα εξωτερικά πλαίσια έχουν μικρότερο συνεργαζόμενο πλάτος (0.5 m), σε αντίθεση με αυτούς ανήκουν στα εσωτερικά πλαίσια (1.0 m). Στους πίνακες που ακολουθούν, οι δοκοί που συνεργάζονται με τις πλάκες εκατέρωθεν, φέρουν δίπλα στον Αύξοντα Α-ριθμό (Α/Α) το σύμβολο (\*). Κάθε δοκός χωρίζεται σε τρία μέρη, στα δύο άκρα της και το άνοιγμα της, καθώς μπορεί να φέρει διαφορετικό οπλισμό κατά μήκος της. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι ομάδες που ανήκουν τα υποστυλώματα και οι δοκοί ανά όροφο με τις αντίστοιχες διαστάσεις και οπλισμούς (διαμήκεις ράβδους και συνδετήρες) που φέρουν, για κάθε κτίριο.

**Πίνακας 2.1: Ομάδες και οπλισμοί υποστυλωμάτων κτιρίου K60B59**

A/A	Διαστάσεις	Υποστυλώματα	Ομάδα υποστυλωμάτων	Οπλισμός	Συνδετήρες
<b>1ος όροφος</b>					
1	40/40	K1,K5,K16,K20	1	8Φ16	ΣΦ8/33
2	40/40	K2,K6,K17	2	4Φ20+4Φ16	ΣΦ8/28
3	40/40	K3,K7,K8,K9,K12, K13,K14,K18	3	4Φ16+4Φ18	ΣΦ8/29
4	40/40	K4,K10,K11,K15,K19	4	4Φ14+8Φ16	ΣΦ8/28
<b>2ος όροφος</b>					
1	35/35	K1,K5,K16,K20	5	4Φ20	ΣΦ8/24
2	30/30	K2,K4,K6,K10,K11, K15,K17,K19	6	4Φ16	ΣΦ8/25
3	30/30	K3,K8,K13,K18	7	8Φ14	ΣΦ8/27
4	30/30	K7,K9,K12,K14	8	4Φ16+4Φ14	ΣΦ8/25
<b>3ος όροφος</b>					
1	30/30	K1,K5,K16,K20	9	4Φ20	ΣΦ8/22
2	25/25	K2,K4,K6,K10,K11, K15,K17,K19	10	4Φ16	ΣΦ8/28
3	25/25	K3,K18	11	6Φ14	ΣΦ8/29
4	25/25	K7,K8,K9,K12,K13,14	12	4Φ18+2Φ14	ΣΦ8/30
<b>4ος όροφος</b>					
1	30/30	K1,K5,K16,K20	9	4Φ20	ΣΦ8/22
2	25/25	K2,K3,K4,K6,K7,K8, K9,K10,K11,K12,K13,K14,	13	4Φ14	ΣΦ8/40

		K15,K17,K18,K19			
<b>5ος όροφος</b>					
1	30/30	K1,K5,K16,K20	9	4Φ20	ΣΦ8/22
2	25/25	K2,K3,K4,K6,K7,K8, K9,K10,K11,K12,K13, K14,K15,K17,K18,K19	13	4Φ14	ΣΦ8/40

**Πίνακας 2.2: Ομάδες και οπλισμοί δοκών κτιρίου K60B59**

A/A	Διαστάσεις	Δοκοί	Ομάδα δοκού	Οπλισμός άνω	Οπλισμός κάτω	Οπλισμός διάτμησης
<b>1<sup>ος</sup> όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1Α, Δ1.4Δ, Δ4.1Α, Δ4.4Δ	1	2Φ10+5Φ14	5Φ14	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2Α, Δ1.3Δ, Δ1.4Α, Δ4.1Δ, Δ4.2Α, Δ4.3Δ, Δ4.4Α	2	4Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.2Δ, Δ1.3Α, Δ4.2Δ, Δ4.3Α	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.1Κ, Δ1.4Κ, Δ4.1Κ, Δ4.4Κ	-	2Φ10	4Φ14	ΣΦ8/40
5*	20/50	Δ1.2Κ, Δ1.3Κ, Δ4.2Κ, Δ4.3Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
6	20/50	Δ2.1Α, Δ2.4Δ, Δ3.1Α, Δ3.4Δ	4	2Φ10+3Φ12+3Φ14	2Φ12+3Φ14	ΣΦ8/30
7	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.4Α,	5	4Φ10+3Φ12	2Φ12	ΣΦ8/30

		Δ3.1Δ, Δ3.4Α				
8	20/50	Δ2.2Α, Δ2.3Δ, Δ3.2Α, Δ3.3Δ	6	4Φ10+3Φ12	2Φ10	ΣΦ8/30
9	20/50	Δ2.2Δ, Δ2.3Α, Δ3.2Δ, Δ3.3Α	7	6Φ10+1Φ12	2Φ10	ΣΦ8/30
10	20/50	Δ2.1Κ, Δ2.4Κ, Δ3.1Κ, Δ3.4Κ	-	2Φ10	5Φ12	ΣΦ8/40
11	20/50	Δ2.2Κ, Δ2.3Κ, Δ3.2Κ, Δ3.3Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
<b>2<sup>ος</sup> όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1Α, Δ1.4Δ, Δ4.1Α, Δ4.4Δ	8	10Φ10	7Φ10	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2Α, Δ1.3Δ, Δ1.4Α, Δ4.1Δ, Δ4.2Α, Δ4.3Δ, Δ4.4Α	9	7Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.2Δ, Δ1.3Α, Δ4.2Δ, Δ4.3Α	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.1Κ, Δ1.4Κ, Δ4.1Κ, Δ4.4Κ	-	2Φ10	5Φ10	ΣΦ8/40
5*	20/50	Δ1.2Κ, Δ1.3Κ, Δ4.2Κ, Δ4.3Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40

6	20/50	Δ2.1Α, Δ2.4Δ, Δ3.1Α, Δ3.4Δ	10	5Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30
7	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2Α, Δ2.3Δ, Δ2.4Α, Δ3.1Δ, Δ3.2Α, Δ3.3Δ, Δ3.4Α	11	7Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
8	20/50	Δ2.2Δ, Δ2.3Α, Δ3.2Δ, Δ3.3Α	12	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
9	20/50	Δ2.1Κ, Δ2.4Κ, Δ3.1Κ, Δ3.4Κ	-	2Φ10	5Φ10	ΣΦ8/40
10	20/50	Δ2.2Κ, Δ2.3Κ, Δ3.2Κ, Δ3.3Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
<b>3<sup>ος</sup> όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1Α, Δ1.4Δ, Δ4.1Α, Δ4.4Δ	13	5Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2Α, Δ1.3Δ, Δ1.4Α, Δ4.1Δ, Δ4.2Α, Δ4.3Δ, Δ4.4Α	9	7Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.2Δ, Δ1.3Α, Δ4.2Δ, Δ4.3Α	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.1Κ, Δ1.4Κ,	-	2Φ10	5Φ10	ΣΦ8/40

		Δ4.1K, Δ4.4K				
5*	20/50	Δ1.2K, Δ1.3K, Δ4.2K, Δ4.3K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
6	20/50	Δ2.1A, Δ2.4Δ, Δ3.1A, Δ3.4Δ	14	5Φ10+1Φ12	2Φ10+1Φ12	ΣΦ8/30
7	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2A, Δ2.3Δ, Δ2.4A, Δ3.1Δ, Δ3.2A, Δ3.3Δ, Δ3.4A	11	7Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
8	20/50	Δ2.2Δ, Δ2.3A, Δ3.2Δ, Δ3.3A	12	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
9	20/50	Δ2.1K, Δ2.4K, Δ3.1K, Δ3.4K	-	2Φ10	5Φ10	ΣΦ8/40
10	20/50	Δ2.2K, Δ2.3K, Δ3.2K, Δ3.3K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
<b>4<sup>ος</sup> όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1A, Δ1.4Δ, Δ4.1A, Δ4.4Δ	15	4Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2A, Δ1.2Δ, Δ1.3A, Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.1Δ, Δ4.2A, Δ4.2Δ,	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30

		Δ4.3Α, Δ4.3Δ, Δ4.4Α				
3*	20/50	Δ1.1Κ, Δ1.2Κ, Δ1.3Κ, Δ1.4Κ, Δ4.1Κ, Δ4.2Κ, Δ4.3Κ, Δ4.4Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
4	20/50	Δ2.1Α, Δ2.4Δ, Δ3.1Α, Δ3.4Δ	16	5Φ10	3Φ10	ΣΦ8/30
5	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2Α, Δ2.2Δ, Δ2.3Α, Δ2.3Δ, Δ2.4Α, Δ3.1Δ, Δ3.2Α, Δ3.2Δ, Δ3.3Α, Δ3.3Δ, Δ3.4Α	12	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
6	20/50	Δ2.1Κ, Δ2.2Κ, Δ2.3Κ, Δ2.4Κ, Δ3.1Κ, Δ3.2Κ, Δ3.3Κ, Δ3.4Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
<b>5<sup>ος</sup> όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1Α, Δ1.4Δ, Δ4.1Α, Δ4.4Δ	17	4Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2Α, Δ1.2Δ, Δ1.3Α,	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30

		Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.1Δ, Δ4.2A, Δ4.2Δ, Δ4.3A, Δ4.3Δ, Δ4.4A				
3*	20/50	Δ1.1K, Δ1.2K, Δ1.3K, Δ1.4K, Δ4.1K, Δ4.2K, Δ4.3K, Δ4.4K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
4	20/50	Δ2.1A, Δ2.4Δ, Δ3.1A, Δ3.4Δ	18	4Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
5	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2A, Δ2.2Δ, Δ2.3A, Δ2.3Δ, Δ2.4A, Δ3.1Δ, Δ3.2A, Δ3.2Δ, Δ3.3A, Δ3.3Δ, Δ3.4A	12	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
6	20/50	Δ2.1K, Δ2.2K, Δ2.3K, Δ2.4K, Δ3.1K, Δ3.2K, Δ3.3K, Δ3.4K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40



**Πίνακας 2.3: Ομάδες και οπλισμοί υποστυλωμάτων κτιρίου K60C59**

A/A	Διαστάσεις	Υποστυλώματα	Ομάδα υποστυλωμάτων	Οπλισμός	Συνδετήρες
<b>1ος όροφος</b>					
1	35/35	K1,K5,K16,K20	1	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/32
2	35/35	K2,K6,K7,K8,K9,K10,K12, K13,K15,K17,K18,K19	2	4Φ16+4Φ14	2τμ. ΣΦ8/29
3	35/35	K3,K4,K14	3	4Φ18	2τμ. ΣΦ8/28
4	35/35	K11	4	4Φ14+4Φ16	2τμ. ΣΦ8/28
<b>2ος όροφος</b>					
1	35/35	K1,K5,K16,K20	1	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/32
2	30/30	K2,K3,K6,K7,K8,K9,K10, K11,K12,K13,K14,K15, K17,K18,K19	5	8Φ14	2τμ. ΣΦ8/31
3	30/30	K4	6	4Φ16	2τμ. ΣΦ8/33
<b>3ος όροφος</b>					
1	30/30	K1,K5,K16,K20	7	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/29
2	25/25	K2,K3,K6,K8,K10,K12, K13,K15,K17,K18,K19	8	4Φ14	2τμ. ΣΦ8/40
3	30/30	K4,K11,K14	6	4Φ16	2τμ. ΣΦ8/33
4	25/25	K7,K9	9	8Φ14	2τμ. ΣΦ8/40
<b>4ος όροφος</b>					
1	25/25	K1,K4,K11,K14	7	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/29
2	25/25	K2,K3,K6,K7,K8,K9, K12,K13	8	4Φ14	2τμ. ΣΦ8/40
<b>5ος όροφος</b>					
1	25/25	K1,K4,K11,K14	7	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/29
2	25/25	K2,K3,K6,K7,K8,K9, K12,K13	8	4Φ14	2τμ. ΣΦ8/40

**Πίνακας 2.4: Ομάδες και οπλισμοί δοκών κτιρίου K60C59**

A/A	Διαστάσεις	Δοκοί	Ομάδα δοκών	Οπλισμός άνω	Οπλισμός κάτω	Συνδετήρες
<b>1ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1Α, Δ1.4Δ,	1	5Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30

		Δ4.1A, Δ4.4Δ				
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2A, Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.1Δ, Δ4.2A, Δ4.3Δ, Δ4.4A	2	7Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.2Δ, Δ1.3A, Δ4.2Δ, Δ4.3A	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.1K, Δ1.4K, Δ4.1K, Δ4.4K	-	2Φ10	5Φ10	ΣΦ8/40
5*	20/50	Δ1.2K, Δ1.3K, Δ4.2K, Δ4.3K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
6	20/50	Δ2.1A, Δ2.4Δ, Δ3.1A, Δ3.4Δ	4	4Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
7	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2A, Δ2.2Δ, Δ2.3A, Δ2.3Δ, Δ2.4A, Δ3.1Δ, Δ3.2A, Δ3.2Δ, Δ3.3A, Δ3.3Δ, Δ3.4A	5	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
8	20/50	Δ2.1K, Δ2.2K, Δ2.3K, Δ2.4K, Δ3.1K, Δ3.2K,	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40

		Δ3.3K, Δ3.4K				
<b>2ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1A, Δ1.4Δ	6	4Φ10+3Φ12	2Φ10+3Φ12	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ4.1A	9	7Φ10	5Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ4.4Δ	10	4Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2A, Δ1.2Δ, Δ1.3A, Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.1Δ, Δ4.2A, Δ4.2Δ, Δ4.3A, Δ4.3Δ, Δ4.4A	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
5*	20/50	Δ1.1K, Δ1.2K, Δ1.3K, Δ1.4K, Δ4.1K, Δ4.2K, Δ4.3K, Δ4.4K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
6	20/50	Δ2.1A, Δ3.1A	7	4Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30
7	20/50	Δ2.4Δ, Δ3.4Δ	8	4Φ10+1Φ14	2Φ10+1Φ14	ΣΦ8/30
8	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2A, Δ2.2Δ, Δ2.3A, Δ2.3Δ, Δ2.4A, Δ3.1Δ, Δ3.2A, Δ3.2Δ, Δ3.3A, Δ3.3Δ, Δ3.4A	5	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30

9	20/50	Δ2.1K, Δ2.2K, Δ2.3K, Δ2.4K, Δ3.1K, Δ3.2K, Δ3.3K, Δ3.4K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
<b>3ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1A	9	7Φ10	5Φ10	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.4Δ	11	5Φ10	3Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ4.1A, Δ4.4Δ	14	4Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2A, Δ1.2Δ, Δ1.3A, Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.1Δ, Δ4.2A, Δ4.2Δ, Δ4.3A, Δ4.3Δ, Δ4.4A	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
5*	20/50	Δ1.1K, Δ1.2K, Δ1.3K, Δ1.4K, Δ4.1K, Δ4.2K, Δ4.3K, Δ4.4K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
6	20/50	Δ2.1A	12	5Φ10	3Φ10	ΣΦ8/30
7	20/50	Δ2.4Δ, Δ3.4Δ	13	4Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
8	20/50	Δ3.1A	7	4Φ10+2Φ12	2Φ10+1Φ14	ΣΦ8/30
9	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2A, Δ2.2Δ, Δ2.3A, Δ2.3Δ, Δ2.4A,	5	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30

		Δ3.1Δ, Δ3.2Α, Δ3.2Δ, Δ3.3Α, Δ3.3Δ, Δ3.4Α				
10	20/50	Δ2.1Κ, Δ2.2Κ, Δ2.3Κ, Δ2.4Κ, Δ3.1Κ, Δ3.2Κ, Δ3.3Κ, Δ3.4Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
<b>4ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1Α, Δ1.3Δ	15	4Φ10+1Φ14	2Φ10+1Φ14	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ3.1Α, Δ3.3Δ	16	4Φ10+1Φ12	2Φ10+1Φ12	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2Α, Δ1.2Δ, Δ1.3Α, Δ3.1Δ, Δ3.2Α, Δ3.2Δ, Δ3.3Α	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.1Κ, Δ1.2Κ, Δ1.3Κ, Δ3.1Κ, Δ3.2Κ, Δ3.3Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
5	20/50	Δ2.1Α, Δ2.3Δ	12	5Φ10	3Φ10	ΣΦ8/30
6	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2Α, Δ2.2Δ, Δ2.3Α	5	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
7	20/50	Δ2.1Κ, Δ2.2Κ, Δ2.3Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
<b>5ος όροφος</b>						

1*	20/50	Δ1.1Α, Δ1.3Δ, Δ3.1Α, Δ3.3Δ	14	4Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2Α, Δ1.2Δ, Δ1.3Α, Δ3.1Δ, Δ3.2Α, Δ3.2Δ, Δ3.3Α	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.1Κ, Δ1.2Κ, Δ1.3Κ, Δ3.1Κ, Δ3.2Κ, Δ3.3Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
4	20/50	Δ2.1Α, Δ2.3Δ	13	4Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
5	20/50	Δ2.1Δ, Δ2.2Α, Δ2.2Δ, Δ2.3Α	5	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
6	20/50	Δ2.1Κ, Δ2.2Κ, Δ2.3Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40

**Πίνακας 2.5: Ομάδες και οπλισμοί υποστυλωμάτων κτιρίου K60D59**

A/A	Διαστάσεις	Υποστυλώματα	Ομάδα υποστυλωμάτων	Οπλισμός	Συνδετήρες
<b>1ος όροφος</b>					
1	35/35	K1,K16	1	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/30
2	35/35	K2,K6,K7,K11,K12,K17	2	4Φ16+4Φ14	2τμ. ΣΦ8/30
3	45/45	K3,K18	3	8Φ18+2Φ14	2τμ. ΣΦ8/10
4	45/45	K5,K20	4	8Φ18+2Φ14	2τμ. ΣΦ10/15
5	45/45	K8,K13	5	16Φ18	2τμ. ΣΦ10/15

6	45/45	K10,K15	6	12Φ18+2Φ16	2τμ. ΣΦ10/15
<b>2ος όροφος</b>					
1	35/35	K1,K16	1	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/30
2	30/30	K2,K4,K6,K7,K9,K11, K12,K14,K17,K19	2	8Φ14	2τμ. ΣΦ8/30
3	40/40	K3,K18	3	8Φ16+2Φ18	2τμ. ΣΦ8/10
4	40/40	K5,K20	4	8Φ16+2Φ14	2τμ. ΣΦ8/10
5	40/40	K8,K13	5	12Φ18+2Φ16	2τμ. ΣΦ10/15
6	40/40	K10,K15	6	12Φ18+2Φ14	2τμ. ΣΦ10/15
<b>3ος όροφος</b>					
1	30/30	K1,K16	1	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/25
2	25/25	K2,K4,K6,K7,K9,K11, K12,K14,K17,K19	2	4Φ14	2τμ. ΣΦ8/35
3	30/30	K3,K18	3	4Φ18+2Φ14	2τμ. ΣΦ8/20
4	30/30	K5,K20	4	8Φ16	2τμ. ΣΦ8/20
5	30/30	K8,K13	5	8Φ16+2Φ20	2τμ. ΣΦ8/15
6	30/30	K10,K15	6	8Φ18+2Φ14	2τμ. ΣΦ8/15
<b>4ος όροφος</b>					
1	30/30	K1,K5,K10,K15,K16,K20	1	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/20
2	25/25	K2,K4,K6,K7,K9,K11, K12,K14,K17,K19	2	4Φ14	2τμ. ΣΦ8/40
3	30/30	K3,K8,K13,K18	3	4Φ16	2τμ. ΣΦ8/20
<b>5ος όροφος</b>					
1		K1,K5,K16,K20	1	4Φ20	2τμ. ΣΦ8/25
2		K2,K4,K6,K7,K9,K11, K12,K14,K17,K19	2	4Φ14	2τμ. ΣΦ8/40
3		K3,K8,K13,K18	3	4Φ16	2τμ. ΣΦ8/30
4		K10,K15	4	4Φ18	2τμ. ΣΦ8/20

**Πίνακας 2.6: Ομάδες και οπλισμοί δοκών κτιρίου K60D59**

A/A	Διαστάσεις	Δοκοί	Ομάδα δοκών	Οπλισμός άνω	Οπλισμός κάτω	Συνδετήρες
<b>1ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1Α, Δ4.1Α	1	4Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ4.1Δ	2	4Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30

3*	20/50	Δ1.2A, Δ4.2A	3	4Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.2Δ, Δ4.2Δ	4	2Φ10+2Φ12+13Φ16	2Φ12	ΣΦ8/30
5*	20/50	Δ1.3A, Δ4.3A	5	2Φ10+2Φ12+13Φ16	5Φ16	ΣΦ8/30
6*	20/50	Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.3Δ, Δ4.4A	6	2Φ10+10Φ16	10Φ16	ΣΦ8/30
7*	20/50	Δ1.4Δ, Δ4.4Δ	7	2Φ10+11Φ16	5Φ16	ΣΦ8/30
8*	20/50	Δ1.1K, Δ4.1K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
9*	20/50	Δ1.2K, Δ4.2K	-	2Φ10	4Φ12	ΣΦ8/40
10*	20/50	Δ1.3K, Δ1.4K, Δ4.3K, Δ4.4K	-	2Φ10	10Φ16	ΣΦ8/40
11	20/50	Δ2.1A, Δ3.1A	8	4Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
12	20/50	Δ2.1Δ, Δ3.1Δ	9	4Φ10+2Φ14	2Φ10	ΣΦ8/30
13	20/50	Δ2.2A, Δ3.2A	10	2Φ10+2Φ12+2Φ14	2Φ14	ΣΦ8/30
14	20/50	Δ2.2Δ, Δ3.2Δ	11	2Φ12+2Φ14+15Φ18	2Φ14	ΣΦ8/30
15	20/50	Δ2.3A, Δ3.3A	12	2Φ10+2Φ14+15Φ18	6Φ18	ΣΦ8/30
16	20/50	Δ2.3Δ, Δ2.4A, Δ3.3Δ, Δ3.4A	13	2Φ10+13Φ18	12Φ18	ΣΦ8/30
17	20/50	Δ2.4Δ, Δ3.4Δ	14	2Φ10+12Φ18	6Φ18	ΣΦ8/30
18	20/50	Δ2.1K, Δ3.1K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
19	20/50	Δ2.2K, Δ3.2K	-	2Φ12	4Φ14	ΣΦ8/40
20	20/50	Δ2.3K, Δ2.4K,	-	2Φ10	12Φ18	ΣΦ8/40



		Δ3.3K, Δ3.4K				
<b>2ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1A, Δ4.1A	1	9Φ10	7Φ10	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ4.1Δ	2	4Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.2A, Δ4.2A	3	2Φ10+2Φ12+7Φ16	2Φ12+2Φ16	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.2Δ, Δ4.2Δ	4	2Φ10+2Φ12+7Φ16	2Φ12+2Φ16	ΣΦ8/30
5*	20/50	Δ1.3A, Δ4.3A	5	2Φ10+3Φ16+2Φ18	3Φ16+2Φ18	ΣΦ8/30
6*	20/50	Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.3Δ, Δ4.4A	6	2Φ10+3Φ16+2Φ18	3Φ16+2Φ18	ΣΦ8/30
7*	20/50	Δ1.4Δ, Δ4.4Δ	7	2Φ10+5Φ18	2Φ18	ΣΦ8/30
8*	20/50	Δ1.1K, Δ4.1K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
9*	20/50	Δ1.2K, Δ4.2K	-	2Φ10	4Φ12	ΣΦ8/40
10*	20/50	Δ1.3K, Δ4.3K	-	2Φ10	5Φ16	ΣΦ8/40
11*	20/50	Δ1.4K, Δ4.4K	-	2Φ10	4Φ18	ΣΦ8/40
12	20/50	Δ2.1A, Δ3.1A	8	4Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30
13	20/50	Δ2.1Δ, Δ3.1Δ	9	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
14	20/50	Δ2.2A, Δ3.2A	10	6Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
15	20/50	Δ2.2Δ, Δ3.2Δ	11	4Φ10+12Φ14	2Φ10+1Φ12	ΣΦ8/30
16	20/50	Δ2.3A, Δ3.3A	12	4Φ10+12Φ14	1Φ12+4Φ14	ΣΦ8/30
17	20/50	Δ2.3Δ, Δ2.4A, Δ3.3Δ, Δ3.4A	13	2Φ10+10Φ14	6Φ14	ΣΦ8/30
18	20/50	Δ2.4Δ, Δ3.4Δ	14	2Φ10+11Φ14	4Φ14	ΣΦ8/30

19	20/50	Δ2.1K, Δ2.2K, Δ3.1K, Δ3.2K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
20	20/50	Δ2.3K, Δ2.4K, Δ3.3K, Δ3.4K	-	2Φ10	9Φ14	ΣΦ8/40
<b>3ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1A, Δ4.1A	1	8Φ10	6Φ10	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ4.1Δ	2	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.2A, Δ4.2A	3	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.2Δ, Δ4.2Δ	4	4Φ10+5Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
5*	20/50	Δ1.3A, Δ4.3A	5	4Φ10+5Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
6*	20/50	Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.3Δ, Δ4.4A	6	2Φ10+6Φ14	5Φ14	ΣΦ8/30
7*	20/50	Δ1.4Δ, Δ4.4Δ	7	2Φ10+5Φ14	4Φ14	ΣΦ8/30
8*	20/50	Δ1.1K, Δ1.2K, Δ4.1K, Δ4.2K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
9*	20/50	Δ1.3K, Δ1.4K, Δ4.3K, Δ4.4K	-	2Φ10	5Φ14	ΣΦ8/40
10	20/50	Δ2.1A, Δ3.1A	8	6Φ10	3Φ10	ΣΦ8/30
11	20/50	Δ2.1Δ, Δ3.1Δ	9	5Φ10+2Φ14	2Φ10	ΣΦ8/30
12	20/50	Δ2.2A, Δ3.2A	10	5Φ10+2Φ14	2Φ14	ΣΦ8/30
13	20/50	Δ2.2Δ, Δ3.2Δ	11	3Φ10+2Φ14+5Φ18	2Φ14	ΣΦ8/30
14	20/50	Δ2.3A, Δ3.3A	12	3Φ10+2Φ14+5Φ18	2Φ18	ΣΦ8/30

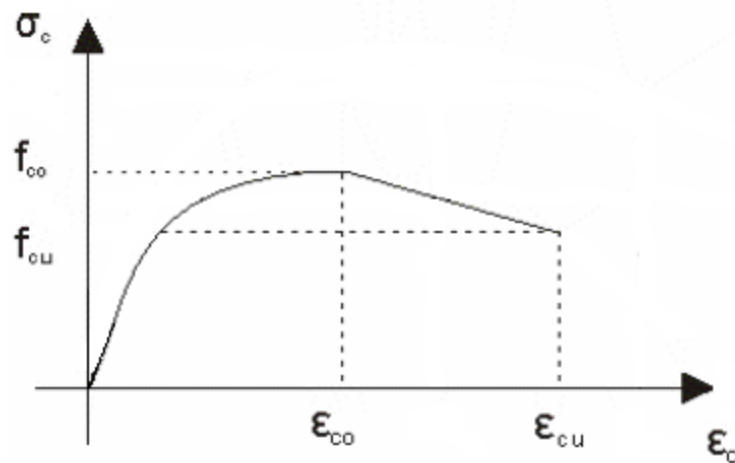
15	20/50	Δ2.3Δ, Δ3.3Δ	13	2Φ10+4Φ14+2Φ18	3Φ18	ΣΦ8/30
16	20/50	Δ2.4Α, Δ3.4Α	14	2Φ10+4Φ14+2Φ18	3Φ14+1Φ18	ΣΦ8/30
17	20/50	Δ2.4Δ, Δ3.4Δ	15	2Φ10+6Φ14	3Φ14	ΣΦ8/30
18	20/50	Δ2.1Κ, Δ3.1Κ	-	2Φ10	5Φ10	ΣΦ8/40
19	20/50	Δ2.2Κ, Δ3.2Κ	-	2Φ10	4Φ14	ΣΦ8/40
20	20/50	Δ2.3Κ, Δ3.3Κ	-	2Φ10	4Φ18	ΣΦ8/40
21	20/50	Δ2.4Κ, Δ3.4Κ	-	2Φ10	7Φ14	ΣΦ8/40
<b>4ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1Α, Δ4.1Α	1	4Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2Α, Δ4.1Δ, Δ4.2Α	2	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.2Δ, Δ4.2Δ	3	4Φ10+4Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.3Α, Δ4.3Α	4	4Φ10+4Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
5*	20/50	Δ1.3Δ, Δ1.4Α, Δ4.3Δ, Δ4.4Α	5	2Φ10+6Φ14	5Φ14	ΣΦ8/30
6*	20/50	Δ1.4Δ, Δ4.4Δ	6	2Φ10+1Φ12+3Φ14	1Φ12+2Φ14	ΣΦ8/30
7*	20/50	Δ1.1Κ, Δ1.2Κ, Δ4.1Κ, Δ4.2Κ	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
8*	20/50	Δ1.3Κ, Δ1.4Κ, Δ4.3Κ, Δ4.4Κ	-	2Φ10	5Φ14	ΣΦ8/40
9	20/50	Δ2.1Α, Δ3.1Α	7	5Φ10	3Φ10	ΣΦ8/30
10	20/50	Δ2.1Δ, Δ3.1Δ	8	4Φ10+2Φ14	2Φ10	ΣΦ8/30

11	20/50	Δ2.2A, Δ3.2A	9	4Φ10+2Φ14	2Φ14	ΣΦ8/30
12	20/50	Δ2.2Δ, Δ3.2Δ	10	2Φ10+2Φ14+4Φ18	2Φ14	ΣΦ8/30
13	20/50	Δ2.3A, Δ3.3A	11	2Φ10+2Φ14+4Φ18	2Φ18	ΣΦ8/30
14	20/50	Δ2.3Δ, Δ2.4A, Δ3.3Δ, Δ3.4A	12	2Φ10+4Φ18	2Φ18	ΣΦ8/30
15	20/50	Δ2.4Δ, Δ3.4Δ	13	2Φ10+3Φ18	2Φ18	ΣΦ8/30
16	20/50	Δ2.1K, Δ3.1K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
17	20/50	Δ2.2K, Δ3.2K	-	2Φ10	4Φ14	ΣΦ8/40
18	20/50	Δ2.3K, Δ2.4K, Δ3.3K, Δ3.4K	-	2Φ10	4Φ18	ΣΦ8/40
<b>5ος όροφος</b>						
1*	20/50	Δ1.1A, Δ4.1A	1	4Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
2*	20/50	Δ1.1Δ, Δ1.2A, Δ4.1Δ, Δ4.2A	2	6Φ10	4Φ10	ΣΦ8/30
3*	20/50	Δ1.2Δ, Δ4.2Δ	3	4Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
4*	20/50	Δ1.3A, Δ4.3A	4	4Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14	ΣΦ8/30
5*	20/50	Δ1.3Δ, Δ1.4A, Δ4.3Δ, Δ4.4A	5	2Φ10+4Φ14	4Φ14	ΣΦ8/30
6*	20/50	Δ1.4Δ, Δ4.4Δ	6	2Φ10+2Φ14	2Φ14	ΣΦ8/30
7*	20/50	Δ1.1K, Δ1.2K, Δ4.1K, Δ4.2K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
8*	20/50	Δ1.3K, Δ1.4K,	-	2Φ10	4Φ14	ΣΦ8/40

		Δ4.3K, Δ4.4K				
9	20/50	Δ2.1A, Δ3.1A	7	5Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
10	20/50	Δ2.1Δ, Δ3.1Δ	8	7Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
11	20/50	Δ2.2A, Δ3.2A	9	7Φ10	2Φ10	ΣΦ8/30
12	20/50	Δ2.2Δ, Δ3.2Δ	10	4Φ10+5Φ14	2Φ10	ΣΦ8/30
13	20/50	Δ2.3A, Δ3.3A	11	4Φ10+5Φ14	2Φ14	ΣΦ8/30
14	20/50	Δ2.3Δ, Δ3.3Δ	12	2Φ10+6Φ14	3Φ14	ΣΦ8/30
15	20/50	Δ2.4A, Δ3.4A	13	2Φ10+6Φ14	4Φ14	ΣΦ8/30
16	20/50	Δ2.4Δ, Δ3.4Δ	14	2Φ10+3Φ14	3Φ14	ΣΦ8/30
17	20/50	Δ2.1K, Δ3.1K	-	2Φ10	5Φ10	ΣΦ8/40
18	20/50	Δ2.2K, Δ3.2K	-	2Φ10	4Φ10	ΣΦ8/40
19	20/50	Δ2.3K, Δ3.3K	-	2Φ10	5Φ14	ΣΦ8/40
20	20/50	Δ2.4K, Δ3.4K	-	2Φ10	6Φ14	ΣΦ8/40

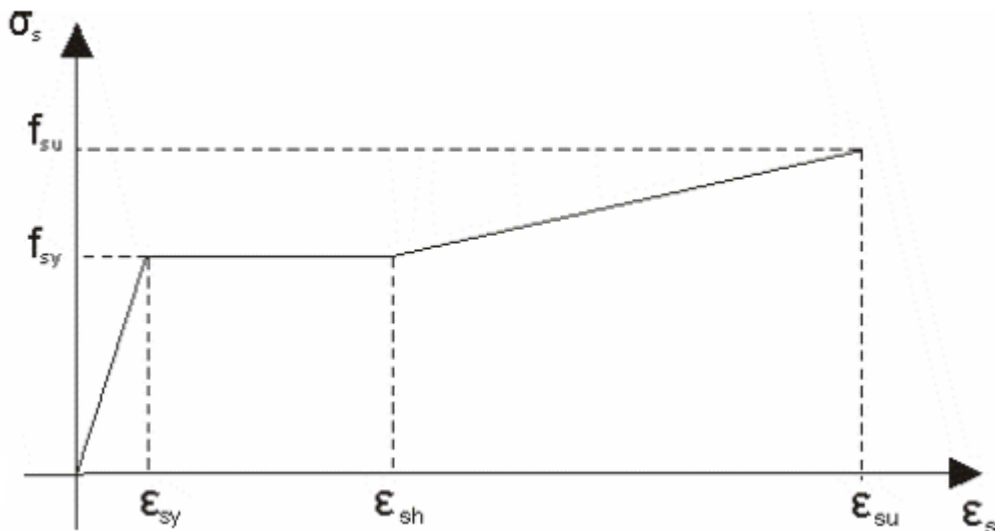
#### 4) Υλικά κατασκευής

Τα υλικά κατασκευής που χρησιμοποιήθηκαν είναι το σκυρόδεμα και ο χάλυβας. Για τα δύο αυτά υλικά, λαμβάνονται οι μέσες τιμές της αντοχής τους στις αναλύσεις. Συγκεκριμένα, το σκυρόδεμα που έχει χρησιμοποιηθεί για τα κτίρια εκείνης της εποχής είναι B160, για το οποίο επειδή έχει αναπτύξει πλήρως την αντοχή του, θεωρείται μία  $f_{co}=16\text{MPa}$ . Αυτή είναι η μέγιστη τιμή της αντοχής (για μη περισφιγμένο σκυρόδεμα), και η αντίστοιχη παραμόρφωση είναι  $\epsilon_{co}=0.0020$ . Η παραμόρφωση αστοχίας είναι  $\epsilon_{cu}=0.0035$  και θεωρείται ότι το σκυρόδεμα σε αυτήν την παραμόρφωση έχει το 85% της αντοχής του, δηλαδή  $f_{cu}=13.6\text{MPa}$ . Τα παραπάνω χαρακτηριστικά διαφοροποιούνται για την περίπτωση περισφιγμένου σκυροδέματος (βλέπε Παράρτημα Α).



**Σχήμα 2.2: Διάγραμμα σ-ε απερίσφικτου σκυροδέματος**

Αντίστοιχα, ο χάλυβας που χρησιμοποιήθηκε ήταν St I. Έχει ένα μέτρο ελαστικότητας  $E_s=200$  GPa, και οι μέσες τιμές της αντοχής του λαμβάνονται ίσες με  $f_{sy}=310$  Kpa για την διαρροή και  $f_{su}=430$  Kpa με αντίστοιχες παραμορφώσεις  $\epsilon_{sy}=0.00155$  και  $\epsilon_{su}=0.1$ . Όσον αφορά την συμπεριφορά του, θεωρείται ότι αρχικά συμπεριφέρεται ελαστικά, έπειτα παρουσιάζει μία περιοχή διαρροής, όπου παρατηρείται σημαντική αύξηση των παραμορφώσεων χωρίς αύξηση του φορτίου μέχρι την παραμόρφωση  $\epsilon_{sh}=0.03$ , και τέλος, ο τρίτος κλάδος είναι η περιοχή κρατύνσεως.



**Σχήμα 2.3: Διάγραμμα σ-ε χάλυβα οπλισμού**

## 5) Κατακόρυφα φορτία

Κατά την διάρκεια της σεισμικής διέγερσης, μας ενδιαφέρει η μάζα της κατασκευής που ενεργοποιείται. Η μάζα αυτή προκύπτει διαιρώντας τα κατακόρυφα φορτία που φέρει η κατασκευή (μόνιμα και κινητά) με την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ . Τα μόνιμα φορτία της κατασκευής είναι τα ίδια βάρη των στοιχείων του σκυροδέματος (πλάκες, δοκοί και υποστυλώματα), το βάρος των εσωτερικών χωρισμάτων (δρομική τοιχοποιία) και το βάρος των επικαλύψεων, τα οποία λαμβάνονται υπ' όψιν ως ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία επάνω στην επιφάνεια των πλακών και ισούνται με  $1.0 \text{ KN/m}^2$  και  $1.5 \text{ KN/m}^2$  αντίστοιχα, και τέλος το φορτίο της εξωτερικής τοιχοποιίας (μπατική τοιχοποιία) είναι ίσο με  $3.6 \text{ KN}$  ανά μέτρο ύψους ανά μέτρο μήκους. Τα κινητά φορτία θεωρούνται ίσα με  $2 \text{ KN/m}^2$ . Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κατακόρυφα φορτία και οι αντίστοιχες μάζες για κάθε όροφο όπως επίσης και τα συνολικά για κάθε κτίριο για τον συνδυασμό σεισμού  $G+0.3Q$ .

**Πίνακας 2.7: Φορτία και μάζες κτιρίων ανά όροφο και κτίριο**

<b>F(KN)-m(tn)</b>	<b>K60B59</b>	<b>K60C59</b>	<b>K60D59</b>
<b>F<sub>1</sub> -m<sub>1</sub></b>	1594.8 (162.6)	1594.8 (162.6)	1594.8 (162.6)
<b>F<sub>2</sub> -m<sub>2</sub></b>	1594.8 (162.6)	1594.8 (162.6)	1594.8 (162.6)
<b>F<sub>3</sub> -m<sub>3</sub></b>	1594.8 (162.6)	1432.2 (146)	1594.8 (162.6)
<b>F<sub>4</sub> -m<sub>4</sub></b>	1594.8 (162.6)	932.3 (95)	1594.8 (162.6)
<b>F<sub>5</sub> -m<sub>5</sub></b>	965.6 (98.4)	519.3 (52.9)	965.6 (98.4)
<b>ΣF -Σm</b>	7344.8 (748.8)	6073.4 (619.1)	7344.8 (748.8)

# Κεφάλαιο III: Προσομοίωση κτιρίων με το λογισμικό Drain-2DX

## 1. Λογισμικό Drain-2DX

Οι κατασκευές προσομοιώθηκαν σαν δισδιάστατα επίπεδα πλαίσια στο λογισμικό DRAIN-2DX. Πρόκειται για ένα ελεύθερο λογισμικό το οποίο επιτρέπει την εκτέλεση γραμμικών και μη γραμμικών αναλύσεων, όπως και στατικών ή δυναμικών. Η προσομοίωση έγινε μόνο κατά την διεύθυνση X των κατασκευών, καθώς η διεύθυνση Y συμπεριλήφθηκε έμμεσα στους υπολογισμούς μέσω μεταφοράς των φορτίων από τις εγκάρσιες δοκούς. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν, επεξεργάστηκαν από μία επέκταση του λογισμικού αυτού, το DrainExplorer (Repapis 2002).

Όσον αφορά κάποια γενικά στοιχεία του λογισμικού Drain-2DX, από την στιγμή που επιτρέπει την δημιουργία δύο διαστάσεων μοντέλων, οι κόμβοι έχουν τρεις βαθμούς ελευθερίας (μετακινήσεις X,Y και στροφή R), εκτός άμα κάποιος κόμβος είναι δεσμευμένος ως προς κάποιον άλλον ή είναι στήριξη. Τα στοιχεία πρέπει να είναι διαιρεμένα σε ομάδες και όλα τα στοιχεία μίας ομάδας πρέπει να είναι ίδιου τύπου.

Σχετικά με την μάζα της κατασκευής, οι μάζες είναι συγκεντρωμένες στους κόμβους και το μητρώο μάζας είναι διαγώνιο. Εφόσον ένας κόμβος είναι δεσμευμένος ως προς κάποιον κύριο κόμβο, οι μάζες του μετατρέπονται στις αντίστοιχες ισοδύναμες στον κύριο κόμβο, και έτσι ο κύριος κόμβος μπορεί να έχει μη-διαγώνιο μητρώο μάζας. Αν ισχύει κάτι τέτοιο, τότε οι μη διαγώνιοι όροι αγνοούνται. Το μητρώο απόσβεσης που χρησιμοποιείται, είναι αναλογικό ως προς τις δυσκαμψίες των στοιχείων και των μαζών των κόμβων, και είναι της μορφής  $C = \sum A_{\mu} + \sum \beta K_{\beta}$  (DRAIN-2DX, V.Prakash, G.H. Powell, S.Campbell 1993).

Τέλος, για την προσομοίωση των κτιρίων έγιναν κάποιες παραδοχές. Αρχικά θεωρήθηκε ότι υπάρχει διαφραγματική λειτουργία στο επίπεδο των ορόφων. Τα διαφράγματα αυτά είναι άκαμπτα. Έπειτα, αγνοήθηκαν πλήρως φαινόμενα στρέψης ενώ φαινόμενα P-Δ λαμβάνονται υπ' όψιν στην ανάλυση. Επίσης, χρησιμοποιούνται άκαμπτες ζώνες στο τέλος των μελών, προκειμένου να αντιπροσωπευτούν οι κόμβοι (Repapis, Vintzileou and Zeris 2004).

## 2. Separator Lines

Στην σύνταξη του κώδικα χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες separator lines οι οποίες βοηθούν στην καλύτερη οργάνωση των δεδομένων που έχουμε σε εύλογες ομάδες. Οι ομάδες αυτές αφορούν την γεωμετρία των κτιρίων, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτά, τις διατομές, τα φορτία που δρουν στην κατασκευή όπως επίσης και τον τύπο της ανάλυσης που θα πραγματοποιηθεί. Επίσης, οι separator lines θα πρέπει να είναι γραμμένοι με κεφαλαία γράμματα και να ξεκινάν από την πρώτη στήλη στην σειρά που βρίσκονται.



Πιο συγκεκριμένα, παρακάτω παρατίθενται οι separator lines που υπάρχουν στο πρόγραμμα :

\*START/\*STARTXX/\*RESTART : Αρχή του προβλήματος, όπου ορίζονται το όνομα του προβλήματος, η αρχική κατάσταση και ορισμένες παράμετροι που αφορούν την διαδικασία της ανάλυσης. Οι δύο πρώτες separator lines χρησιμοποιούνται για ένα νέο πρόβλημα, ενώ η τελευταία για ένα ήδη υπάρχον.

\*COMPOUND : Σύνθετος κόμβος, οι πληροφορίες που απαιτούνται για να οριστεί ένας σύνθετος κόμβος είναι ο αριθμός των επιμέρους κόμβων, οι συντεταγμένες τους σε σχέση με τον κύριο κόμβο, και οι βαθμοί ελευθερίας τους.

\*NODECOORDS : Συντεταγμένες κόμβων.

\*NODETYPES : Ορισμός ομάδας για τον σύνθετο κόμβο.

\*RESTRAINTS : Κόμβοι στήριξης.

\*SLAVING : Δεσμευμένοι κόμβοι.

\*MASSES : Μάζες στους κόμβους.

\*ELEMENTGROUP : Ορισμός των ομάδων των στοιχείων.

\*SECTION : Μεταφορά φορτίων εντατικών μεγεθών στον κύριο κόμβο.

\*GENDISP : Ορισμός μετακίνησης.

\*RESULTS : Προσδιορισμός των αποτελεσμάτων που εξάγονται, τα οποία θα καταγραφούν στα αρχεία .USR, .RXX, .OUT. Τα αποτελέσματα που εξάγονται μπορούν να είναι διαφορετικά σε κάθε νέα ανάλυση.

\*ELEMLOAD : Ορισμός στατικού φορτίου σε στοιχείο.

\*NODALOAD : Ορισμός στατικού φορτίου σε κόμβο.

\*ACCNREC : Ορισμός χρονοϊστορίας εδαφικής επιτάχυνσης.

\*SPECREC : Ορισμός φάσματος απόκρισης, το οποίο μπορεί είναι είτε επιτάχυνσης, είτε ταχύτητας είτε μετακίνησης.

\*DISPREC : Ορισμός χρονοϊστορίας εδαφικής μετακίνησης.

\*PARAMETERS : Ορισμός παραμέτρων ελέγχου στατικής και δυναμικής ανάλυσης.

\*GRAV : Στατική ανάλυση, η οποία πραγματοποιείται για συνδυασμό φορτίων σε στοιχεία και κόμβους.

\*STAT : Μη-γραμμική στατική ανάλυση, η οποία πραγματοποιείται μόνο για φορτία σε κόμβους.

\*REST : Επαναφορά στην στατική κατάσταση.

\*MODE : Ιδιομορφές και ιδιοπερίοδοι.

\*SPEC : Ανάλυση φάσματος απόκρισης.

- \*ACCN : Νέα ανάλυση με εδαφική επιτάχυνση.
- \*ACCR : Συνέχεια της ανάλυσης με εδαφική επιτάχυνση.
- \*VELN : Νέα ανάλυση με αρχική ταχύτητα.
- \*VELR : Συνέχεια της ανάλυσης με αρχική ταχύτητα.
- \*DISN : Νέα ανάλυση με εδαφική μετακίνηση.
- \*DISR : Συνέχεια της ανάλυσης με εδαφική μετακίνηση.
- \*FORN : Νέα ανάλυση με δυναμικό φορτίο.
- \*FORR : Συνέχεια της ανάλυσης με δυναμικό φορτίο.
- \*STOP : Τέλος της ανάλυσης.

### 3. Ανάπτυξη των Separator Lines που χρησιμοποιήθηκαν

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται ανάπτυξη της οργάνωσης των separator lines που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση των κατασκευών. Τα δεδομένα τα οποία εισάγουμε μπορούν να είναι τριών τύπων, οι οποίοι είναι C, I ή R. Ο τύπος C αφορά χαρακτήρες, ο τύπος I είναι για ακέραιους αριθμούς, ενώ ο τύπος R είναι για συνδυασμό των δύο παραπάνω.

**\*START/\*STARTXX/\*RESTART** : Εισαγωγή του προβλήματος και ορισμός κάποιων παραμέτρων που αφορούν τις αναλύσεις (π.χ. άμα το άμα μπορούν να εκτελεστούν αναλύσεις P-Δ, τι είδους αρχείο θα εξαχθεί κτλ).

Columns	Notes	Variable	Data
3-10(C)	S1		Problem name (1 to 8 characters).
14-15(I)	S2	NSTAT	Restart state number (*RESTART only; leave blank for *START or *STARTXX). (a) 0 : start from the unstressed state. (b) n: start from state at end for analysis segment "n".
20(I)	S3	KEXE	Execution code. (a) 0 : execute (b) 1 : data checking only (c) 2 : execute if the element data can all be held in memory, otherwise data checking only.
22(I)	S4		Input echo code. (a) 0 : do not echo input lines, nor show analysis progress.

			(b) 1 : echo each input line to screen as it is read and show analysis progress. (c) 2 : do not echo input lines, but show analysis progress.
24(I)	S5	KPDEL	P-delta analysis code. Ignored for *RESTART if NSTAT $\neq$ 0. (a) 0 : ignore P-delta effects. (b) 1 : perform calculations.
26(I)	S6		Energy calculation code. Ignored for *RESTART if NSTAT $\neq$ 0. (a) 0 : omit calculations. (b) 1 : perform calculations.
30(C)			User output (.USR) file type. (a) "F" : formatted FORTRAN file. (b) "U" : unformatted FORTRAN file. (c) "B" : binary file. Leave blank if there is no user output. Note : some compilers do not support binary files.
41-80(C)			Problem or analysis session title.

**\*NODECOORDS** : Εισαγωγή των συντεταγμένων. Η εισαγωγή των συντεταγμένων μπορεί να γίνει με 4 τρόπους, οι οποίοι είναι : i) control nodes ( "C" lines), ii) straight line generation ("L" generation), iii) frontal extrapolation ("F" lines), και iv) grid interpolation ("G" lines). Για τον ορισμό συντεταγμένων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι από έναν τρόποι.

Για ευκολότερη εισαγωγή των δεδομένων, η απόσταση των πλαισίων λήφθηκε ίση με 3.5 m, όση είναι και η διάσταση των ανοιγμάτων.

"C" Lines : Control Nodes

Columns	Notes	Variable	Data
1®	S1		"C" , to indicate a control node.
2-10(I)			Node number.
11-20®			X coordinate offset.
21-30®			Y coordinate offset.
31-40(I)			Offset node number. Default = absolute coordinates; -1 = preceding "C" node.

“L” Lines : Straight Line Generation

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)	S2		“L”, to indicate linear generation.
2-10(I)		NB	Node number at beginning of generation line.
11-20(I)		NE	Node number at end of generation line.
21-30(I)		ND	Node number difference between successive nodes. Default = 1.
31-35(I)		NG	Number of nodes to be generated. Default = (NE-NB-1)/ND.
36-45(R)		SP	Spacing between nodes. (a) 0.0 : equally spaced along generation line. (b) < 1.0 : proportion of generation line length (b) > 1.0 : actual spacing

**\*RESTRAINTS** : Δημιουργία περιορισμών κινήσεως των κόμβων. Υπάρχουν 2 τρόποι μείωσης των βαθμών ελευθερίας, οι οποίοι είναι: i) sequential generation (“S” lines) και ii) grid generation (“G” lines).

“S” Lines : Sequential Generation

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)	G1		“S” to indicate sequential generation.
3(I)	S1		Restraint code for X translation. (a) 0 : free, i.e., no restraint. (b) 1 : fixed. (c) 2 : spring supported (see note). (d) 3 : no change.
4(I)			Restraint code for Y translation.
5(I)			Restraint code for R rotation.
6-15(I)		NF	First node.
16-25(I)		NL	Last node. Default = NF.
26-35(I)		ND	Node number difference between successive nodes. Default = all intermediate nodes between NF and NL.

**\*SLAVING** : Δημιουργία δεσμευμένων κόμβων. Η δέσμευση γίνεται ορίζοντας έναν κύριο κόμβο (master node), από τον οποίο εξαρτώνται οι μετακινήσεις των υπόλοιπων. Στα κτίρια, η δέσμευση

γίνεται για την διεύθυνση X, και σαν κύριος κόμβος έχει οριστεί ο μεσαίος των τεσσάρων πλαισίων σε σειρά. Ομοίως με τη separator line \*RESTRAINTS, υπάρχουν δύο τρόποι ορισμού: i) sequential generation (“S” lines) και ii) grid generation (“G” lines).

“S” Lines : Sequential Generation

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)	G1		“S”, to indicate sequential generation.
3(I)	S1		Slaving code for X translation. (a)0 : no change. (b)1 : slave.
4(I)			Slaving code for Y translation.
5(I)			Slaving code for R rotation.
6-15(I)			Master node number.
16-25(I)		NF	First node.
26-35(I)		NL	Last node. Default = NF.
36-45(I)		ND	Node number difference between successive nodes. Default = all intermediate nodes between NF and NL.

**\*MASSES** : Εισαγωγή μαζών στους κόμβους. Ο ορισμός των μαζών στους κόμβους μπορεί να γίνει με 2 τρόπους : i) sequential generation (“S” lines) και ii) grid generation (“G” lines).

Οι μάζες που καταχωρήθηκαν είναι για φορτίο σεισμού  $g+0.3q$ , διαιρεμένες κατά την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ .

“S” Lines : Sequential Generation

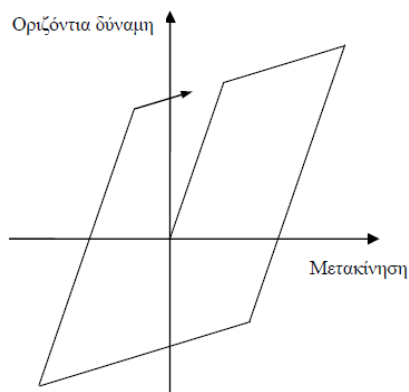
Columns	Notes	Variable	Data
1(C)	G1		“S”, to indicate sequential generation.
3(I)	S1		Code for X mass. (a) 0 : no. (b) 1 : yes.
4(I)			Code for Y mass.
5(I)			Code for R mass.
6-15(R)			Mass value.
16-25(I)		NF	First node.
26-35(I)		NL	Last node. Default = NF.
36-45(I)		ND	Node number difference between successive nodes.

			Default = all intermediate nodes between NF and NL.
46-65			Not used.
66-70(R)			Modifying factor by which mass values are to be divided. Typically “g”, to convert from weight units to mass units. Default as follows. (a) First line : 1.0. (b) Subsequent lines : same as preceding line.
71-80(R)	S2		Mass proportional damping factor ( $\alpha$ ) for these masses. Default as follows. (a) First line : 0.0 (b) Subsequent lines : same as preceding line.

**\*ELEMENTGROUP** : Δημιουργία ομάδων για τα στοιχεία των κτιρίων. Ορίζονται δύο ομάδες για τα κτίρια, η πρώτη αφορά τις δοκούς και η δεύτερη τα υποστυλώματα. Για κάθε ομάδα που δημιουργείται, επιλέγεται για αυτή άμα τα στοιχεία της συμπεριφέρονται ελαστικά ή ελαστοπλαστικά, και εάν θα λαμβάνονται υπ’ όψιν για αυτήν φαινόμενα P-Δ.

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)	S2		Element type number.
10(I)	S3	KEVE	Event calculation code. (a) 0 :suppress event factor calculation. (b) 1: calculate even factors for elements in this group.
15(I)	S4	KGEM	P-delta analysis code. (a) 0 : ignore P-delta effects. (b) 1 : consider P-delta effects; allow geometric stiffness to change for static analyses. (c) 2 : consider P-delta effects; allow geometric stiffness to change for both static and dynamic analyses (not recommended -see note).
21-30(R)	S5		Stiffness proportional damping factor ( $\beta$ ).
41-80(C)			Group title.

Έπειτα ορίζονται τα δεδομένα των στοιχείων. Για τα στοιχεία δοκών και υποστυλωμάτων, η μοντελοποίηση έγινε με βάση το στοιχείο του λογισμικού DRAIN-2DX: Plastic Hinge Beam-Column Element (Type 02).

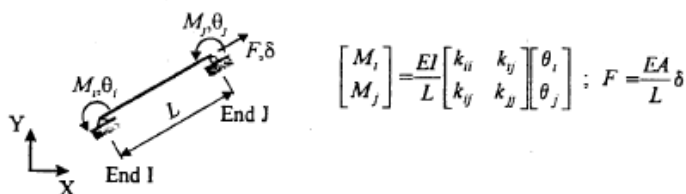


**Σχήμα 3.1: Ανελαστική συμπεριφορά του στοιχείου Type02.**

E02.2.1 Control Information: Γενικές πληροφορίες. Εισαγωγή ομάδων δυσκαμψίας, άκαμπτων τμημάτων και ομάδων στοιχείων. Για τις ομάδες δυσκαμψίας, θεωρήθηκε ότι για τα υποστυλώματα ότι  $I_{cr}=I_g$  ενώ για τις δοκούς  $I_{cr}=0.5I_g$ .

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)		NSTIF	Number of stiffness types (max. 40). See section E02.2.2).
6-10(I)		NECC	Number of rigid end zone types (max. 15). See section E02.2.3.
11-15(I)		NSURF	Number of yield surfaces for cross sections (max. 40). See section E02.2.4.

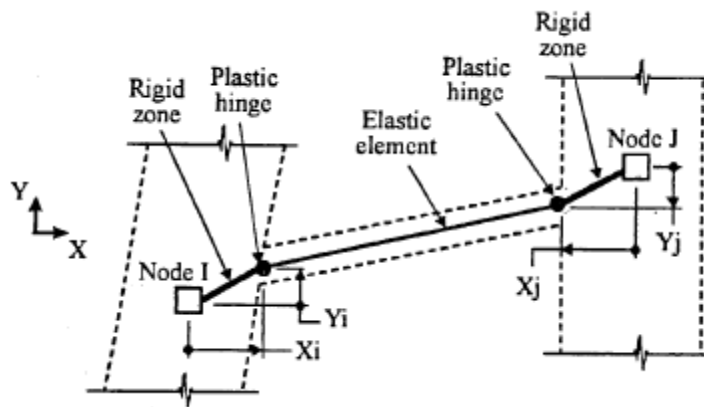
E02.2.2 Stiffness Types: Εισαγωγή των ομάδων δυσκαμψίας που αναφέρθηκε παραπάνω. Συγκεκριμένα, οι πληροφορίες που δίνονται αφορούν το μέτρο ελαστικότητας του υλικού, το εμβαδόν της διατομής, όπως επίσης και οι συντελεστές του τοπικού μητρώου στιβαρότητας ( $k_{ii}$ ,  $k_{ij}$ ,  $k_{ji}$ ). Ορίζεται μία γραμμή για κάθε στοιχείο.



**Σχήμα 3.2: Παραμορφώσεις και δράσεις στοιχείου και το αντίστοιχο μητρώο στιβαρότητας**

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)			Stiffness type number, in sequence beginning with 1.
6-15(R)			Young's modulus.
16-25(R)			Strain hardening ration, as a proportion of Young's modulus.
26-35(R)			Cross section area.
36-45(R)			Cross section moment of inertia.
46-50(R)			Flexural stiffness factor $k_{ii}$ .
51-55(R)			Flexural stiffness factor $k_{ij}$ .
56-60(R)			Flexural stiffness factor $k_{ij}$ .
61-70(R)			Shear area. Leave blank if shear deformations are to be ignored, or if shear deformation effects are included in the flexural stiffness factors.
71-75(R)			Poisson's ration (used for computing shear modulus, and used only if shear area is nonzero).
76-80(R)			Moment overshoot tolerance. Default = very small.

E02.2.3 Rigid End Zone Types: Εισαγωγή των άκαμπτων τμημάτων των στοιχείων. Ως άκαμπτο τμήμα θεωρείται το τμήμα εκείνο της δοκού που βρίσκεται εντός της προβολής του υποστυλώματος (σχήμα 3.3). Η απόσταση μετριέται από τον κόμβο προς το τέλος του στοιχείου.



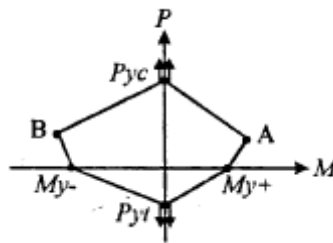
Σχήμα 3.3: Γεωμετρία του στοιχείου

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)			Rigid end zone type number, in sequence beginning with 1.
6-15(R)			$X_i$ = X projection at end I.



16-25(R)			$X_j = X$ projection at end J.
26-35(R)			$Y_i = Y$ projection at end I.
36-45(R)			$Y_j = Y$ projection at end J.

E02.2.4 Yield Surface Types: Εισαγωγή του διαγράμματος αλληλεπίδρασης αξονικού και καμπτικού φορτίου. Για τις δοκούς παραλείπεται το αξονικό φορτίο, οπότε τα δεδομένα εισαγωγής είναι η αντοχή σε θετική και αρνητική ροπή (σχήμα 3.4).



Σχήμα 3.4: Μορφή διαγράμματος αλληλεπίδρασης

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)			Yield surface type number, in sequence beginning with 1.
6-10(R)			Yield surface shape code, as follows. 1 = beam type, without P-M interaction. 2 = steel I-beam type. 3 = reinforced concrete column type.
11-20(R)			Positive yield moment, $M_{y+}$
21-30(R)			Negative yield moment, $M_{y-}$
31-40(R)			Compression yield force, $P_{yc}$ . Leave blank if shape code = 1.
41-50(R)			Tension yield force, $P_{yt}$ . Leave blank if shape code = 1.
51-55(R)			$M/M_{y+}$ for point A (i.e., M at A as a proportion of $M_{y+}$ ). Leave blank if shape code = 1.
56-60(R)			$P/P_{yc}$ for point A. Leave blank if shape code = 1.
61-65(R)			$M/M_{y-}$ for point B. Leave blank if shape code = 1.
66-70(R)			$P/P_{yc}$ for point B. Leave blank if shape code = 1.

E02.2.5 Element Generation Commands: Τέλος, γίνεται εισαγωγή όλων των προηγούμενων δεδομένων που προαναφέρθηκαν, στα στοιχεία των δοκών και των υποστυλωμάτων.

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)			Element number, or number of first element in a sequentially numbered series of elements to be generated by this command
6-15(I)			Node number at end I.
16-25(I)			Node number at end J.
26-35(I)			Node number increment for element generation. Default = 1.
36-40(I)			Stiffness type number.
41-45(I)			Rigid end zone type number. Default = no rigid zone.
46-50(I)			Yield surface type number at end I.
51-55(I)			Yield surface type number at end J.

**\*SECTION :** Τομή των διατομών κατά μήκος των πλαισίων προκειμένου να ληφθεί η τέμνουσα βάσης και η ροπή ανατροπής. Αρχικά ορίζεται ένας κόμβος ο οποίος θα είναι αυτός βάση του οποίου θα υπολογιστούν τα παραπάνω. Στα κτίρια που προσομοιώθηκαν ορίστηκε ο μεσαίος κόμβος του μεσαίου πλαισίου. Έπειτα για κάθε κόμβο που τέμνεται, υπολογίζονται τα εσωτερικά μεγέθη και έπειτα μεταφέρονται στον κύριο κόμβο. Η τελική τιμή ορίζεται ως το άθροισμα όλων των μεγεθών που προέκυψαν.

A)Section title

Columns	Notes	Variable	Data
1-10(R)			Section inclination angle (counter-clockwise from X axis to section axis).
41-80(C)			Section title.

B1) Cut elements.

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)			Element group number.
6-10(I)			Element number in group.
11-20(R)			Distance from section center to element cut point.
25(I)		KODF	Force transformation code. (a)0 : transformation is input on the immediately following lines. (b)1 : use same transformation as for preceding cut element. (c)2 : use same transformation as for corresponding cut element of preceding section.

B2)Force transformation

Columns	Notes	Variable	Data
1-10(R)	S2		Transformation coefficient for X force.
11-20(R)			Transformation coefficient for Y force.
21-30(R)			Transformation coefficient for R moment.

**\*RESULTS:** Καθορισμός των αποτελεσμάτων, τα οποία θα έχουν εξαχθεί από τις αναλύσεις. Στις περιπτώσεις των τριών κτιρίων, τα αποτελέσματα που εξάγονται (μετακινήσεις, ταχύτητες, επιταχύνσεις) αφορούν τους μεσαίους κόμβους του μεσαίου πλαισίου, όλα τα στοιχεία και όλες τις διατομές των κτιρίων. Οι μετακινήσεις θα πρέπει να είναι ίδιες εξαιτίας της δέσμησης των κόμβων. Μπορεί να υλοποιηθεί με δύο τρόπους: i) sequential generation (“S” lines), ii) grid generation (“G” lines).

A)Nodes

Columns	Notes	Variable	Data
1-2(C)	G1		“NS”, to indicate nodal results and sequential generation.
3(C)			Results type. (a) ”D” : displacements. (b) ”V” : velocities. (c) ”A” : accelerations.
8(I)			User output code (results written to .USR file). (a) 0 : do not input. (b) 1 : output. (c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
9(I)			Post-processing code (results written to .RXX file). (a) 0 : do not save for post-processing. (b) 1 : save. (c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
10(I)			Printout code (results written to .OUT file). (a) 0 : do not print. (b) 1 : print. (c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
11-20(I)	S2	NF	First node. Default = all nodes. NL and ND are ignored.
21-30(I)		NL	Last node. Default – NF.

31-40(I)		ND	Node number difference between successive nodes. Default = all intermediate nodes between NF and NL.
----------	--	----	---

B)Elements

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)			"E", to indicate element results.
8(I)			User output code (results written to .USR file). (a) 0 : do not input. (b) 1 : output. (c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
9(I)			Post-processing code (results written to .RXX file). (a) 0 : do not save for post-processing. (b) 1 : save. (c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
10(I)			Printout code (results written to .OUT file). (a) 0 : do not print. (b) 1 : print. (c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
11-15(I)			Element Group Number. Default = all elements in all groups. NF, NL and ND are ignored.
16-20(I)		NF	First element number. Default = all elements in this group. NL and ND are ignored.
21-25(I)		NL	Last element number. Default = NF.
26-30(I)		ND	Element number difference between successive elements. Default = 1.

C)Structure sections.

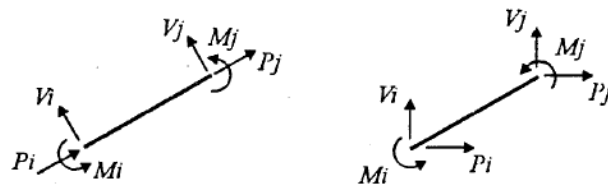
Columns	Notes	Variable	Data
1(C)			"S", to indicate structure section results.
8(I)			User output code (results written to .USR file). (a) 0 : do not input. (b) 1 : output.

			(c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
9(I)			Post-processing code (results written to .RXX file). (a) 0 : do not save for post-processing. (b) 1 : save. (c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
10(I)			Printout code (results written to .OUT file). (a) 0 : do not print. (b) 1 : print. (c) 2 : no change from previous specification. Initial default = 0.
11-15(I)		NF	First section number. Default = all sections. NL and ND are ignored.
16-20(I)		NL	Last section number. Default = NF.
21-25(I)		ND	Section number difference between successive sections. Default = 1.

**\*ELEMLOAD:** Εισαγωγή των φορτίων στα στοιχεία. Βάση του κατανεμημένου φορτίου  $q$  στις δοκούς και  $l$  του μήκους των, προκύπτουν οι αντιδράσεις αμφίπακτης δοκού (σχήμα 3.5) :

$$M = q * \frac{l^2}{12}$$

$$Q = q * \frac{l}{2}$$



**Σχήμα 3.5: Παραδοχή προσήμων εντατικών μεγεθών σε τοπικό και καθολικό σύστημα**

Έτσι, ορίζονται τέσσερις ομάδες φορτίων σε στοιχεία δοκού, από τις οποίες οι δύο είναι σε οποιονδήποτε τυπικό όροφο του κτιρίου, ενώ οι άλλες δύο είναι στην οροφή του κτιρίου.

A)Pattern name

Columns	Notes	Variable	Data
2-5(C)	G3		Pattern name.
41-80(C)			Pattern title.

B1)Element Group

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)			“G”, to indicate beginning of an affected element group.
2-5(I)	S2		Element group number.
6-10(I)	S3	NLOD	Number of element load sets (max. 40) for this group.

B2)Element loads

E02.3.1 Load sets

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)			Load set number, in sequence beginning with 1.
6-10(R)			Coordinate code. 0 = forces are in local (element) coordinates. 1 = forces are in global (structure) coordinates.
11-20(R)			Live load reduction factor.
21-30(R)			Force $P_i$ .
31-40(R)			Force $V_i$ .
41-50(R)			Moment $M_i$ .
51-60(R)			Force $P_j$ .
61-70(R)			Force $V_j$ .
71-80(R)			Moment $M_j$ .

E02.3.2 Loaded Elements and Load Set Scale Factors

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)			Number of first element in series.
6-10(R)			Number of last element in series. Default = single element.
11-15(R)			Element number increment. Default = 1.
16-20(R)			Load set number.
21-30(R)			Load set scale factor.
31-45(I,R)			Optional second load set number and scale factor.
46-60(I,R)			Optional third load set number and scale factor.
61-75(I,R)			Optional fourth load set number and scale factor.

**\*NODALOAD:** Εισαγωγή των φορτίων στους κόμβους. Πρόκειται για αξονικά φορτία από τις πλάκες, μόνιμα και κινητά, τα οποία έχουν προκύψει για συνδυασμό σεισμού g+0.3g. Επειδή τα στοιχεία έχουν περαστεί στις δοκούς ως αντιδράσεις, στο separator line αυτό καταχωρούνται μόνο τα φορτία από τις εγκάρσιες δοκούς που δεν έχουν ληφθεί υπ'όψιν.

A)Pattern name

Columns	Notes	Variable	Data
2-5(C)	G3		Pattern name.
41-80(C)			Pattern title.

B)Nodal loads “S” sequential generation.

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)	G1		“S”, to indicate sequential generation.
2-10(R)			X load.
11-20(R)			Y load.
21-30(R)			R load.
31-40(I)		NF	First node.
41-50(I)		NL	Last node. Default = NF.
51-60(I)		ND	Node number difference between successive nodes. Default = all intermediate nodes between NF and NL.

**\*ACCNREC:** Εισαγωγή του επιταχυνσιογραφήματος.

A)Record name

Columns	Notes	Variable	Data
2-5(C)	G3		Record name.
6-20(C)			Name of file (max.12 characters) from which data is to be read. Default = read from input file.
21-40(C)		FORM	Data format. E.g., (8f10.0) ; (4(f8.5,f12.5)) ; etc. Leave blank for reading from unformatted file. Use a ‘*’ character in FORM to read data in free format.

			Note: If free form input is used, comments must not be present before and within the record data.
41-80(C)			Record title.

#### B)Control information

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)		NVAL	Total number of acceleration values to be read.
6-10(I)		NVLIN	Number of acceleration values per input data line (max. 20).
15(I)		KODE	Data code. (a) 0 : acceleration values only, assumed at constant interval DT. (b) 1 : time-acceleration pairs. (c) 2 : acceleration-time pairs.
20(I)			Print code. (a) 0 : print as input. (b) 1 : print as scaled. (c) 2 : no print
21-30(R)	S1		Time scale factor. Default = 1.0. All input times are multiplied by this factor.
31-40(R)	S2		Acceleration scale factor. Default = 1.0. All input accelerations are multiplied by this factor.
41-50(R)		DT	Time interval if KODE = 0. Default = 1.0. Ignored if KODE $\neq$ 0.
51-60(R)			Start time if KODE = 0. Ignored if KODE $\neq$ 0.

#### C)Acceleration values

Columns	Notes	Variable	Data
			Time-acceleration pairs or acceleration values.

**\*PARAMETERS:** Εισαγωγή παραμέτρων που αφορούν τις αναλύσεις. Σε αυτό το separator line, μπορούν να γίνουν τροποποιήσεις που αφορούν τα επιταχυνσιογραφήματα, τα στοιχεία των κτιρίων. Επίσης, μπορούν να οριστούν άλλες αλλαγές σχετικά με τα αποτελέσματα που επιθυμεί ο χρήστης τόσο για στατικές όσο και για δυναμικές αναλύσεις.



D)Event overshoot scale factors

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)			“F”, to indicate event overshoot scale factors.
2-5(I)			Element group number. Default = all groups.
6-15(R)			Event overshoot scale factor for static analyses. Initial default = 1.0.
16-25(R)			Event overshoot scale factor for dynamic analyses. Initial default = 1.0.

F)Output intervals for static analyses

Columns	Notes	Variable	Data
1-2(C)			“OS”, to indicate output intervals for static analyses.
6-10(I)	S1	ISAVES	Load step interval for saving structure state (to .SXX file). (a) 0 : do not save (b) +n : save every ‘n’ steps, and at end of analysis segment. Initial default = +∞.
11-15(I)	S2	IPPSVS	Load step interval for saving results for post-processing (to .RXX file). (a) -1 : save every event. (b) 0 : do not save. (c) +n : save every ‘n’ steps, and at end of analysis segment. Initial default = 1.
16-20(I)	S3	IPOUTS	Load step interval for results printout (to .OUT file). (a) -1 : print every event. (b) 0 : do not print. (c) +n : print every ‘n’ steps, and at end of analysis segment. Initial default = 0.
21-25(I)	S4	IENVSS	Load step interval for saving envelopes for post processing (to .EXX file). (a) 0 : do not save. (b) +n : save every ‘n’ steps, and at end of analysis segment. Initial default = +∞.
26-30(I)	S5	IENVPS	Load step interval for envelope printout (to .OUT file). (a) 0 : do not print. (b) +n : print every ‘n’ steps, and at end of analysis segment. Initial default = +∞.

G)Output intervals for dynamic analyses

Columns	Notes	Variable	Data
1-2(C)			“OD”, to indicate output intervals for dynamic analyses.
6-10(I)	S1	ISAVED	Step interval for saving structure state (to .SXX file). (a) 0 : not used. (b) +n : save every ‘n’ steps, unless TSAVED governs and at end of analysis segment. Initial default = +∞.
11-20(R)		TSAVED	Time interval for saving structure state (to .SXX file). (a) 0 : not used. (b) +v : save at this time interval, unless ISAVED governs, and at end of analysis segment. Initial default = 0.0. If both ISAVED & TSAVED are zero, the state is not saved.
21-25(I)	S2	IPPSVD	Step interval for saving results for post-processing (to .RXX file). (a) 0 : not used. (b) +n : save every ‘n’ steps, unless TPPSVD governs, and at end of analysis segment. Initial default = 1.
26-35(R)		TPPSVD	Time interval for saving results for post-processing (to .RXX file). (a) 0. : not used. (b) +v : save at this time interval, unless IPPSVD governs, and at end of analysis segment. Initial default = 0.0. If both IPPSVD & TPPSVD are zero, the results are not saved.
36-40(I)	S3	IPOUTD	Step interval for results printout (to .OUT file). (a) 0 : not used. (b) +n : print every ‘n’ steps, unless TPOUTD governs, and at end of analysis segment. Initial default = 0.
41-50(R)		TPOUTD	Time interval for results printout (to .OUT file). (a) 0. : not used. (b) +v : print at this time interval, unless IPOUTD governs, and at end of analysis segment. Initial default = 0.0. If both IPOUTD & TPOUTD are zero, the results are not printed.
51-55(I)	S4	IENVSD	Step interval for saving envelopes for post processing (to .EXX file). (a) 0 : not used. (b) +n : save every ‘n’ steps, unless TENVSD governs, and at end of analysis segment.

			Initial default = $+\infty$ .
56-65(R)		TENVSD	Time interval for saving envelopes for post processing (to .EXX file). (a) 0 : not used. (b) +v : save at this time interval, unless IENVDP governs, and at end of analysis segment. Initial default = 0.0. If both IENVSD & TENVSD are zero, the envelopes are not saved.
66-70(I)	S5	IENVDP	Step interval for envelope printout (to .OUT file). (a) 0: not used. (b) +n : print every 'n' steps, unless TENVDP governs, and at end of analysis segment. Initial default = $+\infty$ .
71-80(R)		TENVDP	Time interval for envelope printout (to .OUT file). (a) 0 : not used. (b) +v : print at this time interval, unless IENVDP governs and at end of analysis segment. Initial default = 0.0. If both IENVDP & TENVDP are zero, the envelopes are not printed.

I)Control parameters for dynamic analysis

Columns	Notes	Variable	Data
1-2(C)			"DC", to indicate dynamic analysis control parameters.
5(I)	S8	KEVNT	Event calculation code. (a) 0 : ignore events. (b) 1 : consider events within time steps. Initial default = 0.
10(I)	S6	KENRC	Velocity correction code.Used only if KEVNT = 1. (a) 0 : do not modify velocities. (b) 1 : modify velocities (to satisfy energy balance). Initial default = 0. KENRC is ignored if KEVNT = 0.
15(I)	S6	KEQBC	Acceleration correction code. (a) 0 : do not modify accelerations. (b) 1 : modify accelerations (to improve equilibrium). Initial default = 0.

16-20(I)	S7	MAXEV	<p>Maximum number of events allowed in a time step.</p> <p>(a) -n : stop checking for events if there are more than ‘n’ events in current step, but continue execution.</p> <p>(b) 0 : no limit.</p> <p>(c) +n : stop execution if there are more than ‘n’ events in any step.</p> <p>Initial default = 0.</p> <p>MAXEV is ignored if KEVNT = 0.</p>
----------	----	-------	--

J)Time step parameters for dynamic analysis

Columns	Notes	Variable	Data
1-2(C)			“DT”, to indicate dynamic analysis time step parameters.
3-10(R)			Time step for constant time step solution scheme. Default = 1.0.
11-20(R)			Initial time step for variable time step solution scheme. Default = 1.0.
21-30(R)	S8	DTMAX	Maximum allowable time step for variable time step solution scheme. Default = no limit.
31-40(R)	S8	DTMIN	Minimum allowable time step for variable time step solution scheme. Default = 0.0.

K)Parameters for variable time step solution scheme

Columns	Notes	Variable	Data
1-2(C)			“DA”, to indicate dynamic analysis variable time step parameters.
6-15(R)	S8	TOLHIS	Upper static force error tolerance. Default = no limit.
16-25(R)	S8	TOLHII	Upper impulse force error tolerance. Default = no limit.
26-35(R)	S8	DTRED	Time step decrease factor (TOLHIS or TOLHII exceeded). Default = 0.5. Time step is never decreased below DTMIN (see *PARAMETERS/DT).
36-45(R)	S8	TOLLOS	Lower static force error tolerance. Default = 0.9 * TOLHIS * DTRED * DTRED.
46-55(R)	S8	TOLLOI	Lower impulse force error tolerance. Default = 0.9 * TOLHII * DTRED * DTRED.
56-60(I)	S8	NSINC	Number of steps below TOLLOS and TOLLOI before time step is increased.

			Default = 2.
61-70(R)	S8	DTINC	Time step increase factor. Default = 1/DTRED. Time step is never increased above DTMAX (see *PARAMETERS/DT).
71-80(R)	S8	TOLMX	Maximum force error tolerance. Analysis quits if exceeded. Default = no limit.

**\*GRAV:** Εφόσον εκτελεστεί μία ανάλυση βαρύτητας (gravity analysis), πρέπει να ξεκινήσει σε αρχική κατάσταση. Επίσης η συμπεριφορά υπό φορτία ιδίου βάρους πρέπει να είναι γραμμική. Δίνεται η δυνατότητα χρήσης συντελεστή κλιμάκωσης για τα φορτία. Για τα τρία κτίρια που προσομοιώθηκαν, δεν έγινε χρήση inertial loads, καθώς το βάρος έχει δοθεί ήδη στις δοκούς.

A) Στην line \*GRAV μπορούμε να βάλουμε τίτλο στις στήλες 41-80.

B) Element loads

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)			“E”, to indicate element loads.
7-10(C)			Element load pattern name (see *ELEMLOAD).
11-20(R)			Pattern scale factor. Default = 1.0.

C) Nodal loads

Columns	Notes	Variable	Data
1(C)			“N”, to indicate nodal loads.
7-10(C)			Nodal load pattern name (see *NODALOAD).
11-20(R)			Pattern scale factor. Default = 1.0.

**\*MODE:** Ιδιοπερίοδοι και ιδιομορφές μπορούν να υπολογιστούν για κάθε κατάσταση της κατασκευής. Η ακόλουθη ανάλυση μπορεί να είναι είτε στατική είτε δυναμική. Για τα τρία κτίρια, υπολογίστηκαν οι πρώτες 10 ιδιομορφές.

b)Control information

Columns	Notes	Variable	Data
1-5(I)		NVEC	Maximum number of mode shapes to be calculated. Default = controlled by TMIN.
6-15(R)		TMIN	Shortest significant period.Mode shapes with periods < TMIN are not calculated. Default = controlled by NVEC.
20(I)			Print code. (a) 0 : print mode shapes (to .OUT file), showing all nodal displacements. (b) 1 : do not print. (c) 2 : print, but show only displacements at nodes with nonzero mass.
25(I)			Save code. (a) 0 : save mode shapes (to .MXX file). (b) 1 : do not save.
30(I)			Code for printing modal damping ratios. (a) 0 : print. (b) 1 : do not print.

**\*ACCN:** Η κατασκευή πρέπει να βρίσκεται σε στατική κατάσταση στην αρχή της ανάλυσης. Η ανάλυση αυτή μπορεί να εκτελεστεί βήμα βήμα μέσα στον χρόνο.Αυτή η τιμή του βήματος μπορεί να έχει μία συγκεκριμένη συνεχή τιμή, ή μπορεί να ποικίλει αυτόματα όσο προχωράει η ανάλυση. Στα κτίρια χρησιμοποιήθηκε σταθερό βήμα

A)Στην line \*ACCN μπορούμε να βάλουμε ένα τίτλο στις στήλες 41-80.

B)Control information

Columns	Notes	Variable	Data
1-10(R)		SEGTM	Time increment for this analysis segment. No default. Segment starts at time zero and ends at time SEGTM.
11-15(I)		NSTEPS	Maximum number of times steps (analysis quits if exceeded).

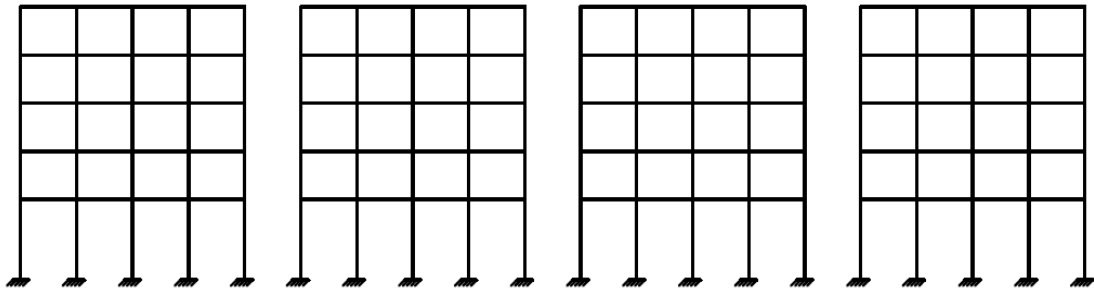
			Default = 1000.
20(I)		KAUTO	Time step code. (a) 1 : constant time step. (b) 2 : variable time step.
21-30(R)		DT	Option time step, as follows. (a) if KAUTO = 1 : constant time step for this analysis segment. (b) if KAUTO=2 : initial time step. Default = value specified in *PARAMETERS/DT.
31-40(R)			X coordinate of center of rotation. Used only if rotational accelerations are imposed.
41-50(R)			Y coordinate of center of rotation. Used only if rotational accelerations are imposed.

C)Ground acceleration records (μέγιστο 3 γραμμές)

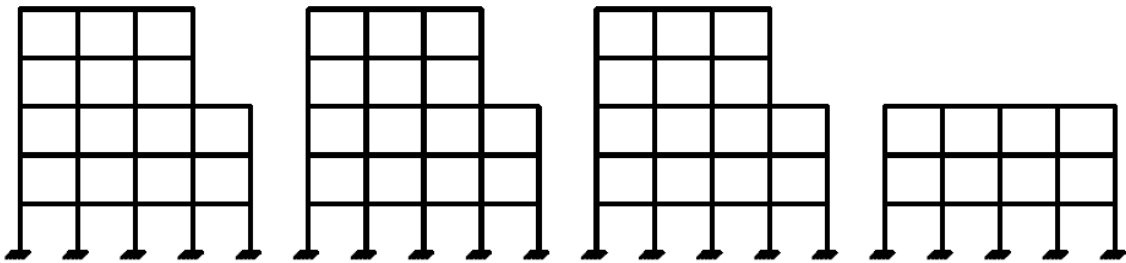
Columns	Notes	Variable	Data
1(I)		KDIR	Acceleration direction code. (a) 1 : X translation. (b) 2 : Y translation. (c) 3 : R rotation
7-10(C)			Name of acceleration record (see *ACCNREC).
11-20(R)			Acceleration scale factor. Default = 1.0.
21-30(R)			Time scale factor. Default = 1.0.

**\*STOP:** Αυτό σημαίνει το τέλος της ανάλυσης.

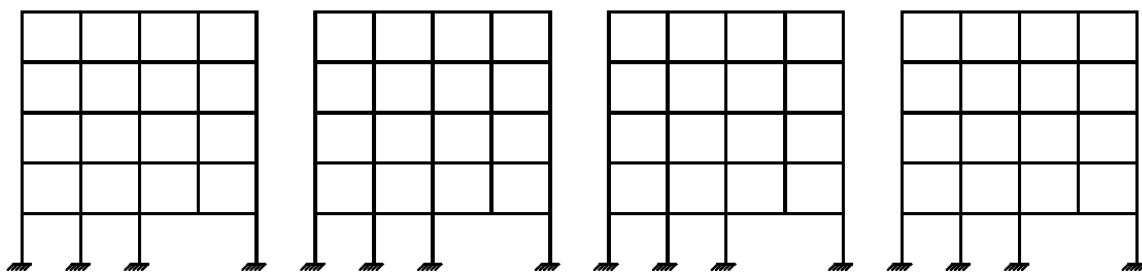
Τέλος, παρουσιάζονται τα προσομοιώματα των τριών κτιρίων:



Σχήμα 3.6: Προσομοίωμα κτιρίου K60B59



Σχήμα 3.7: Προσομοίωμα κτιρίου K60C59



Σχήμα 3.8: Προσομοίωμα κτιρίου K60D59



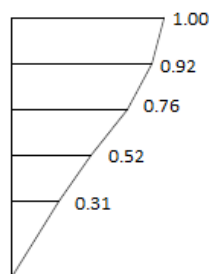
## Κεφάλαιο IV: Στατικές ανελαστικές αναλύσεις

### 1) Ιδιομορφικές αναλύσεις

Για κάθε κτίριο πραγματοποιούνται ιδιομορφικές αναλύσεις μέσω του λογισμικού DRAIN-2DX. Οι ιδιομορφικές αναλύσεις εκτελούνται για τα πλαίσια στην διεύθυνση X, όπως όλες οι υπόλοιπες αναλύσεις, προκειμένου να εκτιμηθεί η ποιοτική συμπεριφορά των κατασκευών. Πιο συγκεκριμένα, μας αφορά κυρίως η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος με την αντίστοιχη ιδιομορφή. Έτσι, παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα της ιδιομορφικής ανάλυσης για κάθε κτίριο:

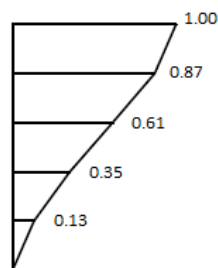
- Για το κτίριο K60B59, με θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T_1=0.97$  sec, προκύπτουν οι ιδιομορφές:

$$\varphi_1 = \begin{cases} 0.31 \\ 0.52 \\ 0.76 \\ 0.92 \\ 1.00 \end{cases}$$



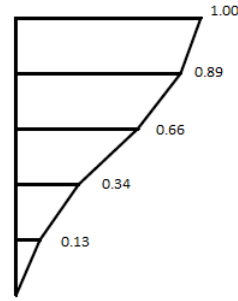
- Για το κτίριο K60C59, με θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T_1=0.72$  sec, προκύπτουν οι ιδιομορφές:

$$\varphi_1 = \begin{cases} 0.13 \\ 0.35 \\ 0.61 \\ 0.87 \\ 1.00 \end{cases}$$



- Για το κτίριο K60D59, με θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T_1=0.76$  sec, προκύπτουν οι ιδιομορφές:

$$\varphi_1 = \begin{cases} 0.13 \\ 0.34 \\ 0.66 \\ 0.89 \\ 1.00 \end{cases}$$



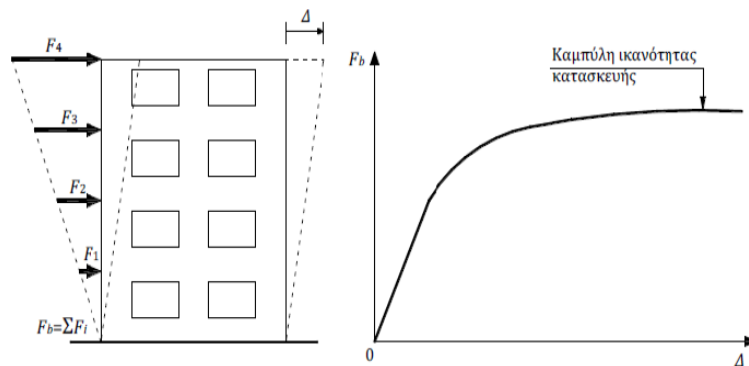
Όσον αφορά το προφίλ των οριζόντιων δυνάμεων, έχει επιλεχθεί τριγωνική κατανομή των σεισμικών φορτίων, οι τελικές τιμές των οποίων, δίνονται παρακάτω:

$$F_{K60B59} = \begin{cases} 74.4 \\ 116.0 \\ 169.6 \\ 223.2 \\ 276.8 \end{cases} \quad F_{K60C59} = \begin{cases} 28.2 \\ 84.6 \\ 141.0 \\ 197.4 \\ 253.8 \end{cases} \quad F_{K60D59} = \begin{cases} 37.8 \\ 113.4 \\ 189.0 \\ 264.6 \\ 340.2 \end{cases}$$

## 2) Μη Γραμμικές Στατικές Αναλύσεις

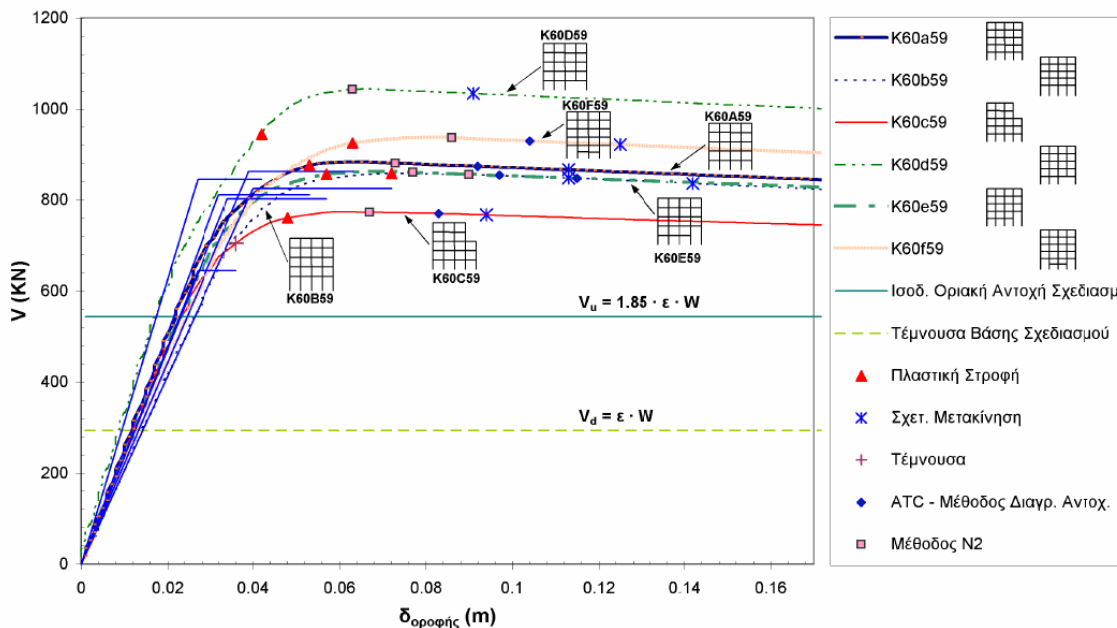
Ένας τρόπος αποτίμησης της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής, είναι η μη γραμμική στατική ανάλυση. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, οι μη γραμμικές αναλύσεις θα χρησιμοποιηθούν για σύγκριση με τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από τις Δυναμικές Επαυξητικές Αναλύσεις. Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτίμηση είναι η δημιουργία της καμπύλης ικανότητας της κατασκευής. Η καμπύλη ικανότητας εκφράζει την μη γραμμική σχέση ανάμεσα στο επιβαλλόμενο οριζόντιο φορτίο και την απόκριση που παρουσιάζει η κατασκευή για κάθε επίπεδο του φορτίου αυτού.

Αρχικά, προκειμένου να υπολογιστεί η καμπύλη ικανότητας, πρέπει να επιλεχθεί ένας τρόπος κατανομής των φορτίων καθ' ύψος των κτιρίων. Οι συνηθέστεροι τρόποι κατανομής των φορτίων είναι η ομοιόμορφη κατανομή και η τριγωνική. Αφού οριστεί ο τρόπος κατανομής των φορτίων, τότε αρχίζουν να γίνονται πολλές στατικές επιλύσεις της κατασκευής με σταδιακή αύξηση της τέμνουσας βάσης. Σε κάθε βήμα, υπολογίζεται η μετακίνηση της οροφής, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη μειωμένη δυσκαμψία των στοιχείων που έχουν διαρρεύσει.



**Σχήμα 4.1: Κατασκευή καμπύλης ικανότητας πολυώροφου κτιρίου (Ψυχάρης 2015)**

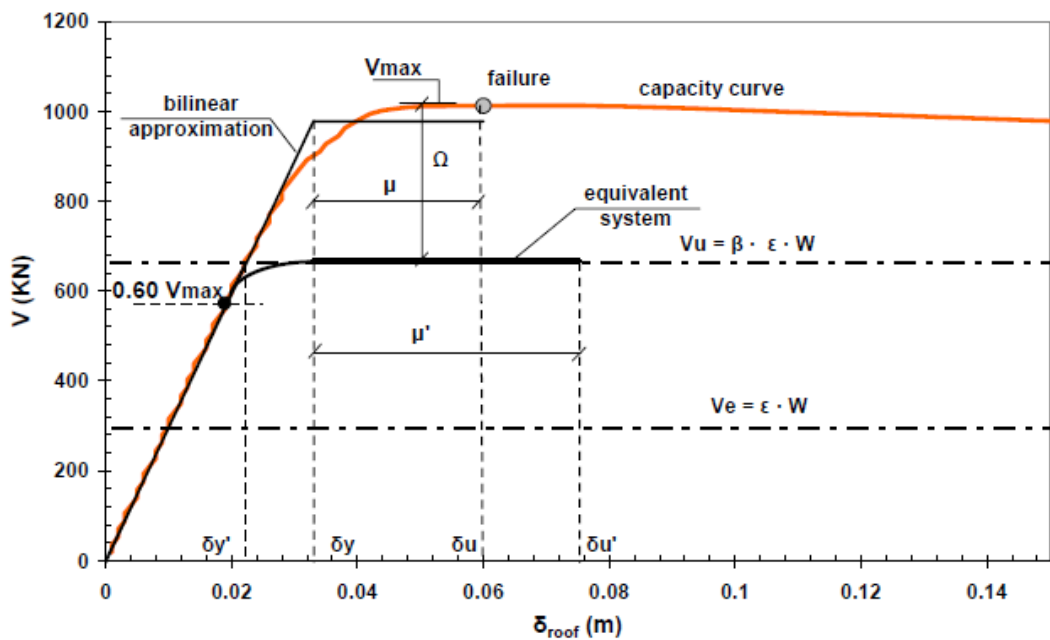
Από τις μη γραμμικές στατικές αναλύσεις που έχουν διεξαχθεί ήδη (Reparis, Zeris 2018), προέκυψαν οι παρακάτω καμπύλες ικανότητας (σχήμα 4.2) και οι αντίστοιχες διγραμμικοποιήσεις αυτών, για συγκεκριμένες κατηγορίες κτιρίων μη κανονικών καθ' ύψος και οι αντίστοιχοι παράμετροι για τα υπό μελέτη κτίρια K60B59, K60C59, K60D59, για τριγωνική κατανομή φορτίου. Το διάγραμμα αυτό παρουσιάζει τις μετακινήσεις που υπόκειται η οροφή σε σχέση με την τέμνουσα βάση. Επίσης δίνεται και η ισοδύναμη οριακή τέμνουσα βάσης του σχεδιασμού. Πάνω στις καμπύλες σχεδιασμού, παρουσιάζονται τα κριτήρια αστοχίας που έχουν υπερβληθεί πρώτη φορά στα κτίρια σε κάποιο μέλος τους, όπως επίσης και οι αναμενόμενες μετακινήσεις για τον σεισμό σχεδιασμού, σύμφωνα με την μέθοδο N2 και της μεθόδου διαγράμματος ικανότητας (Capacity Spectrum Method).



**Σχήμα 4.2: Καμπύλες ικανότητας από μη γραμμική στατική ανάλυση για τριγωνική κατανομή κτιρίων του '60 (Reparis 2007)**

Πίνακας 4.1: Παράμετροι κτιρίων για μη γραμμικές στατικές αναλύσεις

Κτίριο	$T_1$ (s)	$q$	$\mu$	$V_{max}$	$\delta_y$ (cm)	$\delta_u$ (cm)	L.C.
K60B59	0.97	2.34	1.80	858.7	4.0	7.2	$\theta_{pl}$
K60C59	0.72	1.55	1.33	705.0	2.7	3.6	Shear
K60D59	0.76	1.98	1.56	945.0	2.7	4.2	$\theta_{pl}$



Σχήμα 4.3: Υπολογισμός υπεραντοχής, πλαστιμότητας και συντελεστή συμπεριφοράς για υφιστάμενη κατασκευή Ω.Σ.

Η διγραμμικοποίηση της καμπύλης ικανότητας, έχει γίνει χρησιμοποιώντας την μέγιστη μετακίνηση  $\delta_u$ , και χρησιμοποιώντας την μέθοδο των ίσων εμβαδών, προκύπτει και η τιμή  $\delta_y$ . Η διγραμμική αυτή νέα καμπύλη, έχει δύο κλάδους. Ο ελαστικός κλάδος, ο οποίος αγγίζει την τιμή  $\delta_y$ , πρέπει να τέμνει την καμπύλη ικανότητας στο 60% της  $V_{max}$ , η οποία έχει προκύψει από τις αναλύσεις S.P.O., και ο μετελαστικός κλάδος, θεωρείται εδώ οριζόντιος, μέχρι την μετακίνηση  $\delta_u$ . Έτσι, προκύπτει η πλαστιμότητα του κτιρίου:

$$\mu = \frac{\delta_u}{\delta_y} \quad (\text{Εξ. 4. 1})$$

Αφού οριστεί η πλαστιμότητα του συστήματος, γίνεται υπολογισμός της υπεραντοχής. Ως υπεραντοχή ορίζεται ο λόγος της μέγιστης τέμνουσας βάσης  $V_{max}$  η οποία έχει οριστεί από τις αναλύσεις SPO, προς την οριακή τέμνου βάσης αστοχίας  $V_u$ , η οποία έχει υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τις μέσες μηχανικές ιδιότητες. Για τα παραπάνω μεγέθη, ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις:

$$\Omega = \frac{V_{max}}{V_u} \quad (\text{Εξ. 4. 2})$$

$$V_u = V_e * \beta \quad (\text{Εξ. 4. 3})$$

$$V_e = \varepsilon * W \quad (\text{Εξ. 4. 4})$$

Έχοντας υπολογίσει την υπεραντοχή, έπεται ο υπολογισμός της πλαστιμότητας του ισοδύναμου συστήματος  $\mu'$  από την σχέση:

$$\mu' = \Omega * \mu - \frac{\Omega}{2} + \frac{1}{2 * \Omega} \quad (\text{Εξ. 4. 5})$$

Τέλος, ο συντελεστής συμπεριφοράς  $q$  της κατασκευής, δίνεται από την παρακάτω κλαδική σχέση:

$$q = \begin{cases} 1, & \text{για } T < 0.03 \text{ sec} \\ \sqrt{2 * \mu' - 1}, & \text{για } 0.12 \text{ sec} < T < 0.5 \text{ sec} \\ \mu', & \text{για } T > 1.0 \text{ sec} \end{cases} \quad (\text{Εξ. 4. 6})$$

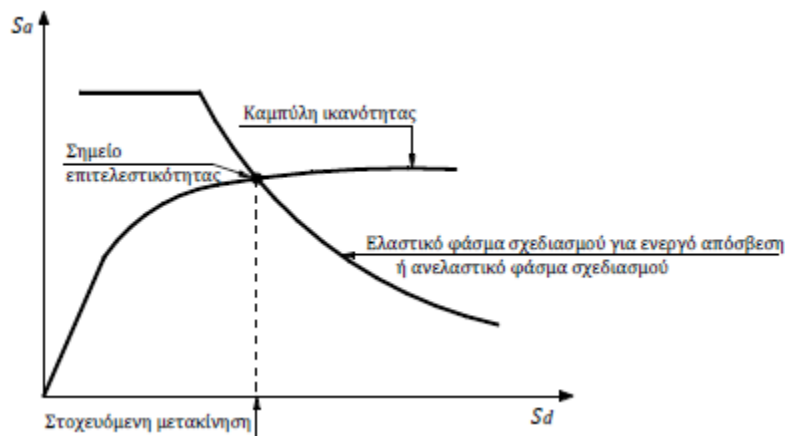
Οι ενδιάμεσες τιμές, οι οποίες δεν εμφανίζονται στην παραπάνω εξίσωση, υπολογίζονται μέσω γραμμικής παρεμβολής.

Τέλος από το σχήμα 4.2, μπορούν να βγουν τα επακόλουθα συμπεράσματα. Παρατηρείται ότι οι μετακινήσεις αστοχίας για όλες τις μορφές αστοχίας, κυμαίνονται από 3.5 cm έως 7.2 cm. Το κριτήριο αστοχίας που επικρατεί σε όλες τις μορφές ακανονικότητας είναι η πλαστική στροφή εκτός από το κτίριο το οποίο έχει εσοχές στα δύο τελευταία επίπεδα, το οποίο αστοχεί λόγω ανάπτυξης τέμνουσας. Όσον αφορά τις αναμενόμενες μετακινήσεις, η μέθοδος N2 δίνει πιο συντηρητικά αποτελέσματα σε σχέση με την μέθοδο διαγράμματος ικανότητας. Τέλος, το κτίριο με την ασυνέχεια υποστρωμάτων, παρουσιάζει μεγαλύτερη υπεραντοχή (K60D59), σε σύγκριση με τα υπόλοιπα.

Έπεται το κτίριο με ψηλότερο ισόγειο (K60B59) ενώ τελευταίο έρχεται το κτίριο με τις εσοχές στα πάνω επίπεδα (K60C59).

### 3.Υπολογισμός στοχευόμενων μετακινήσεων

Η γενική φιλοσοφία του υπολογισμού, είναι ότι το σημείο επιτελεστικότητας προκύπτει ως το σημείο τομής του φάσματος ικανότητας της κατασκευής (μετατροπή της καμπύλης ικανότητας σε μορφή ADRS) και του ανελαστικού φάσματος, το οποίο πρέπει να είναι και αυτό σε μορφή ADRS, για την αντίστοιχη πλαστιμότητα ή του ελαστικού φάσματος για την ενεργό απόσβεση. Δηλαδή, για την στοχευόμενη μετακίνηση, η ικανότητα της κατασκευής να παραλαμβάνει σεισμικά φορτία πρέπει να είναι η ίδια με την αντίστοιχη απαίτηση που προκύπτει από το φάσμα σχεδιασμού.



**Σχήμα 4.4: Προσδιορισμός της στοχευόμενης μετακίνησης**

Σημειώνεται, ότι για την μετακίνηση της κατασκευής, γίνεται χρήση του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος. Στην συγκεκριμένη θεώρηση, βασίζονται και οι μέθοδοι N2 όπως και ATC-40.

## Κεφάλαιο V: Δυναμικές ανελαστικές αναλύσεις

### 1.Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό, θα παρουσιαστούν τα επιταχυνσιογραφήματα, τα χαρακτηριστικά τους, και τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από τις δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις.

Αρχικά, έχουν επιλεγεί 54 επιταχυνσιογραφήματα κοντινού πεδίου, και 20 μακρινού πεδίου. Τα επιταχυνσιογραφήματα αυτά, χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση των δυναμικών επαυξητικών αναλύσεων. Έπειτα θα παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά τους, οι χρονοσειρές τους και το φάσμα τους σε σχέση με τον ΕΚ8.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα, αυτά που θα παρουσιαστούν στο κεφάλαιο αυτό (τα υπόλοιπα δίνονται στο Παράρτημα Γ), είναι κάποια κοινά διαγράμματα που δείχνουν την συμπεριφορά των τριών κτιρίων, τις πιθανότητες υπέρβασης που ορίζονται από τον κανονισμό, όπως επίσης και ποια είναι τα “αδύναμα” σημεία τους. Τέλος, θα γίνει σχολιασμός των αποτελεσμάτων.

### 2.Διεγέρσεις

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, χρησιμοποιήθηκαν 54 επιταχυνσιογραφήματα κοντινού πεδίου και 20 μακρινού. Τα χαρακτηριστικά τους (P.G.A. (g) , V.S.I. (cm) και για τα δύο είδη καταγραφών, συν την  $T_p$  (s) για τις καταγραφές κοντινού πεδίου), δίνονται στους πίνακες 5.1 και 5.2.

**Πίνακας 5.1: Χαρακτηριστικά διεγέρσεων μακρινού πεδίου**

<b>a/a</b>	<b>P.G.A. (g)</b>	<b>V.S.I. (cm)</b>
6	0.208	103.6
160	0.764	200.6
495	1.080	151.2
496	0.440	67.8
725	0.312	108.6
727	0.747	145.4
729	0.199	151.5
741	0.624	211.5
752	0.342	165.1
753	0.481	195.4
759	0.300	151.5

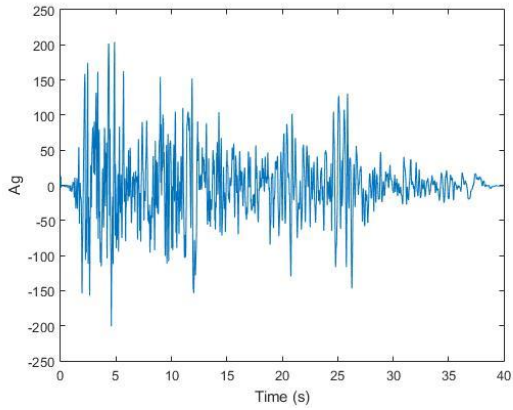
776	0.270	230.1
811	0.540	114.6
864	0.288	176.0
901	0.397	87.5
949	0.366	132.7
1012	0.382	89.1
1048	0.413	264.8
1081	0.378	93.7
1082	0.298	111.9

**Πίνακας 5.2: Χαρακτηριστικά διεγέρσεων κοντινού πεδίου**

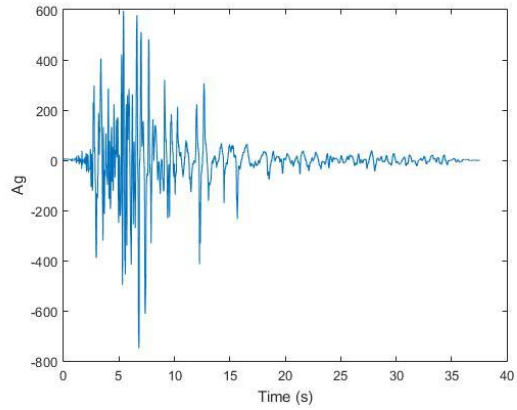
<b><math>a/a</math></b>	<b><math>T_p</math> (s)</b>	<b>P.G.A. (g)</b>	<b>V.S.I. (cm)</b>	<b><math>a/a</math></b>	<b><math>T_p</math> (s)</b>	<b>P.G.A. (g)</b>	<b>V.S.I. (cm)</b>
1	1.40	1.435	427.8	28	1.43	0.666	230.9
2	0.92	0.452	153.8	29	0.69	0.845	259.2
3	1.63	0.357	167.1	30	0.81	0.234	107.5
4	1.89	0.311	175.8	31	0.77	0.255	108.4
5	4.76	0.158	77.9	32	2.40	0.419	391.9
6	4.78	0.180	107.0	33	2.30	0.222	123.4
7	3.00	0.378	265.4	34	1.53	0.406	212.0
8	6.23	0.175	98.2	35	5.93	0.363	186.2
9	7.34	0.369	122.2	36	2.42	0.483	318.5
10	5.54	0.225	61.2	37	2.68	0.615	302.1
11	4.30	0.357	152.6	38	7.58	0.138	69.6
12	3.76	0.375	190.0	39	4.56	0.709	169.8
13	3.89	0.442	181.1	40	1.37	0.222	145.9
14	3.49	0.462	237.9	41	2.93	0.516	230.1
15	5.07	0.455	136.5	42	2.93	0.516	229.9
16	5.90	0.417	160.8	43	2.34	0.274	121.8
17	4.24	0.258	99.1	44	2.16	0.570	246.9
18	1.13	0.399	122.2	45	2.38	0.426	305.1
19	2.63	0.231	132.1	46	3.34	0.499	140.0
20	3.00	0.172	108.8	47	0.91	1.376	363.6
21	0.55	0.849	169.5	48	1.11	0.870	538.8
22	0.74	0.808	199.7	49	2.95	0.594	436.3
23	0.38	0.717	135.6	50	3.06	0.839	280.8
24	0.76	0.806	259.2	51	2.62	0.733	363.2
25	1.16	0.243	143.5	52	1.23	0.645	286.0
26	1.49	0.205	123.4	53	2.08	0.682	675.5
27	1.39	0.229	144.1	54	4.47	0.238	71.3

Στη συνέχεια, δίνονται τα επιταχυνσιογραφήματα. Αρχικά εμφανίζονται οι καταγραφές μακρινού πεδίου, και έπειτα του κοντινού πεδίου.

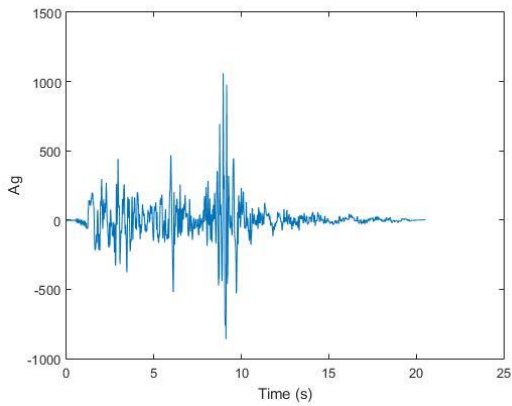




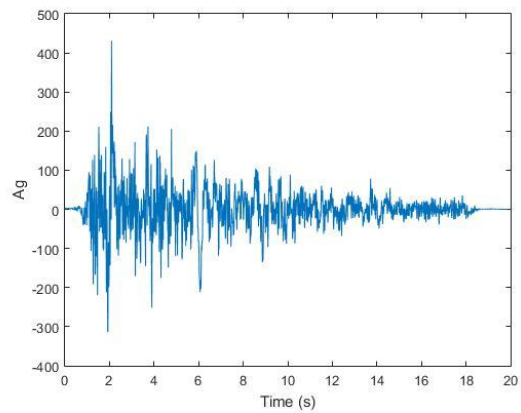
**Σχήμα 5.1: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 006**



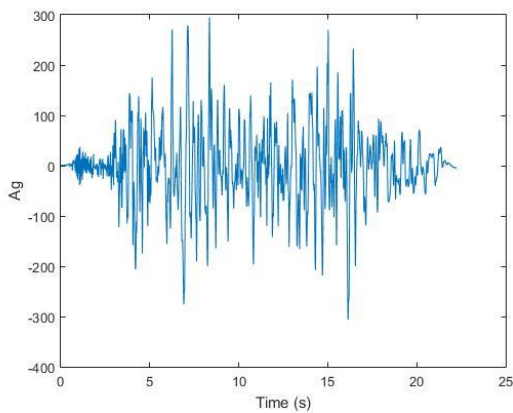
**Σχήμα 5.2: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 160**



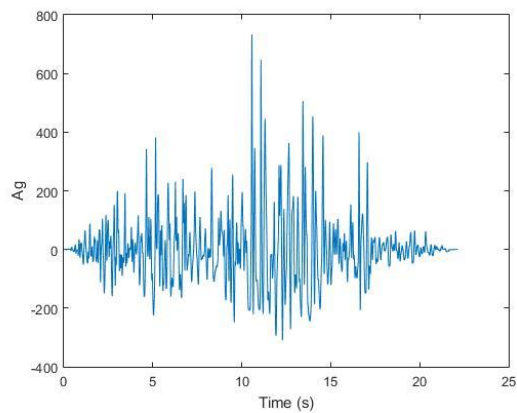
**Σχήμα 5.3: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 495**



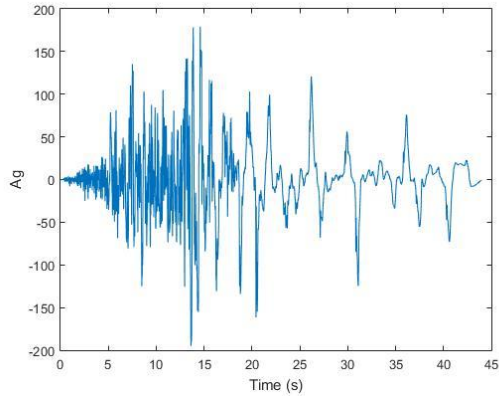
**Σχήμα 5.4: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 496**



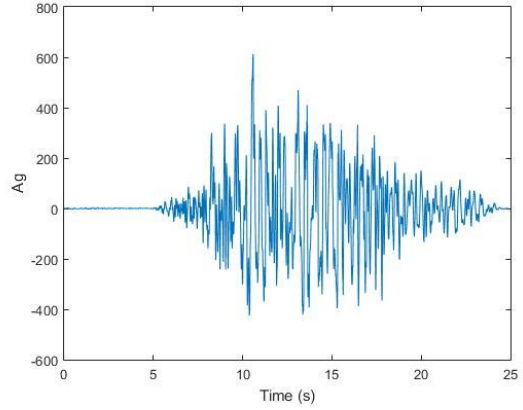
**Σχήμα 5.5: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 725**



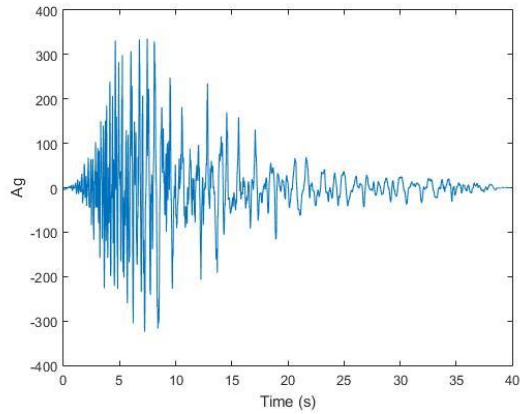
**Σχήμα 5.6: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 727**



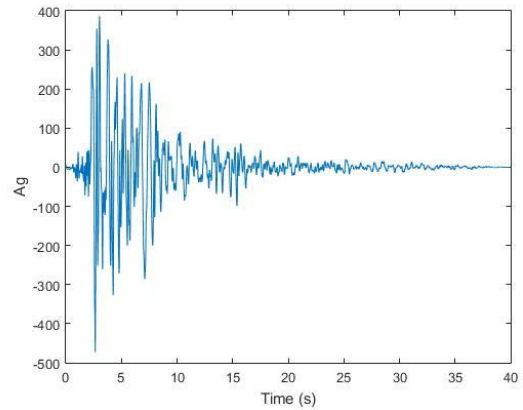
**Σχήμα 5.7: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 729**



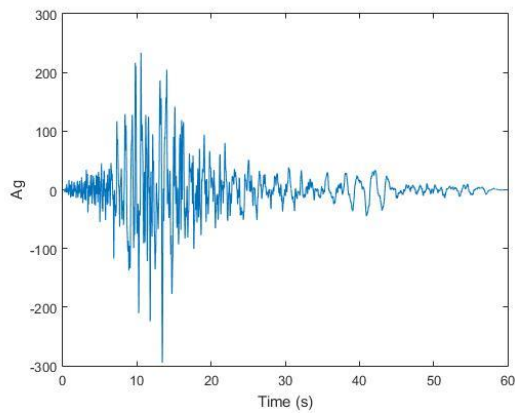
**Σχήμα 5.8: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 741**



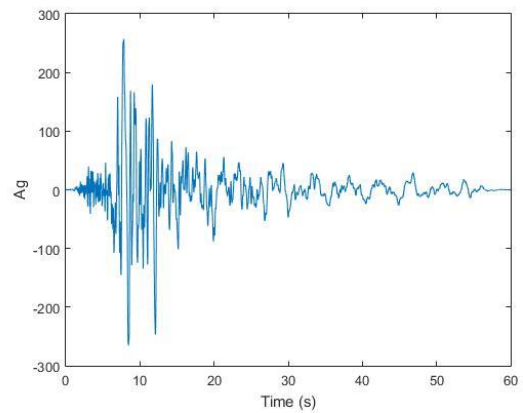
**Σχήμα 5.9: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 752**



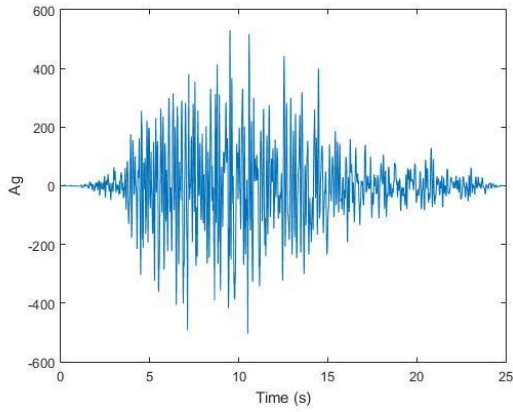
**Σχήμα 5.10: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 753**



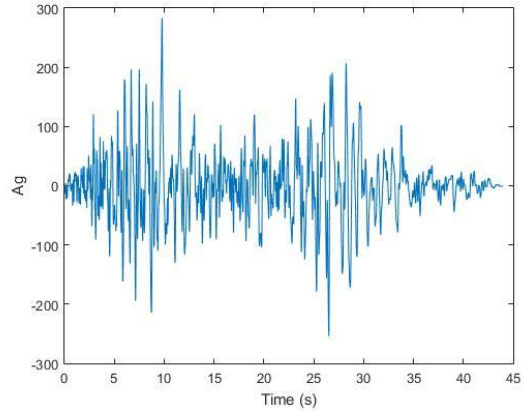
**Σχήμα 5.11: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 759**



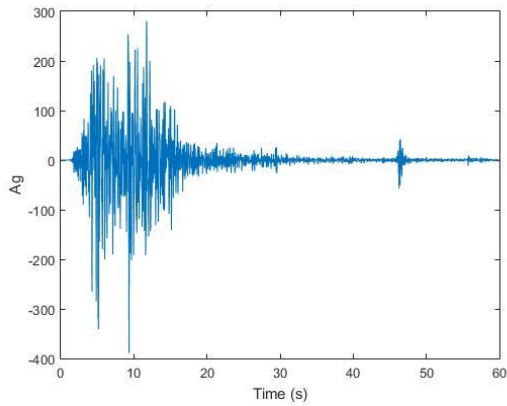
**Σχήμα 5.12: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 776**



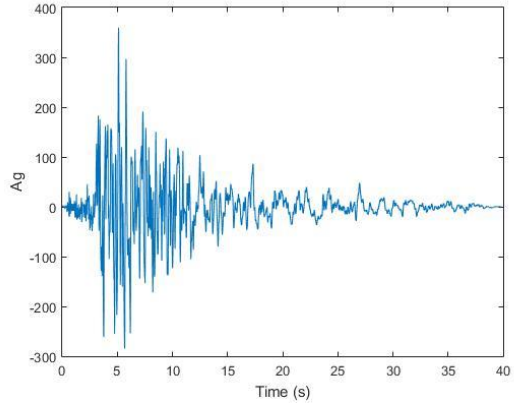
**Σχήμα 5.13: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 811**



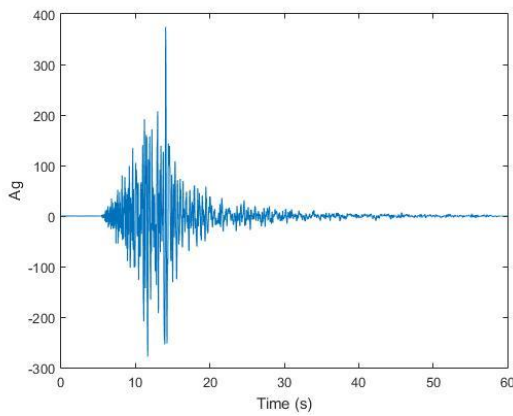
**Σχήμα 5.14: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 864**



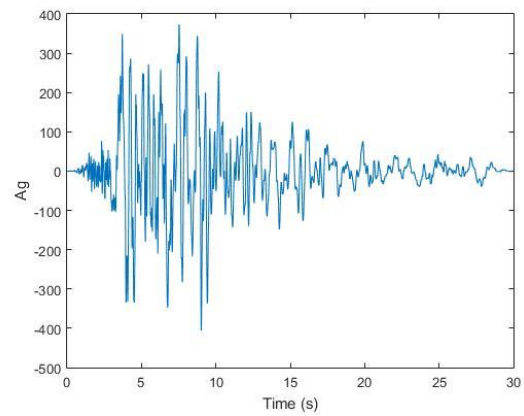
**Σχήμα 5.15: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 901**



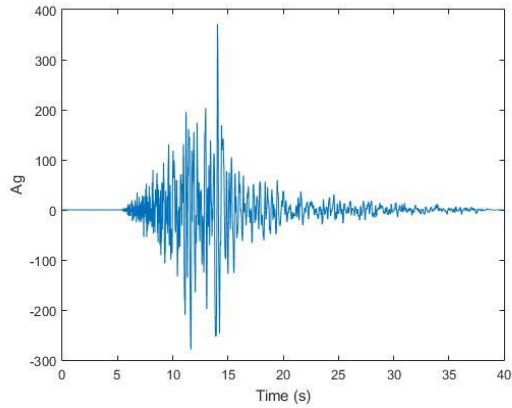
**Σχήμα 5.16: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 949**



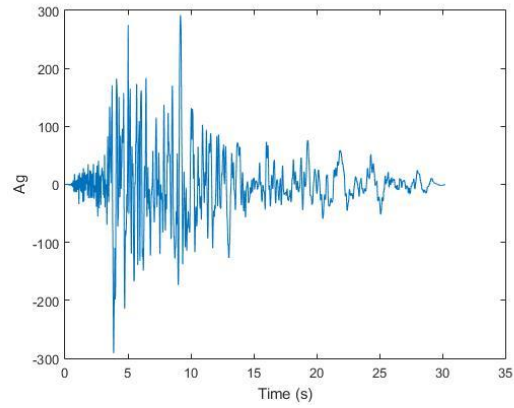
**Σχήμα 5.17: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 1012**



**Σχήμα 5.18: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 1048**

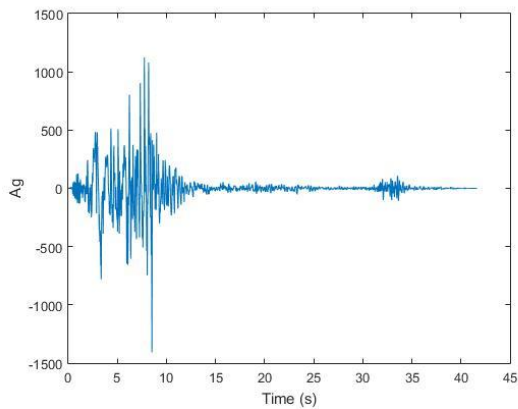


**Σχήμα 5.19: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 1081**

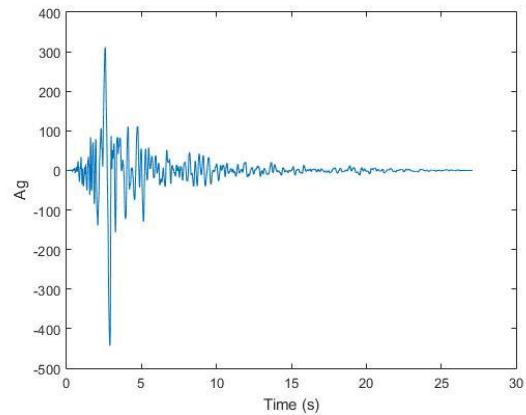


**Σχήμα 5.20: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 1082**

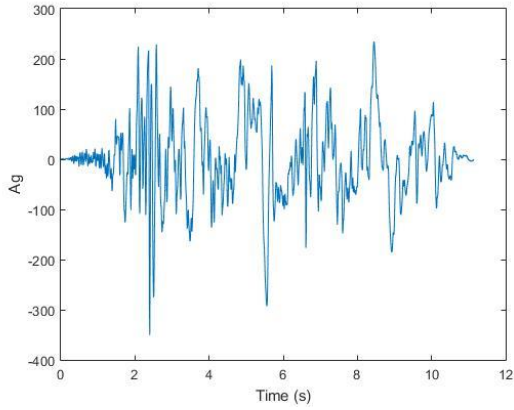
Στη συνέχεια, εμφανίζονται τα επιταχυνσιογραφήματα κοντινού πεδίου (δίνονται 55 σχήματα-55 επιταχυνσιογραφήματα, όμως το επιταχυνσιογράφημα 34 και 35 είναι ίδια, επομένως μετρούνται 54).



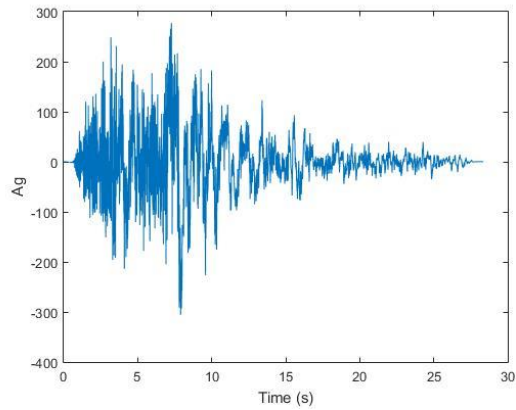
**Σχήμα 5.21: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 001**



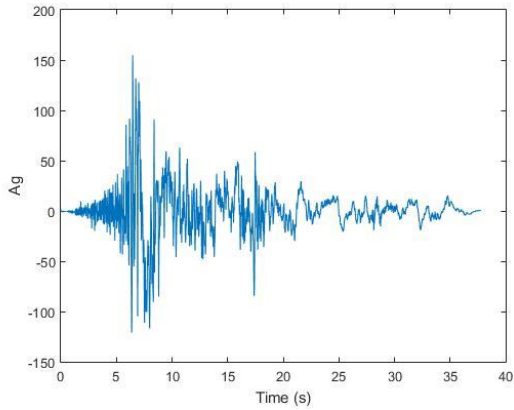
**Σχήμα 5.22: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 002**



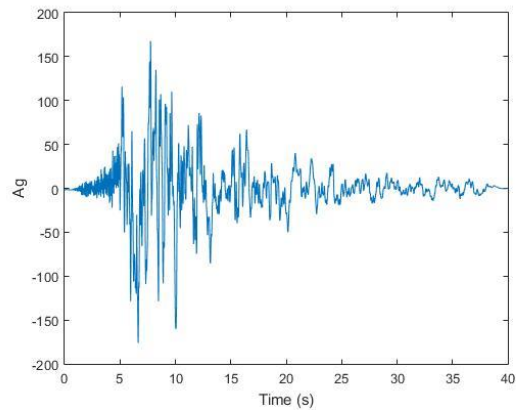
**Σχήμα 5.23: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 003**



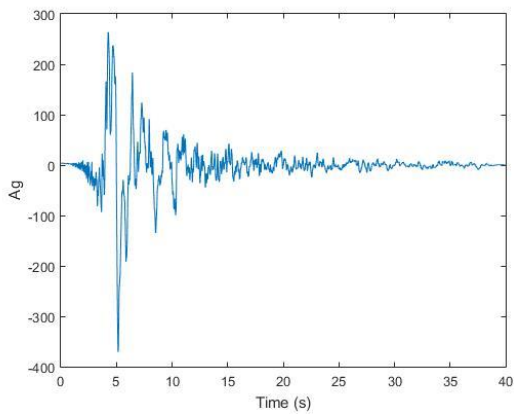
**Σχήμα 5.24: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 004**



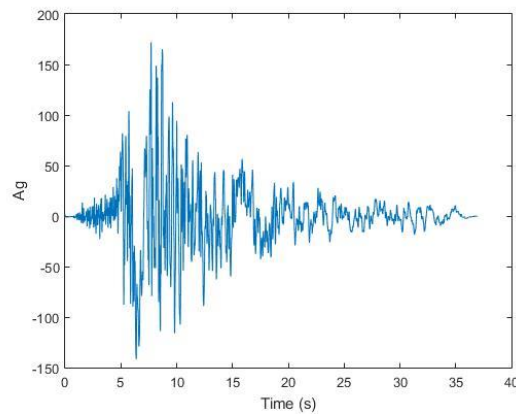
**Σχήμα 5.25: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 005**



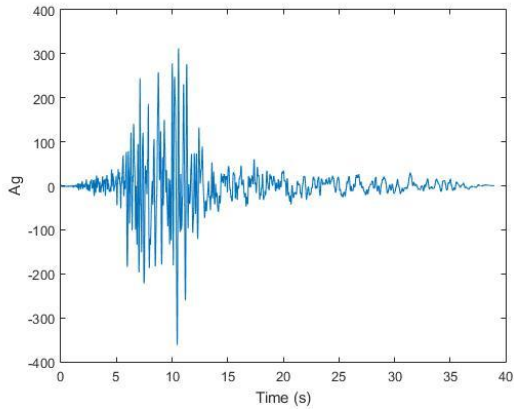
**Σχήμα 5.26: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 006**



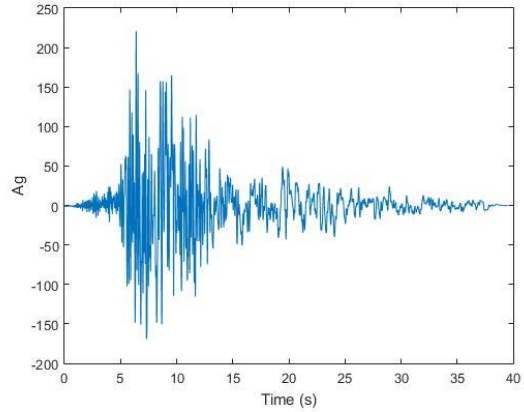
**Σχήμα 5.27: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 007**



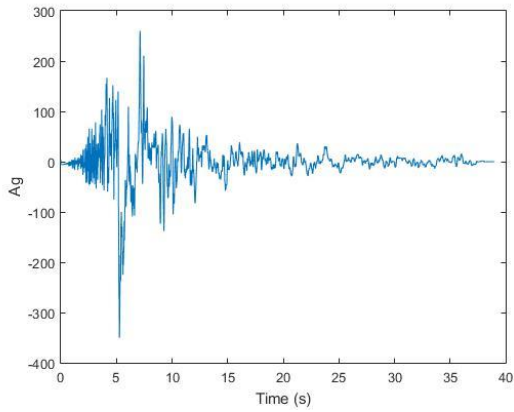
**Σχήμα 5.28: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 008**



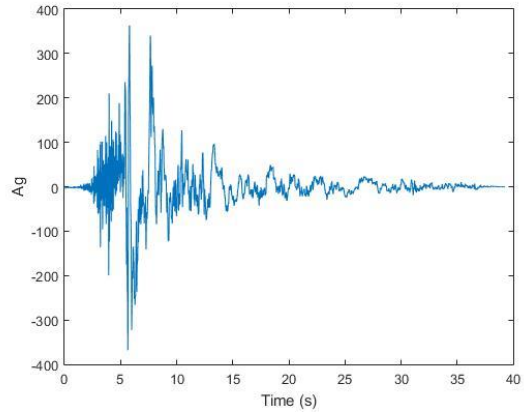
**Σχήμα 5.29: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 009**



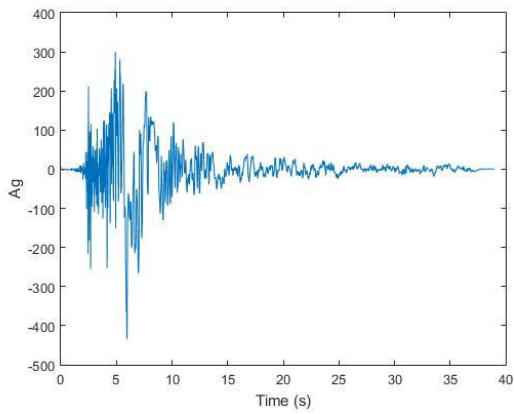
**Σχήμα 5.30: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 010**



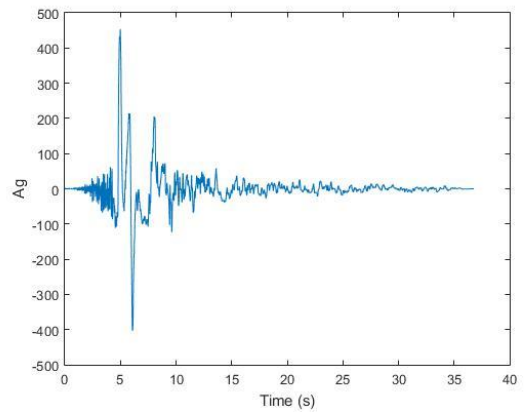
**Σχήμα 5.31: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 011**



**Σχήμα 5.32: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 012**

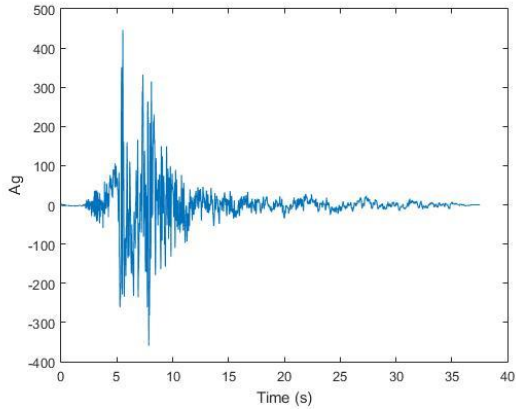


**Σχήμα 5.33: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 013**

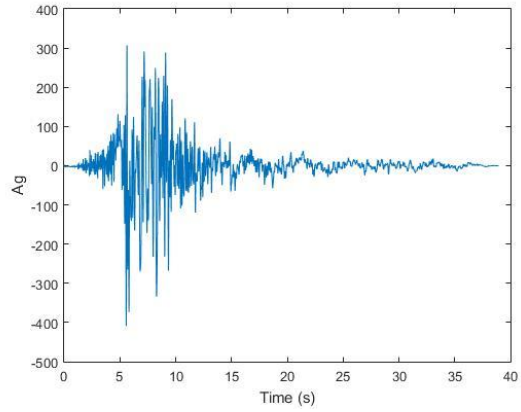


**Σχήμα 5.34: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 014**

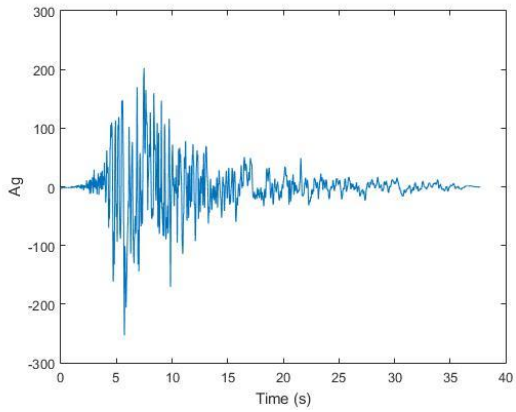




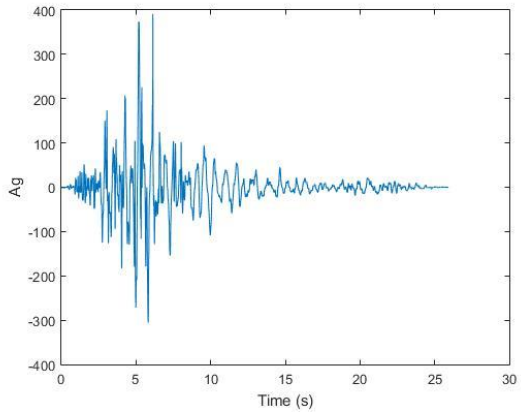
**Σχήμα 5.35: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 015**



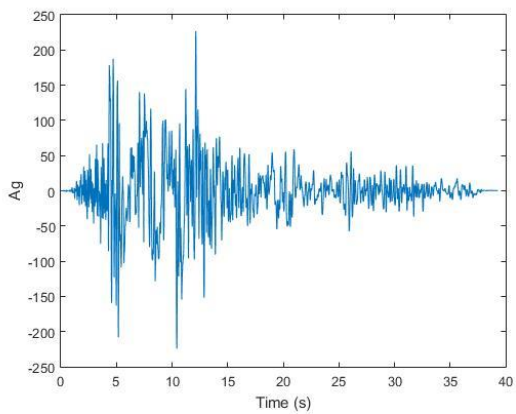
**Σχήμα 5.36: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 016**



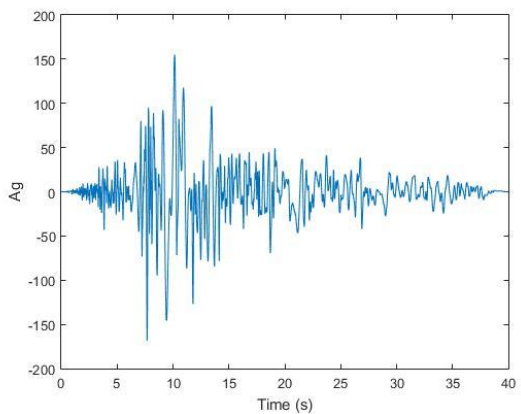
**Σχήμα 5.37: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 017**



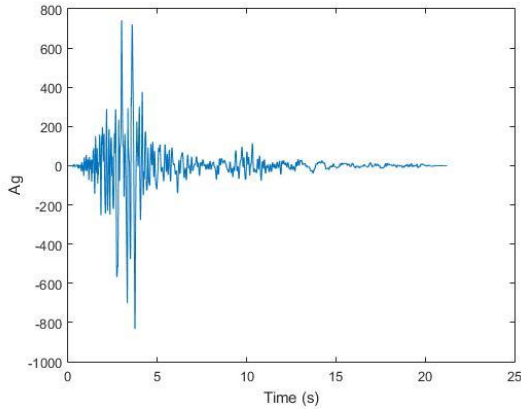
**Σχήμα 5.38: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 018**



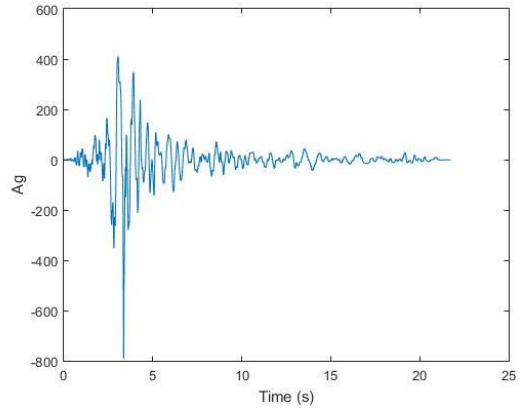
**Σχήμα 5.39: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 019**



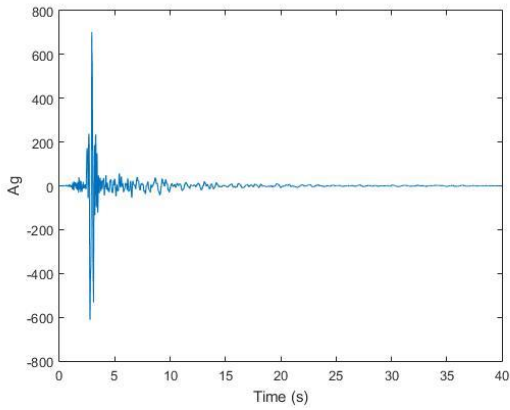
**Σχήμα 5.40: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 020**



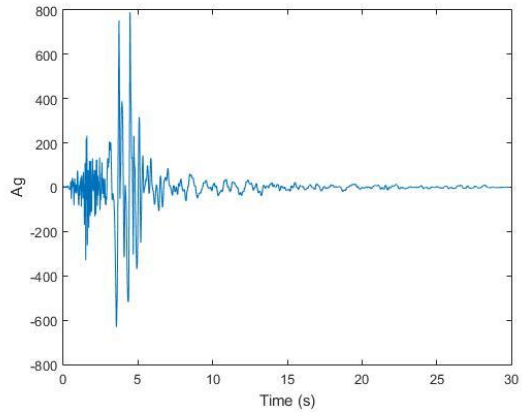
**Σχήμα 5.41: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 021**



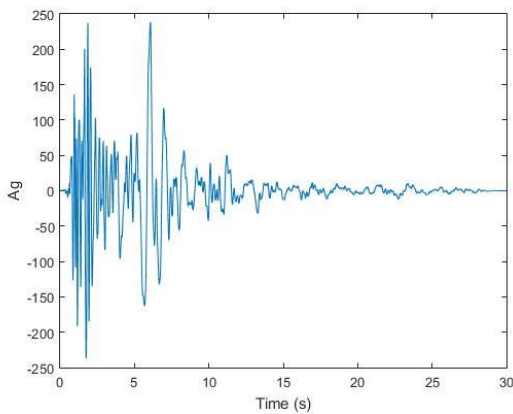
**Σχήμα 5.42: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 022**



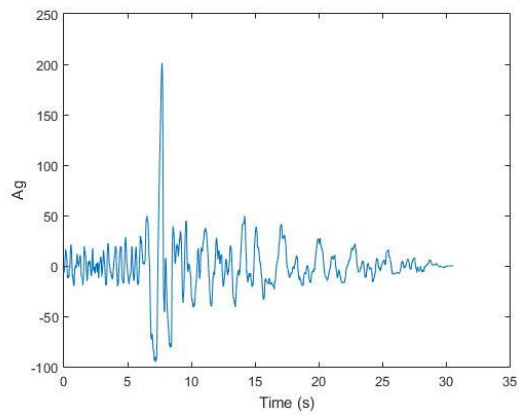
**Σχήμα 5.43: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 023**



**Σχήμα 5.44: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 024**

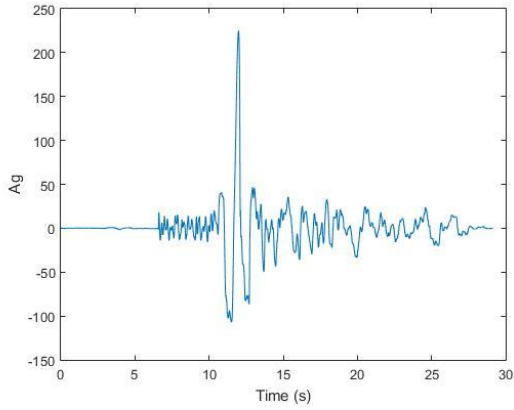


**Σχήμα 5.45: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 025**

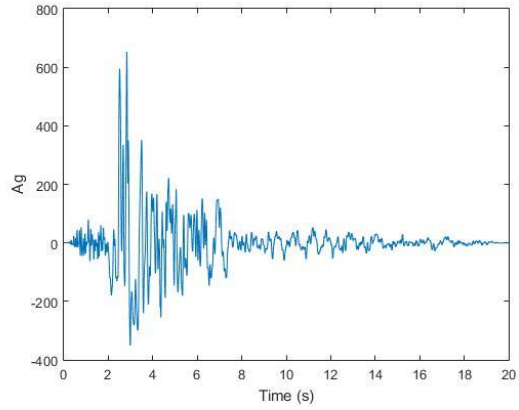


**Σχήμα 5.46: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 026**

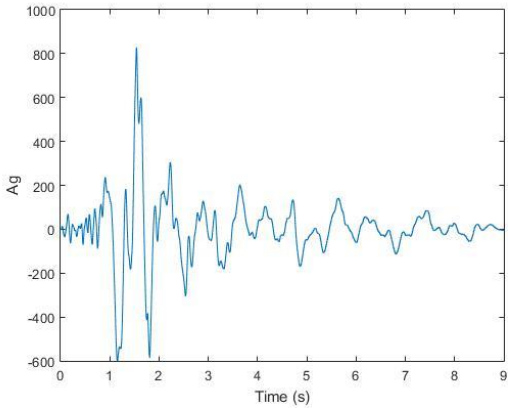




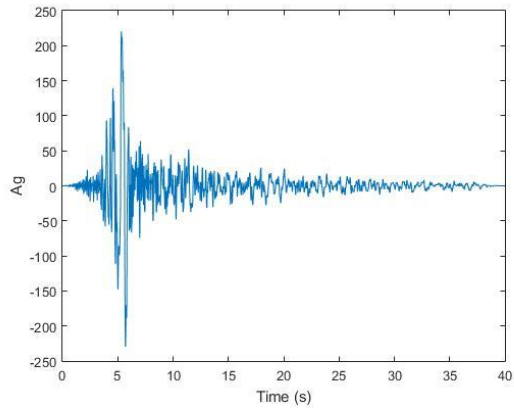
**Σχήμα 5.47: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 027**



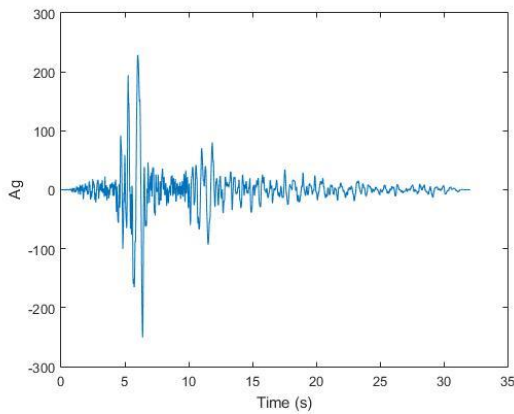
**Σχήμα 5.48: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 028**



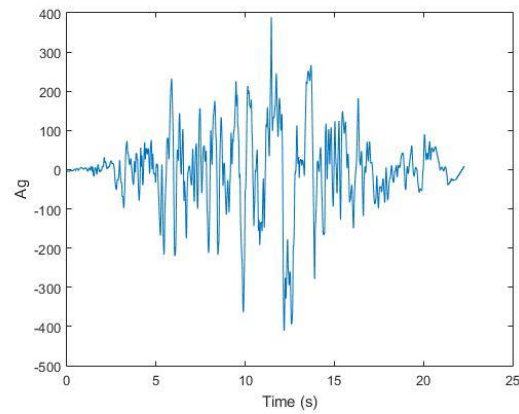
**Σχήμα 5.49: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 029**



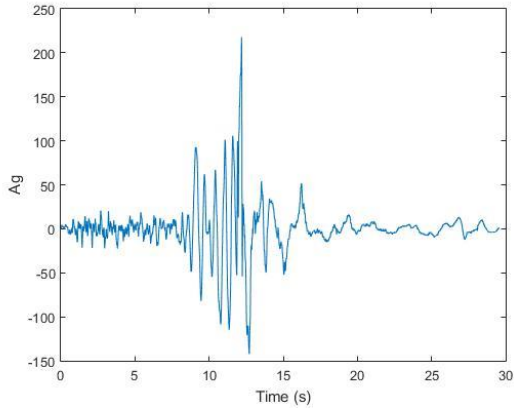
**Σχήμα 5.50: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 030**



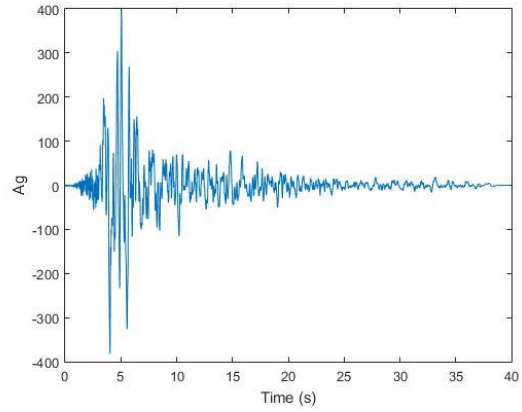
**Σχήμα 5.51: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 031**



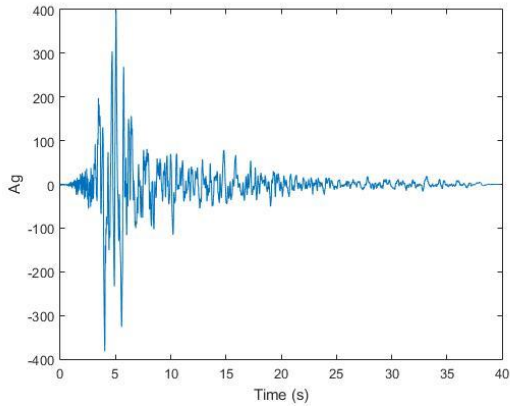
**Σχήμα 5.52: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 032**



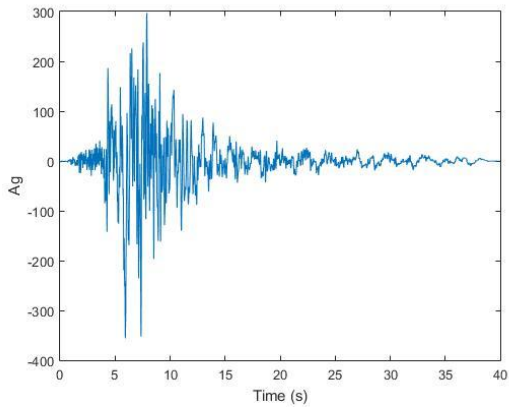
**Σχήμα 5.53: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 033**



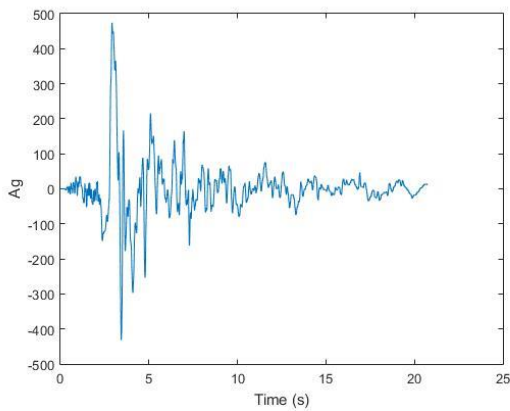
**Σχήμα 5.54: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 034**



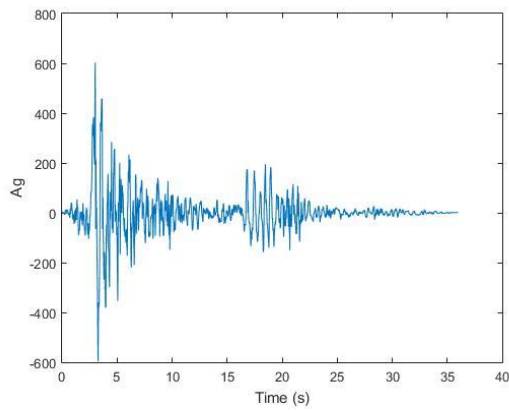
**Σχήμα 5.55: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 035**



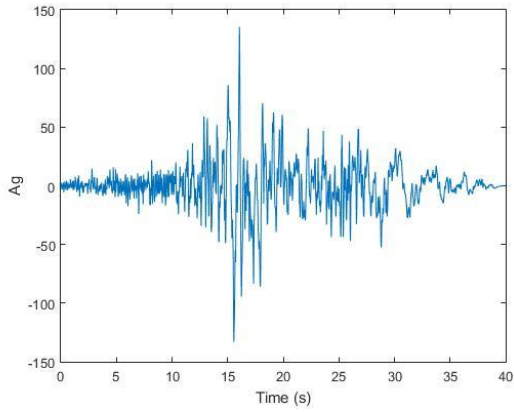
**Σχήμα 5.56: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 036**



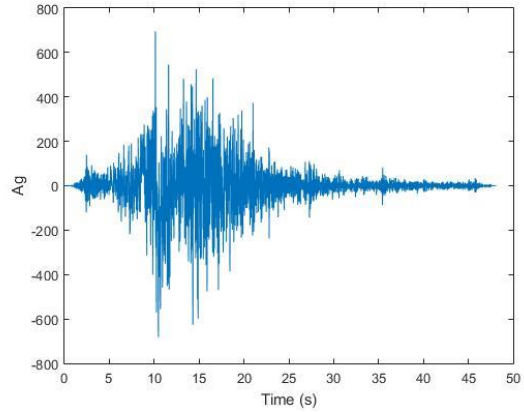
**Σχήμα 5.57: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 037**



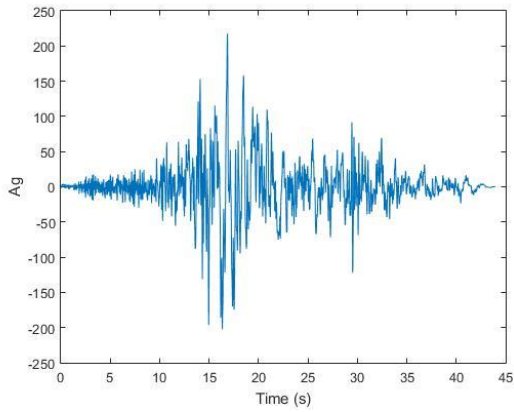
**Σχήμα 5.58: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 038**



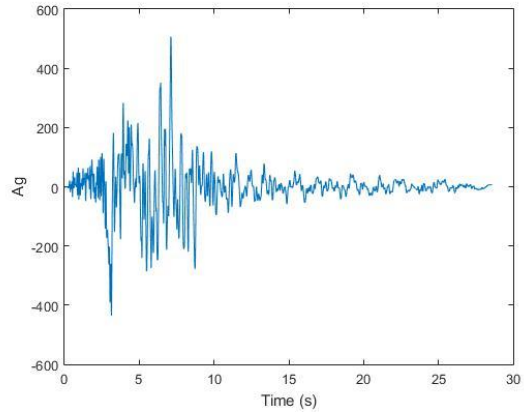
**Σχήμα 5.59: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 039**



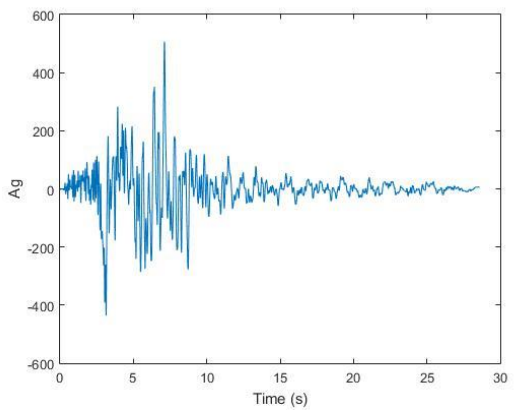
**Σχήμα 5.60: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 040**



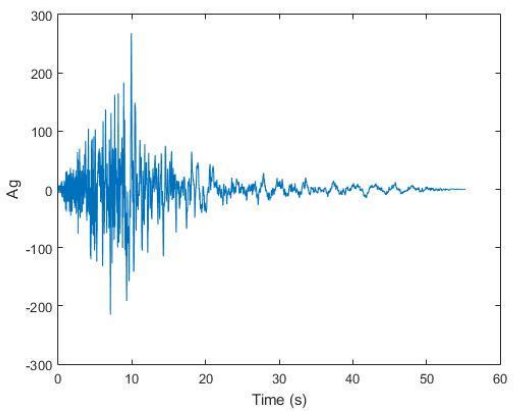
**Σχήμα 5.61: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 041**



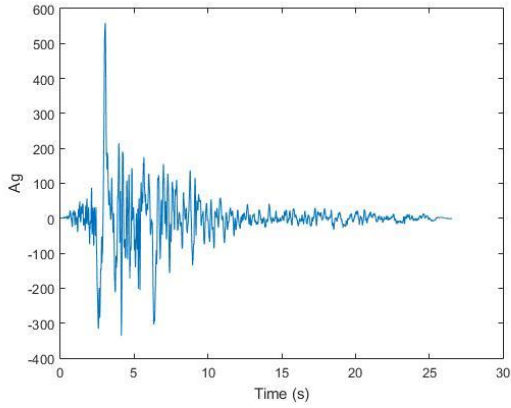
**Σχήμα 5.62: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 042**



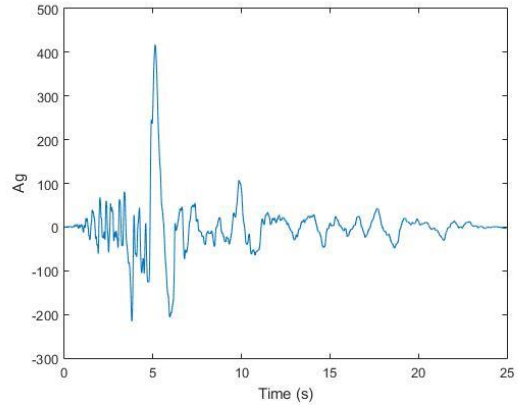
**Σχήμα 5.63: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 043**



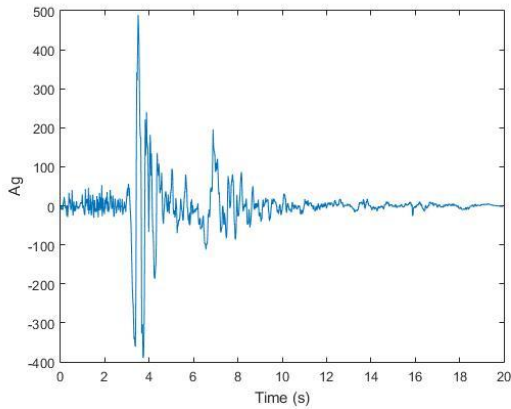
**Σχήμα 5.64: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 044**



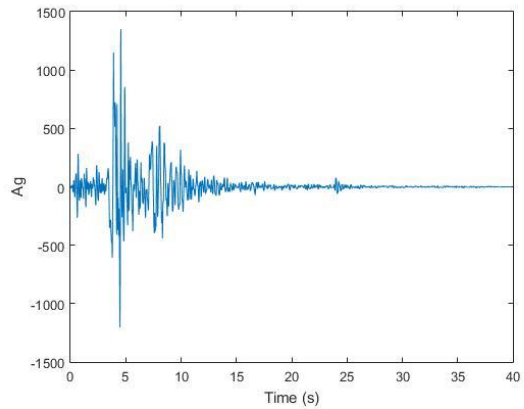
**Σχήμα 5.65: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 045**



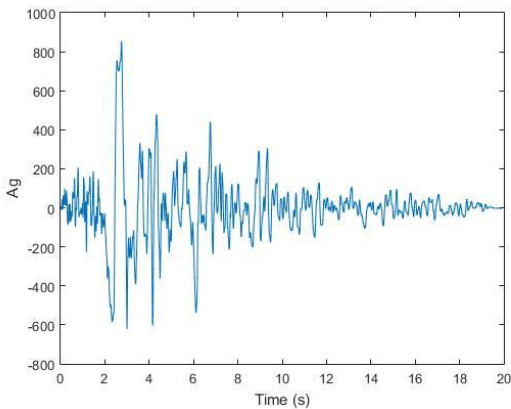
**Σχήμα 5.66: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 046**



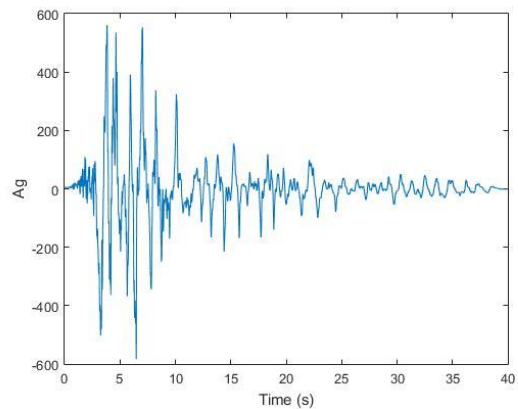
**Σχήμα 5.67: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 047**



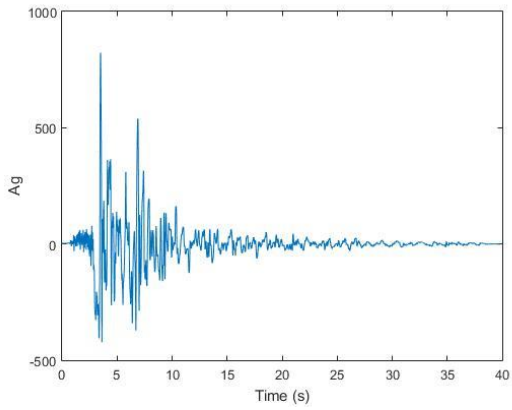
**Σχήμα 5.68: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 048**



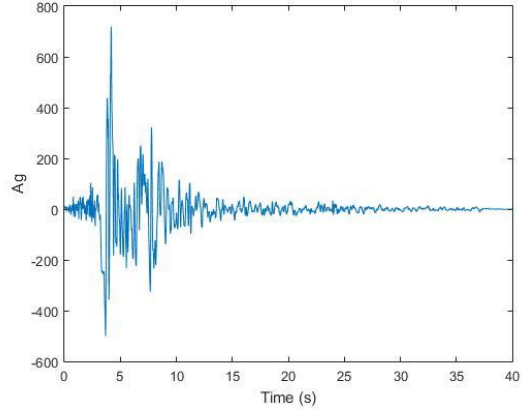
**Σχήμα 5.69: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 049**



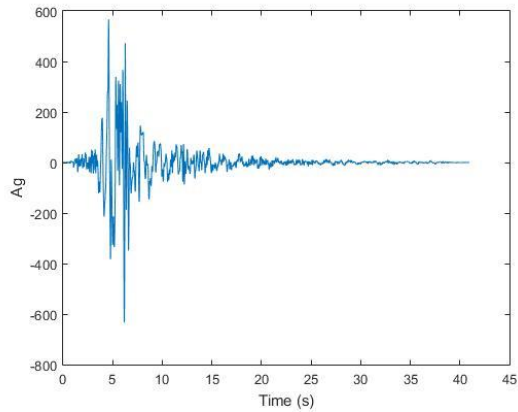
**Σχήμα 5.70: Επιταχυνσιογράφημα διέγερσης υπ' αριθμόν 050**



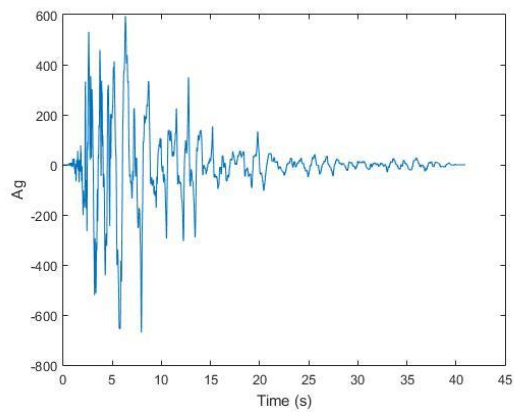
**Σχήμα 5.71: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 051**



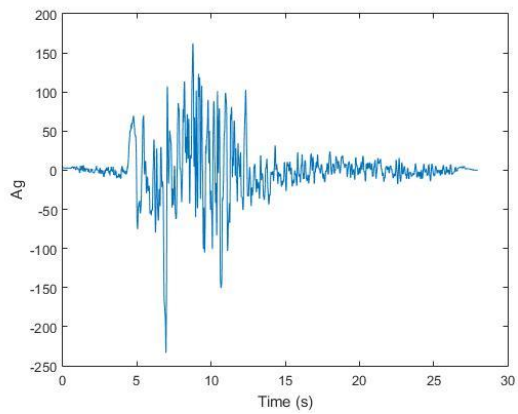
**Σχήμα 5.72: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 052**



**Σχήμα 5.73: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 053**

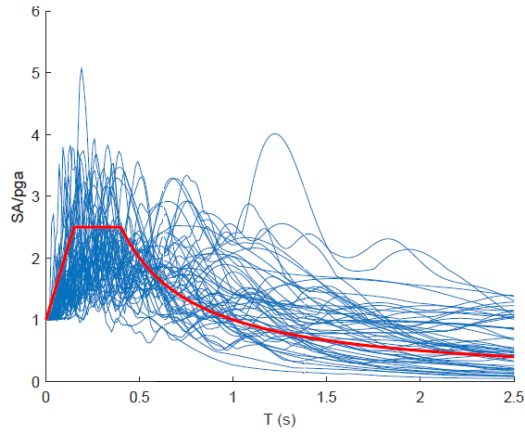


**Σχήμα 5.74: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 054**

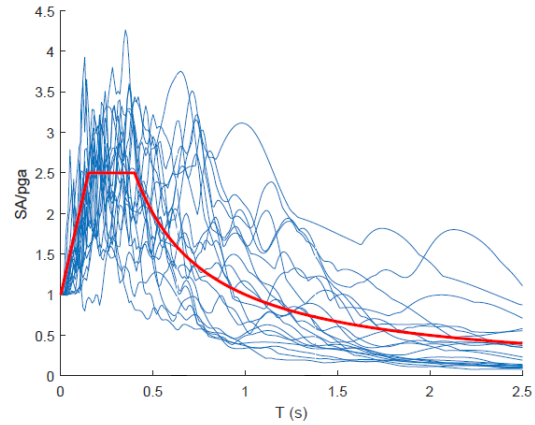


**Σχήμα 5.75: Επιταχυνσιογράφημα  
διέγερσης υπ' αριθμόν 055**

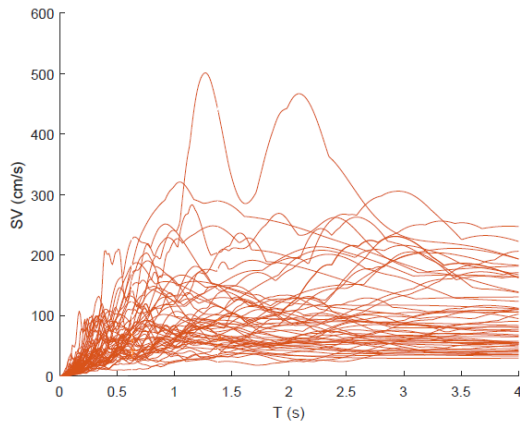
Τέλος, παρουσιάζονται τα φάσματα επιτάχυνσης και ταχύτητας όλων των καταγραφών, και συγκρίνονται με το φάσμα που ορίζει ο ΕΚ8.



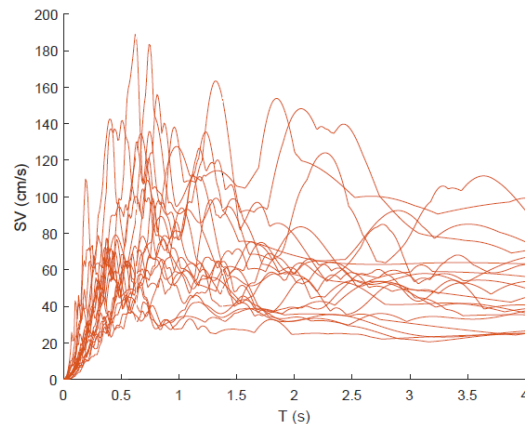
**Σχήμα 5.76: Φάσμα επιτάχυνσης διεγέρσεων κοντινού πεδίου**



**Σχήμα 5.77: Φάσμα επιτάχυνσης διεγέρσεων μακρινού πεδίου**



**Σχήμα 5.76: Φάσμα ταχύτητας διεγέρσεων κοντινού πεδίου**



**Σχήμα 5.77: Φάσμα ταχύτητας διεγέρσεων μακρινού πεδίου**

### 3) Δυναμική Επαυξητική Μέθοδος

Η Δυναμική Επαυξητική Μέθοδος (Incremental Dynamic Analysis – I.D.A.), περιλαμβάνει μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις και χρησιμοποιείται για την αποτίμηση της συμπεριφοράς κατασκευών. Ο σκοπός της μεθόδου είναι η κατασκευή να οδηγηθεί από την ελαστική περιοχή στην κατάρρευση, υπό μία ομάδα επιταχυνσιογραφημάτων, όπου κάθε ένα θα κλιμακώνεται σε διάφορα επίπεδα έντασης. Τα βήματα που απαιτούνται για την εφαρμογή της είναι:

- A) Δημιουργία ενός μη γραμμικού προσομοιώματος της κατασκευής
- B) Συλλογή των επιταχυνσιογραφημάτων, και επιλογή της κλιμάκωσης σε κατάλληλα επίπεδα έντασης
- Γ) Επιλογή των μέτρων έντασης και αποκρίσεως
- Δ) Εκτέλεση των δυναμικών αναλύσεων
- Ε) Επεξεργασία αποτελεσμάτων
- ΣΤ) Δημιουργία καμπύλων I.D.A. της κατασκευής σε όρους μέτρων απόκρισης και έντασης

Συγκεκριμένα, προκειμένου να υπάρχει μία επαρκής ακρίβεια στην συμπεριφορά της κατασκευής, απαιτείται ένα πλήθος επιταχυνσιογραφημάτων. Στην περίπτωση των κτιρίων που μελετούνται, επιλέχθηκαν και για τα τρία 55 καταγραφές για σεισμούς κοντινού πεδίου, και 20 καταγραφές μακρινού πεδίου όπως προαναφέρθηκε. Η κλιμάκωση στις αναλύσεις έγινε με τον αλγόριθμο *hunt & fill* (Vamvatsikos and Cornell 2002a). Σύμφωνα με αυτόν τον αλγόριθμο η κλιμάκωση γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται τα απαιτούμενα run από την ελαστική περιοχή στην κατάρρευση. Στις αναλύσεις θεωρήθηκε ότι η κατάρρευση επέρχεται για μετακινήσεις άνω των 35 cm, οπότε από εκεί και ύστερα, ο αλγόριθμος αρχίζει να γεμίζει τα μεγάλα κενά στην καμπύλη της I.D.A., χωρίς να επιτρέπονται κενά μεγαλύτερα από 0.05g ανάμεσα σε δύο διαδοχικά μέτρα έντασης. Για την κλιμάκωση αρχικά επιλέχτηκε σαν μέτρο έντασης η φασματική επιτάχυνση πρώτης ιδιομορφής με απόσβεση 5%,  $S_a(T_1, 5\%)$ . Θεωρήθηκε αρχικό βήμα 0.05g και μία αύξηση βήματος 0.02g. Το πρώτο ελαστικό run έγινε για 0.005g, ενώ συνολικά επιτρέπονται 30 run. Η ακρίβεια στην κατάρρευση προσδιορίστηκε για σφάλμα 10%.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, επόμενο βήμα είναι η επιλογή των μέτρων έντασης και αποκρίσεως. Και τα δύο αυτά μέτρα δεν μπορούν να λάβουν αρνητικές τιμές και δεν είναι δεσμευτικά, καθώς δίνεται η δυνατότητα να καταγραφούν παραπάνω από ένα μέτρα αποκρίσεως στις αναλύσεις, όπως επίσης και έκφρασης των I.D.A. σε διαφορετικά μέτρα εντάσεως. Σαν μέτρα εντάσεως επιλέχθηκαν η PGA (g) και η  $S_a(T_1, 5\%)$ , και σαν μέτρα αποκρίσεως η σχετική μετακίνηση ορόφων, η τέμνουσα βάσης και μετακινήσεις οροφής.

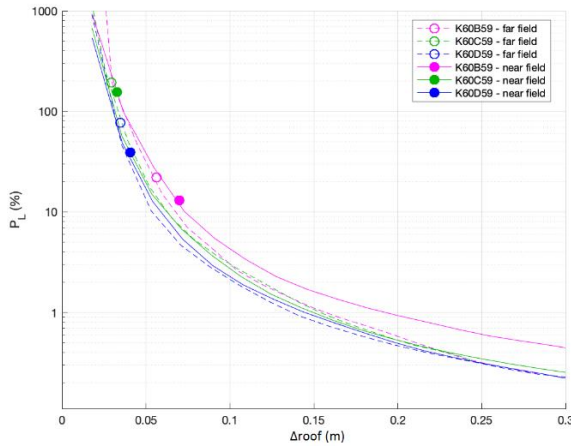
Αφού εκτελεστούν οι αναλύσεις, παράγεται η καμπύλη αποκρίσεως I.D.A.. Όταν ολοκληρωθούν τα runs, κάθε ένα θα δημιουργήσει ένα σημείο στο επίπεδο με ένα συγκεκριμένο μέτρο απόκρισης και μεγέθους, δημιουργώντας έτσι ένα σύνολο διακριτών σημείων, τα οποία ανήκουν στην καμπύλη. Με την κατάλληλη χρήση παρεμβολής (είτε κλαδικές γραμμικές συναρτήσεις, είτε με συναρτήσεις spline) αυτή παίρνει μορφή. Αφού παραχθεί η καμπύλη, δίνεται η δυνατότητα ορισμού πάνω της των στάθμεων επιτελεστικότητας, που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Επίσης, επειδή κάθε καταγραφή θα δημιουργήσει και μία δική της καμπύλη, μπορούν να συνοψιστούν όλες μαζί ώστε να είναι πιο εύκολες στην ανάγνωση και την επεξεργασία με την χρήση της μέσης καμπύλης και των αντίστοιχων αρνητικών και θετικών αποκλίσεων από αυτήν.



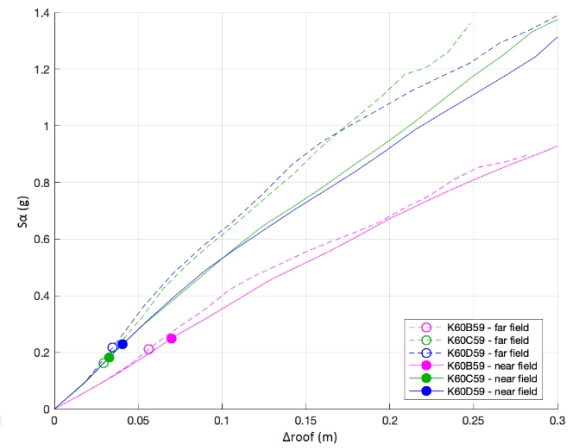
## 4. Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό, θα γίνει παρουσίαση των αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει από τις αναλύσεις. Αρχικά η παρουσίαση θα γίνει για όλα τα δομήματα, και έπειτα για κάθε δόμημα χωριστά, το οποίο θα χωριστεί σε δύο κατηγορίες που αφορούν τις καταγραφές (καταγραφές κοντινού και μακρινού πεδίου). Σε κάθε είδος καταγραφής για κάθε δόμημα, θα παρουσιαστούν τα διαγράμματα που προέκυψαν για αυτά, όπου στα διαγράμματα αυτά θα φαίνονται οι μετακινήσεις οροφής ( $\Delta_{roof}$ ) και η υπέρβαση της  $\theta_{pl,um}$ , για όλα τα επίπεδα, έπειτα για τα επίπεδα τα οποία είναι πιο κρίσιμα και τέλος για τα υποστυλώματα.

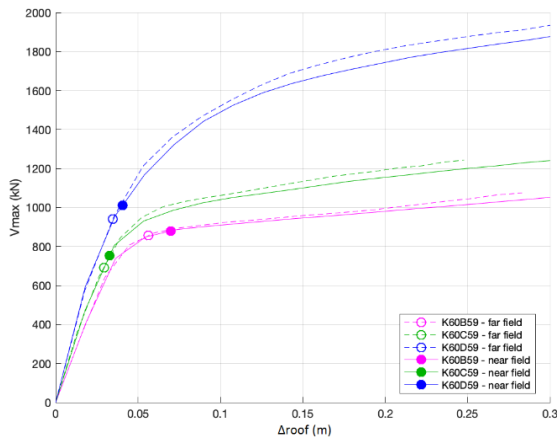
### A. Κοινά διαγράμματα κτιρίων



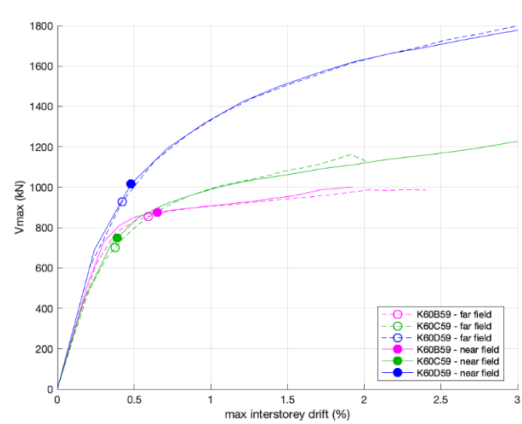
Σχήμα 5.78: Κοινό διάγραμμα  $P_L$ - $\Delta_{roof}$



Σχήμα 5.79: Κοινό διάγραμμα  $S_\alpha$ - $\Delta_{roof}$



Σχήμα 5.80: Κοινό διάγραμμα  $V_{max}$ - $\Delta_{roof}$



Σχήμα 5.81: Κοινό διάγραμμα  $V_{max}$ - $D_r$

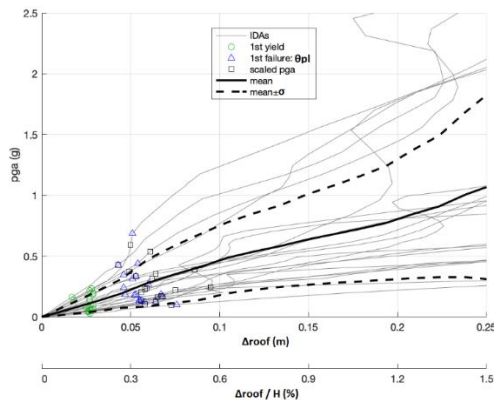


Βάση των παραπάνω διαγραμμάτων, παρατηρούμε ότι για κανένα κτίριο, δεν υπάρχει πιθανότητα υπέρβασης κάτω από 10%. Η αστοχία και για τα τρία κτίρια επέρχεται για ένα μικρό εύρος τιμών της φασματικής επιτάχυνσης  $S_a$  (g). Στο διάγραμμα  $V_{max}-\Delta_{roof}$  παρατηρείται ότι μεγαλύτερο  $V_{max}$  άρα και μεγαλύτερη υπεραντοχή αναπτύσσει το κτίριο K60D59, έπειτα το K60B59 και τελευταίο το K60C59, ενώ μεγαλύτερη μετακίνηση οροφής έχει το K60B59, το οποίο αστοχεί πλάστιμα σε πλαστική στροφή, μετά το K60D59 που παρουσιάζει και αστοχία λόγω ανάπτυξης οριακής αντοχής τέμνουσας σε κάποιο μέλος, και τέλος το K60C59 που αστοχεί ψαθυρά σε τέμνουσα. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προηγούμενα, αναμένεται κάτι αντίστοιχο και για το διάγραμμα σχετικής μετακίνησης και μέγιστης τέμνουσας βάσης, όπου πράγματι το κτίριο K60B59 εμφανίζει την μεγαλύτερη σχετική μετακίνηση ορόφων, στην συνέχεια ακολουθεί το K60D59 και τέλος το K60C59.

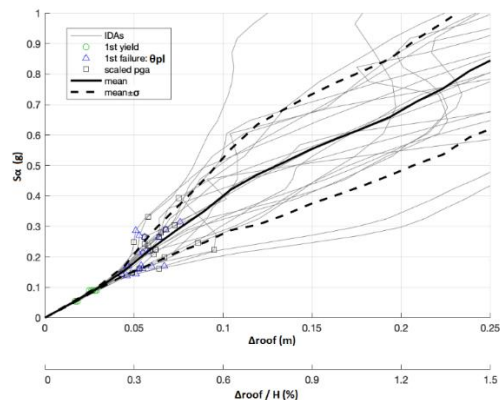
## **B) Διαγράμματα κτιρίου K60B59**

### α) Καταγραφές μακρινού πεδίου

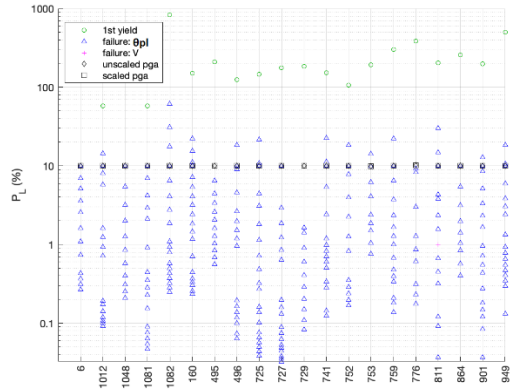
#### ι) Διαγράμματα καμπύλων IDA και πιθανοτήτων υπέρβασης



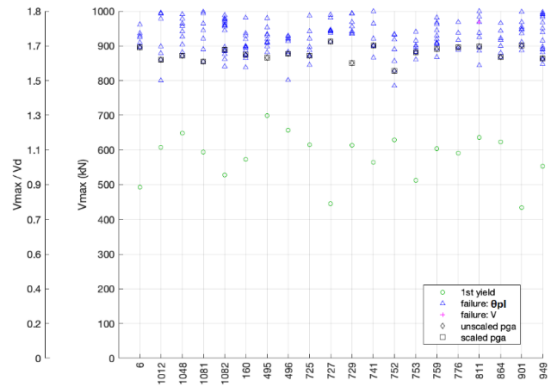
**Σχήμα 5.82: Διάγραμμα P.G.A.- $\Delta_{roof}$**



**Σχήμα 5.83: Διάγραμμα  $S_a$ - $\Delta_{roof}$**

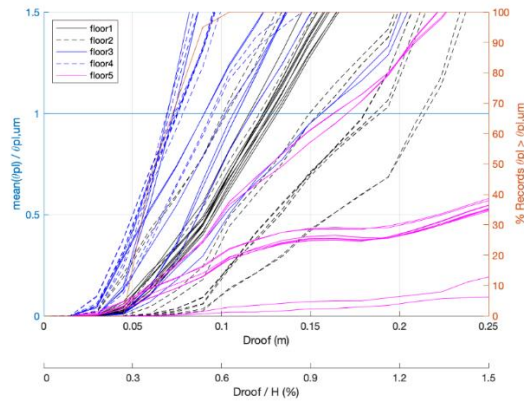


**Σχήμα 5.84: Διάγραμμα  $P_L$  ανά καταγραφή**



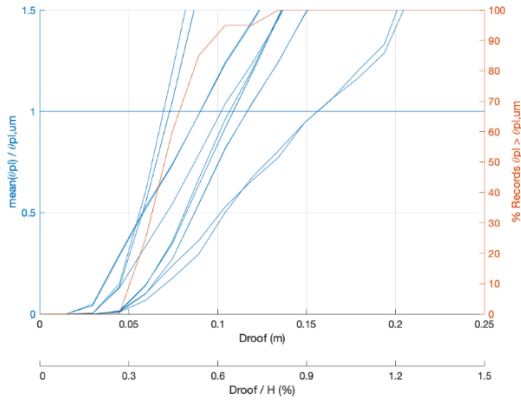
**Σχήμα 5.85: Διάγραμμα  $V_{max}$  ανά καταγραφή**

ii) Διάγραμμα υπέρβασης της  $\theta_{pl,um}$  για όλους τους ορόφους

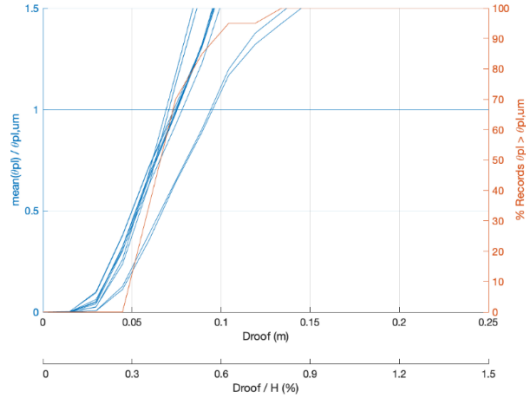


**Σχήμα 5.86: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}$ - $\Delta_{roof}$  για όλα τα επίπεδα**

iii) Διαγράμματα κρίσιμων ορόφων

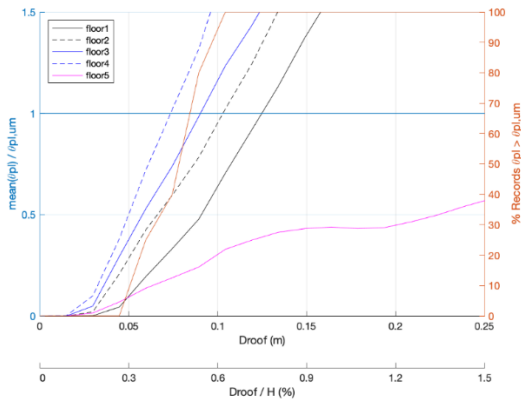


**Σχήμα 5.87: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τρίτο επίπεδο**

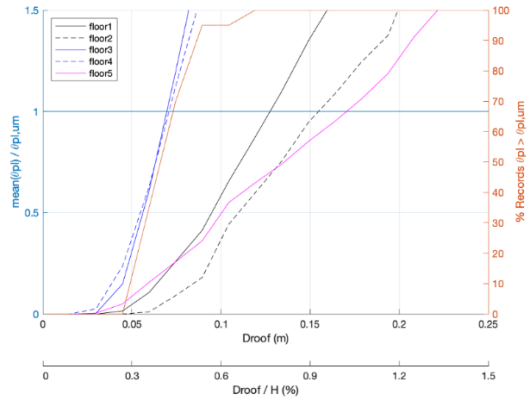


**Σχήμα 5.88: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τέταρτο επίπεδο**

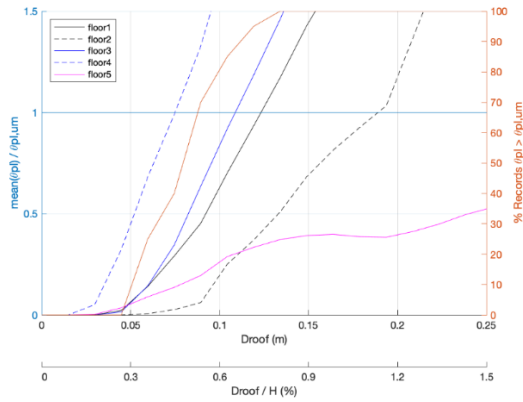
iv) Διαγράμματα κρίσιμων υποστλωμάτων καθ' ύψος



**Σχήμα 5.89: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K4**



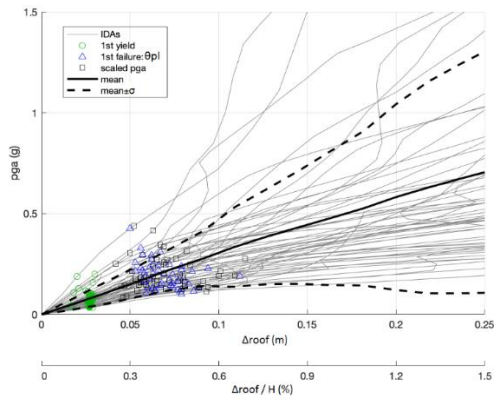
**Σχήμα 5.90: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K10**



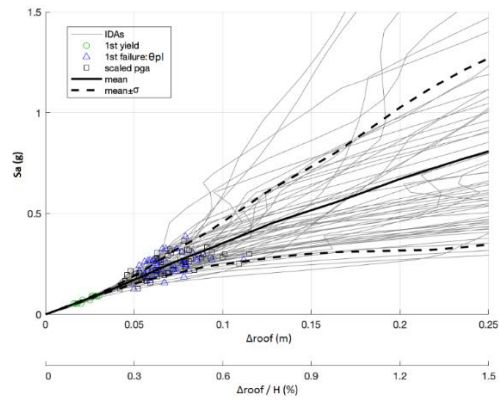
**Σχήμα 5.91: Διάγραμμα  $\theta_{\rho l,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K14**

**β) Καταγραφές κοντινού πεδίου**

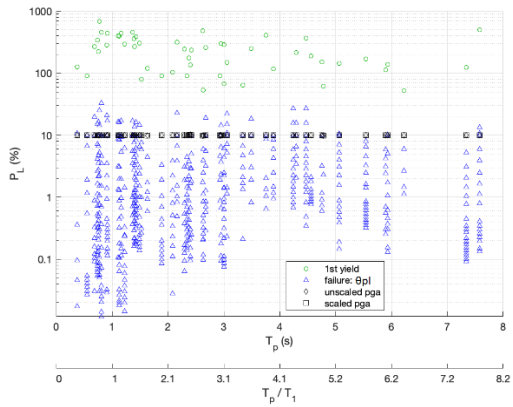
**ι) Διαγράμματα καμπύλων IDA και πιθανοτήτων υπέρβασης**



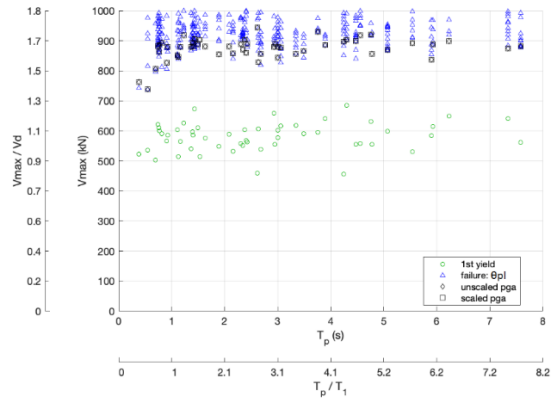
**Σχήμα 5.92: Διάγραμμα P.G.A.- $\Delta_{roof}$**



**Σχήμα 5.93: Διάγραμμα  $S_a-\Delta_{roof}$**

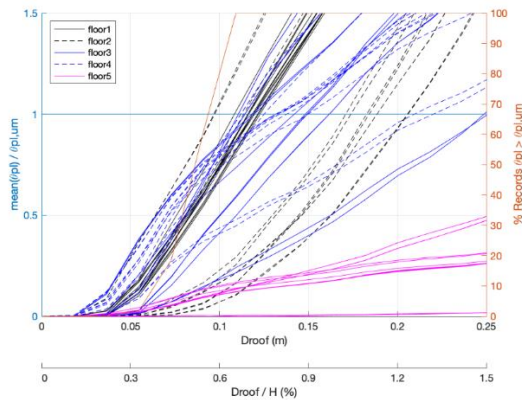


**Σχήμα 5.94: Διάγραμμα  $P_L$  ανά καταγραφή**



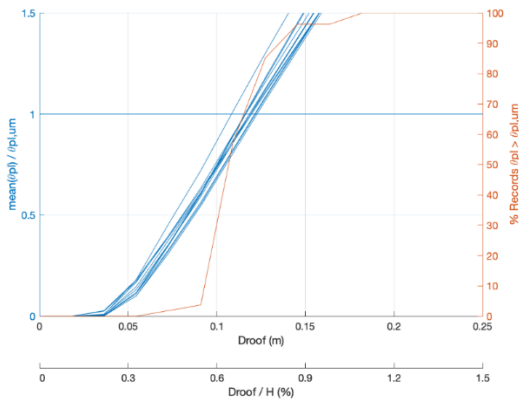
**Σχήμα 5.95: Διάγραμμα  $V_{max}$  ανά καταγραφή**

ii) Διάγραμμα υπέρβασης της  $\theta_{pl,um}$  για όλους τους ορόφους

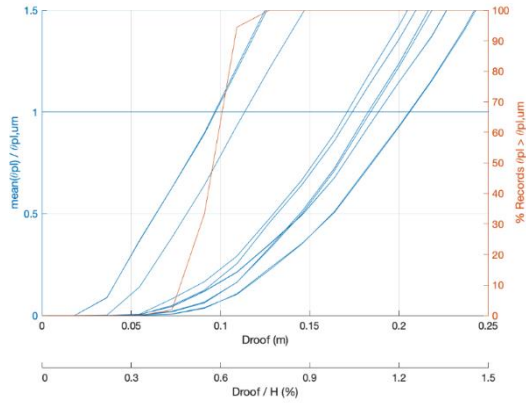


**Σχήμα 5.96: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για όλα τα επίπεδα**

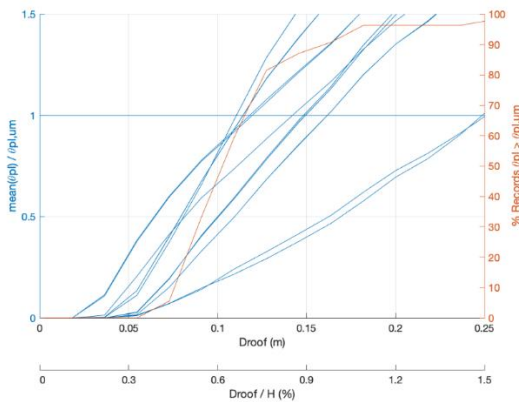
iii) Διαγράμματα κρίσιμων ορόφων



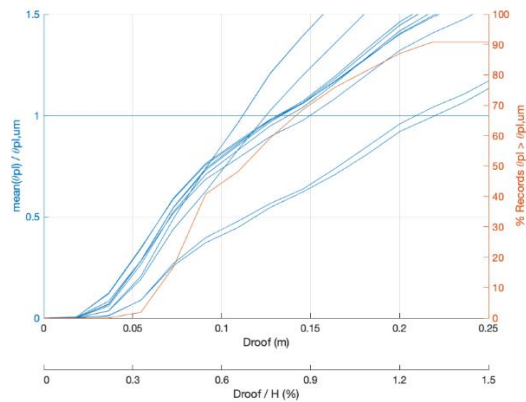
Σχήμα 5.97: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πρώτο επίπεδο



Σχήμα 5.98: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το δεύτερο επίπεδο

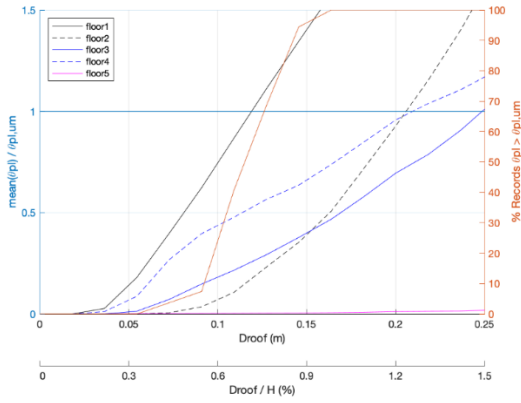


Σχήμα 5.99: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τρίτο επίπεδο

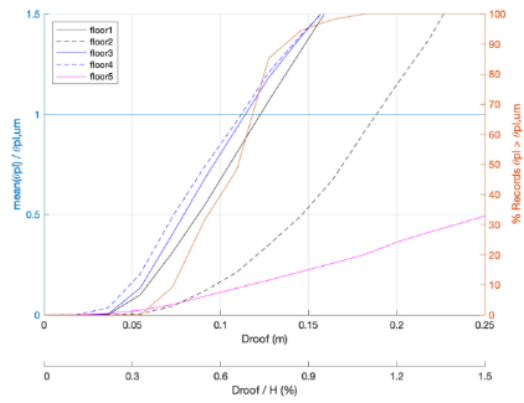


Σχήμα 5.100: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τέταρτο επίπεδο

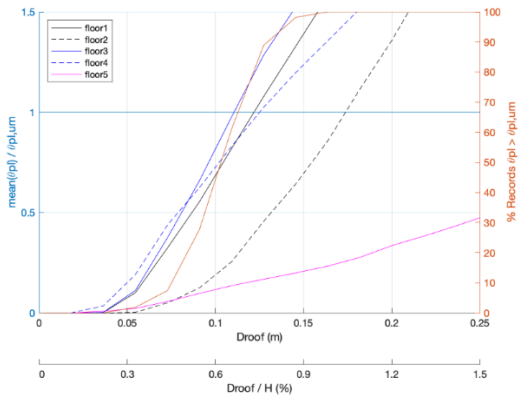
iv) Διαγράμματα κρίσιμων υποστλωμάτων καθ' ύψος



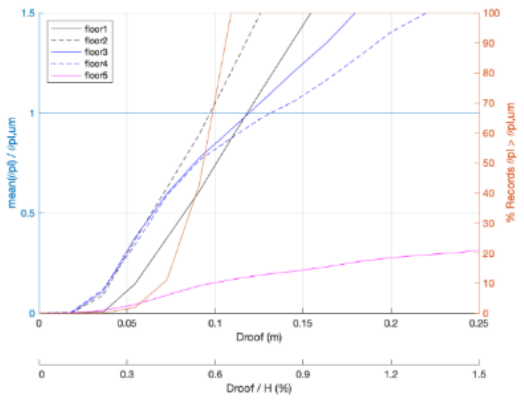
Σχήμα 5.101: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K1



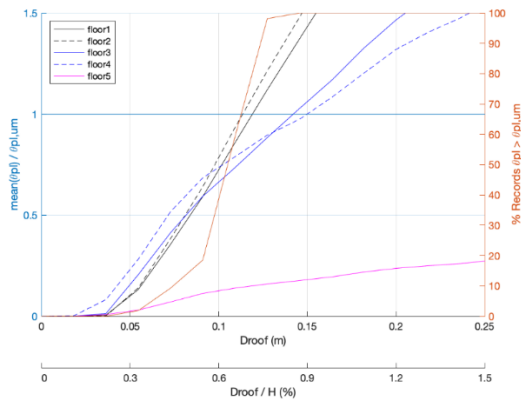
Σχήμα 5.102: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K6



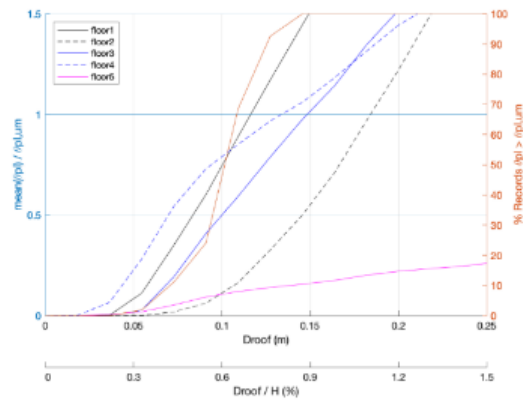
Σχήμα 5.103: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K10



Σχήμα 5.104: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K2



**Σχήμα 5.105: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K3**



**Σχήμα 5.106: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K7**

Σχολιασμός καταγραφών μακρινού πεδίου:

Το δόμημα K60B59, αστοχεί λόγω ανάπτυξης πλαστικής στροφής πέρα του ορίου. Σε όλες τις καταγραφές παρατηρείται ο συγκεκριμένος μηχανισμός αστοχίας ως κρίσιμος. Η αστοχία επέρχεται για μία μέση μέγιστη τέμνουσα βάσης 857 KN, και παρουσιάζει μικρότερη διασπορά σε σχέση με την διαρροή. Οι κρίσιμοι όροφοι οι οποίοι αναπτύσσουν μεγάλες πλαστικές στροφές σε σχέση με τους υπόλοιπους είναι ο τρίτος και ο τέταρτος. Όσον αφορά τα υποστλώματα, αυτά χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες για τον σχολιασμό τους. Οι κατηγορίες αυτές είναι: (i) ακραία υποστλώματα εξωτερικών πλαισίων (K1,K5,K16,K20), (ii) ακραία υποστλώματα εσωτερικών πλαισίων (K6,K10,K11,K15), (iii) εσωτερικά υποστλώματα εξωτερικών πλαισίων (K2,K3,K4,K17,K18,K19) και (iv) εσωτερικά υποστλώματα εσωτερικών πλαισίων (K7,K8,K9,K12,K13,K14). Τα ακραία υποστλώματα των εξωτερικών πλαισίων δεν είναι κρίσιμα, καθώς οι πλαστικές στροφές αγγίζουν τις οριακές για μεγάλες μετακινήσεις, αφού έχει επέλθει ήδη η αστοχία. Τα ακραία υποστλώματα των εσωτερικών πλαισίων αγγίζουν την αστοχία σχεδόν ταυτόχρονα και στον τρίτο και στον τέταρτο όροφο, ενώ όλα τα εσωτερικά έχουν κρίσιμο όροφο τον τέταρτο.

Σχολιασμός καταγραφών κοντινού πεδίου:

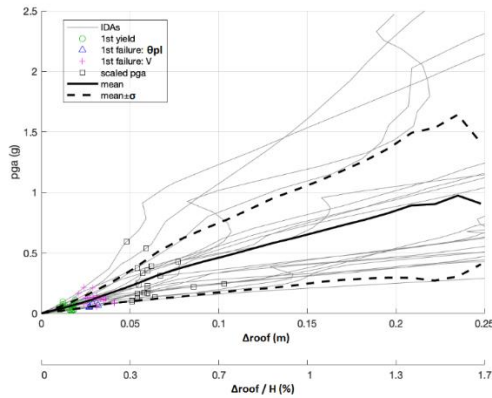


Και σε αυτές τις καταγραφές, η αστοχία στις καταγραφές επέρχεται λόγω πλαστικής άρθρωσης. Όπως και στις καταγραφές μακρινού πεδίου, η τέμνουσα βάσης που αναπτύσσεται στην αστοχία έχει μικρότερη διασπορά από ότι στη διαρροή. Σε αντίθεση με τις καταγραφές μακρινού πεδίου, σε αυτήν την περίπτωση κρίσιμοι όροφοι είναι ο πρώτος και ο δεύτερος και τα υποστυλώματα που αναπτύσσουν μεγάλες πλαστικές στροφές είναι αυτά που βρίσκονται εσωτερικά του εξωτερικού πλαισίου. Οι πλαστικές αρθρώσεις που δημιουργούνται αγγίζουν τις οριακές στο πρώτο και δεύτερο επίπεδο για τα εσωτερικά υποστυλώματα τόσο των εσωτερικών όσο και των εξωτερικών πλαισίων.

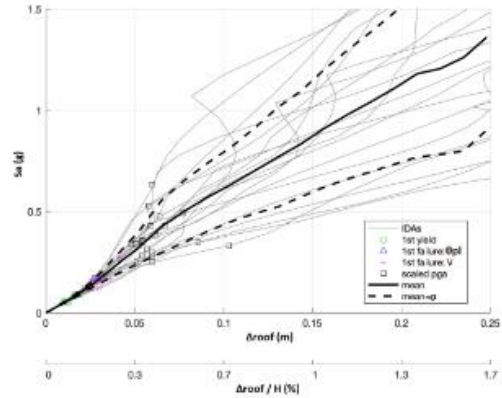
### Γ) Διαγράμματα κτιρίου K60C59

#### α) Καταγραφές μακρινού πεδίου

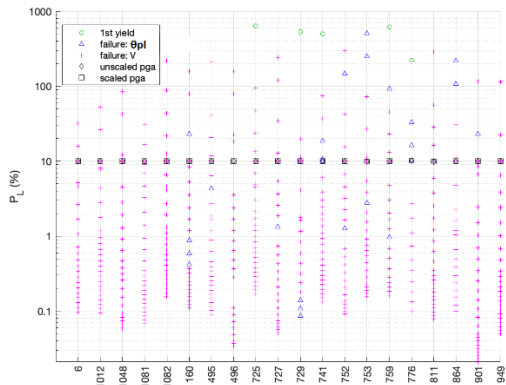
##### ι) Διαγράμματα καμπύλων IDA και πιθανοτήτων υπέρβασης



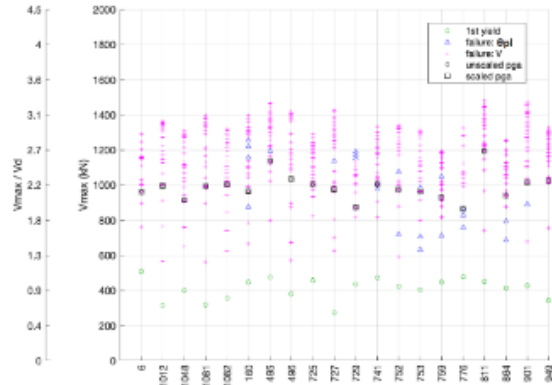
Σχήμα 5.107: Διάγραμμα P.G.A.- $\Delta_{roof}$



Σχήμα 5.108: Διάγραμμα  $S_a$ - $\Delta_{roof}$

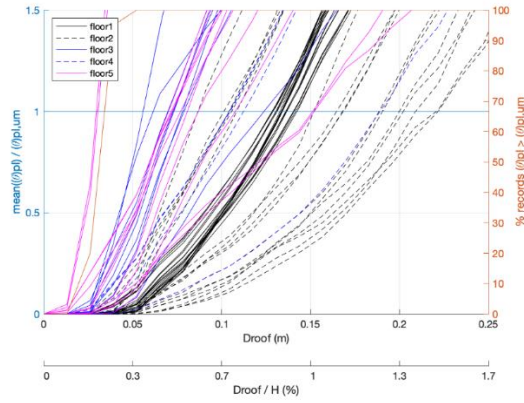


Σχήμα 5.109: Διάγραμμα  $P_L$  ανά καταγραφή



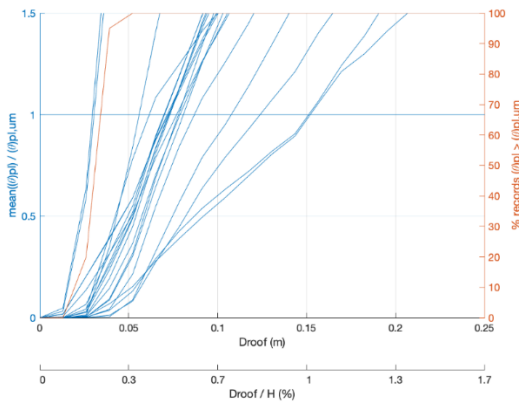
Σχήμα 5.110: Διάγραμμα  $V_{max}$  ανά καταγραφή

ii) Διάγραμμα υπερβασης της  $\theta_{pl,um}$  για όλους τους ορόφους

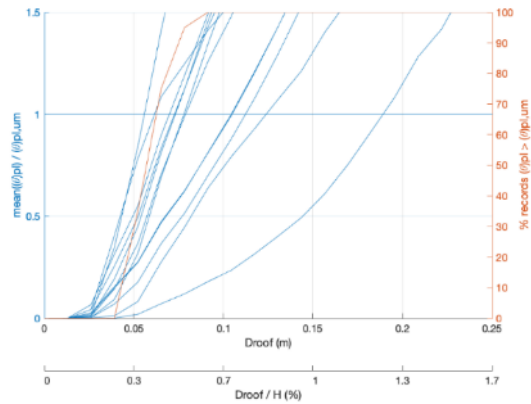


**Σχήμα 5.111: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για όλα τα επίπεδα**

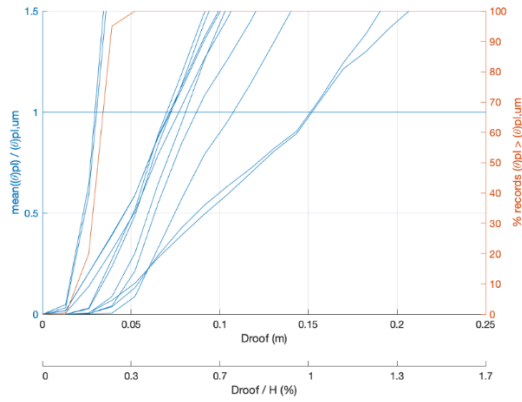
iii) Διαγράμματα κρίσιμων ορόφων



**Σχήμα 5.112: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τρίτο επίπεδο**

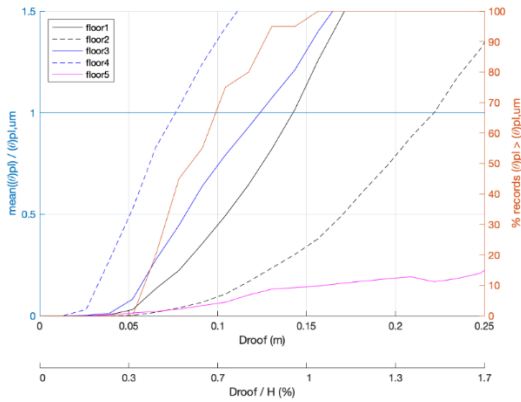


**Σχήμα 5.113: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τέταρτο επίπεδο**

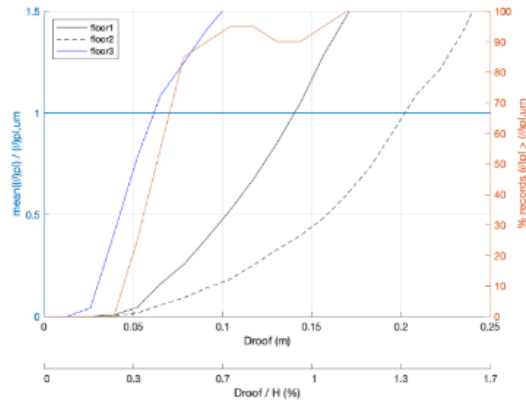


**Σχήμα 5.114: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πέμπτο επίπεδο**

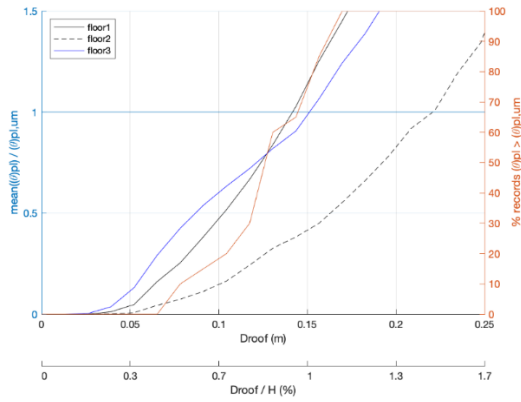
iv) Διαγράμματα κρίσιμων υποστύλωματων καθ' ύψος



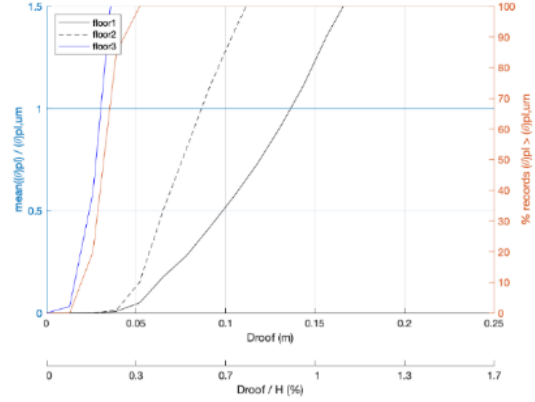
**Σχήμα 5.115: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K1**



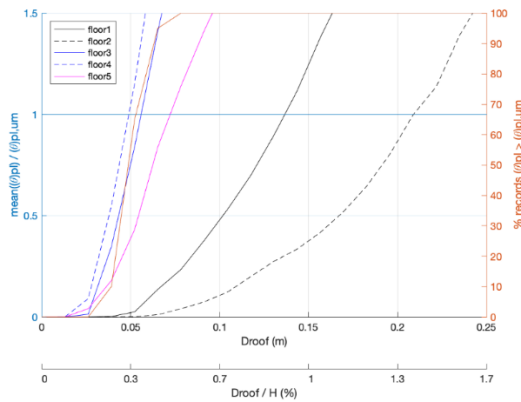
**Σχήμα 5.116: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K5**



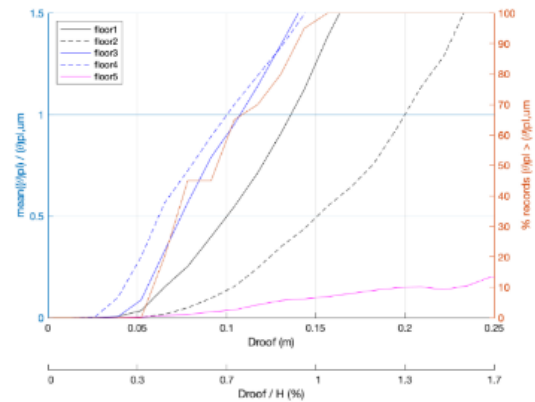
Σχήμα 5.117: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K16



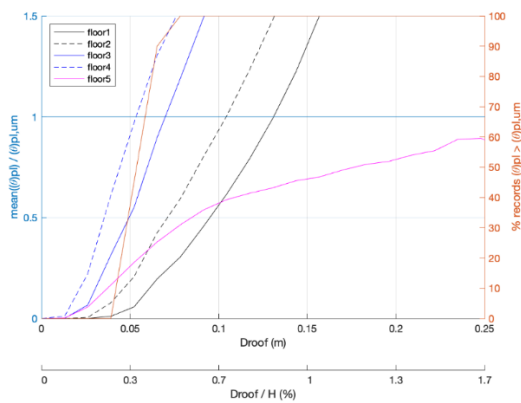
Σχήμα 5.118: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K10



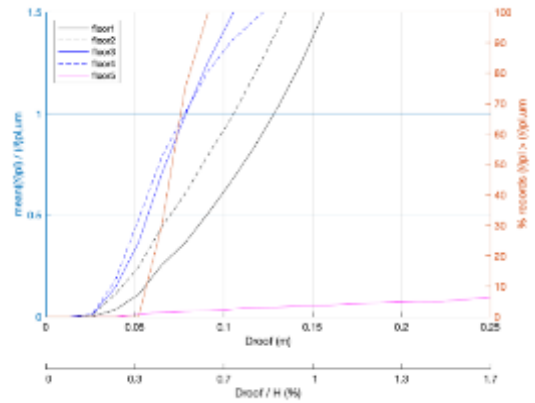
Σχήμα 5.119: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K6



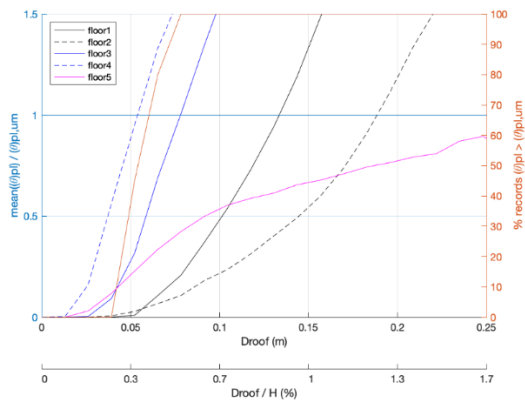
Σχήμα 5.120: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K11



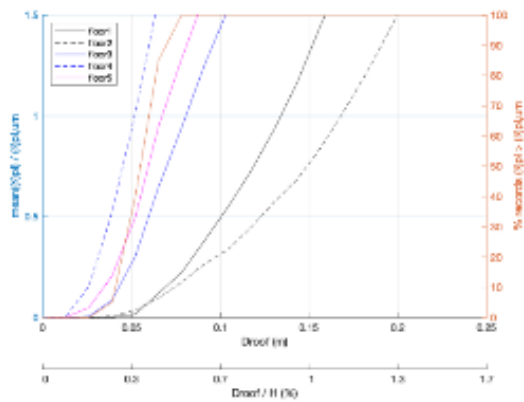
Σχήμα 5.121: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K2



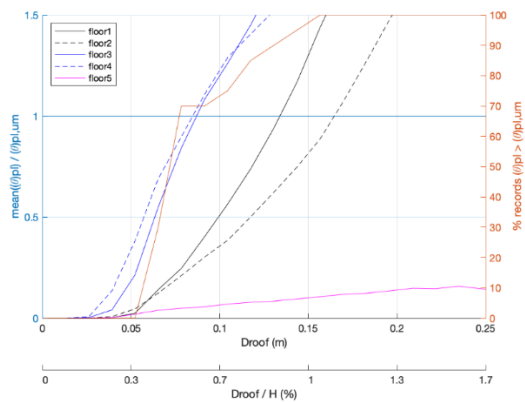
Σχήμα 5.122: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K4



Σχήμα 5.123: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K7



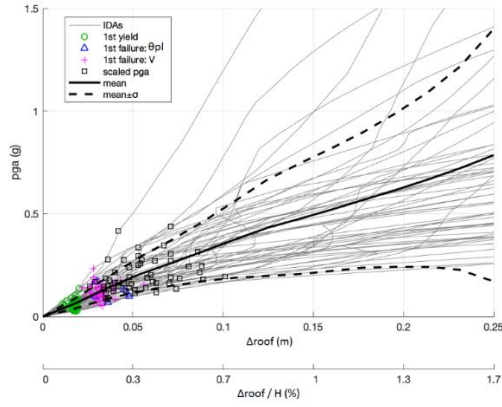
Σχήμα 5.124: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K9



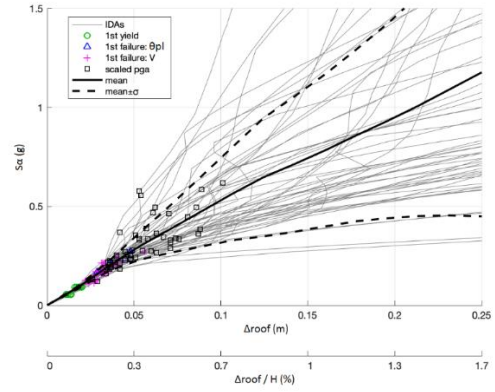
Σχήμα 5.125: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K14

**β) Καταγραφές κοντινού πεδίου**

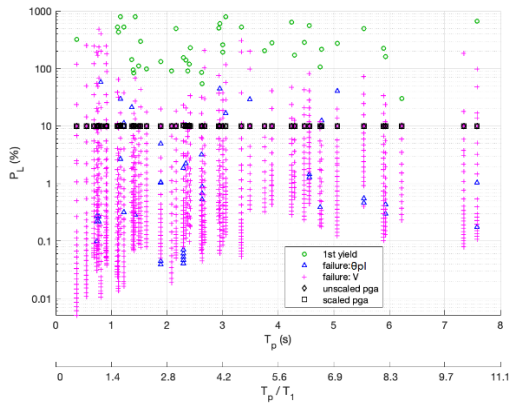
ι) Διαγράμματα καμπύλων IDA και πιθανοτήτων υπέρβασης



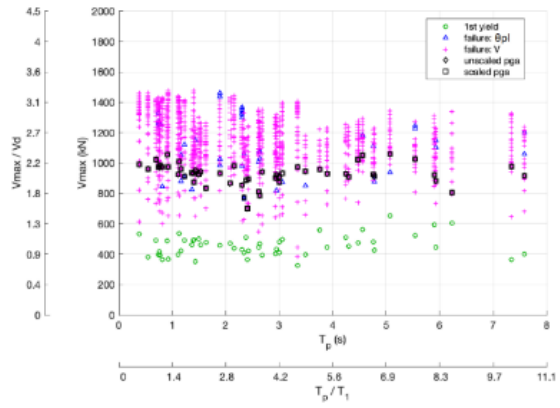
**Σχήμα 5.126: Διάγραμμα P.G.A.- $\Delta_{roof}$**



**Σχήμα 5.127: Διάγραμμα  $S_a$ - $\Delta_{roof}$**

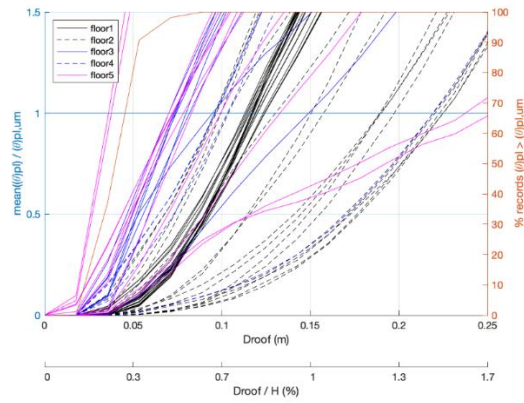


**Σχήμα 5.128: Διάγραμμα  $P_L$  ανά καταγραφή**



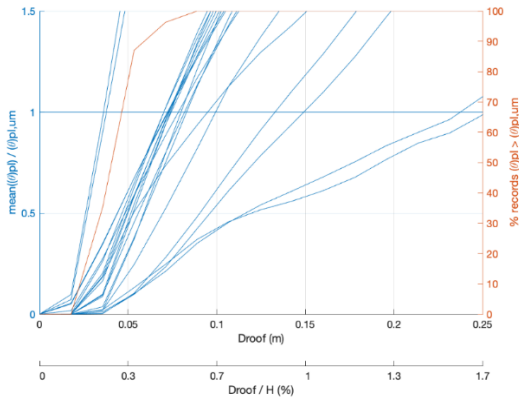
**Σχήμα 5.129: Διάγραμμα  $V_{max}$  ανά καταγραφή**

ii) Διάγραμμα υπέρβασης της  $\theta_{pl,um}$  για όλους τους ορόφους

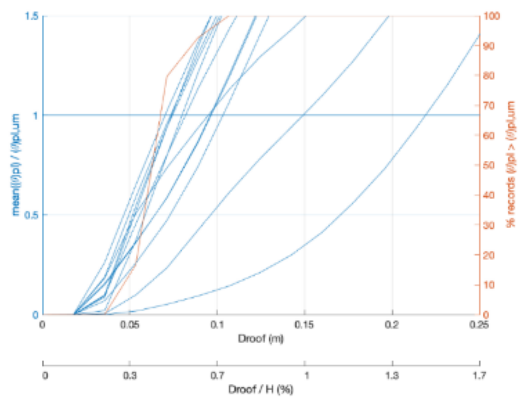


**Σχήμα 5.130: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}$ - $\Delta_{roof}$  για όλα τα επίπεδα**

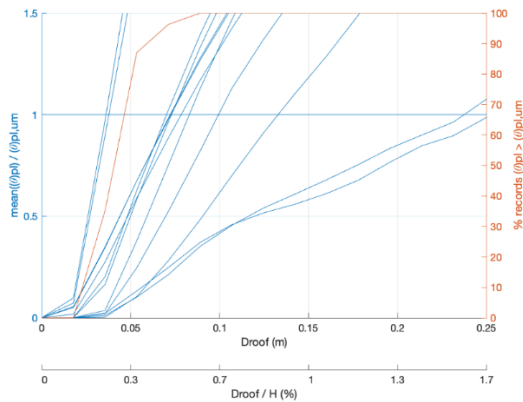
iii) Διαγράμματα κρίσιμων ορόφων



**Σχήμα 5.131: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}$ - $\Delta_{roof}$  για το τρίτο επίπεδο**

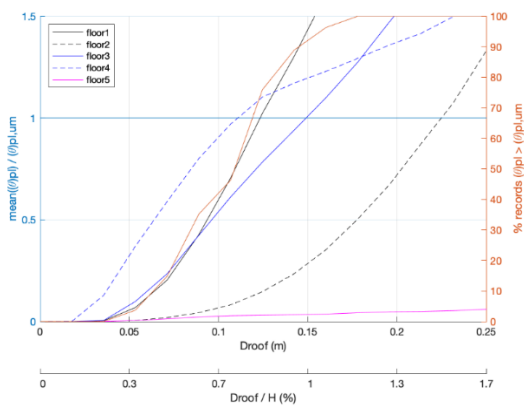


**Σχήμα 5.132: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}$ - $\Delta_{roof}$  για το τέταρτο επίπεδο**

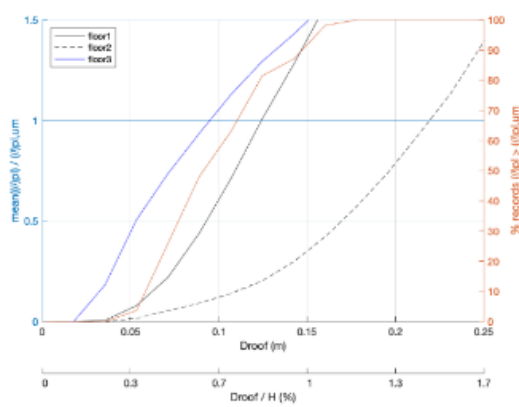


**Σχήμα 5.133: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πέμπτο επίπεδο**

iv) Διαγράμματα κρίσιμων υποστυλωμάτων καθ' ύψος

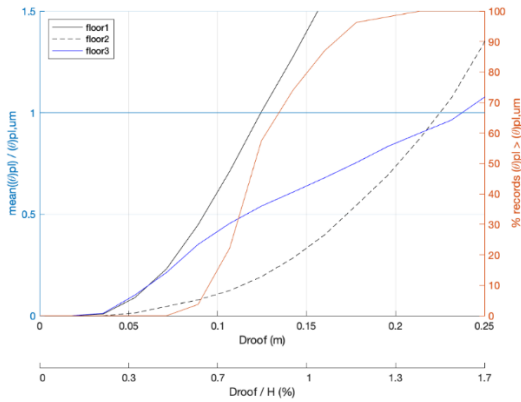


**Σχήμα 5.134: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K1**

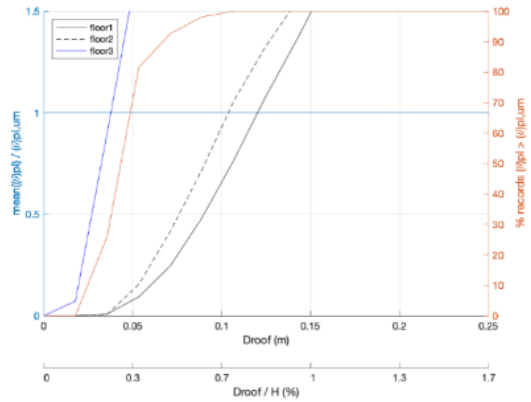


**Σχήμα 5.135: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K5**

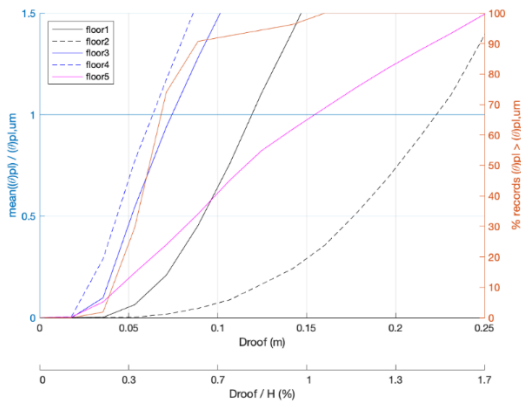




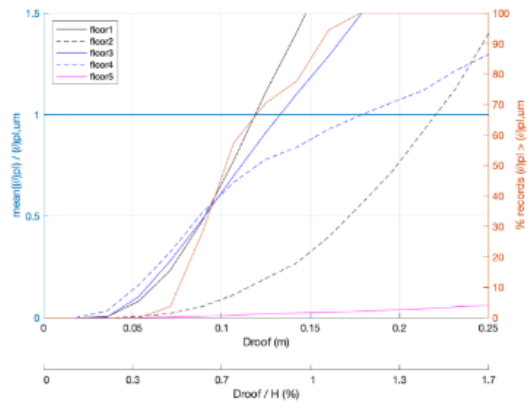
Σχήμα 5.136: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K16



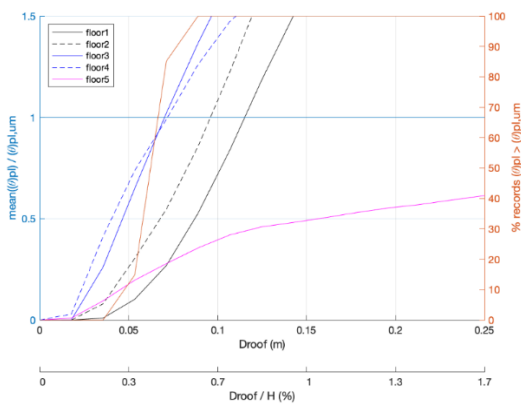
Σχήμα 5.137: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K10



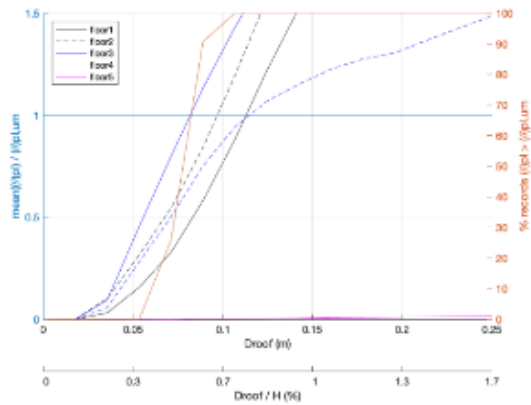
Σχήμα 5.138: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K6



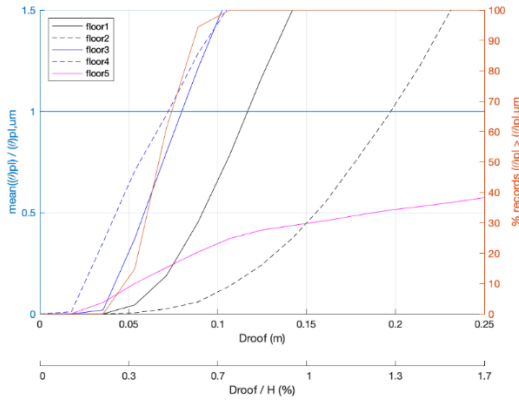
Σχήμα 5.139: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K11



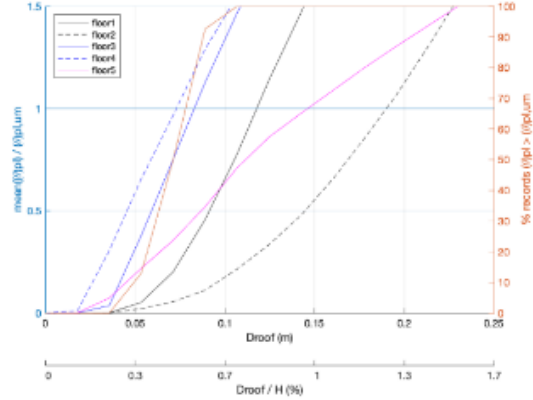
Σχήμα 5.140: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K2



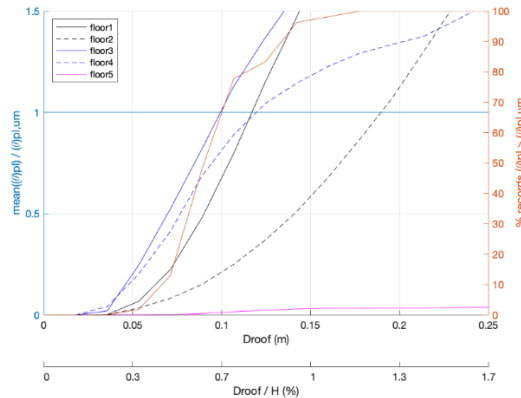
Σχήμα 5.141: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K4



**Σχήμα 5.142: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K7**



**Σχήμα 5.143: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K9**



**Σχήμα 5.144: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K14**

Σχολιασμός καταγραφών μακρινού και κοντινού πεδίου:

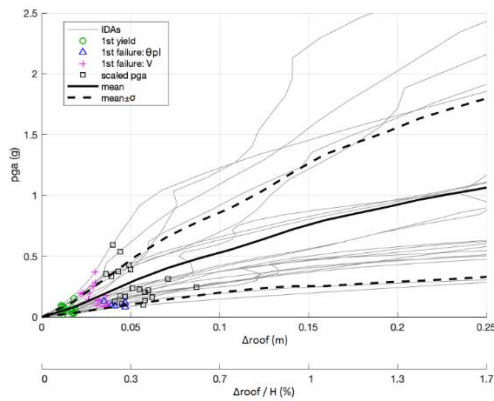
Τα στοιχεία του δομήματος K60C59, σε αντίθεση με το δόμημα K60B59, παρουσιάζουν ίδια συμπεριφορά τόσο σε καταγραφές μακρινού όσο και κοντινού πεδίου. Η αστοχία προκαλείται λόγω τέμνουσας και στα δύο είδη καταγραφών. Τα κρίσιμα επίπεδα του δομήματος είναι τα τρία τελευταία (τρίτο, τέταρτο και πέμπτο). Τα γωνιακά υποστυλώματα του δομήματος δεν είναι κρίσιμα, όπως επίσης και το πλαίσιο το οποίο δεν συνεχίζει μέχρι την οροφή. Αντιθέτως, το πρόβλημα εμφανίζεται στα υποστυλώματα τα οποία συνεχίζονται καθ' ύψος μέχρι και τα πέντε επίπεδα, και που βρίσκονται στο δεύτερο κατά σειρά πλαίσιο, δηλαδή στο μεσαίο πλαίσιο του ρετιρέ. Υπάρχει ραγδαία αύξηση ανάγκης πλαστικής στρώσης σε αυτό το πλαίσιο, και συγκεκριμένα στα υποστυλώματα K10 και K15. Επίσης το υποστύλωμα K9 εμφανίζει μεγάλη αύξηση πλαστικής στρώσης

στο πέμπτο επίπεδο. Τα υποστυλώματα K4, K9, K14 δεν ακολουθούν την ίδια αύξηση με τα K10, K15.

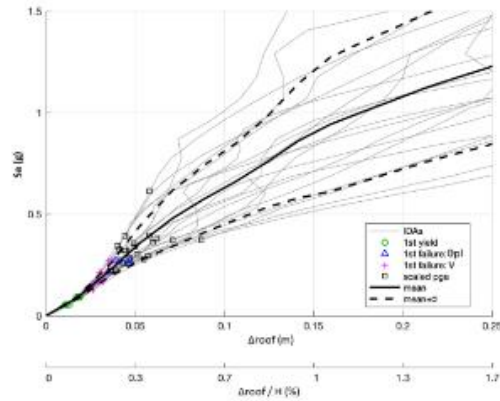
### Δ) Διαγράμματα κτιρίου K60D59

#### α) Καταγραφές μακρινού πεδίου

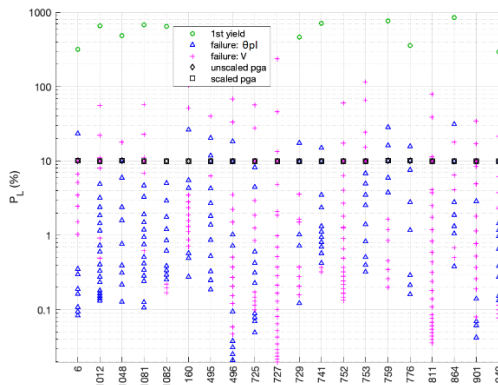
##### ι) Διαγράμματα καμπύλων IDA και πιθανοτήτων υπέρβασης



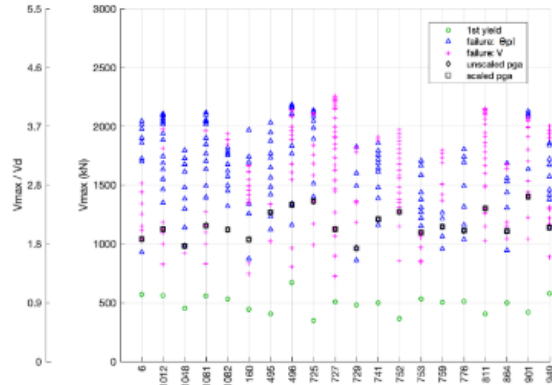
Σχήμα 5.145: Διάγραμμα P.G.A.- $\Delta_{roof}$



Σχήμα 5.146: Διάγραμμα  $S_a$ - $\Delta_{roof}$

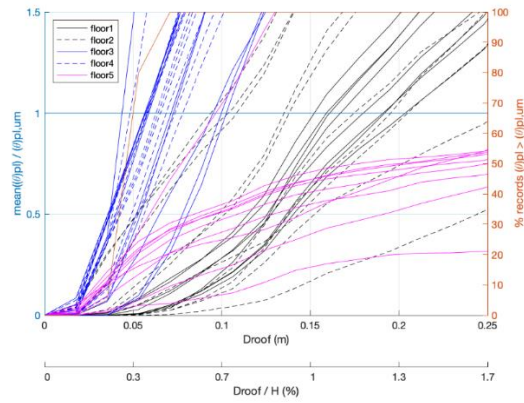


Σχήμα 5.147: Διάγραμμα  $P_L$  ανά καταγραφή



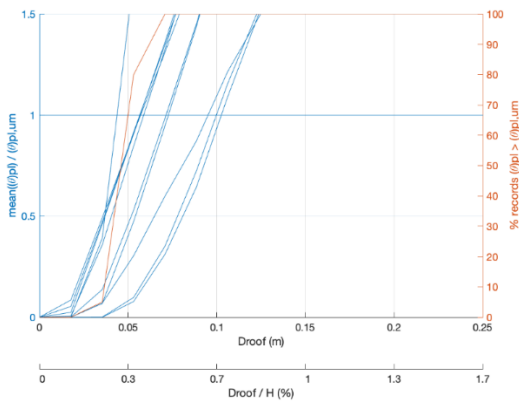
Σχήμα 5.148: Διάγραμμα  $V_{max}$  ανά καταγραφή

ii) Διάγραμμα υπέρβασης της  $\theta_{pl,um}$  για όλους τους ορόφους

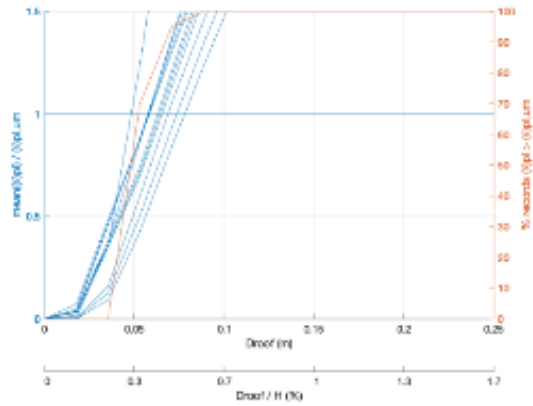


**Σχήμα 5.149: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για όλα τα επίπεδα**

iii) Διαγράμματα κρίσιμων ορόφων

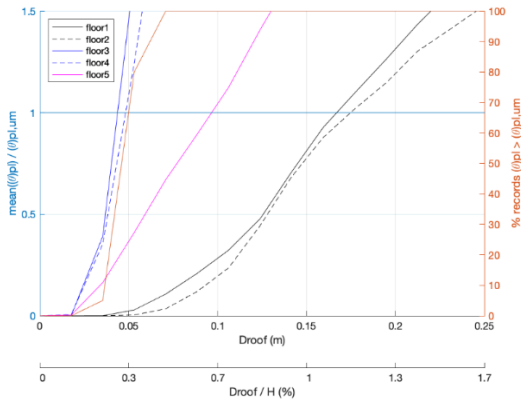


**Σχήμα 5.150: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τρίτο επίπεδο**

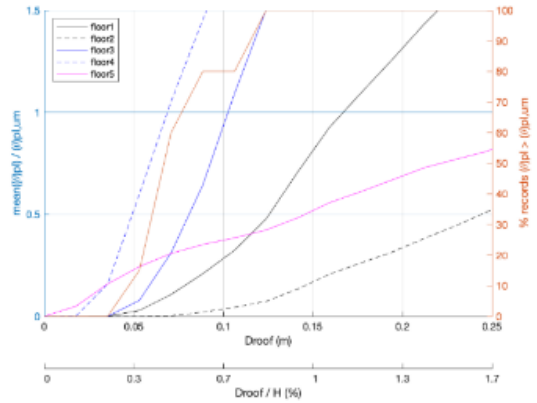


**Σχήμα 5.151: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τέταρτο επίπεδο**

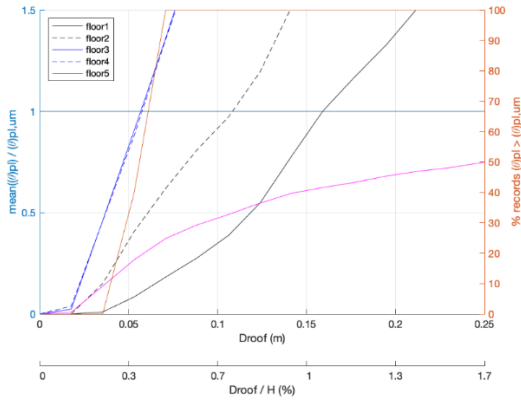
iv) Διαγράμματα κρίσιμων υποστλωμάτων καθ' ύψος



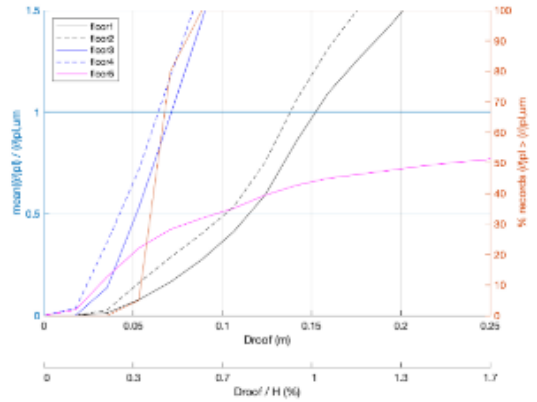
Σχήμα 5.152: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K6



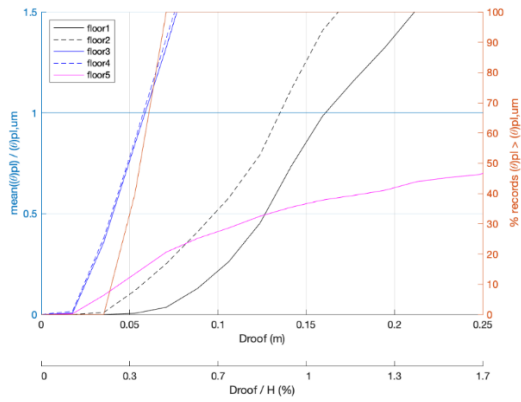
Σχήμα 5.153: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K10



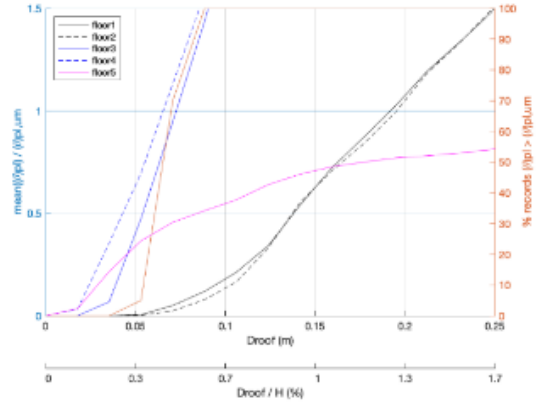
Σχήμα 5.154: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K2



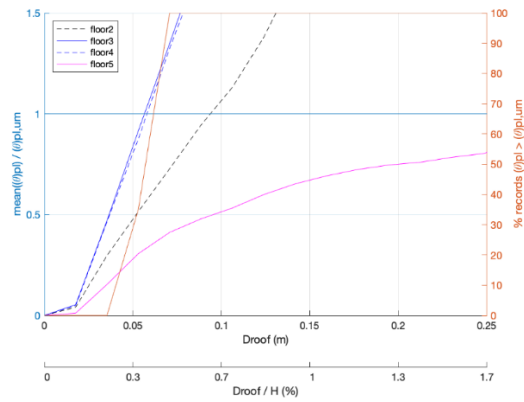
Σχήμα 5.155: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K3



**Σχήμα 5.156: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K7**



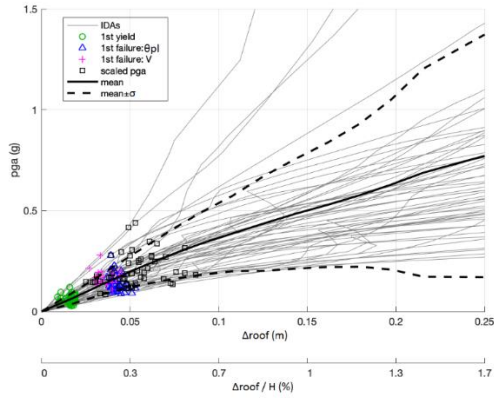
**Σχήμα 5.157: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K8**



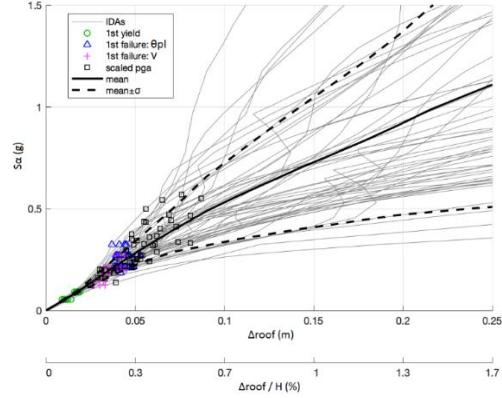
**Σχήμα 5.158: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K9**

β) Καταγραφές κοντινού πεδίου

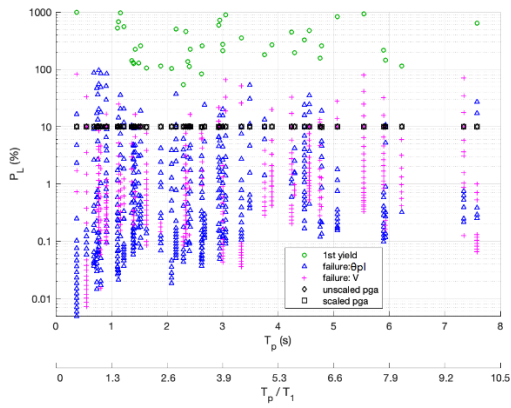
ι) Διαγράμματα καμπύλων IDA και πιθανοτήτων υπέρβασης



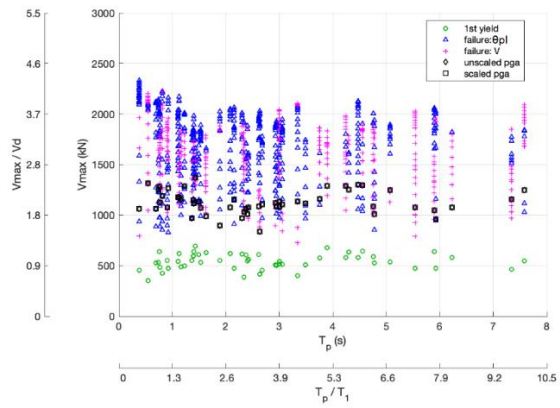
Σχήμα 5.159: Διάγραμμα P.G.A.- $\Delta_{roof}$



Σχήμα 5.160: Διάγραμμα  $S_a$ - $\Delta_{roof}$

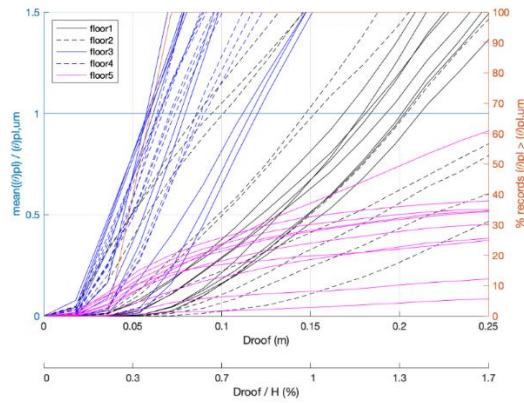


Σχήμα 5.161: Διάγραμμα  $P_L$  ανά καταγραφή



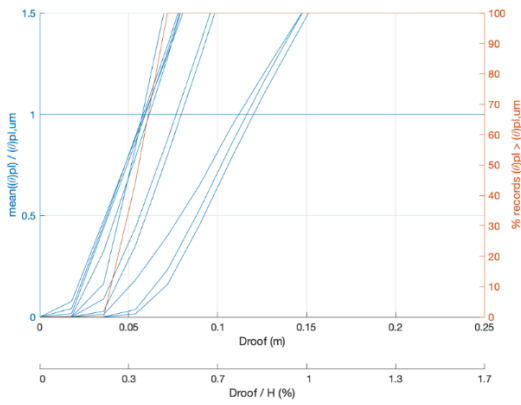
Σχήμα 5.162: Διάγραμμα  $V_{max}$  ανά καταγραφή

ii) Διάγραμμα υπέρβασης της  $\theta_{pl,um}$  για όλους τους ορόφους

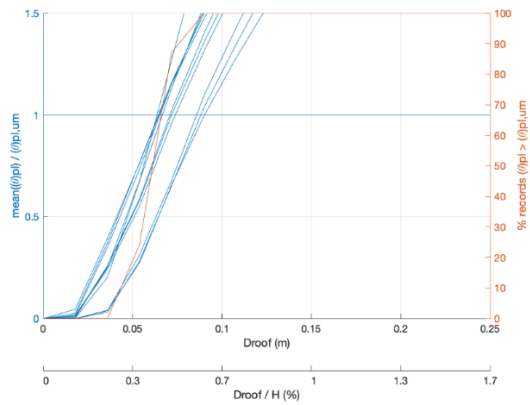


**Σχήμα 5.163: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για όλα τα επίπεδα**

iii) Διαγράμματα κρίσιμων ορόφων



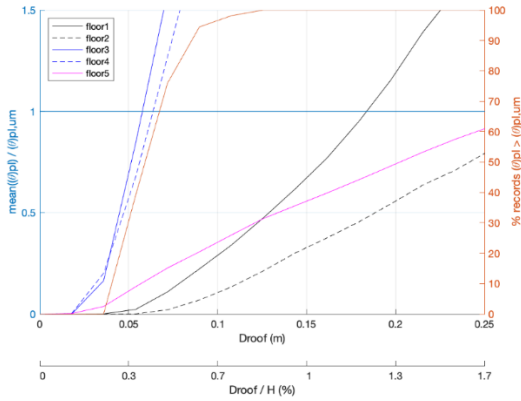
**Σχήμα 5.164: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τρίτο επίπεδο**



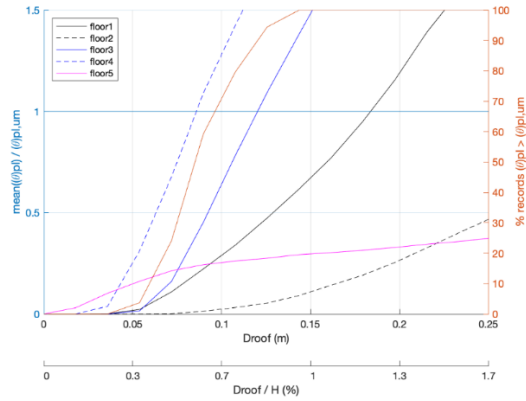
**Σχήμα 5.165: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το τέταρτο επίπεδο**



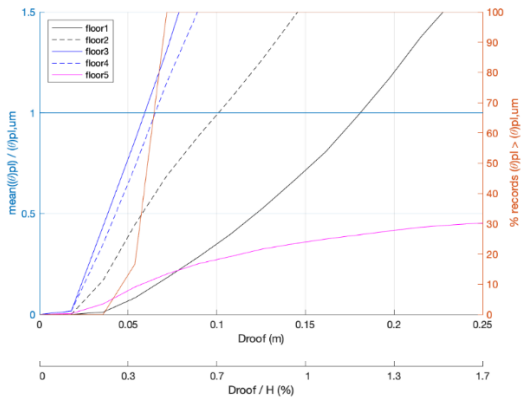
iv) Διαγράμματα κρίσιμων υποστλωμάτων καθ' ύψος



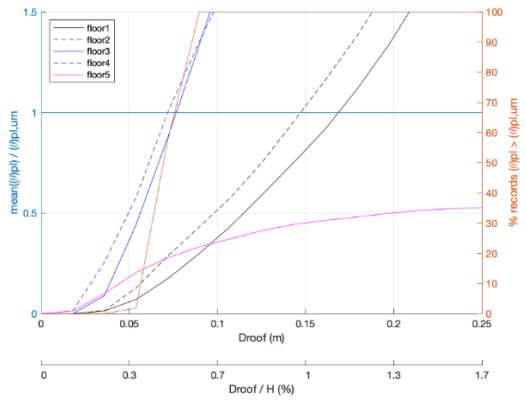
Σχήμα 5.166: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K6



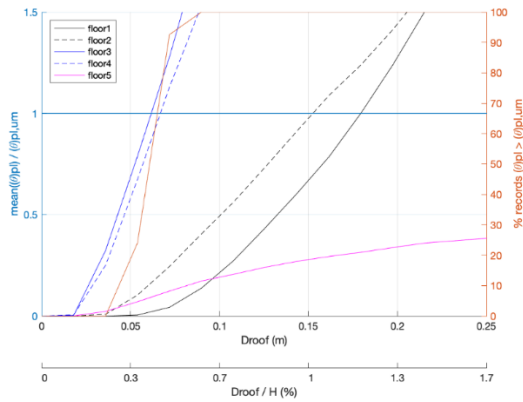
Σχήμα 5.167: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K10



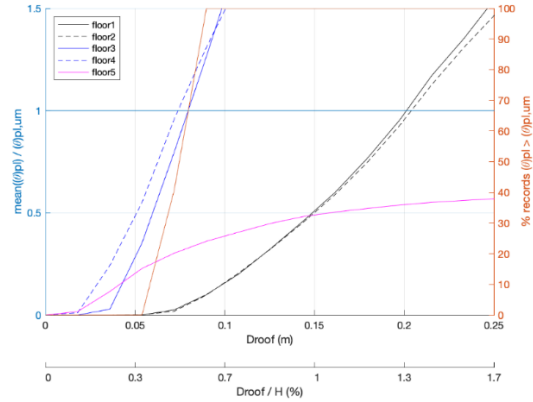
Σχήμα 5.168: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K2



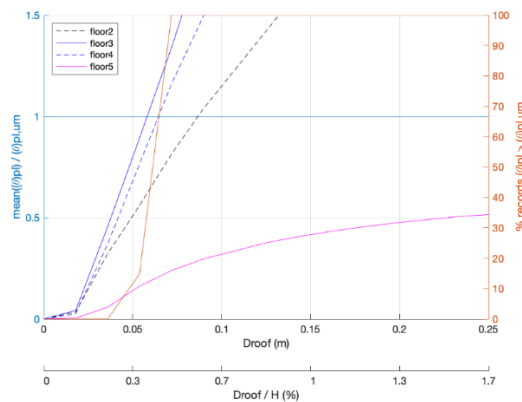
Σχήμα 5.169: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K3



**Σχήμα 5.170** Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K7



**Σχήμα 5.171:** Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K8



**Σχήμα 5.172:** Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα K9

Σχολιασμός καταγραφών μακρινού και κοντινού πεδίου:

Ομοίως με το δόμημα K60C59, παρουσιάζεται και εδώ κοινή συμπεριφορά των στοιχείων και στις δύο κατηγορίες καταγραφών. Ο τρόπος αστοχίας μπορεί να οφείλεται ότι στην ανάπτυξη τέμνουσας αστοχίας σε κάποιο μέλος είτε στην δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων. Τα κρίσιμα επίπεδα είναι το τρίτο και το τέταρτο. Τα γωνιακά υποστυλώματα των εξωτερικών πλαισίων δεν είναι κρίσιμα. Επίσης τα γωνιακά υποστυλώματα των εσωτερικών πλαισίων παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά (K6, K11 και K10,K15). Τα εσωτερικά υποστυλώματα των εξωτερικών πλαισίων έχουν και αυτά ίδια συμπεριφορά, με τα μεσαία να καταπονούνται ελαφρώς λιγότερο (K3,K18). Τελικώς, τα εσωτερικά των εσωτερικών πλαισίων, έχουν και αυτά κοινή συμπεριφορά, με την διαφορά ότι τα υποστυλώματα όπου παρατηρείται η ασυνέχεια (K9,K14) εμφανίζουν σε όλα τα επίπεδα αυξημένη πλαστική στροφή σε σχέση με τα υπόλοιπα.

## Κεφάλαιο VI: Σχολιασμός αποτελεσμάτων

### 1) Σύγκριση Non-linear Pushover με I.D.A.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μετακινήσεις που έχουν προκύψει στην αστοχία ( $\Delta u$ ) και οι αντίστοιχες μέγιστες τέμνουσες στην βάση ( $V_{max}$ ), για κάθε κτίριο, τόσο για την μη γραμμική στατική ανάλυση, όσο και για τις δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις (μέσες τιμές).

Πίνακας 6.1: Αποτελέσματα αναλύσεων

Κτίριο	Pushover		I.D.A. (Far)		I.D.A. (Near)	
	$\Delta u$ (cm)	$V_{max}$ (KN)	$\Delta u$ (cm)	$V_{max}$ (KN)	$\Delta u$ (cm)	$V_{max}$ (KN)
<b>K60B59</b>	7.2	858	5.6	857	7.0	875
<b>K60C59</b>	3.6	705	2.9	692	3.3	753
<b>K60D59</b>	4.2	945	3.5	913	4.1	1012

Βάση, του παραπάνω πίνακα, παρατηρείται, ότι οι τιμές της μετακίνησης της οροφής κατά την μη γραμμική στατική ανάλυση στην αστοχία, είναι μεγαλύτερες από αυτές που προκύπτουν από τις δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις, είτε αυτές αφορούν καταγραφές κοντινού, είτε μακρινού πεδίου. Όσον αφορά τις μέγιστες τέμνουσες που αναπτύσσονται στην βάση, οι τιμές που δίνονται από αναλύσεις pushover βρίσκονται ενδιάμεσα από αυτές που παραλαμβάνονται για τα δύο είδη καταγραφών, και εντός της απόκλισης που παρουσιάζουν οι δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις.

Το κριτήριο αστοχίας είναι κοινό, όσον αφορά κάθε δόμημα, και για τους δύο τρόπους αναλύσεων. Συγκεκριμένα, για το K60B59, το κριτήριο αστοχίας είναι η πλαστική στροφή που αναπτύσσεται σε κάποιο υποστύλωμα. Για το K60C59, είναι η τέμνουσα ενώ για το K60D59, η μέθοδος της Pushover εμφανίζει σαν κριτήριο αστοχίας την πλαστική στροφή ενώ οι δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις, παρουσιάζουν πέρα από αυτήν και την τέμνουσα. Επομένως, και οι δύο τρόποι αναλύσεων συμπίπτουν στον μηχανισμό.

### 2) Σχολιασμός των κοινών διαγραμμάτων για τα κτίρια

Από τα κοινά διαγράμματα του Κεφαλαίου V, παρατηρείται ότι το δόμημα K60B59 αναπτύσσει μεγαλύτερες σχετικές μετακινήσεις σε σύγκριση με τα υπόλοιπα δύο δομήματα. Έπεται το K60D59 και τις μικρότερες τις παρουσιάζει το K60C59. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι το κριτήριο αστοχίας για το πρώτο δόμημα, είναι η πλαστική στροφή (πλάστιμη μορφή αστοχίας) ενώ για το

K60C59 είναι η τέμνουσα (ψαθυρή μορφή αστοχίας). Όσον αφορά το K60D59, το δόμημα αυτό, μπορεί να αστοχήσει είτε λόγω πλαστικής στροφής, είτε λόγω τέμνουσας (ανάλογα την διέγερση), επομένως είναι λογικό οι σχετικές μετακινήσεις που παρουσιάζει να βρίσκονται ανάμεσα στα άλλα δύο.

Από το διάγραμμα που δίνει την μετακίνηση της οροφής σε σχέση με την μέγιστη τέμνουσα που αναπτύσσεται στην βάση, παρατηρείται, ότι το δόμημα K60D59 είναι αυτό το οποίο θα αντέξει στην μεγαλύτερη δύναμη. Αυτό οφείλεται στην υπερόπλιση που έχει (σε σχέση με τα υπόλοιπα δύο) εκατέρωθεν των υποστύλωματων που παρουσιάζεται η ασυνέχεια. Όσον αφορά τα άλλα δύο, το K60B59 έχει μεγαλύτερη αντοχή επειδή δεν υπάρχει απότομη αστοχία, σε σύγκριση με το K60C59.

Το διάγραμμα πιθανότητας υπέρβασης της μετακίνησης οροφής στην αστοχία, δείχνει ότι όλα τα δομήματα, έχουν πάνω από 10% πιθανότητα να υπερβούν την μετακίνηση αστοχίας. Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο I, για την στάθμη επιτελεστικότητας «Σημαντικές βλάβες» ορίζει σαν όριο υπέρβασης της σεισμικής δράσης 10%. Από τις στοχευόμενες μετακινήσεις που υπολογίστηκαν με προσεγγιστική μέθοδο (Παράρτημα Γ), προκύπτει ότι για το δόμημα K60B59 απαιτείται μία μετακίνηση 6.2 cm για την στάθμη επιτελεστικότητας «Σημαντικές βλάβες», για το K60C59 απαιτείται μία μετακίνηση 4.7 cm ενώ για το K60D59 μία μετακίνηση 5.1 cm. Παρατηρείται ότι η αστοχία επέρχεται πολύ πριν τις συγκεκριμένες μετακινήσεις.

Στο τελευταίο διάγραμμα φασματικής επιτάχυνσης και μετακίνησης οροφής, φαίνεται ότι και τα τρία δομήματα, αστοχούν για πολύ μικρό εύρος τιμών της φασματικής επιτάχυνσης  $S_a$  (g). Συγκρίνοντας τις φασματικές επιταχύνσεις και τις μετακινήσεις που αναπτύσσονται στην αστοχία για όλα τα δομήματα και για τα δύο είδη καταγραφών, προκύπτει, ότι οι αστοχίες που οφείλονται στις καταγραφές κοντινού πεδίου επέρχονται για μεγαλύτερες τιμές της φασματικής επιτάχυνσης δημιουργώντας έτσι μεγαλύτερες μετακινήσεις στην οροφή, σε σχέση με τις καταγραφές μακρινού πεδίου.

### 3) Γενικές παρατηρήσεις

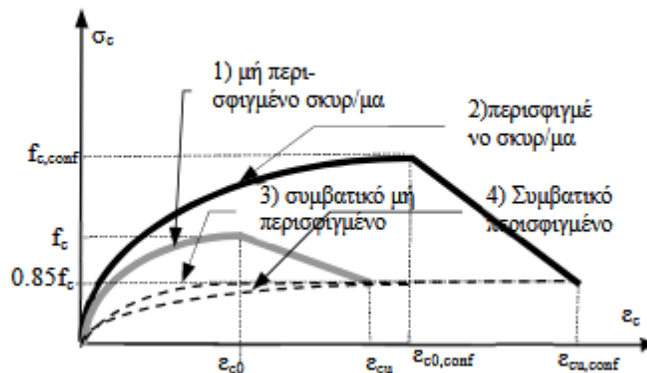
- Τα αποτελέσματα των δυναμικών επαυξητικών αναλύσεων, έδειξαν ότι το μέτρο εντάσεως  $S_a$  (g) είναι καταλληλότερο από το P.G.A. καθώς μειώνει κατά πολύ την διασπορά που παρουσιάζονται σε αυτά. Το δόμημα K60B59 είναι αυτό που παρουσιάζει την μικρότερη διασπορά στα αποτελέσματα σε σχέση με τα K60C59, K60D59.
- Τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από την μη γραμμική στατική ανάλυση βρίσκονται ενδιάμεσα των δύο ειδών των καταγραφών. Επίσης βρίσκονται εντός των αποκλίσεων των επιμέρους καμπύλων ικανοτήτων.
- Σε αντίθεση με την μη γραμμική ανάλυση, οι δυναμικές επαυξητικές αναλύσεις, μπορούν να εμφανίσουν για ένα εύρος τιμών της σεισμικής διέγερσης ένα συγκεκριμένο κριτήριο

αστοχίας, και για ένα άλλο εύρος κάποιο άλλο. Τα κριτήρια αστοχίας που κυριαρχούν και στα τρία δομήματα, είναι η πλαστική στρόφη αστοχίας και η τέμνουσα.

- Οι μετακινήσεις στην οροφή στην αστοχία είναι μεγαλύτερες από τα αποτελέσματα των δυναμικών επαυξητικών αναλύσεων, σε σχέση με αυτές που υπολογίστηκαν από την μη γραμμική στατική ανάλυση, για τριγωνική κατανομή φορτίων.
- Από τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από τα επιμέρους διαγράμματα των υποστυλωμάτων παρατηρούμε ότι:
  1. Το δόμημα K60B59 παρουσιάζει δύο διαφορετικές συμπεριφορές έναντι καταγραφών κοντινού και μακρινού πεδίου. Οι αστοχίες και για τα δύο είδη είναι η ανάπτυξη της οριακής πλαστικής στρόφης. Σε καταγραφές κοντινού πεδίου κρίσιμα είναι τα υποστυλώματα πρώτου και δεύτερου επιπέδου, ενώ σε καταγραφές μακρινού πεδίου, κρίσιμα είναι τα υποστυλώματα τρίτου και τέταρτου επιπέδου. Εμφανίζουν μεγαλύτερες πλαστικές στρόφες στο πρώτο και δεύτερο επίπεδο σε σύγκριση με τα άλλα δύο δομήματα.
  2. Το δόμημα K60C59 παρουσιάζει την ίδια συμπεριφορά και για τα δύο είδη καταγραφών. Κρίσιμο κριτήριο η υπέρβαση της τέμνουσας αντοχής. Αναπτύσσονται πλαστικές αρθρώσεις σε πολύ μικρή μετακίνηση στα υποστυλώματα που δεν συνεχίζονται στον ίδιο όροφο στα πλαίσια με το ρετιρέ. Τα υποστυλώματα τα οποία βρίσκονται στην άκρη, εκεί όπου δεν συνεχίζουν τα ανοίγματα, αργούν να αναπτύξουν πλαστικές αρθρώσεις. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί, επειδή έχουν αστοχήσει ήδη σε τέμνουσα και τα διπλανά υποστυλώματα αναγκάζονται να αναλάβουν παραπάνω ένταση.
  3. Το δόμημα K60D59 παρουσιάζει και αυτό ίδια συμπεριφορά. Τα κριτήρια αστοχίας που εμφανίζει είναι η ανάπτυξη πλαστικής στρόφης (κυρίως) και έπειτα η υπέρβαση της τέμνουσας αντοχής. Τα κρίσιμα επίπεδα είναι το τρίτο και το τέταρτο. Τα υποστυλώματα που φέρουν τις μεγαλύτερες παραμορφώσεις είναι αυτά στα οποία παρουσιάζεται η ασυνέχεια. Επιπλέον, εμφανίζουν μεγαλύτερη ανάπτυξη πλαστικών στρόφων στο δεύτερο επίπεδο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα.
- Τέλος, το γεγονός ότι κρίσιμα επίπεδα είναι το τρίτο και το τέταρτο στα περισσότερα δομήματα, οφείλεται στο γεγονός ότι αυτά έχουν μελετηθεί για ομοιόμορφη κατανομή φορτίου. Με βάση τα σημερινά δεδομένα, όπου θεωρείται ότι η τριγωνική κατανομή είναι πιο αντιπροσωπευτική του σεισμού, τα πάνω επίπεδα είναι και αυτά που θα καταπονηθούν περισσότερο.

## Παράρτημα Α: Περίσφιγξη σκυροδέματος

Ένα στοιχείο σκυροδέματος, έχει την τάση, όταν θλίβεται σε μία διάσταση στο όριο της θραύσης, να αναπτύσσει μεγάλες εγκάρσιες εφελκυστικές παραμορφώσεις, οδηγώντας το στην διάγκωση, εξαιτίας της δημιουργίας και διάδοσης μικρορωγμών (μονοαξονική καταπόνηση). Η διάγκωση αυτή μπορεί να περιοριστεί με την περίσφιγξη, δηλαδή την χρήση συνδετήρων, οι οποίοι την εμποδίζουν εισάγοντας θλίψη στο σκυρόδεμα. Η περίσφιγξη αλλάζει τον τρόπο που καταπονεύεται και συμπεριφέρεται το σκυρόδεμα, καθώς από μονοαξονική θλίψη, υπόκειται πλέον σε τριαξονική θλίψη, αυξάνοντας την μέγιστη τάση μαζί με την μέγιστη παραμόρφωση αστοχίας.



Σχήμα Α.1: Διάγραμμα σ-ε απερίσφικτου και περίσφιγμένου σκυροδέματος

Το πόσο πολύ θα μεταβληθούν τα μηχανικά χαρακτηριστικά του σκυροδέματος, εξαρτώνται από την ποσότητα  $\alpha_w$ , όπου  $\alpha$  είναι η απόδοση της περίσφιγξης και  $\omega_w$  είναι το μηχανικό-ογκομετρικό ποσοστό των συνδετήρων.

Η απόδοση της περίσφιγξης έχει σχέση με την διάταξη που έχουν οι συνδετήρες, και την απόσταση μεταξύ τους, δηλαδή την απόδοση της περίσφιγξης στην διατομή ( $\alpha_n$ ) και την απόδοση της περίσφιγξης καθ' ύψος του υποστρώματος ( $\alpha_s$ ), και ισούται με το γινόμενο τους :

$$\alpha = \alpha_s * \alpha_n$$

(Εξ. Α. 1)

Η απόδοση της διατομής δίνεται από την σχέση:

$$\alpha_n = \frac{\sum n b_i^2}{6A_o} \quad \left( = 1 - \frac{8}{3n}, \text{ για } b_i = 4 * \frac{b_o}{4} \right) \quad (\text{Εξ. Α. 2})$$

όπου:

$b_i$  : απόσταση μεταξύ διαδοχικών ράβδων που συγκρατούνται από συνδετήρες

$A_o$  : εμβαδόν περισφιγμένου σκυροδέματος

$n$  : αριθμός «κορυφών» συνδετήρων

ενώ η απόδοση καθ' ύψος του υποστυλώματος δίνεται από την σχέση:

$$a_s = \left( 1 - \frac{s}{2*b_o} \right) * \left( 1 - \frac{s}{2*h_o} \right) \quad (\text{Εξ. Α. 3})$$

και για τετράγωνα υποστυλώματα όπου  $b_o=h_o$ , ισχύει:

$$a_s = \left( 1 - \frac{s}{2*b_o} \right)^2 \quad (\text{Εξ. Α. 4})$$

όπου:

$s$  : απόσταση των συνδετήρων

$b_o$  : πλάτος διατομής πυρήνα

Ο δεύτερος παράγοντας που επηρεάζει τα μηχανικά χαρακτηριστικά είναι το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό των συνδετήρων,  $\omega_{wd}$ , που ισούται με:

$$\omega_{wd} = \frac{\text{όγκος συνδετήρων περίσφιγξης}}{\text{όγκος πυρήνα σκυροδέματος}} * \frac{f_{sy}}{f_c} \quad (\text{Εξ. Α. 5})$$

όπου:

$f_{sy}$  : τάση διαρροής του χάλυβα οπλισμού των συνδετήρων (εδώ  $f_{sy}=310\text{MPa}$ )

$f_c$  : αντοχή απερίσφικτου σκυροδέματος (εδώ  $f_c=16\text{ MPa}$ )

Με βάση τα παραπάνω, βλέπουμε ότι παράγοντες όπως το πόσο πυκνοί είναι οι συνδετήρες, το πόσο καλά συγκρατούν τις διαμήκεις ράβδους, πόσες γωνίες σχηματίζουν στην διατομή όπως επίσης και οι διαστάσεις του υποστρώματος μαζί με τις ποιότητες των υλικών (σκυροδέματος και χάλυβα οπλισμού), μπορούν να επηρεάσουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά του περισιφιγμένου σκυροδέματος.

Οι νέες τάσεις διαρροής και θλίψης για το περισιφιγμένο σκυρόδεμα, μαζί με τις αντίστοιχες παραμορφώσεις, υπολογίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$f_{c,conf} = \begin{cases} (1 + 2.5 * a * \omega_w) * f_c & , \text{για } a\omega_w < 0.1 \\ (1.125 + 1.25 * a * \omega_w) * f_c & , \text{για } a\omega_w \geq 0.1 \end{cases} \quad (\text{Εξ. Α. 6})$$

$$f_{cu,conf} = 0.85 * f_c \quad (\text{Εξ. Α. 7})$$

$$\varepsilon_{co,conf} = \varepsilon_{co} \left( \frac{f_{c,conf}}{f_c} \right)^2 \quad (\text{Εξ. Α. 8})$$

$$\varepsilon_{cu,conf} = \varepsilon_{cu} + 0.10 * a * \omega_w \quad (\text{Εξ. Α. 9})$$

Τα κτίρια τα οποία έχουν κατασκευαστεί την δεκαετία του 1960, σχεδιάστηκαν βάση του Βασιλικού Διατάγματος του 1959, στο οποίο δεν υπήρχαν ειδικές διατάξεις για περίσιφιξη του σκυροδέματος. Όμως, παρά το γεγονός αυτό, το σκυρόδεμα στα υποστρώματα έχει κάποια βελτίωση στα μηχανικά χαρακτηριστικά του, εξαιτίας των υφιστάμενων λίγων συνδετήρων και της ανάπτυξης πλήρους αντοχής  $f_c$  του σκυροδέματος. Τα υποστρώματα έχουν ταξινομηθεί σε ομάδες, η οποία ταξινόμηση έγινε βάση των διαστάσεων τους. Κάθε ομάδα έχει τα δικά της μηχανικά χαρακτηριστικά, τα οποία προέκυψαν ως ο μέσος όρος των επιμέρους υποστρωμάτων που ανήκουν σε αυτή. Κάτι αντίστοιχο δεν συμβαίνει με τις δοκούς, για τις οποίες υπάρχει αραιός εγκάρσιος οπλισμός, και επομένως λαμβάνονται υπ' όψιν για αυτές οι αντοχές και οι παραμορφώσεις του απερίσιφτου σκυροδέματος. Παρακάτω παρατίθενται οι πίνακες με τα μηχανικά χαρακτηριστικά κάθε ομάδας υποστρωμάτων για κάθε κτίριο.

**Πίνακας Α.1: Ομάδες περίσιφιξης των υποστρωμάτων του κτιρίου K60B59**

<b>ΚΤΙΡΙΟ K60B59</b>						
<b>Ομάδα περίσιφιξης</b>	<b>Ομάδα υποστρωμάτων</b>	<b><math>E_c</math></b>	<b><math>f_{c,conf}</math></b>	<b><math>\varepsilon_{co,conf}</math></b>	<b><math>f_{cu,conf}</math></b>	<b><math>\varepsilon_{cu,conf}</math></b>
1	10,11,12,13	21000000	16000	0.002	13600	0.0035
2	1,2,3,4	21000000	16170	0.002	13600	0.0039
3	5	21000000	16240	0.0021	13600	0.0041
4	6,7,8,9	21000000	16210	0.0021	13600	0.004



**Πίνακας Α.2: Ομάδες περίσφιγξης των υποστυλωμάτων του κτιρίου K60C59**

<b>ΚΤΙΡΙΟ K60C59</b>						
<b>Ομάδα περίσφιγξης</b>	<b>Ομάδα υποστυλωμάτων</b>	<b>E<sub>c</sub></b>	<b>f<sub>co,conf</sub></b>	<b>ε<sub>co</sub></b>	<b>f<sub>cu,conf</sub></b>	<b>ε<sub>cu,conf</sub></b>
1	8,9	21000000	16000	0.002	13600	0.0035
2	1,2,3,4	21000000	16150	0.002	13600	0.0039
3	5,6,7	21000000	16110	0.002	13600	0.0038

<b>ΚΤΙΡΙΟ K60D59</b>						
<b>Ομάδα περίσφιγξης</b>	<b>Ομάδα υποστυλωμάτων</b>	<b>E<sub>c</sub></b>	<b>f<sub>co,conf</sub></b>	<b>ε<sub>co,conf</sub></b>	<b>f<sub>cu,conf</sub></b>	<b>ε<sub>cu,conf</sub></b>
<b>1ος όροφος</b>						
2	1,2	21000000	16150	0.002	13600	0.0039
3	3,4,5,6	21000000	17030	0.0023	13600	0.0061
<b>2ος όροφος</b>						
2	1	21000000	16150	0.002	13600	0.0039
4	2	21000000	16110	0.002	13600	0.0038
5	3,4,5,6	21000000	17140	0.0023	13600	0.0063
<b>3ος όροφος</b>						
1	2	21000000	16000	0.002	13600	0.0035
6	1	21000000	16210	0.0021	13600	0.004
7	3,4	21000000	16390	0.0021	13600	0.0045
8	5,6	21000000	16710	0.0022	13600	0.0053
<b>4ος όροφος</b>						
1	2	21000000	16000	0.002	13600	0.0035
4	1	21000000	16110	0.002	13600	0.0038
7	3	21000000	16390	0.0021	13600	0.0045
<b>5ος όροφος</b>						
1	2	21000000	16000	0.002	13600	0.0035
4	3	21000000	16110	0.002	13600	0.0038
6	1	21000000	16210	0.0021	13600	0.004
7	7	21000000	16390	0.0021	13600	0.0045

## Παράρτημα Β: Κριτήρια αστοχίας

Για τις αναλύσεις, χρησιμοποιήθηκαν συμβατικά κριτήρια αστοχίας για τα οποία, η οποιαδήποτε υπέρβαση τους δεν σημαίνει και κατάρρευση των δομημάτων στην πραγματικότητα. Η αστοχία μπορεί να προκύψει τόσο σε επίπεδο ορόφου όσο και σε επίπεδο μέλους, για αυτό υιοθετήθηκαν και γενικά κριτήρια και τοπικά. Για τα τοπικά κριτήρια, παραλείπονται οι δοκοί και λαμβάνονται υπ' όψιν μόνο τα υποστυλώματα, εξαιτίας της ανακατανομής των ροπών σε περίπτωση που κάποια δοκός αστοχήσει. Απαραίτητος είναι ο υπολογισμός των παρακάτω παραμέτρων για τον καθορισμό των κριτηρίων:

- Μέγιστη πλαστική στρόφη ( $\Delta\theta_{pl}$ ) στα άκρα των μελών (υποστυλωμάτων και δοκών)
- Αντοχή έναντι τέμνουσας μεμονωμένων μελών με ή χωρίς αξονικό φορτίο
- Σχετική μετακίνηση των ορόφων
- Μείωση της μέγιστης τέμνουσας βάσης του κτιρίου στο 85% της μέγιστης, για μη τοιχοπληρωμένα κτίρια

Από τις παραπάνω παραμέτρους, οι δύο πρώτες σχετίζονται με τοπικά κριτήρια ενώ οι δύο τελευταίες με γενικά. Πιο συγκεκριμένα, παρακάτω αναπτύσσεται κάθε ένα κριτήριο με τις αντίστοιχες παραμέτρους ξεχωριστά.

### A) Μέγιστη πλαστική στρόφη ( $\theta_{pl}$ )

Η μέγιστη πλαστική στρόφη των μελών των κτιρίων, εκτιμάται από αναλύσεις των διατομών. Για τον υπολογισμό της, είναι απαραίτητη η γνώση των επιμέρους καμπυλοτήτων διαρροής και αστοχίας ( $\varphi_y$  και  $\varphi_u$  αντίστοιχα), όπως επίσης και του μήκους της πλαστικής άρθρωσης ( $l_{pl}$ ). Η σχέση που δίνει την πλαστική στρόφη είναι η εξής:

$$\theta_{pl} = \Delta\varphi * l_{pl} \quad (\text{Εξ. Β. 1})$$

Στην παραπάνω σχέση, ο όρος  $\Delta\varphi$  ισούται με:

$$\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_y \quad (\text{Εξ. Β. 2})$$

ενώ το μήκος της πλαστικής άρθρωσης μπορεί να εκτιμηθεί με μία από τις παρακάτω εξισώσεις (εξισώσεις B.3-B.5):

$$l_{pl} = 0.08 * l_o + 0.022 * f_y * d_b \quad (\text{Paulay \& Priestley (1992)}) \quad (\text{Εξ. B. 3})$$

όπου  $d_b$  : διάμετρος των διαμήκων ράβδων

$f_y$  : τάση διαρροής του χάλυβα

$l_o$  : απόσταση μεταξύ της κρίσιμης διατομής (μέγιστη ροπή) και του σημείου μηδενισμού των ροπών

$$l_{pl} = 0.50 * d \quad (\text{Εξ. B. 4})$$

όπου  $d$  : στατικός ύψος διατομής

$$l_{pl,monot} = 0.18 * l_o + 0.021 * \alpha_{sl} * d_b * f_y \quad (\text{για μονοτονική φόρτιση}) \quad (\text{Εξ. B. 5})$$

όπου  $l_o$  : διατμητικό μήκος

$\alpha_{sl}$  : συντελεστής ίσος με μηδέν ή μονάδα, για την απουσία ή παρουσία ολίσθησης των ράβδων από την περιοχή αγκύρωσης τους, πέρα από την διατομή μέγιστης ροπής

$d_b$  : διάμετρος των ράβδων

$f_y$  : τάση διαρροής οπλισμού

Κάθε  $\theta_{pl}$ , υπολογίζεται για όλους τους τρόπους εκτιμήσεως του πλαστικού μήκους άρθρωσης. Για όποιο από τα παραπάνω μήκη, η  $\theta_{pl}$  ξεπεράσει πρώτη την τιμή  $\theta_{pl,um}$ , τότε θεωρείται ότι επέρχεται η αστοχία, και δίπλα αναφέρεται και το είδος του μήκους της πλαστικής άρθρωσης που οδήγησε σε αυτήν πρώτη. Η τιμή της  $\theta_{pl,um}$ , δίνεται από την σχέση:

$$\theta_{pl}(\%) = 0.0145 * (0.25^v) * \left[ \frac{\max(0.01, \frac{\rho' * f_y'}{f_c'})}{\max(0.01, \frac{\rho * f_y}{f_c})} \right]^{0.2} * (f_c')^{0.2} * \left( \frac{L_s}{h} \right)^{0.35} * 25^{\left( 100 * a * \rho_{sx} * \frac{f_y h}{f_c} \right)} \quad (\text{Εξ. Β. 6})$$

όπου:

v: ανηγμένο αξονικό φορτίο

$\rho'$ : μηχανικό ποσοστό διαμήκους εφελκόμενου οπλισμού

$\rho$ : μηχανικό ποσοστό διαμήκους θλιβόμενου οπλισμού

$f_y'$ : τάση διαρροής σε θλίψη για τον διαμήκη οπλισμό

$f_y$ : τάση διαρροής σε εφελκισμό για τον διαμήκη οπλισμό

$f_c'$ : θλιπτική αντοχή απερίσφικτου σκυροδέματος

$L_s/h$ : διατμητική μήκος

a: απόδοση της περίσφιγξης

$\rho_{sx}$ : γεωμετρικό ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού

$f_{yh}$ : τάση διαρροής εγκάρσιου οπλισμού

Η παραπάνω σχέση, εφαρμόζεται για κατασκευές που έχουν σχεδιαστεί σύμφωνα με τον αντισεισμικό σχεδιασμό του 1985. Επειδή τα κτίρια που εξετάζονται, είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με το Β.Δ. του 1959, και επειδή χρησιμοποιήθηκε λείος χάλυβας για την ενίσχυση τους, η παραπάνω σχέση πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή 0.375.

### B) Αντοχή έναντι τέμνουσας

Η αντοχή ενός μέλους έναντι τέμνουσας ( $V_{R3}$ ), το οποίο έχει εγκάρσιο οπλισμό, είναι ίση με:

$$V_{R3} = V_c + V_w + V_s \quad (\text{Εξ. Β. 7})$$

Όπου:

$V_c$ : η συνεισφορά του σκυροδέματος

$V_w$ : η συνεισφορά του εγκάρσιου οπλισμού

$V_s$ : η συνεισφορά του καμπτόμενου διαμήκη οπλισμού

Ο όρος  $V_c$  για γραμμικά στοιχεία, ισούται με:

$$V_c = \begin{cases} 0.30 * V_{R1}, & \text{για } v > -0.10 \\ 0.90 * V_{R1}, & \text{για } v < -0.10 \end{cases} \quad (\text{Εξ. B. 8})$$

Ο όρος  $V_{R1}$  είναι η αντοχή σε τέμνουσα ενός στοιχείου χωρίς οπλισμό διατμήσεως, και ισούται με :

$$V_{R1} = [\tau_R * k * (1.20 + 40 * \rho_l) + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d \quad (\text{Εξ. B. 9})$$

Όπου:

$\tau_R$ :  $\tau_R = \tau_{Rd} * \gamma_c$  (διατμητική αντοχή, η τιμή  $\tau_{Rd}$  δίνεται από τον πίνακα B.1)

k:  $k = 1.6 - d \geq 1$

$\rho_l$ : ποσοστό διαμήκους οπλισμούς

$\sigma_{cp}$ : τάση προεντάσεως

$b_w$ : πλάτος στοιχείου

d: στατικό ύψος

**Πίνακας B.1: Τιμή διατμητικής αντοχής βάση ποιότητας σκυροδέματος**

$f_{ck}$	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$\tau_{Rd}$	0.18	0.22	0.26	0.30	0.34	0.37	0.41	0.44	0.48

Όσον αφορά τους όρους  $V_w$ , και  $V_s$ , δίνονται από τις εξισώσεις B.10 και B.11 αντίστοιχα:

$$V_w = \frac{0.90 * d}{s} * A_{sw} * f_{yw} \quad (\text{Εξ. B. 10})$$

$$V_s = A_s * 0.70 * f_y * \sqrt{2} \quad (\text{Εξ. B. 11})$$

Όπου:

s: απόσταση των συνδετήρων  
 $A_{sw}$ : εμβαδόν των συνδετήρων  
 $f_{yw}$ : τάση διαρροής του χάλυβα των συνδετήρων  
 $A_s$ : εμβαδόν των καμπτόμενων διαμήκων ράβδων  
 $f_y$ : τάση διαρροής των καμπτόμενων διαμήκων ράβδων

Αφού υπολογιστεί η τιμή  $V_{R3}$ , αυτή δεν πρέπει να υπερβαίνει την  $V_{R2}$ , η οποία είναι η αντοχή του θλιπτήρα. Η τιμή της ισούται με:

$$V_{R2} = \frac{1}{2} * v * f_c * b_w * 0.90 * d * (1 + \cot \alpha) \quad (\text{Εξ. Β. 12})$$

#### Γ) Σχετική μετακίνηση ορόφων

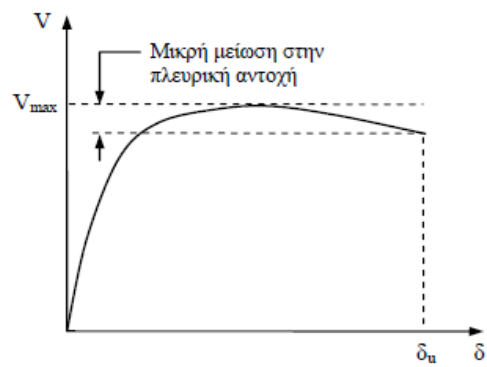
Αναφορικά με την σχετική μετακίνηση ορόφων, ένα άνω όριο υιοθετείται, έτσι ώστε τα φαινόμενα Ρ-Δ, και οι βλάβες σε δομικά και μη δομικά στοιχεία να μην είναι σημαντικές. Υιοθετείται μία τιμή 1.25% για υφιστάμενα πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος, η οποία βασίζεται σε πειραματικά όρια αστοχίας.

Η σχετική μετακίνηση ορόφων δίνεται από την σχέση:

$$\Delta_i = \frac{(\delta_i - \delta_{i-1})}{h_i} \quad (\text{Εξ. Β. 13})$$

#### Δ) Φθίνων κλάδος

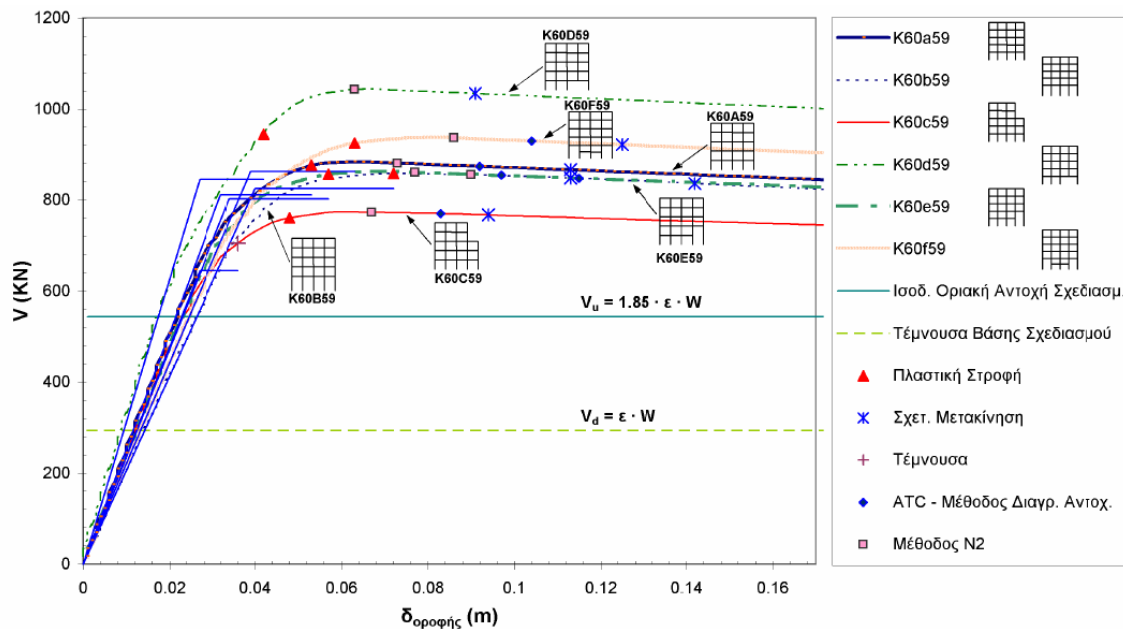
Η αντοχή μίας κατασκευής όσον αφορά την τέμνουσα βάση που μπορεί να αναπτύξει, εξαρτάται από τις επιμέρους καμπτικές αντοχές των μελών της. Η αντοχή αυτή μπορεί να μειωθεί εξαιτίας φαινομένων δευτέρας τάξεως ή/και λόγω της απώλειας αντοχής των μελών της. Αν και μία τέτοια μείωση δεν σημαίνει υποχρεωτικά αστοχία, όσο αυτή η μείωση συνεχίζει να μεγαλώνει, μπορεί να οδηγήσει την κατασκευή σε μία ασταθή και μη αξιόπιστη συμπεριφορά. Για αυτόν τον λόγο λοιπόν, ορίζεται σαν κριτήριο αστοχίας η μείωση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής στο 85% της μέγιστης τέμνουσας βάσης. Το κριτήριο αυτό αφορά κυρίως τα μη τοιχο-πληρωμένα πλαίσια, καθώς αυτά είναι πιο ευαίσθητα σε φαινόμενα δευτέρας τάξεως.



**Σχήμα Β.1: Φθίνων κλάδος  
καμπύλης ικανότητας**

## Παράρτημα Γ: Υπολογισμός στοχευμένων μετακινήσεων

Όπως αναφέρθηκε και στο τέταρτο μέρος του Κεφαλαίου Ι, για να υπολογιστεί η στοχευμένη μετακίνηση, απαιτείται η διγραμμικοποίηση της καμπύλης ικανότητας, η οποία έχει προκύψει από στατική ανελαστική μέθοδο. Παρακάτω παρουσιάζεται η καμπύλη ικανότητας (σχήμα Δ.1) και για τα τρία υπό μελέτη κτίρια, όπως επίσης και άλλων μη κανονικών κτιρίων καθ' ύψος, από το δεύτερο μέρος του Κεφαλαίου ΙV. Στον πίνακα Δ.1 παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές τιμές της διγραμμικοποιημένου διαγράμματος.



Σχήμα Δ.1: Καμπύλες ικανότητας από μη γραμμική στατική ανάλυση για τριγωνική κατανομή κτιρίων του '60 (Reparis 2007)

Πίνακας Δ.1: Χαρακτηριστικές τιμές διγραμμικού διαγράμματος για κάθε κτίριο

Κτίριο	$\delta_y$ (cm)	$V_y$ (KN)	$\delta_u$ (cm)	$V_u$ (KN)
K60B59	4.0	825	7.2	825
K60C59	2.7	645	3.6	645
K60D59	2.7	845	4.2	845

Όσον αφορά το πρώτο βήμα της μεθόδου των συντελεστών, το οποίο απαιτεί την διγραμμικοποίηση της καμπύλης ικανότητας, αυτό έχει διαξαχθεί στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής. Ο με-



τελαστικός κλάδος θεωρείται ότι έχει μηδενική κλίση και για τα τρία κτίρια. Η ελαστική και μετελαστική δυσκαμψία είναι για τα τρία κτίρια:

- K60B59:  $K_e = 825 \text{ KN} / 0,040 \text{ m} = 20625 \text{ KN/m}$  και  $K_s = 0 \text{ KN/m}$
- K60C59:  $K_e = 645 \text{ KN} / 0.027 \text{ m} = 23900 \text{ KN/m}$  και  $K_s = 0 \text{ KN/m}$
- K60D59:  $K_e = 845 \text{ KN} / 0.027 \text{ m} = 31300 \text{ KN/m}$  και  $K_s = 0 \text{ KN/m}$

Επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός της ισοδύναμης κυριαρχούσας ιδιοπεριόδου  $T_e$ . Απαραίτητη προϋπόθεση για αυτό είναι η εκτίμηση της αρχικής ελαστικής πλευρικής δυσκαμψίας  $K_0$ . Από την καμπύλη ικανότητας για κάθε κτίριο, προκύπτει:

- K60B59:  $K_0 = 21600 \text{ KN/m}$  και  $T_e = 0.99 \text{ sec}$
- K60C59:  $K_0 = 26600 \text{ KN/m}$  και  $T_e = 0.76 \text{ sec}$
- K60D59:  $K_0 = 35800 \text{ KN/m}$  και  $T_e = 0.82 \text{ sec}$

Έπειτα, καθορίζονται οι συντελεστές, οι οποίοι είναι ίδιοι για όλες τις κατασκευές και ισούνται:

- $C_0 = 1.4$  (μη διατμητικά κτίρια με 5 ορόφους)
- $C_1 = 1$  (για όλες τις περιπτώσεις ισχύει  $T_e \geq T_C = 0.40 \text{ sec}$  κατηγορία εδάφους A)
- $C_2 = 1.1$  (κτίρια χωρίς μεγάλη πλαστιμότητα με  $T_e \geq T_C$ )
- $C_3 = 1$  (δεν υπάρχει αρνητική κλίση του μετελαστικού κλάδου)

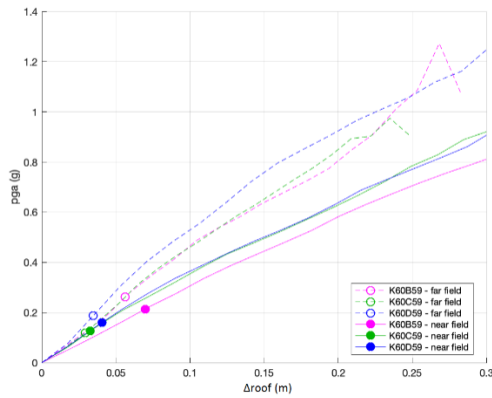
Τέλος, γίνεται υπολογισμός των στοχευμένων μετακινήσεων, κάνοντας χρήση του ελαστικού φάσματος του Ευρωκώδικα 8:

- K60B59:  $\delta t = 6.2 \text{ cm}$
- K60C59:  $\delta t = 4.7 \text{ cm}$
- K60D59:  $\delta t = 5.1 \text{ cm}$

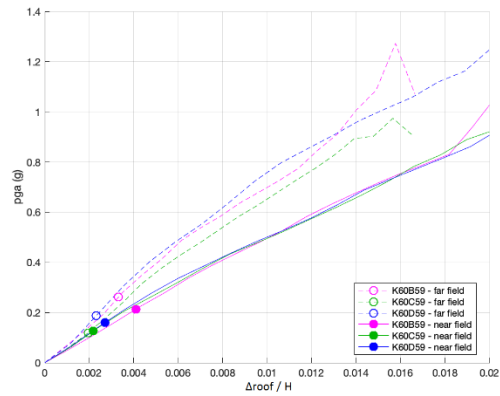
## Παράρτημα Δ: Αποτελέσματα αναλύσεων

Παρακάτω, δίνονται τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τις αναλύσεις και δεν παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο V.

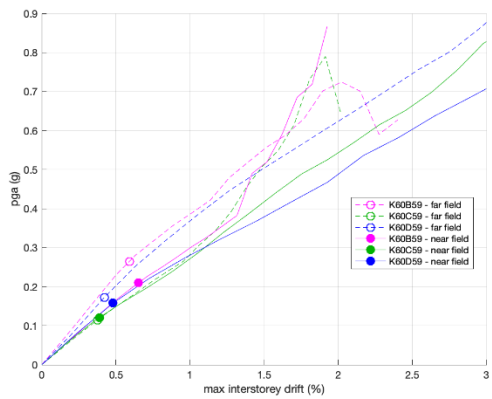
### Α.Κοινά διαγράμματα



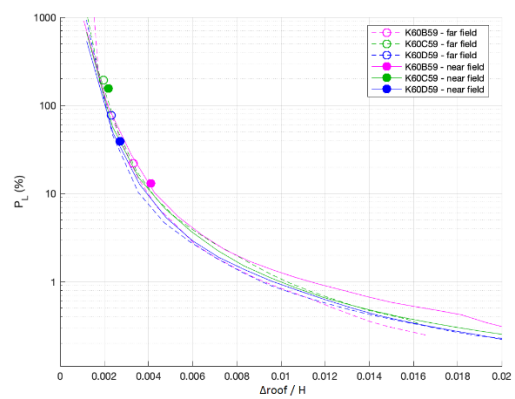
Σχήμα Δ.1: Κοινό διάγραμμα P.G.A.- $\Delta_{roof}$



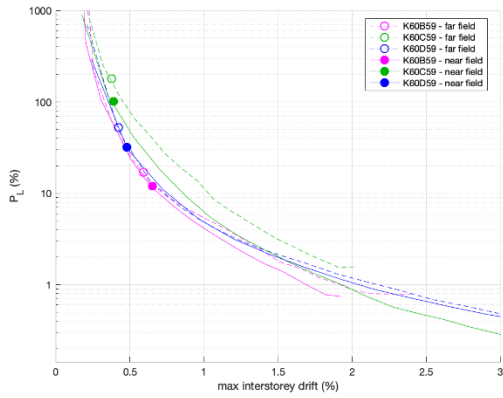
Σχήμα Δ.2: Κοινό διάγραμμα P.G.A.- $(\Delta_{roof}/H)$



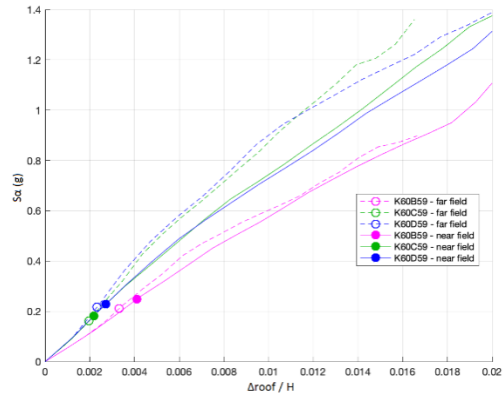
Σχήμα Δ.3: Κοινό διάγραμμα P.G.A.-Dr



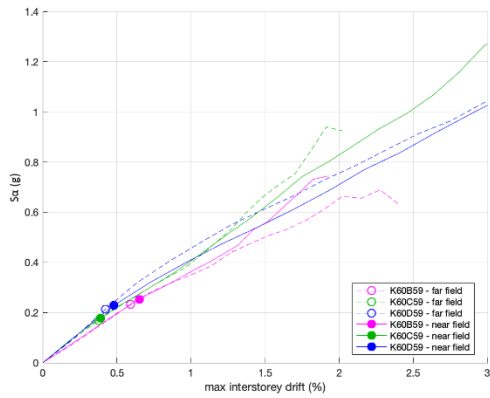
Σχήμα Δ.4: Κοινό διάγραμμα  $P_L$ - $(\Delta_{roof}/H)$



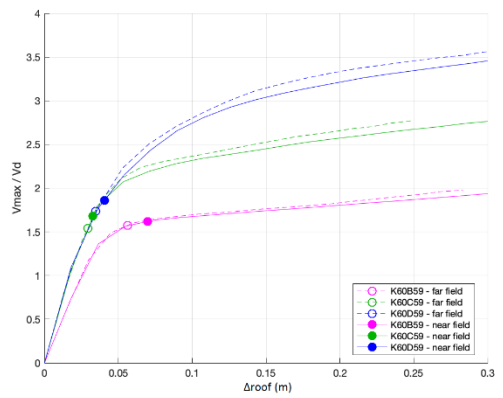
Σχήμα Δ.5: Κοινό διάγραμμα  $P_L$ - $\Delta_{roof}$



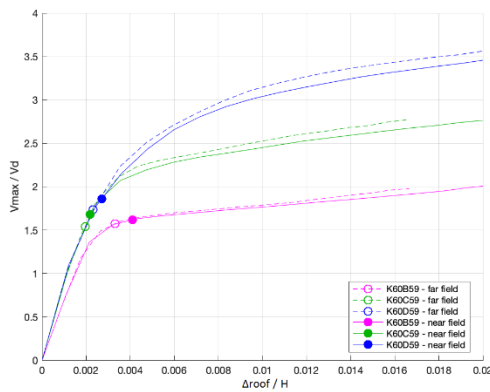
Σχήμα Δ.6: Κοινό διάγραμμα  $S_a$ - $(\Delta_{roof}/H)$



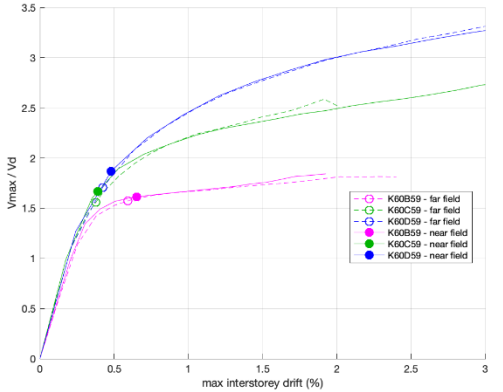
Σχήμα Δ.7: Κοινό διάγραμμα  $S_a$ - $D_r$



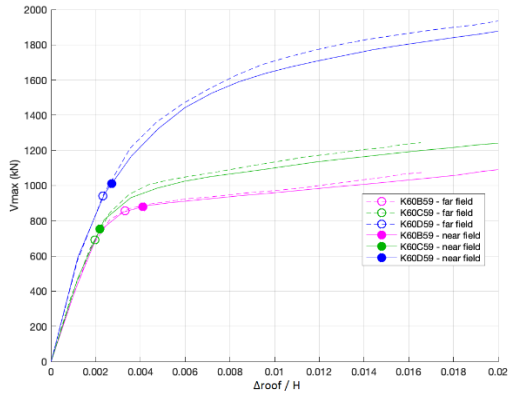
Σχήμα Δ.8: Κοινό διάγραμμα  $(V_{max}/V_d)$ - $(\Delta_{roof}/H)$



Σχήμα Δ.9: Κοινό διάγραμμα  $(V_{max}/V_d)$ - $(\Delta_{roof}/H)$



Σχήμα Δ.10: Κοινό διάγραμμα  $(V_{max}/V_d)$ - $D_r$

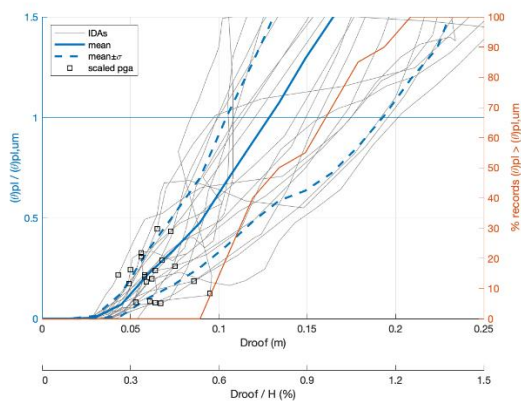


Σχήμα Δ.11: Κοινό διάγραμμα  $V_{max}-(\Delta_{roof}/H)$

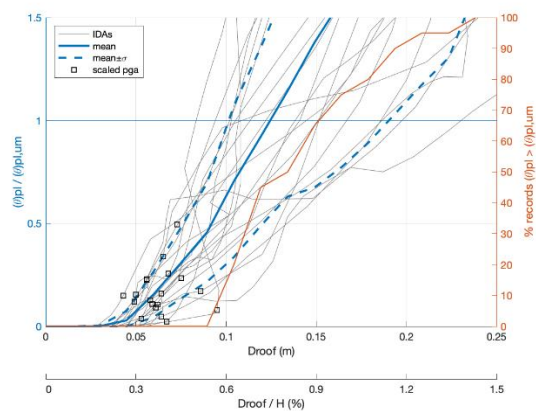
## B. Μεμονωμένα διαγράμματα υποστυλώματων

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα των επιμέρους υποστυλωμάτων για κάθε καταγραφή ανά κτίριο. Στην αρίθμηση ΧΚΥ, το Χ δηλώνει τον όροφο, και το Υ τον αριθμό του υποστυλώματος σύμφωνα με τις κατόψεις που παρατίθενται στο Κεφάλαιο ΙΙ.

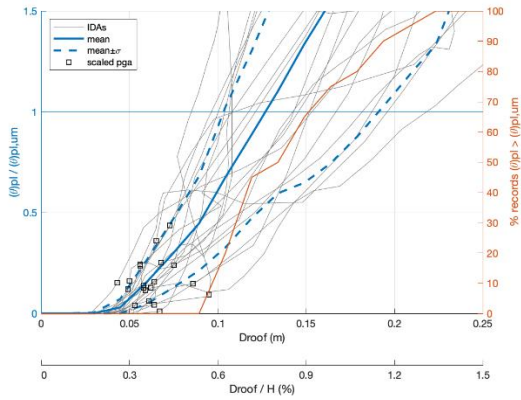
### 1)Κτίριο K60B59-Καταγραφές μακρινού πεδίου



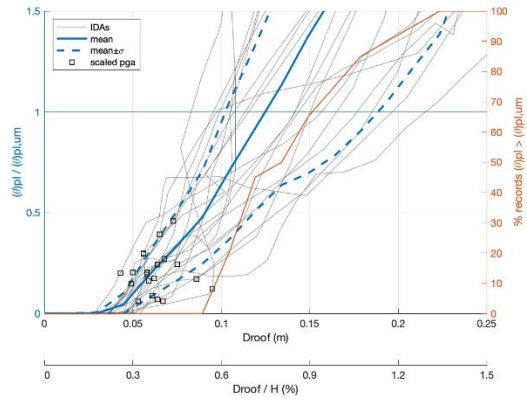
Σχήμα Δ.12: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K1



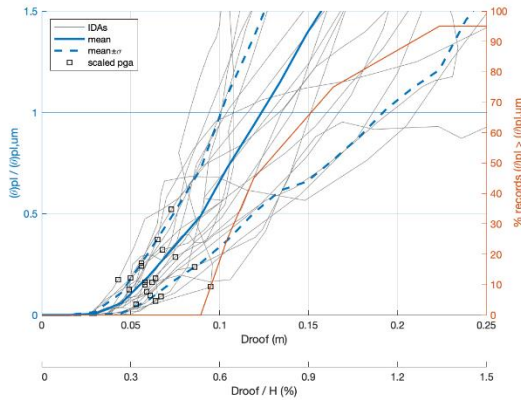
Σχήμα Δ.13: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K2



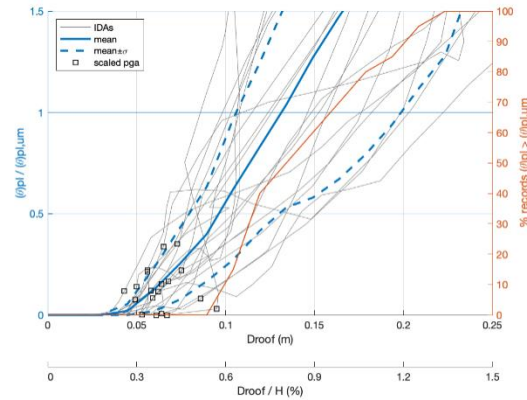
Σχήμα Δ.14: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K3



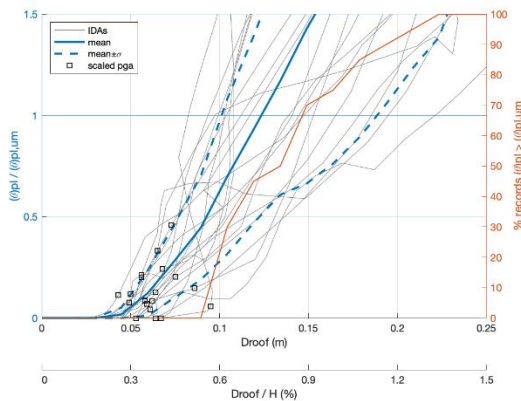
Σχήμα Δ.15: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K4



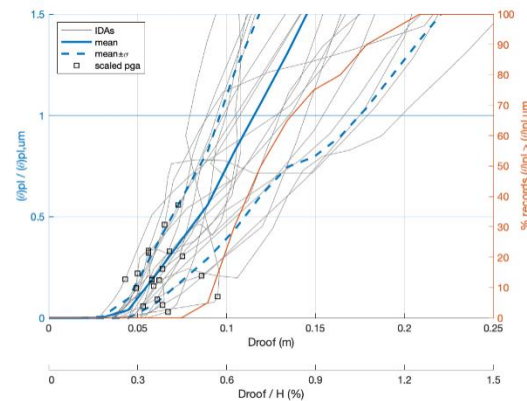
Σχήμα Δ.16: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K5



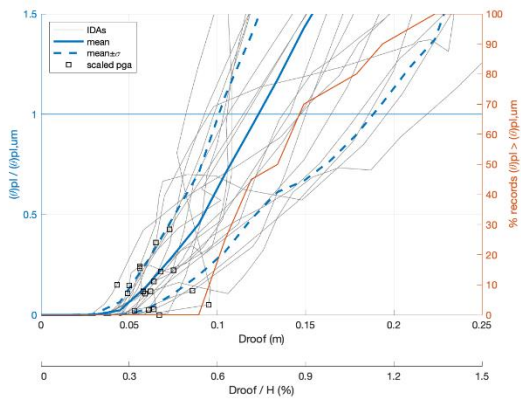
Σχήμα Δ.17: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K6



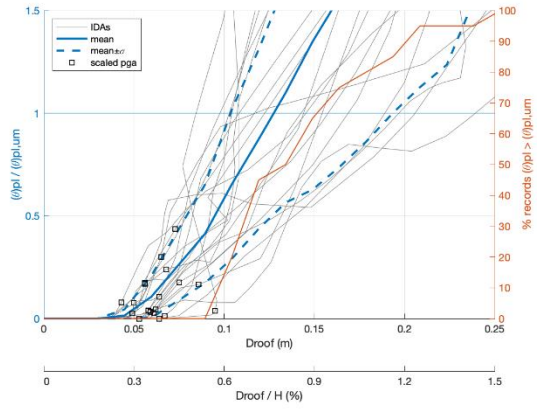
Σχήμα Δ.18: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K7



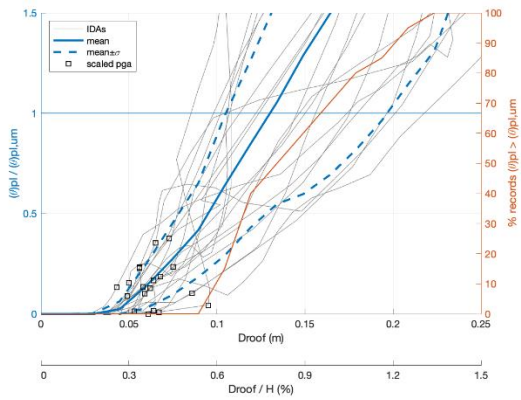
Σχήμα Δ.19: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K8



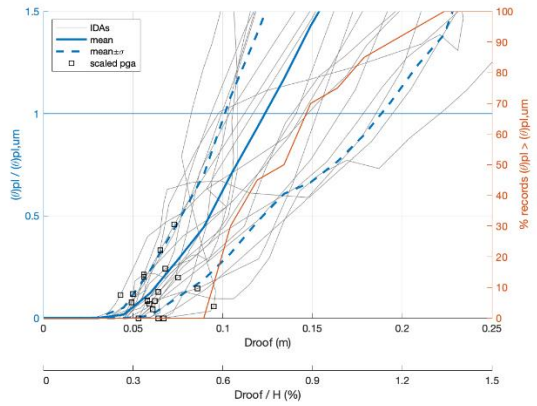
**Σχήμα Δ.20: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K9**



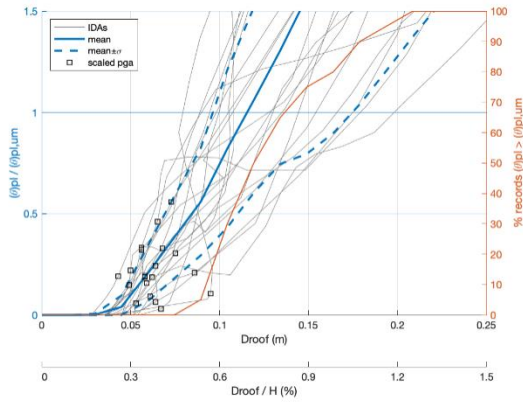
**Σχήμα Δ.21: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K10**



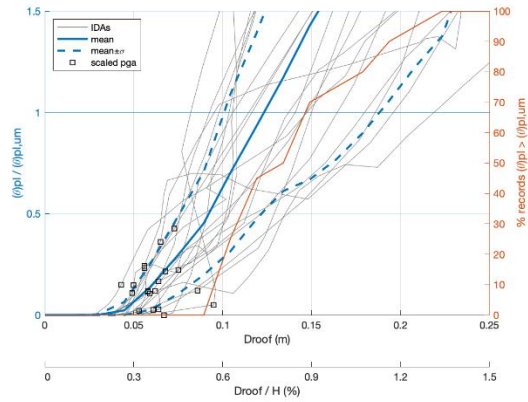
**Σχήμα Δ.22: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K11**



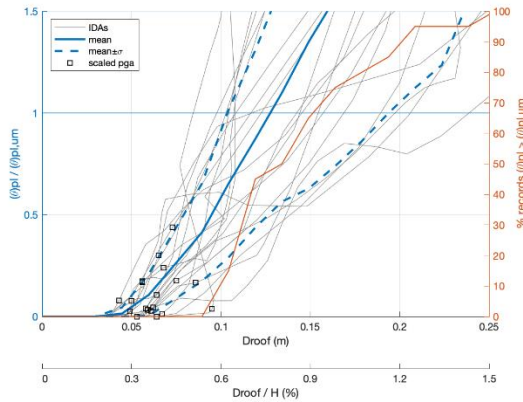
**Σχήμα Δ.23: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K12**



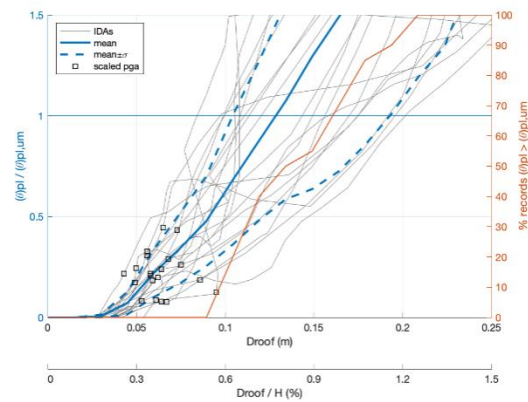
**Σχήμα Δ.24: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K13**



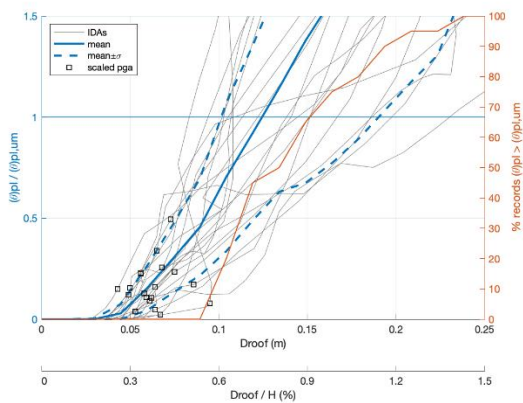
**Σχήμα Δ.25: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K14**



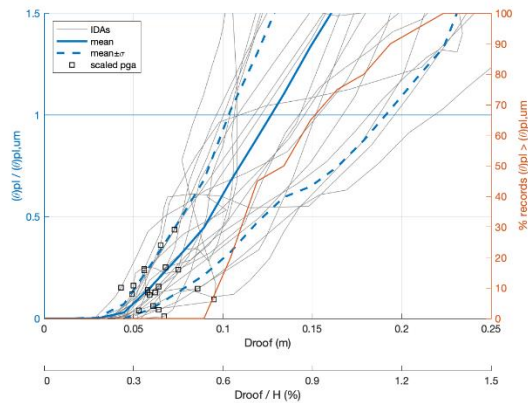
**Σχήμα Δ.26: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K15**



**Σχήμα Δ.27: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K16**

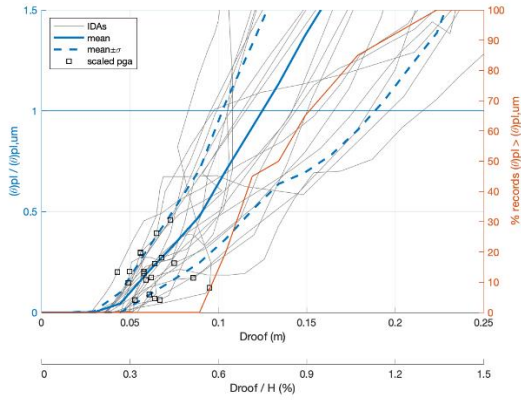


**Σχήμα Δ.28: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K17**

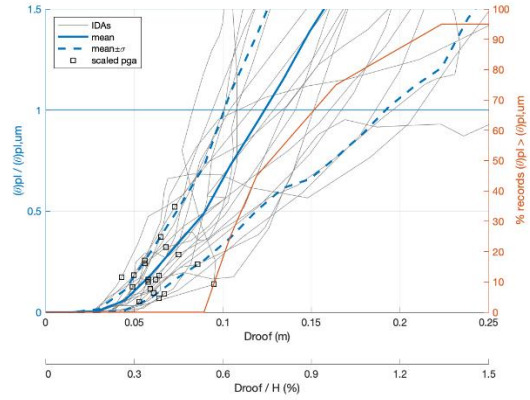


**Σχήμα Δ.29: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K18**

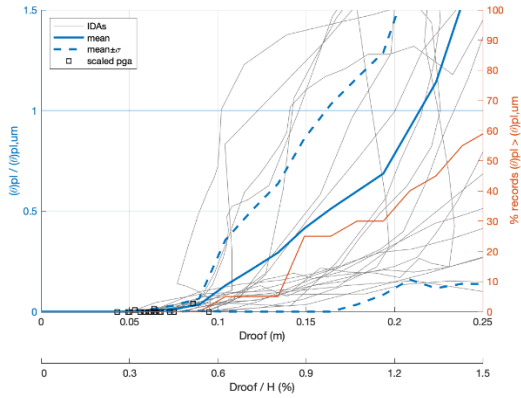




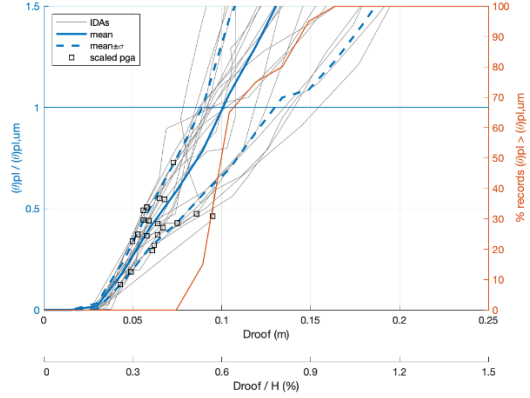
Σχήμα Δ.30: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K19



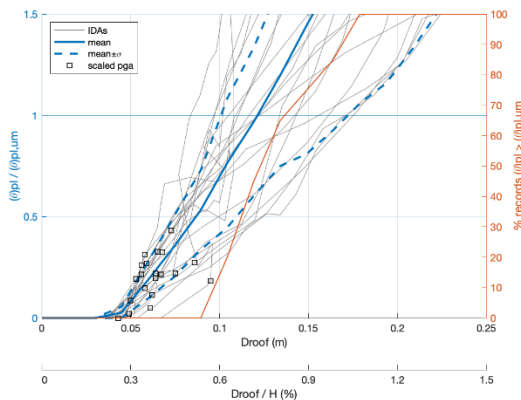
Σχήμα Δ.31: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K20



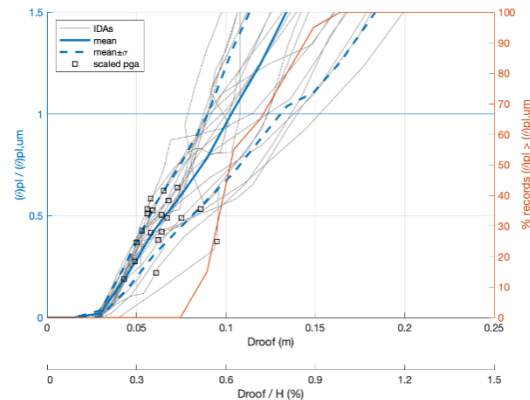
Σχήμα Δ.32: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1



Σχήμα Δ.33: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2

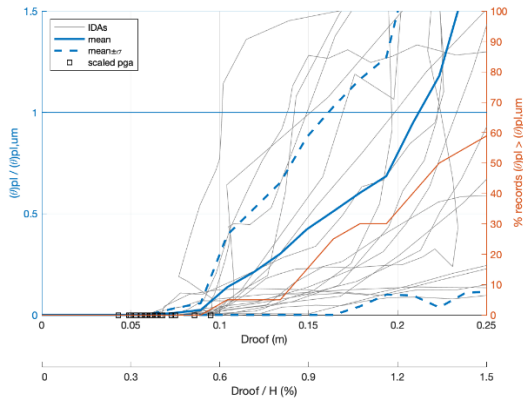


Σχήμα Δ.34: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1

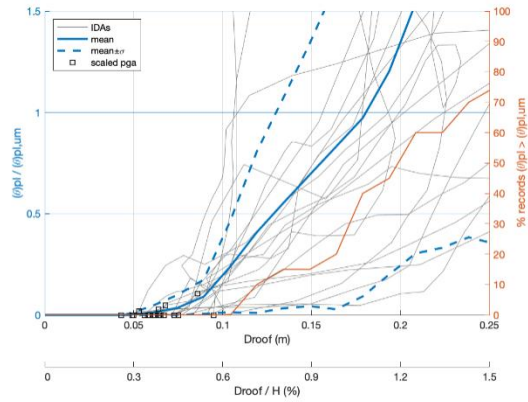


Σχήμα Δ.35: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2

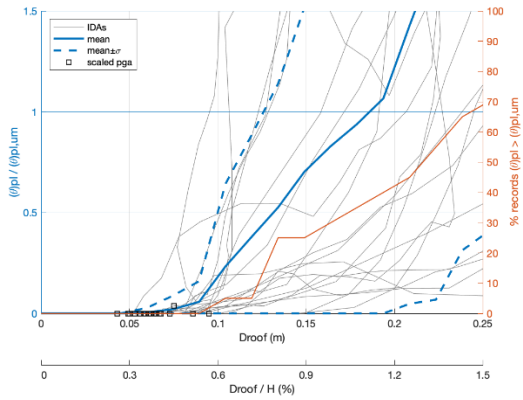




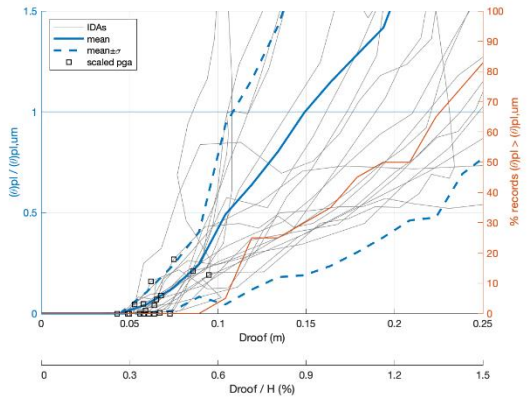
**Σχήμα Δ.36: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K3**



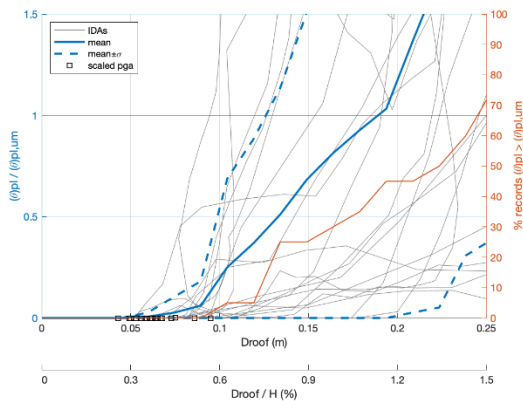
**Σχήμα Δ.37: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K4**



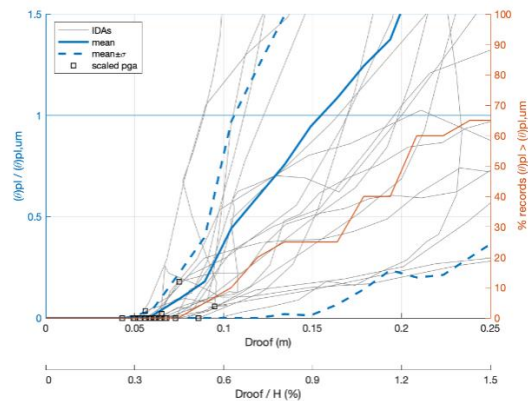
**Σχήμα Δ.38: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K5**



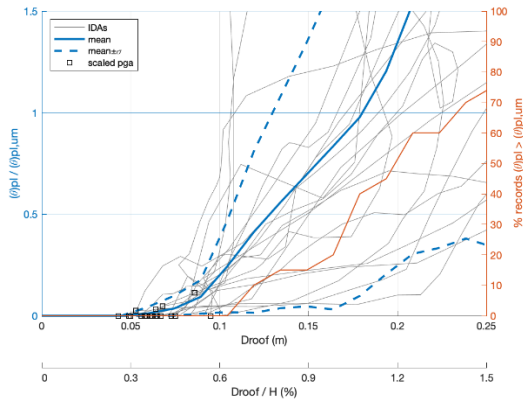
**Σχήμα Δ.39: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K6**



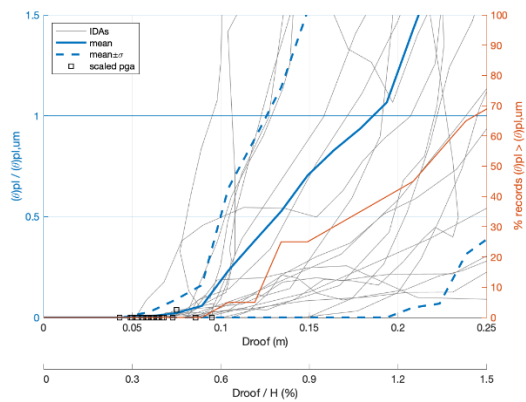
**Σχήμα Δ.40: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K7**



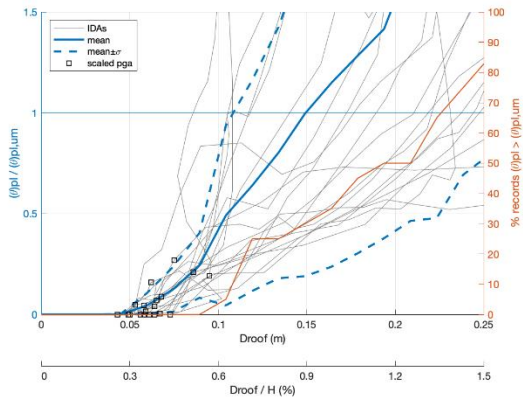
**Σχήμα Δ.41: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K8**



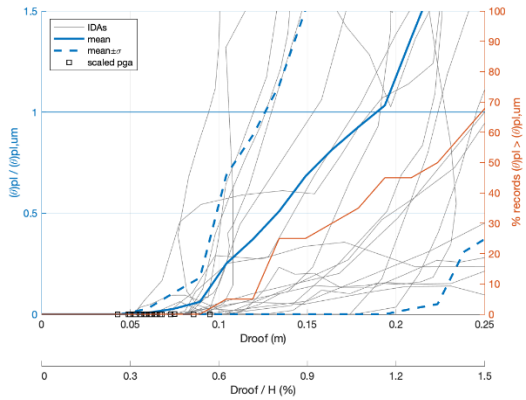
**Σχήμα Δ.42: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K9**



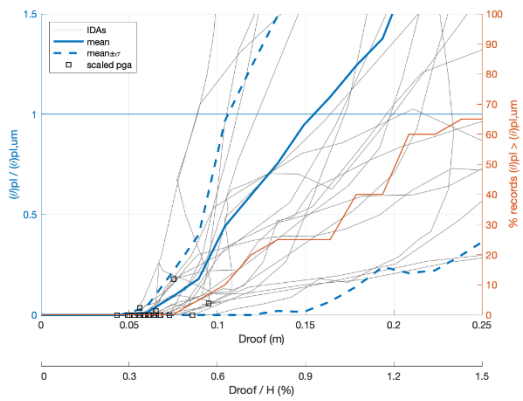
**Σχήμα Δ.43: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K10**



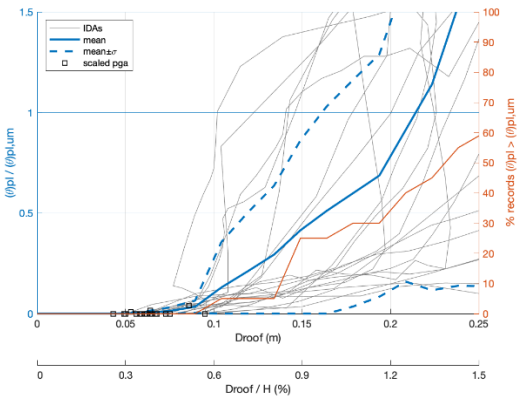
**Σχήμα Δ.44: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K11**



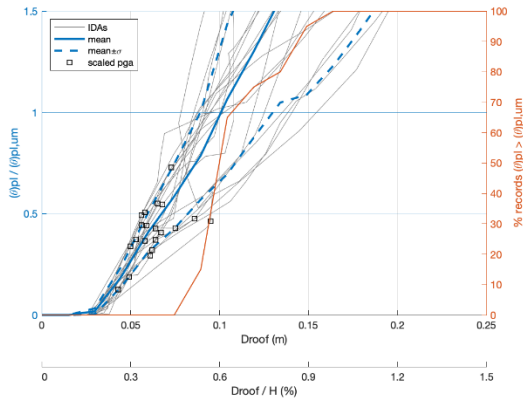
**Σχήμα Δ.45: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K12**



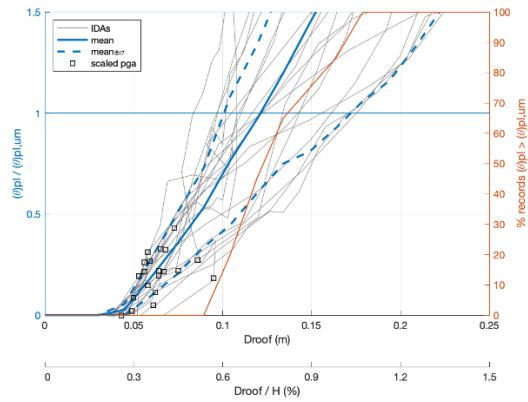
**Σχήμα Δ.46: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K13**



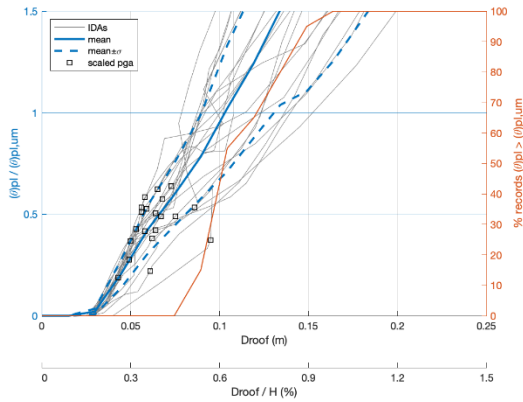
**Σχήμα Δ.47: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K14**



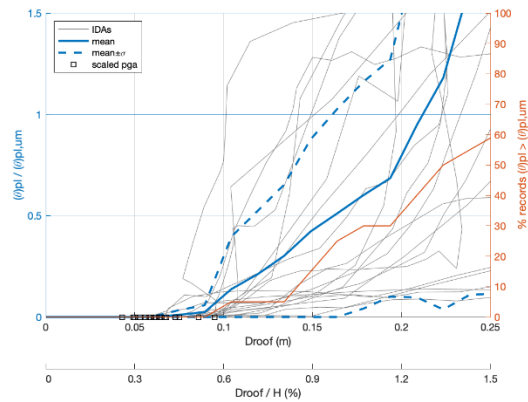
Σχήμα Δ.48: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K15



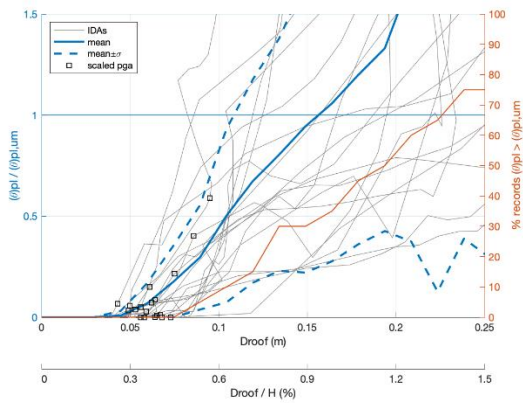
Σχήμα Δ.49: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K16



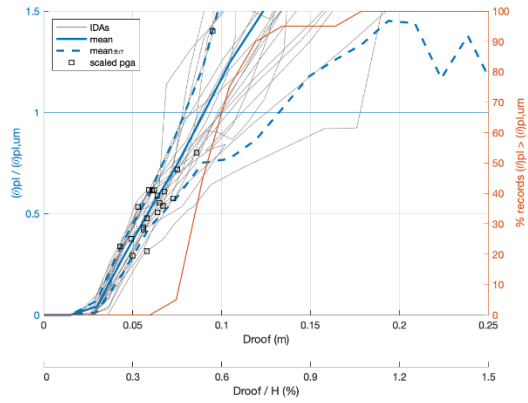
Σχήμα Δ.50: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K17



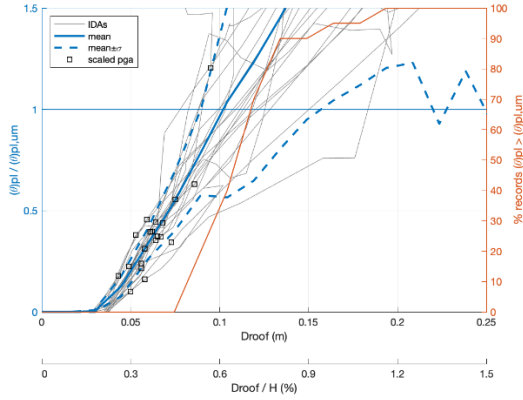
Σχήμα Δ.51: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K18



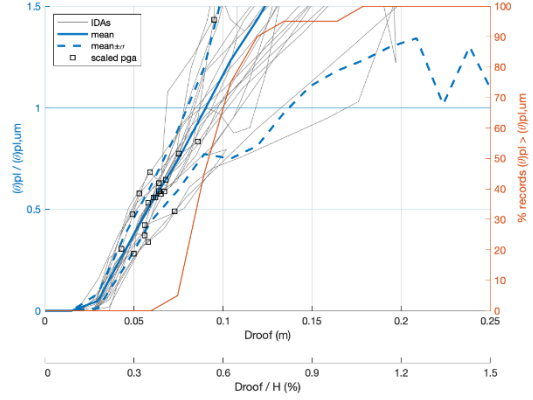
Σχήμα Δ.52: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K19



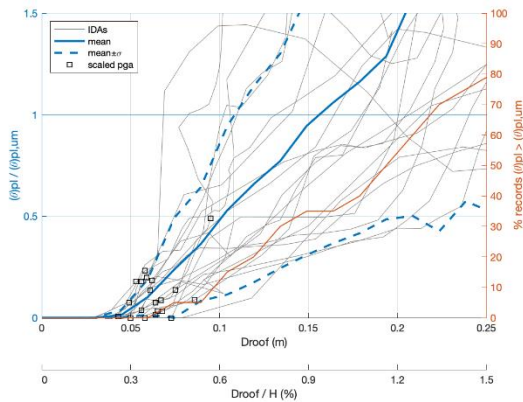
Σχήμα Δ.53: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K20



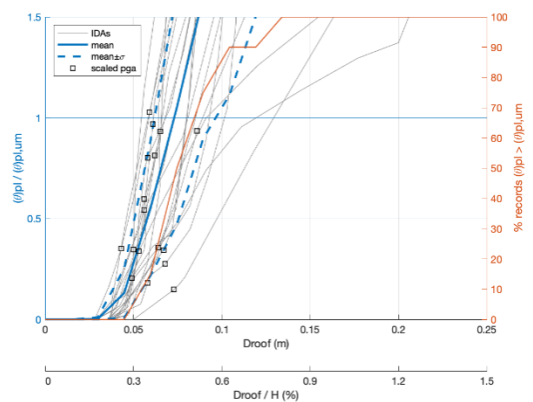
**Σχήμα Δ.54: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K1**



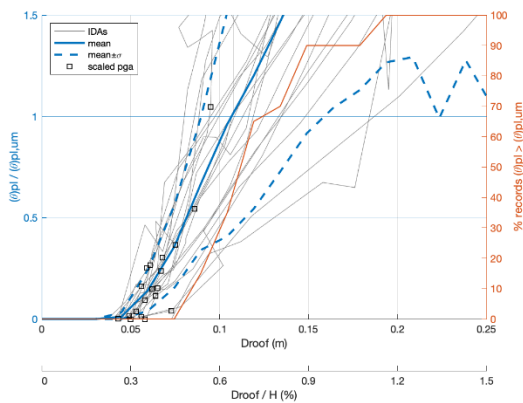
**Σχήμα Δ.55: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K2**



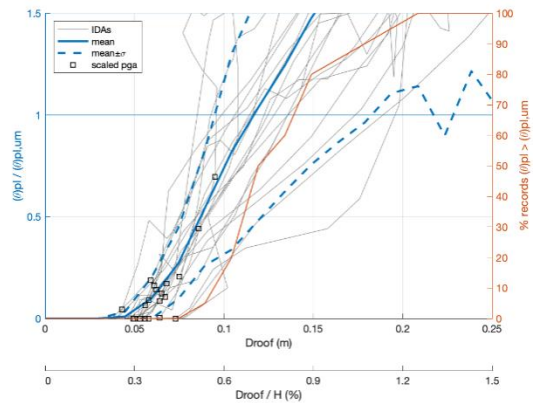
**Σχήμα Δ.56: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K3**



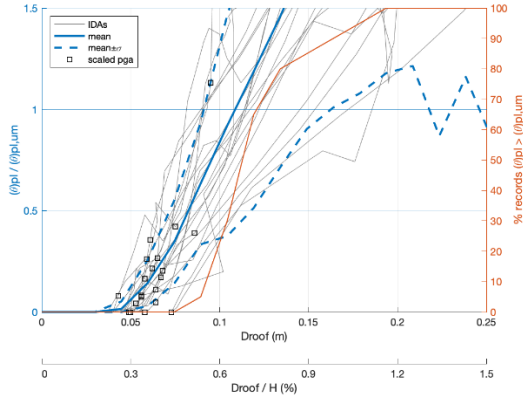
**Σχήμα Δ.57: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K4**



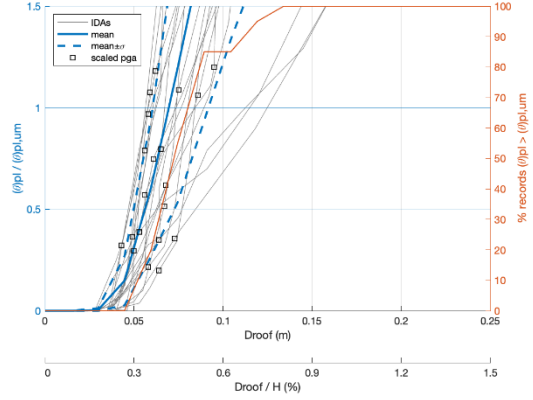
**Σχήμα Δ.58: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K5**



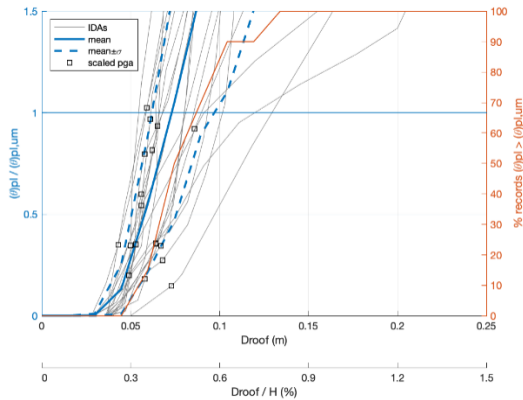
**Σχήμα Δ.59: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K6**



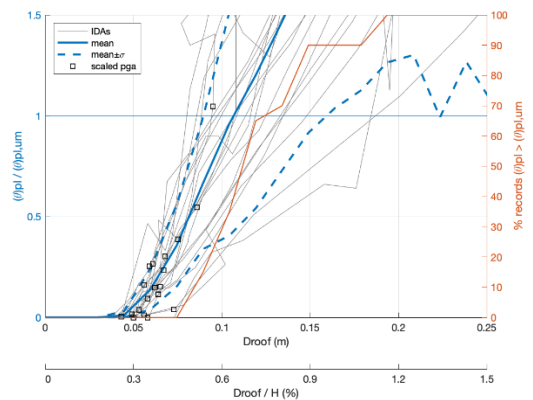
**Σχήμα Δ.60: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K7**



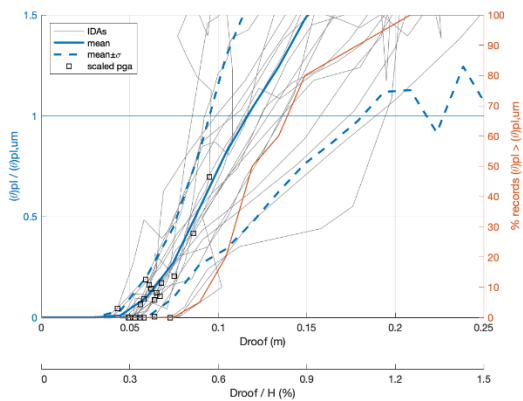
**Σχήμα Δ.61: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K8**



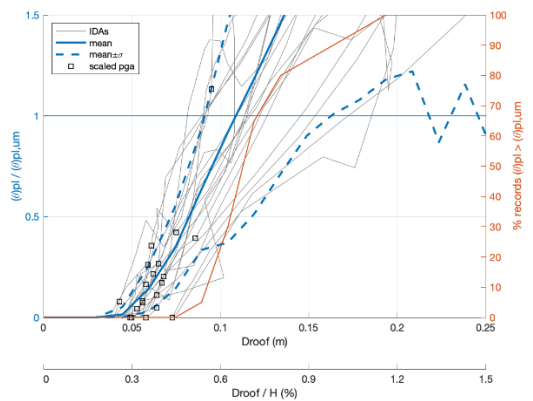
**Σχήμα Δ.62: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K9**



**Σχήμα Δ.63: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K10**

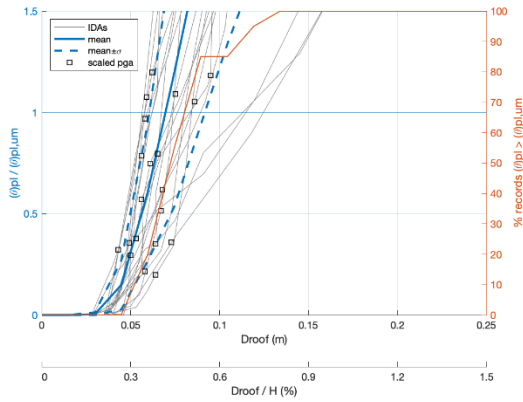


**Σχήμα Δ.64: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K11**

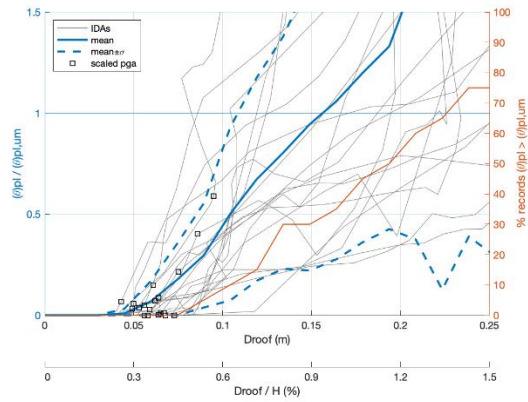


**Σχήμα Δ.65: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K12**

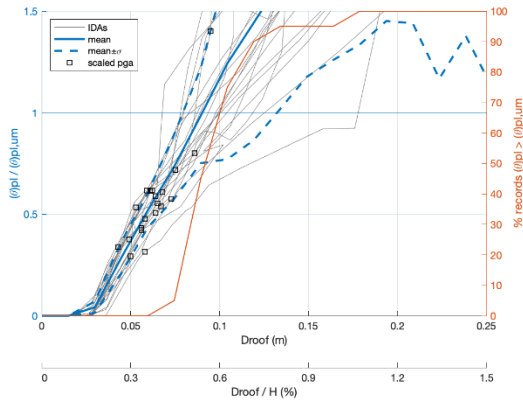




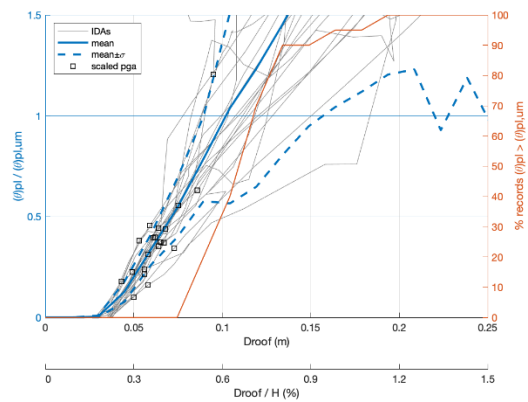
**Σχήμα Δ.66: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K13**



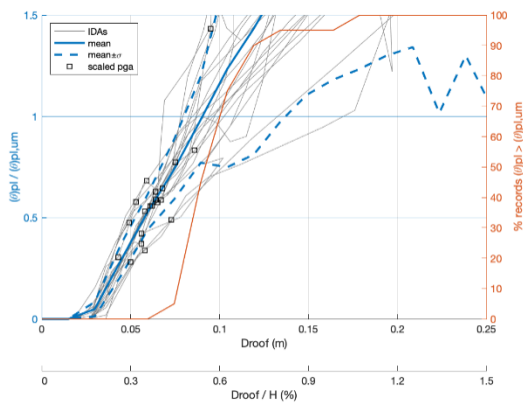
**Σχήμα Δ.67: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K14**



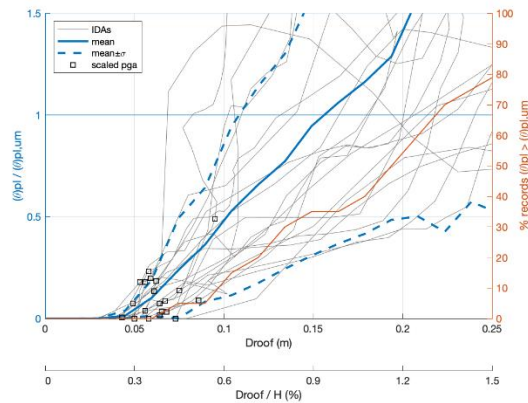
**Σχήμα Δ.68: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K15**



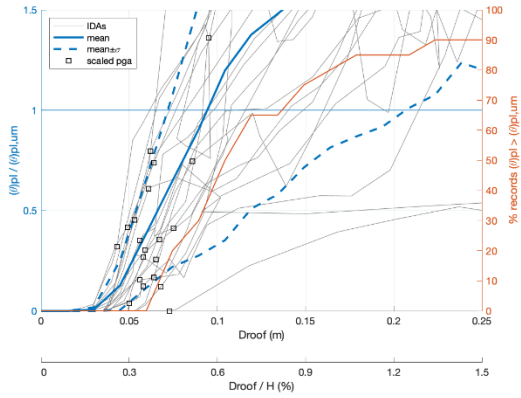
**Σχήμα Δ.69: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K16**



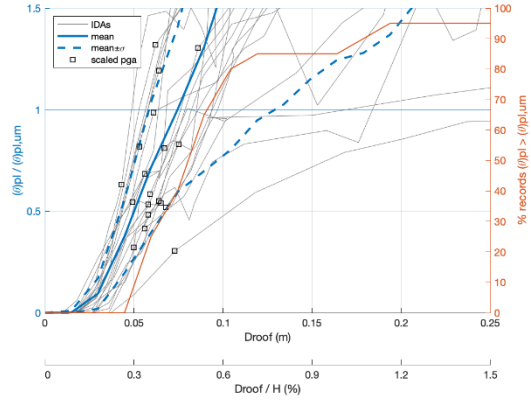
**Σχήμα Δ.70: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K17**



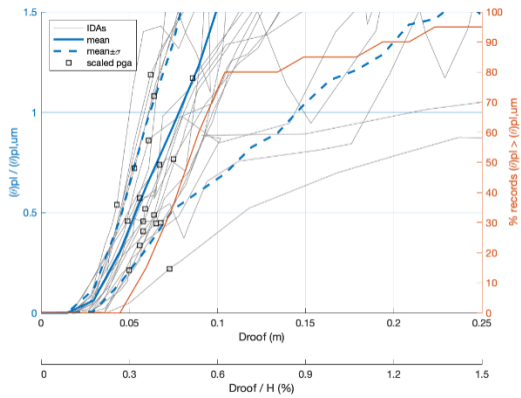
**Σχήμα Δ.71: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K18**



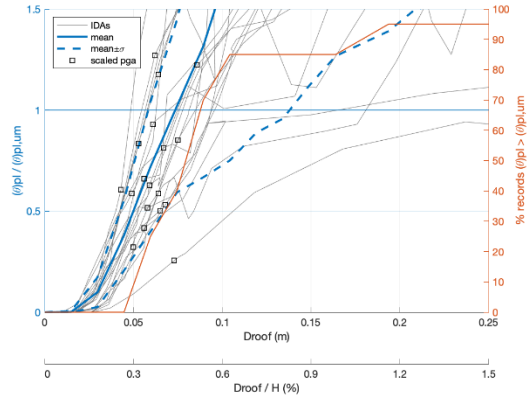
**Σχήμα Δ.72: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K19**



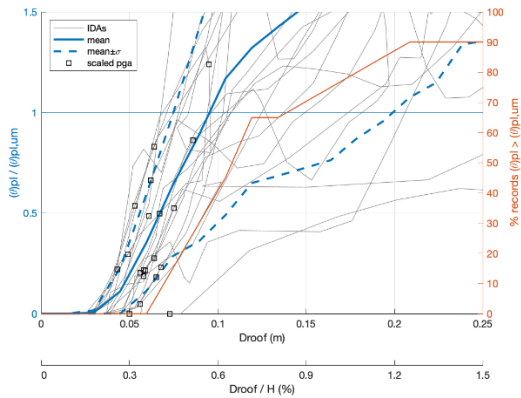
**Σχήμα Δ.73: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K20**



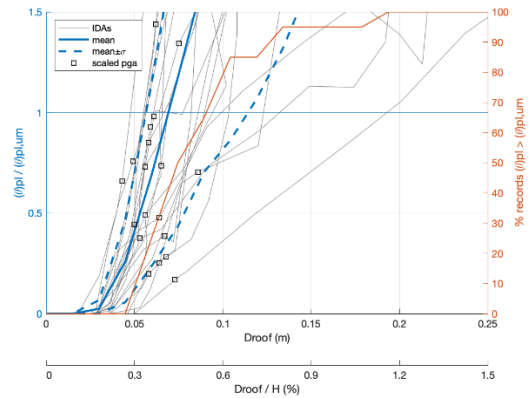
**Σχήμα Δ.74: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K1**



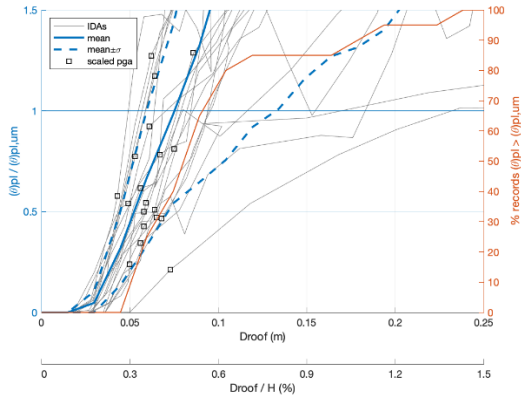
**Σχήμα Δ.75: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K2**



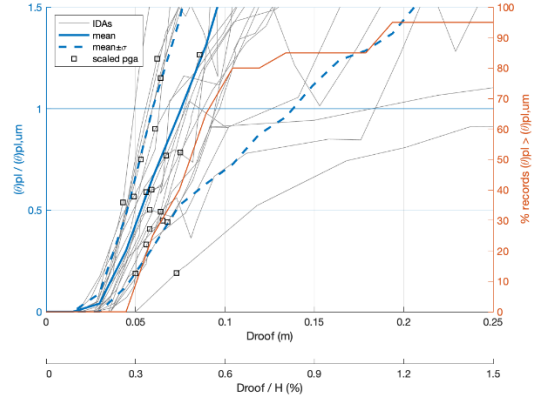
**Σχήμα Δ.76: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K3**



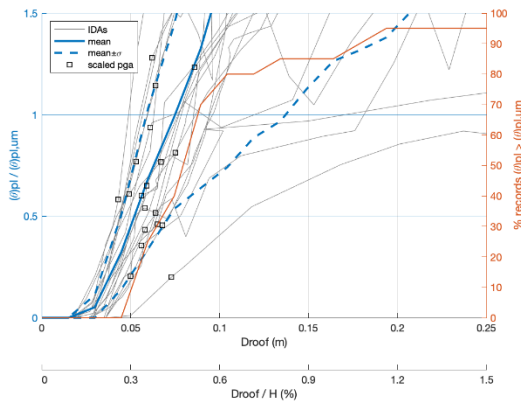
**Σχήμα Δ.77: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K4**



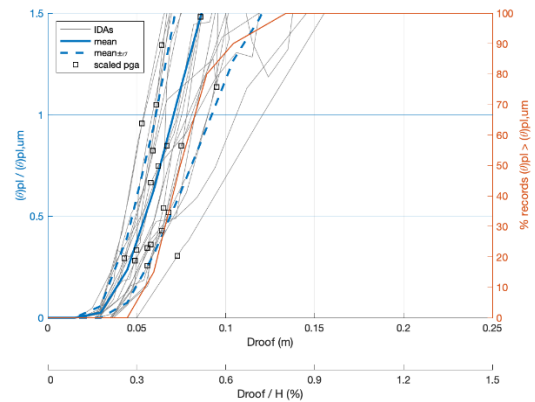
**Σχήμα Δ.78: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K5**



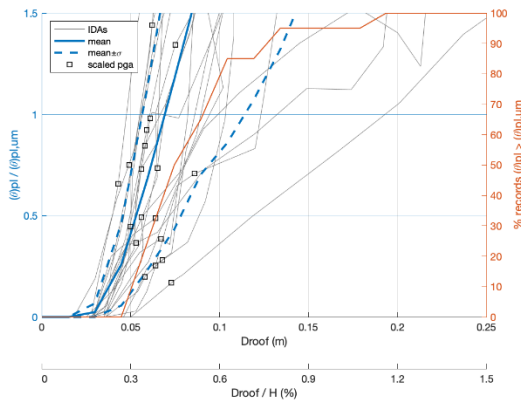
**Σχήμα Δ.79: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K6**



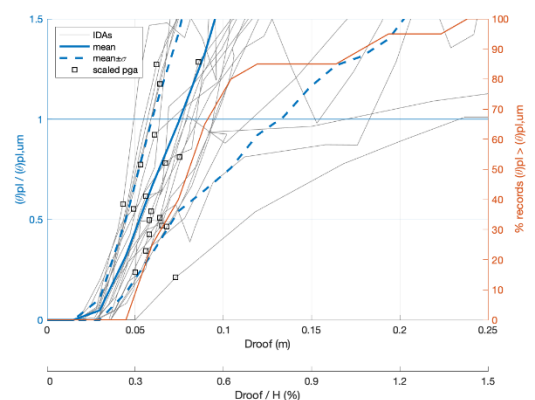
**Σχήμα Δ.80: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K7**



**Σχήμα Δ.81: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K8**

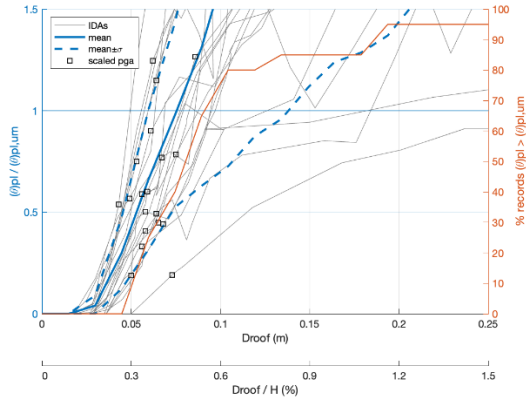


**Σχήμα Δ.82: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K9**

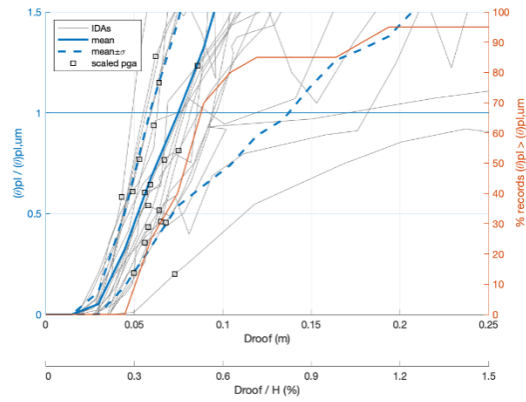


**Σχήμα Δ.83: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K10**

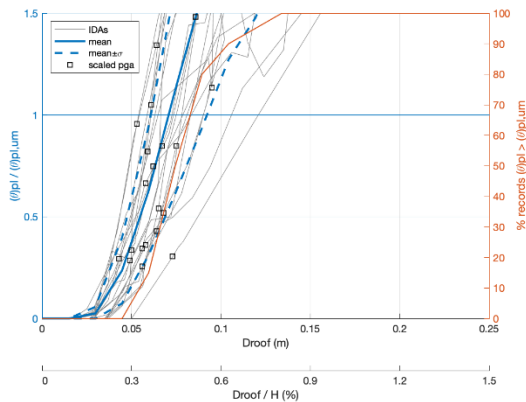




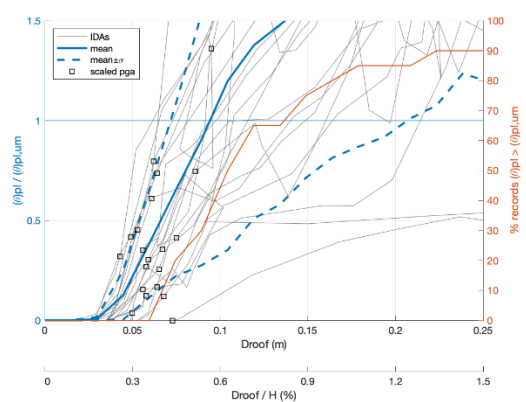
**Σχήμα Δ.84: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K11**



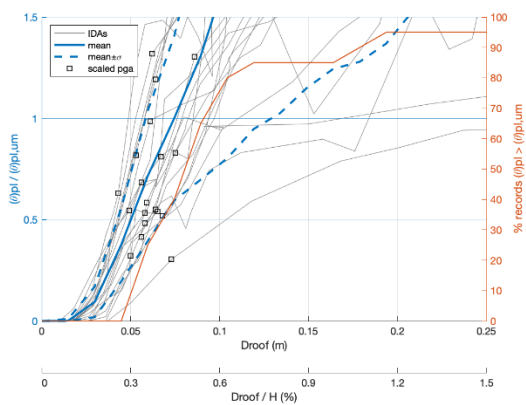
**Σχήμα Δ.85: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K12**



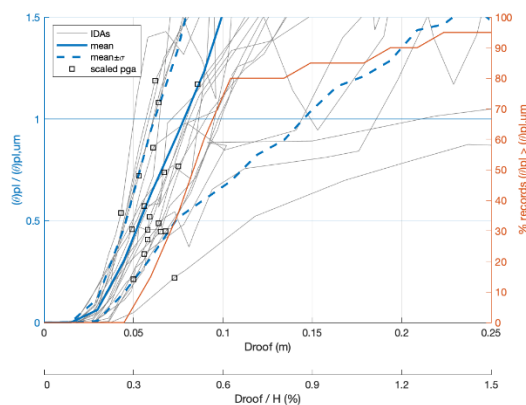
**Σχήμα Δ.86: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K13**



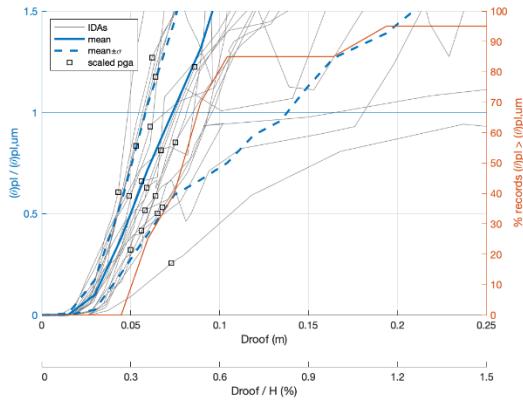
**Σχήμα Δ.87: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K14**



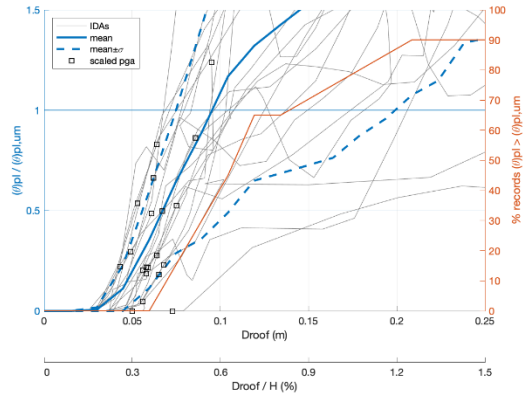
**Σχήμα Δ.88: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K15**



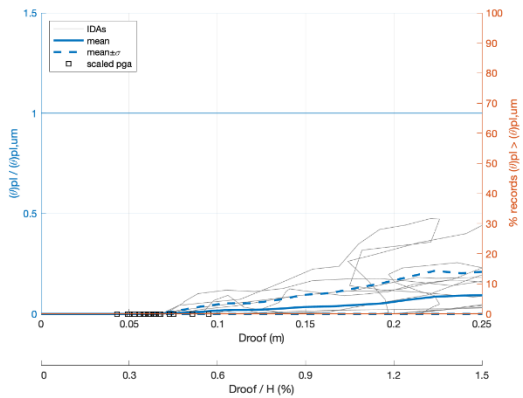
**Σχήμα Δ.89: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K16**



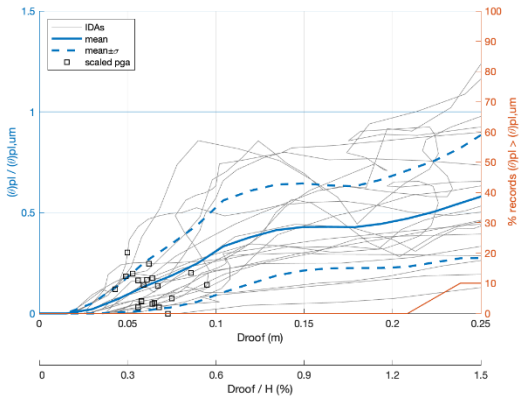
**Σχήμα Δ.90: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K17**



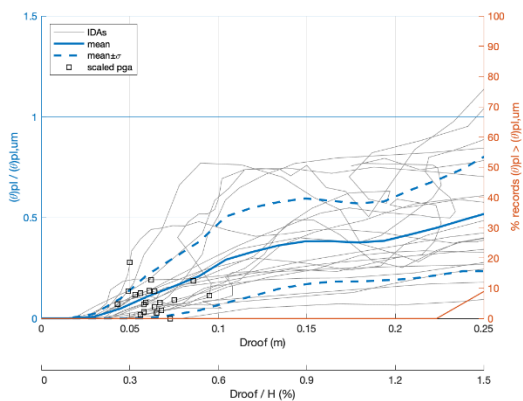
**Σχήμα Δ.91: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K18**



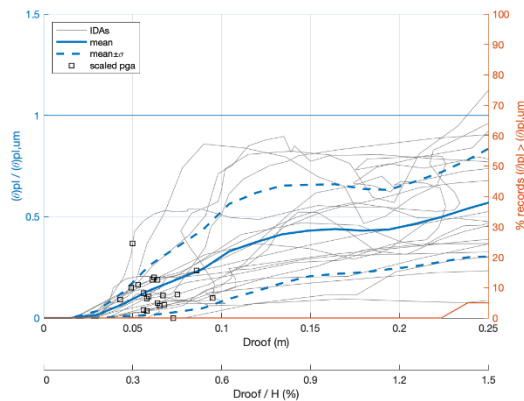
**Σχήμα Δ.92: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K19**



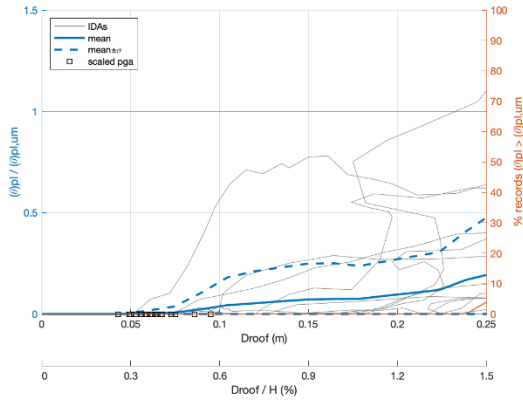
**Σχήμα Δ.93: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K20**



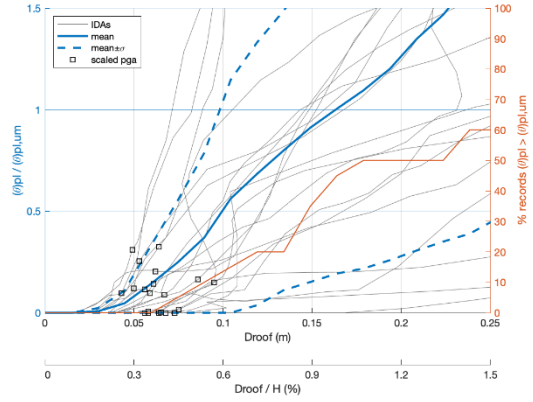
**Σχήμα Δ.94: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K1**



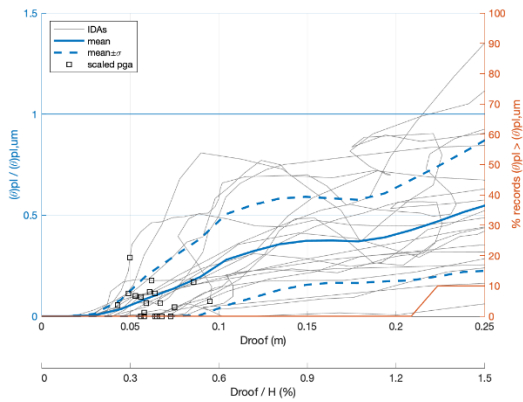
**Σχήμα Δ.95: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K2**



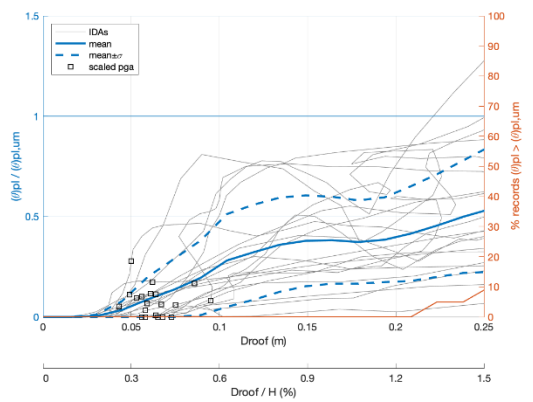
**Σχήμα Δ.96: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K3**



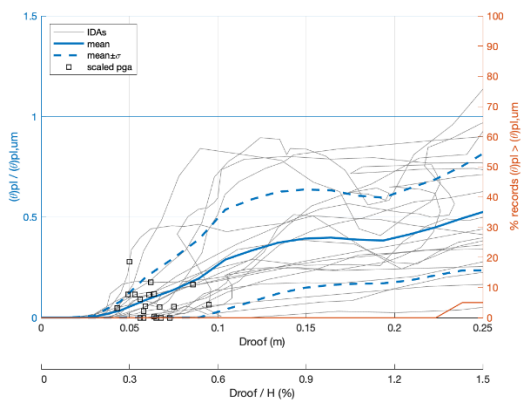
**Σχήμα Δ.97: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K4**



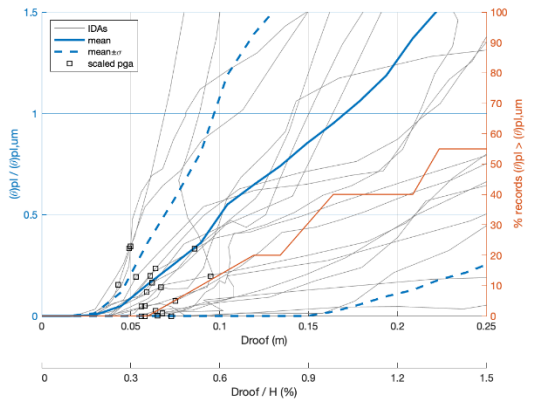
**Σχήμα Δ.98: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K5**



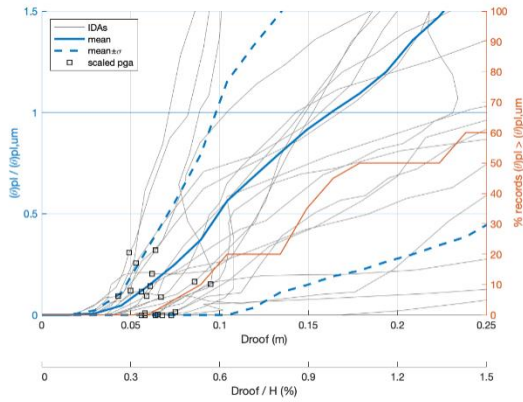
**Σχήμα Δ.99: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K6**



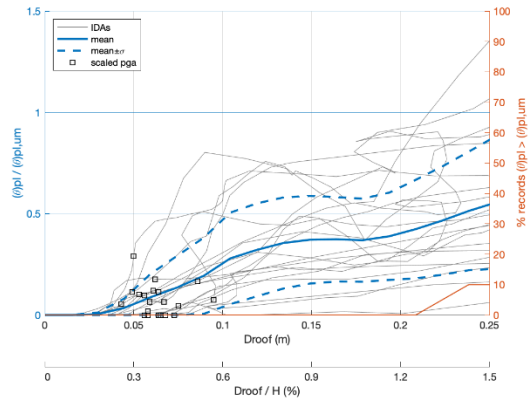
**Σχήμα Δ.100: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K7**



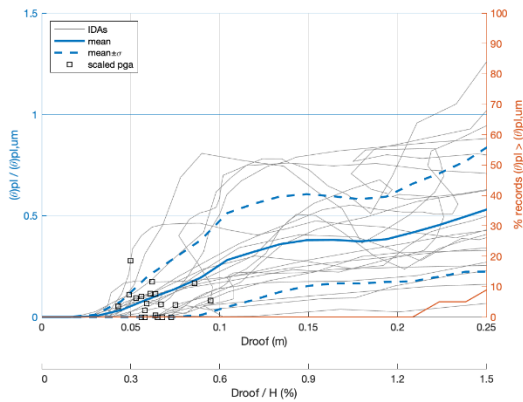
**Σχήμα Δ.101: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K8**



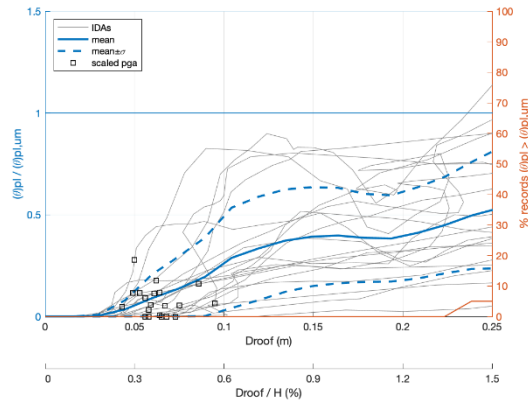
**Σχήμα Δ.102: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K9**



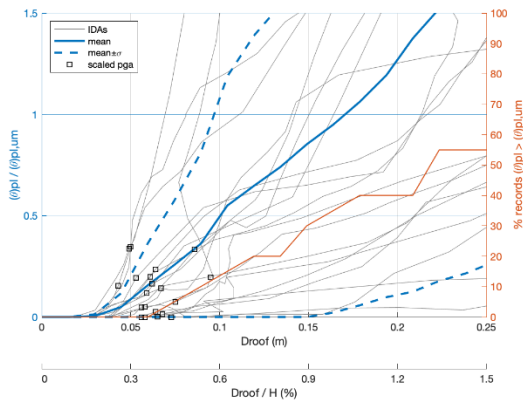
**Σχήμα Δ.103: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K10**



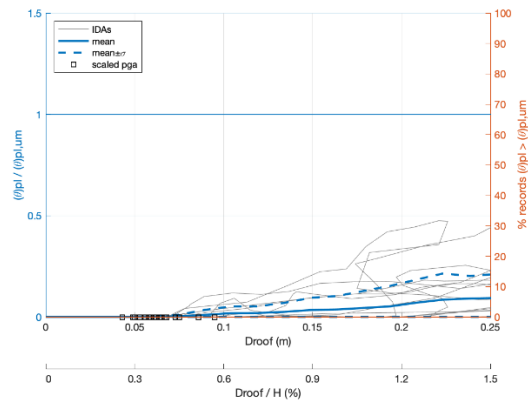
**Σχήμα Δ.104: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K11**



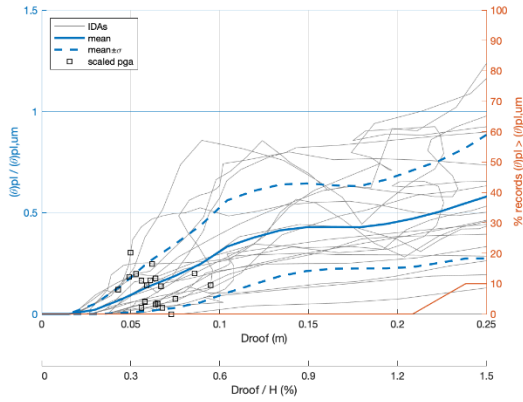
**Σχήμα Δ.105: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K12**



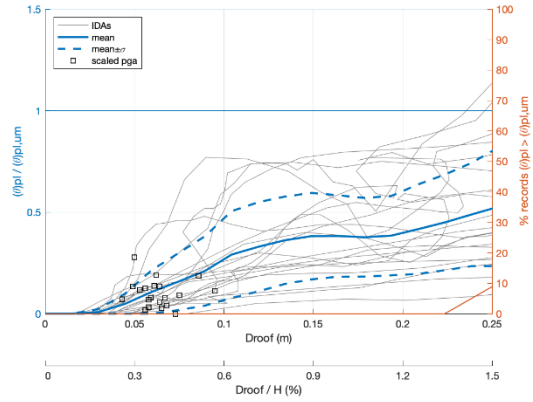
**Σχήμα Δ.106: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K13**



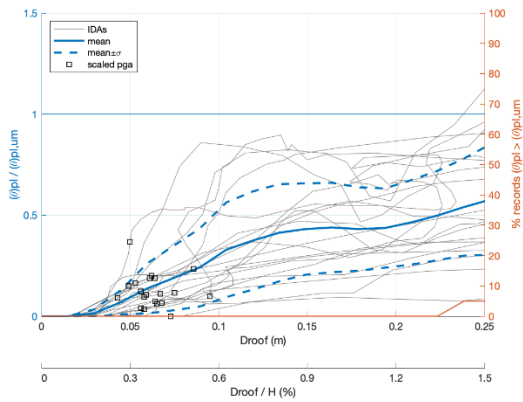
**Σχήμα Δ.107: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K14**



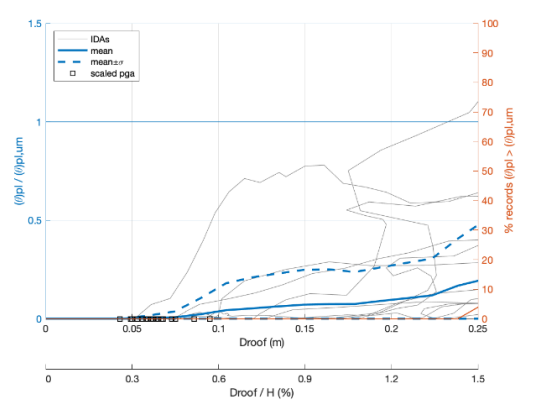
**Σχήμα Δ.108: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K15**



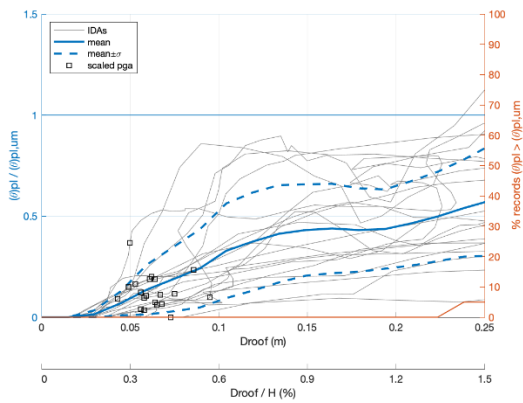
**Σχήμα Δ.109: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K16**



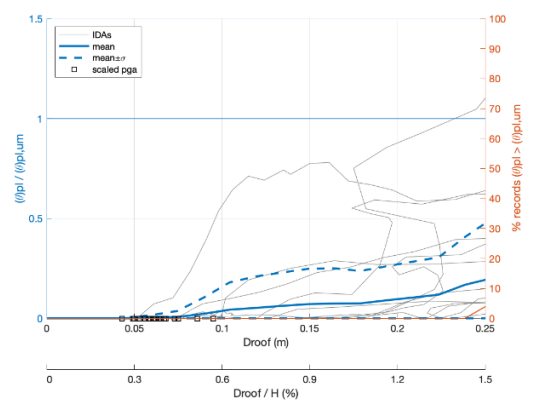
**Σχήμα Δ.110: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K17**



**Σχήμα Δ.111: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K18**

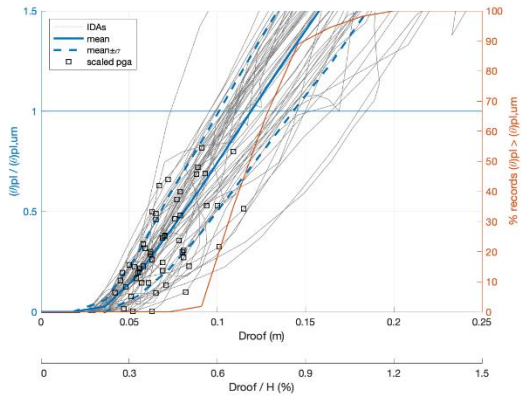


**Σχήμα Δ.112: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K19**

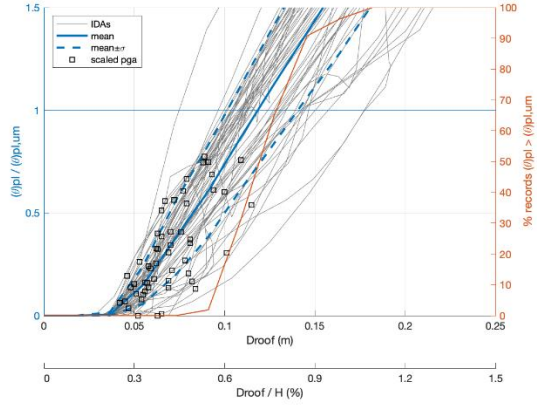


**Σχήμα Δ.113: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K20**

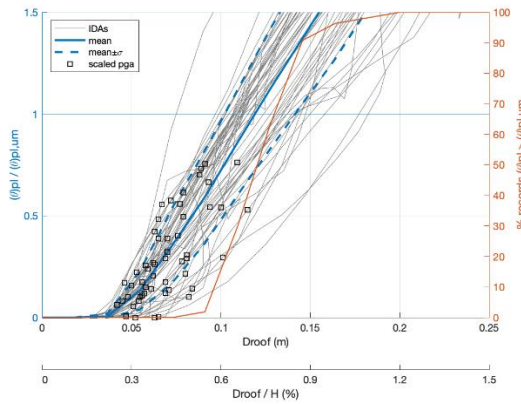
2)Κτίριο K60B59-Καταγραφές κοντινού πεδίου



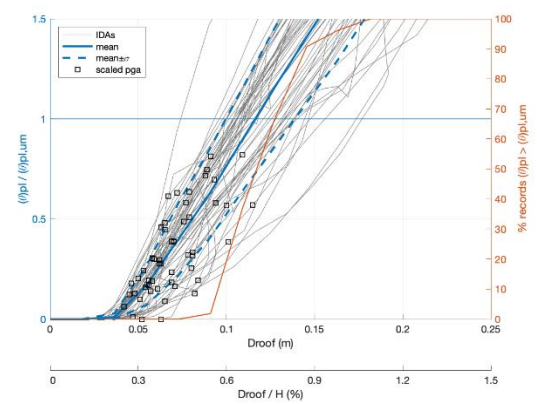
Σχήμα Δ.114: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K1



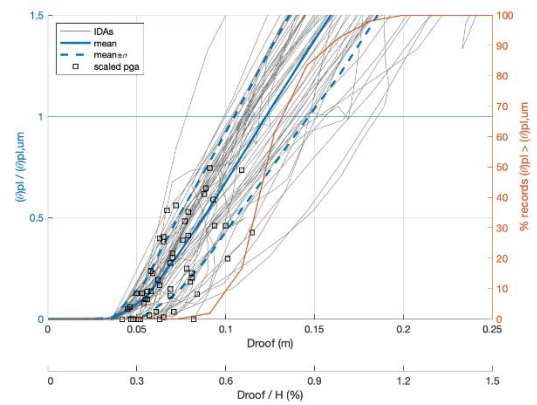
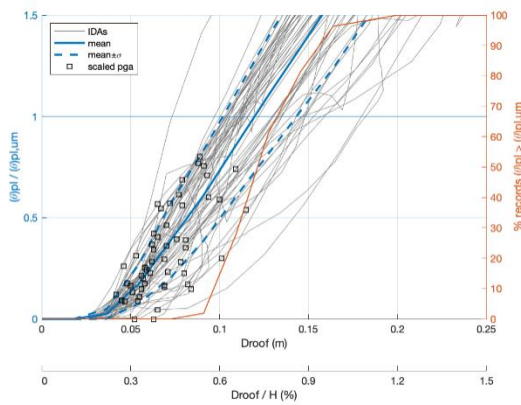
Σχήμα Δ.115: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K2



Σχήμα Δ.116: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K3

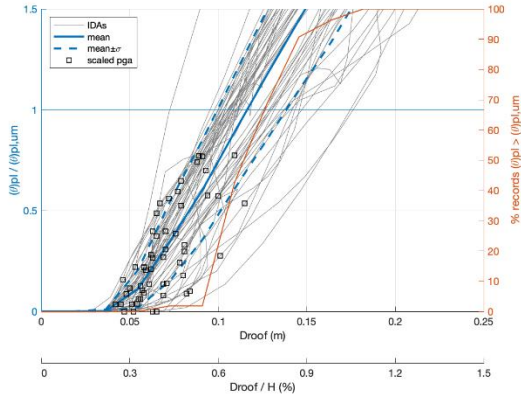


Σχήμα Δ.117: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K4

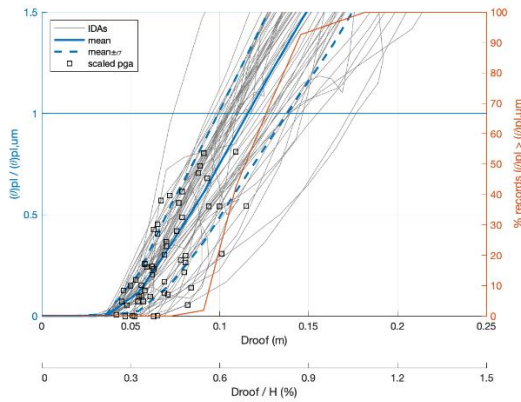




**Σχήμα Δ.118: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K5**

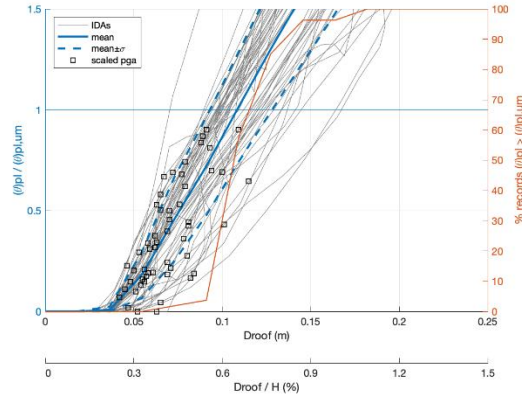


**Σχήμα Δ.120: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K7**

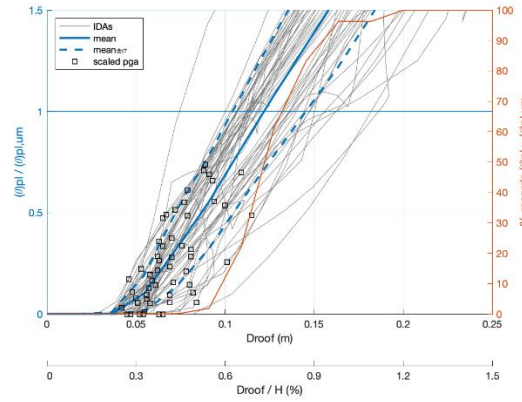


**Σχήμα Δ.122: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K9**

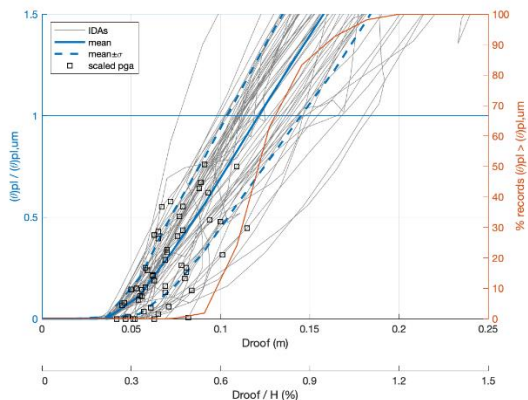
**Σχήμα Δ.119: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K6**



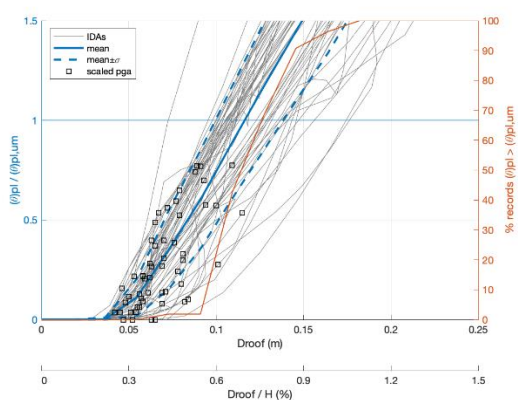
**Σχήμα Δ.121: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K8**



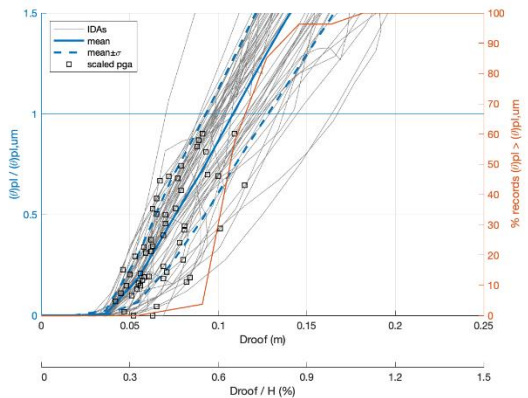
**Σχήμα Δ.123: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K10**



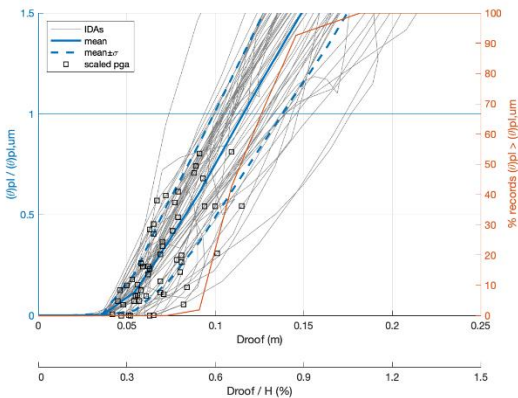
Σχήμα Δ.124: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K11



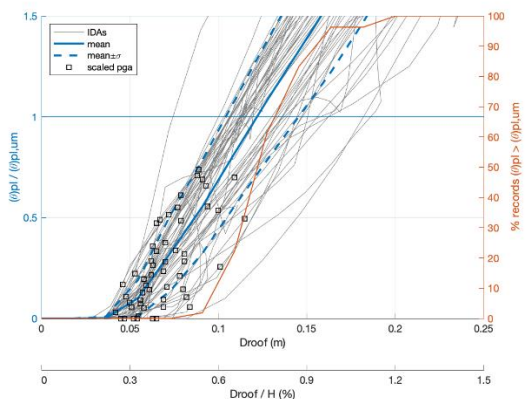
Σχήμα Δ.125: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K12



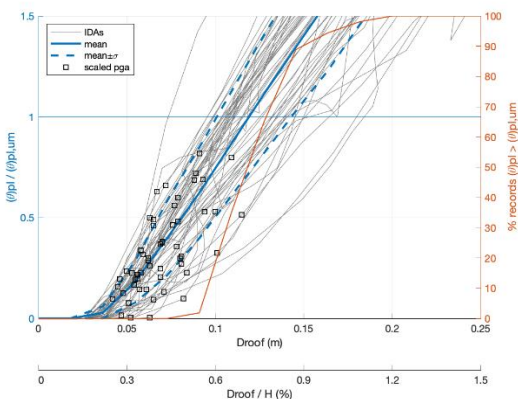
Σχήμα Δ.126: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K13



Σχήμα Δ.127: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K14

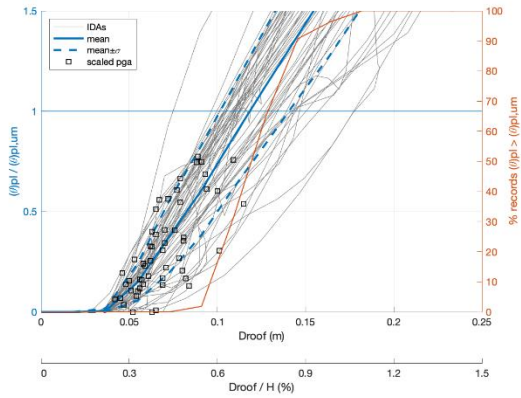


Σχήμα Δ.128: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K15

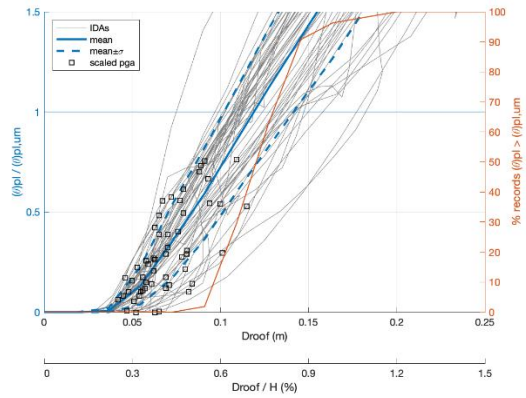


Σχήμα Δ.129: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K16

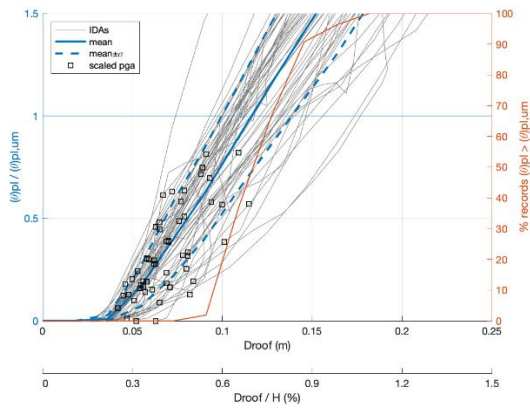




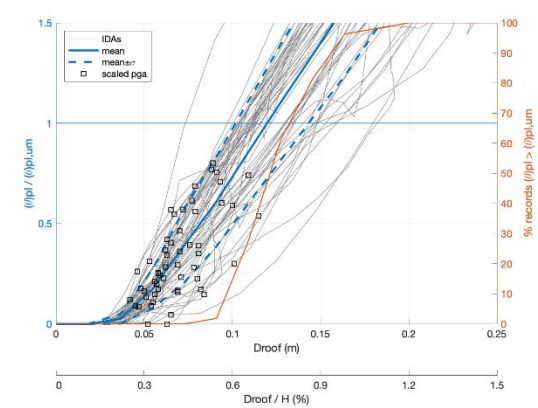
Σχήμα Δ.130: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K17



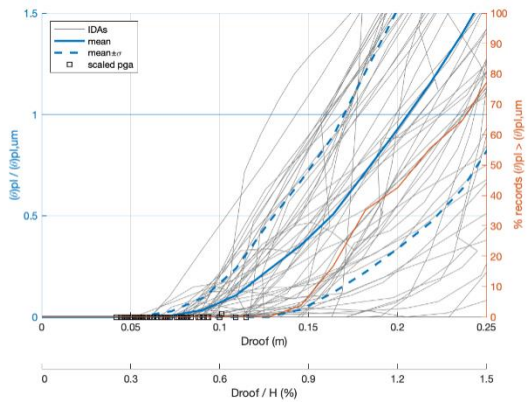
Σχήμα Δ.131: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K18



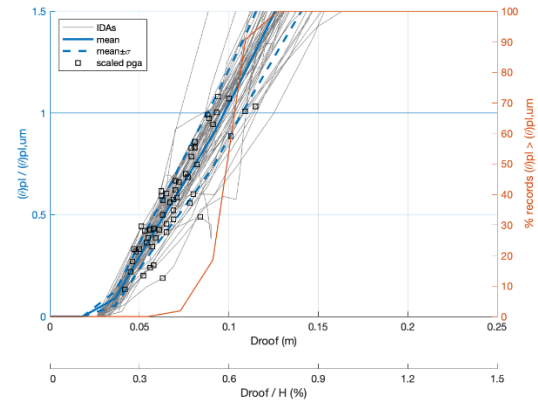
Σχήμα Δ.132: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K19



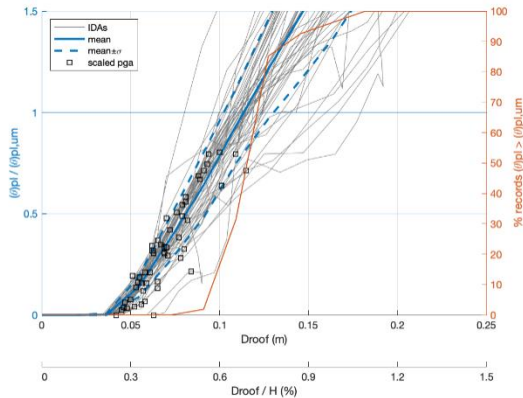
Σχήμα Δ.133: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K20



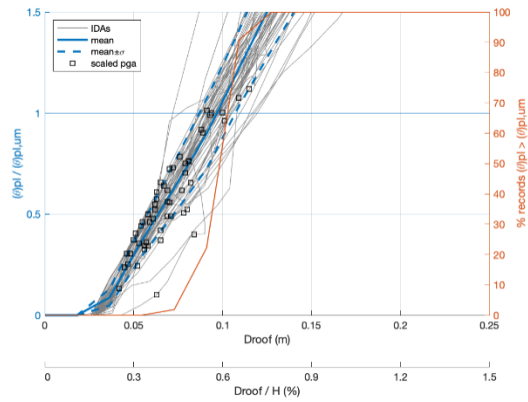
Σχήμα Δ.134: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1



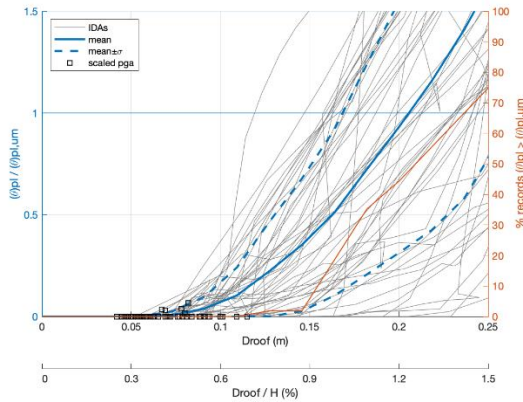
Σχήμα Δ.135: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2



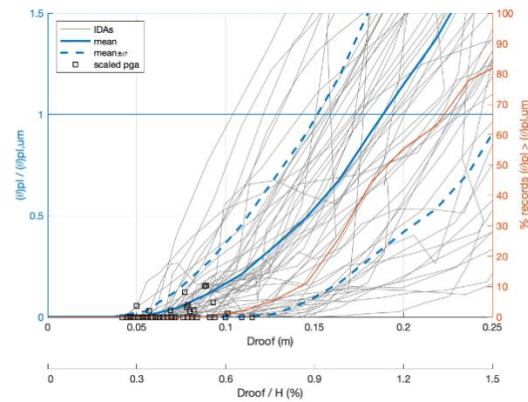
Σχήμα Δ.136: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1



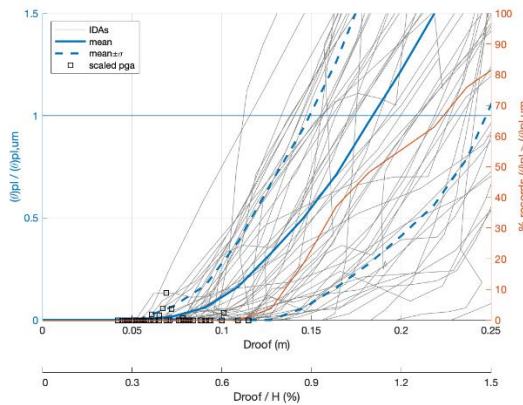
Σχήμα Δ.137: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2



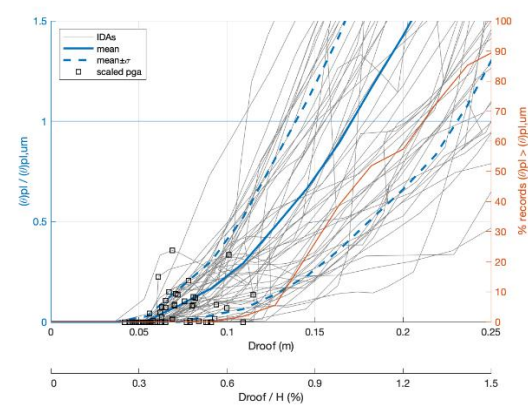
Σχήμα Δ.138: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K3



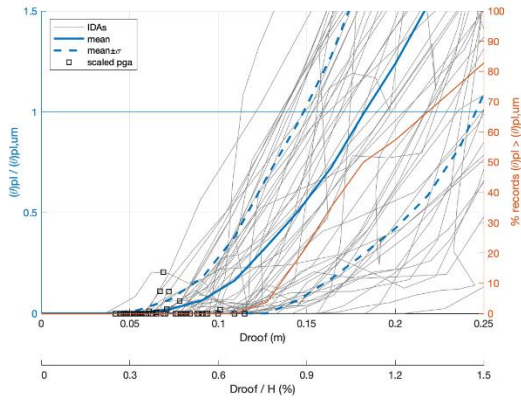
Σχήμα Δ.139: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K4



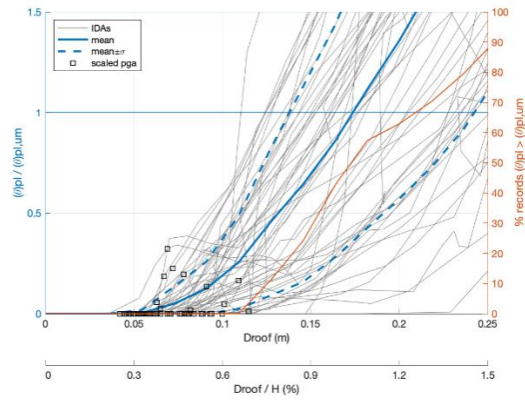
Σχήμα Δ.140: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K5



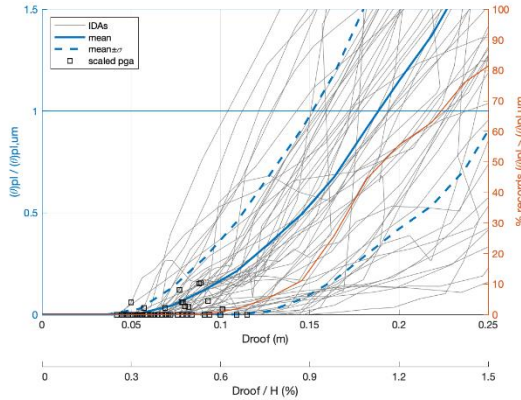
Σχήμα Δ.141: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K6



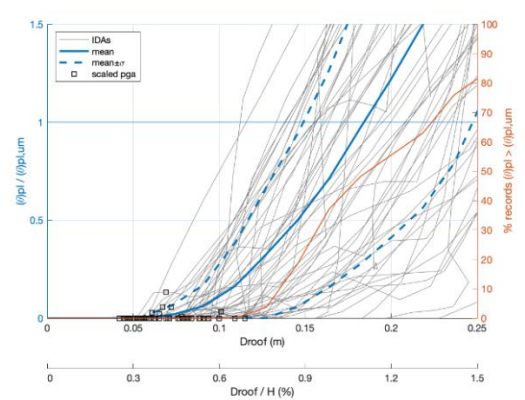
Σχήμα Δ.142: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K7



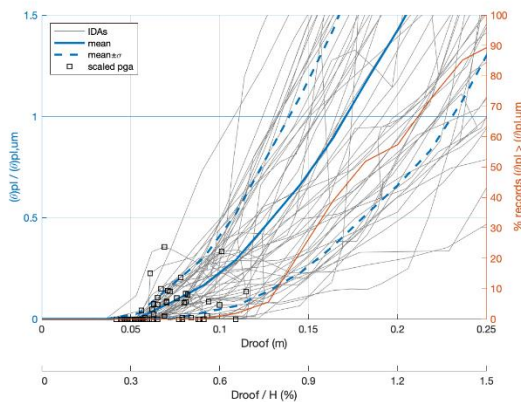
Σχήμα Δ.143: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K8



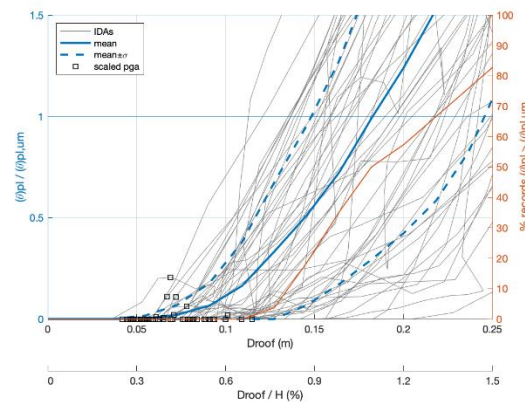
Σχήμα Δ.144: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K9



Σχήμα Δ.145: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K10

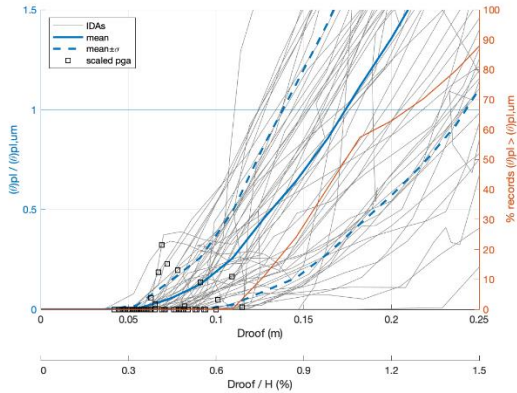


Σχήμα Δ.146: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K11

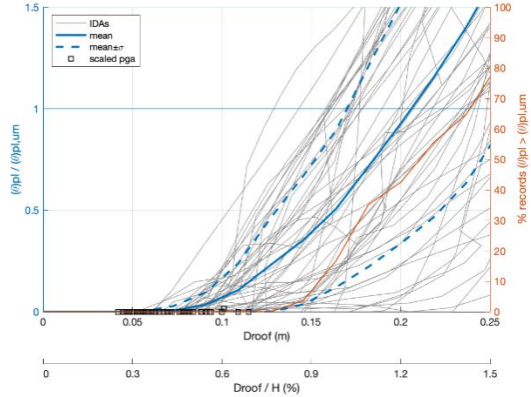


Σχήμα Δ.147: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K12

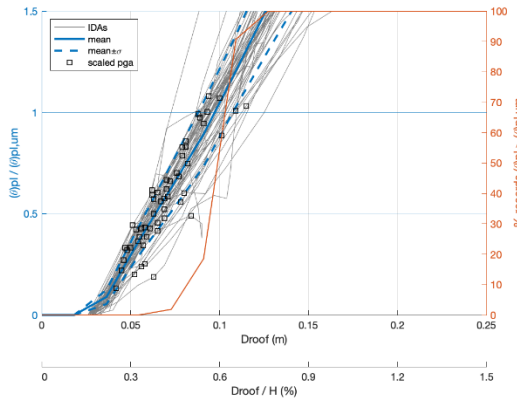




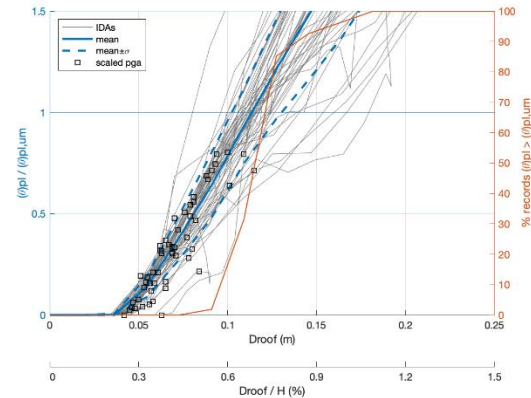
Σχήμα Δ.148: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K13



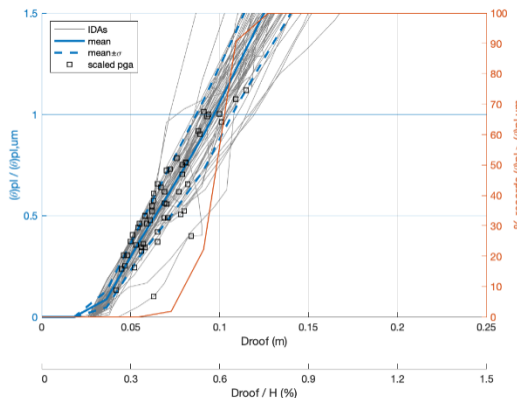
Σχήμα Δ.149: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K14



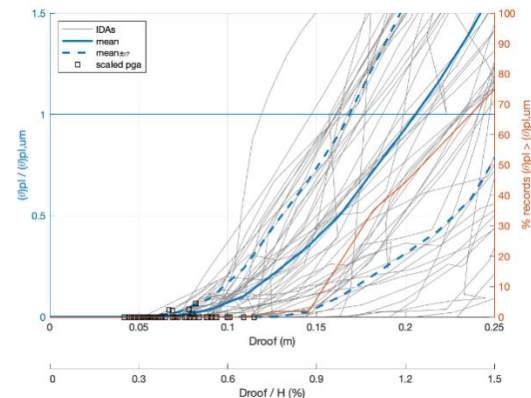
Σχήμα Δ.150: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K15



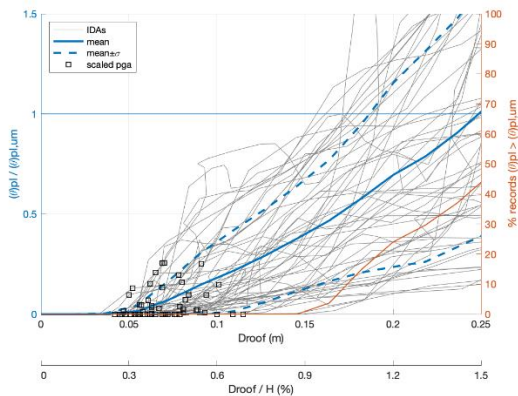
Σχήμα Δ.151: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K16



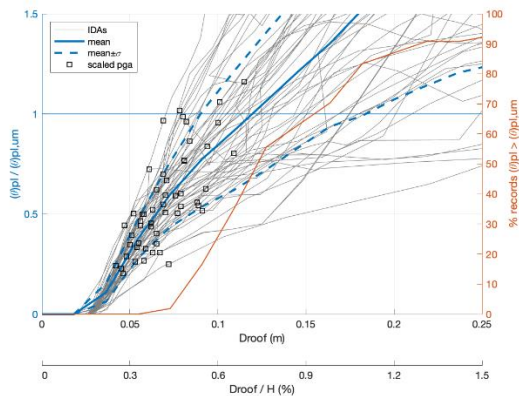
Σχήμα Δ.152: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K17



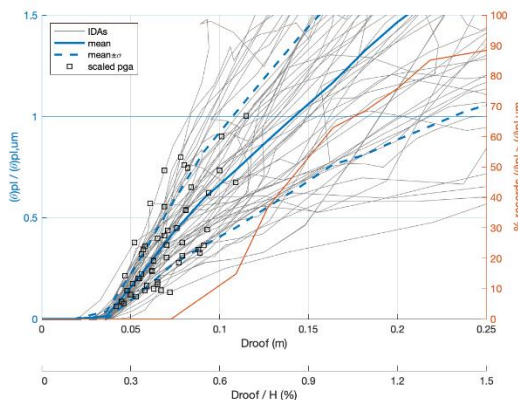
Σχήμα Δ.153: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K18



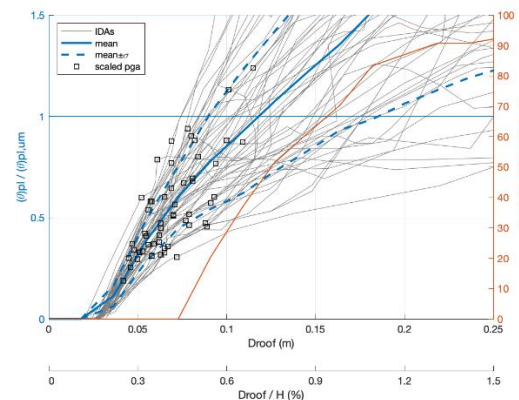
Σχήμα Δ.154: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K1



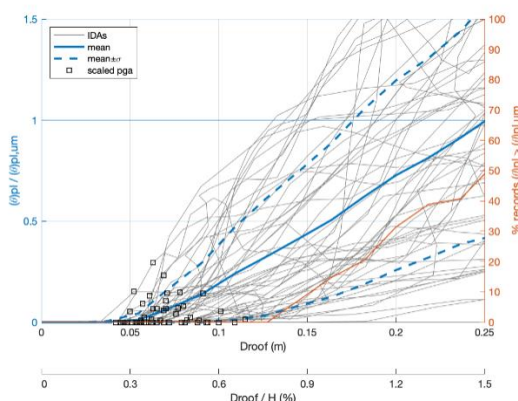
Σχήμα Δ.155: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K2



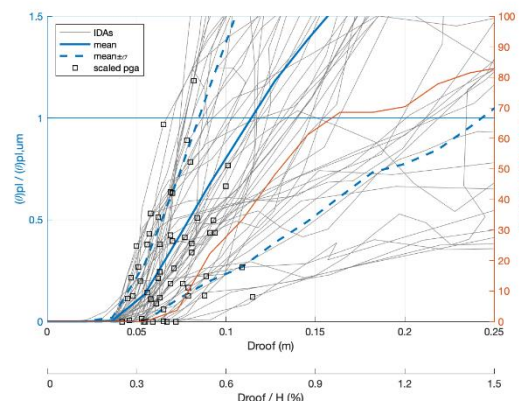
Σχήμα Δ.156: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K3



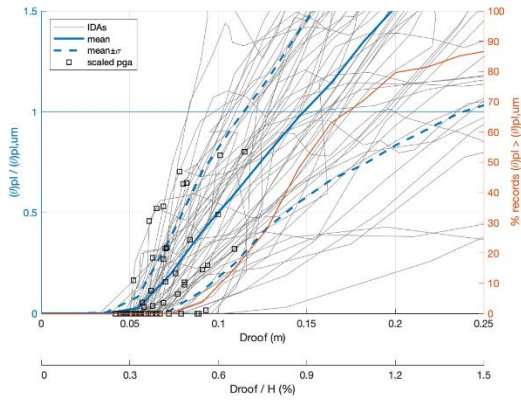
Σχήμα Δ.157: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K4



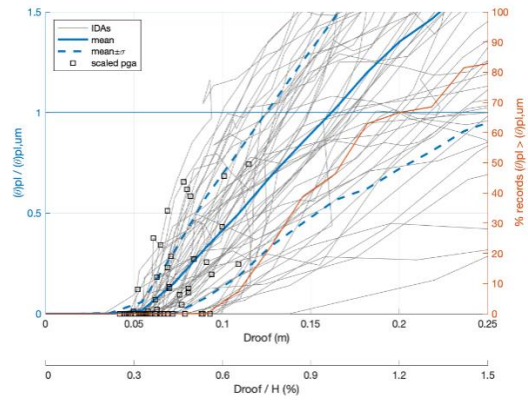
Σχήμα Δ.158: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K5



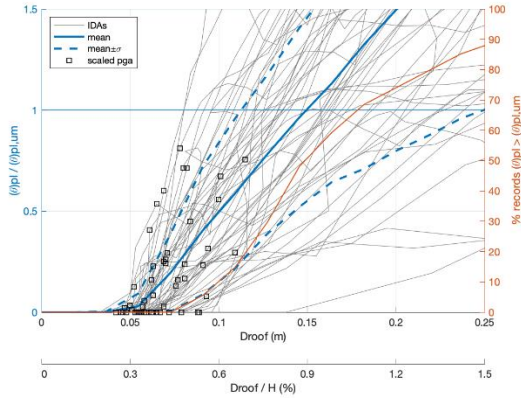
Σχήμα Δ.159: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K6



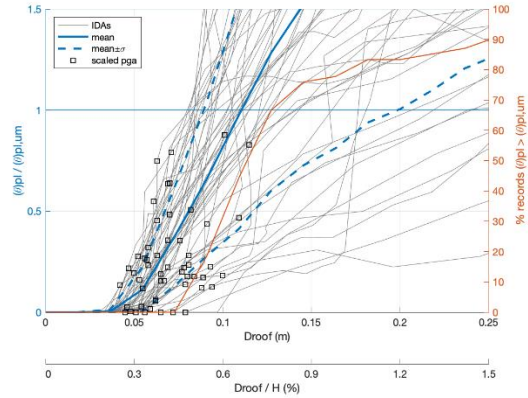
Σχήμα Δ.160: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K7



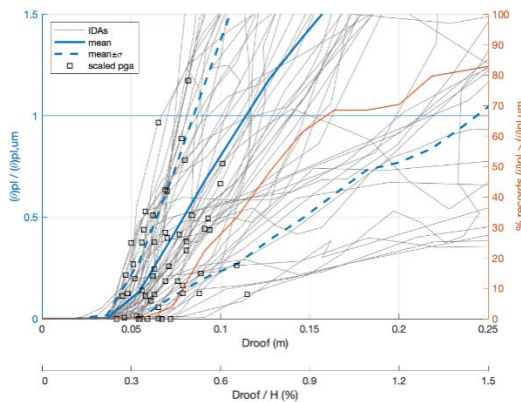
Σχήμα Δ.161: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K8



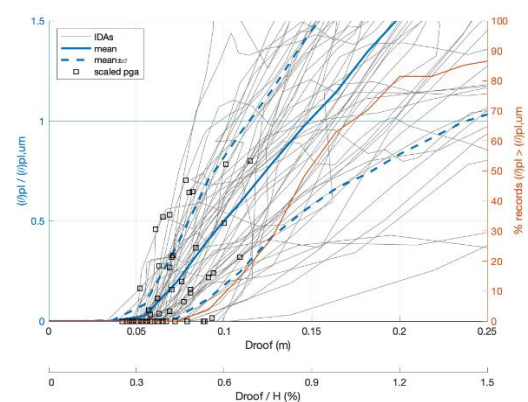
Σχήμα Δ.162: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K9



Σχήμα Δ.163: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K10

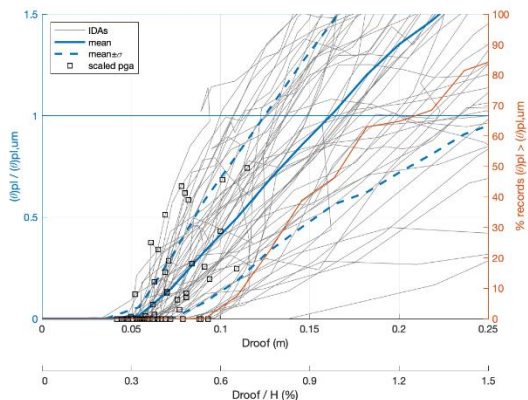


Σχήμα Δ.164: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K11

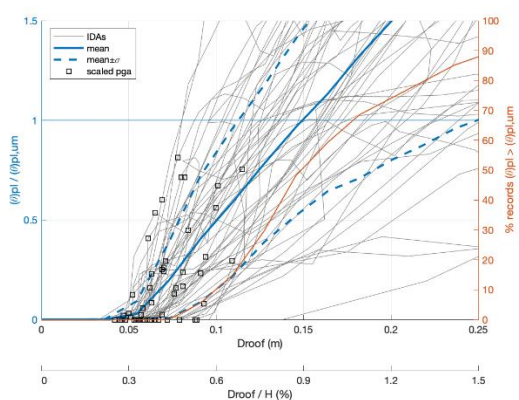


Σχήμα Δ.165: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K12

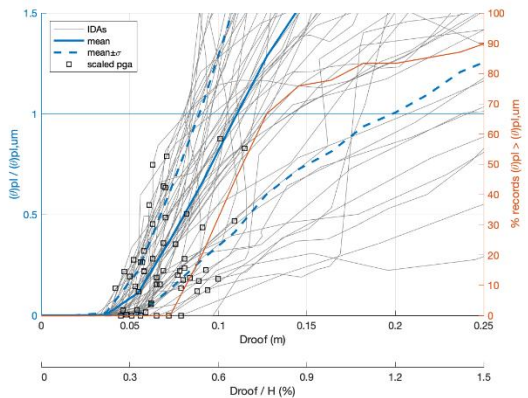




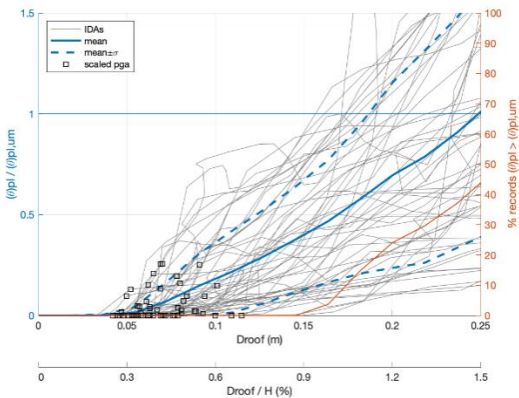
Σχήμα Δ.166: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K13



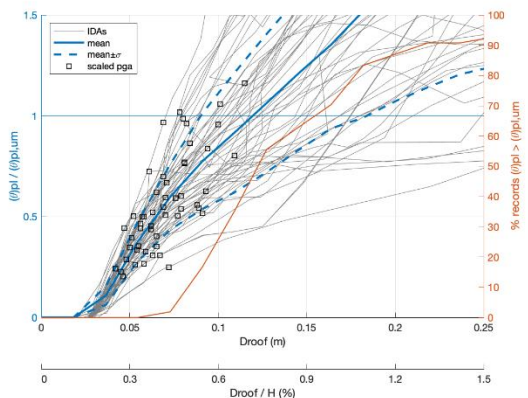
Σχήμα Δ.167: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K14



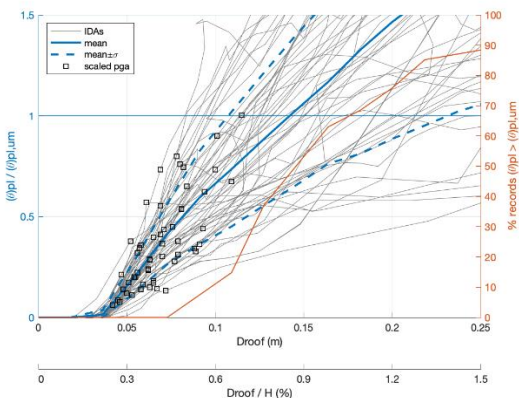
Σχήμα Δ.168: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K15



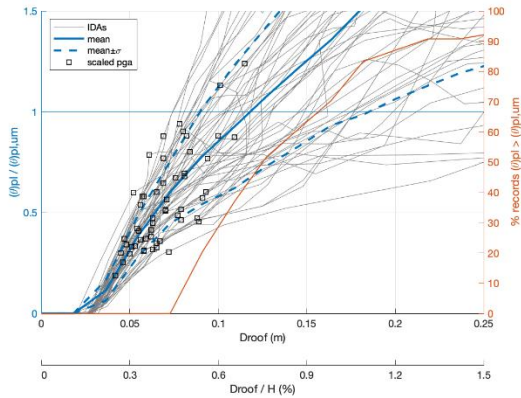
Σχήμα Δ.169: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K16



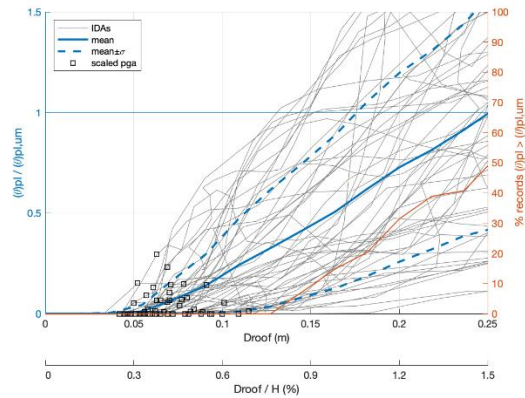
Σχήμα Δ.170: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K17



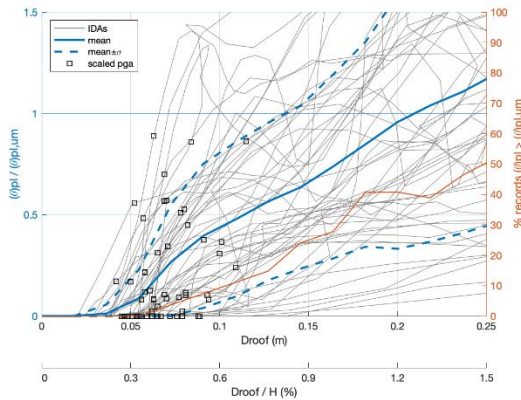
Σχήμα Δ.171: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K18



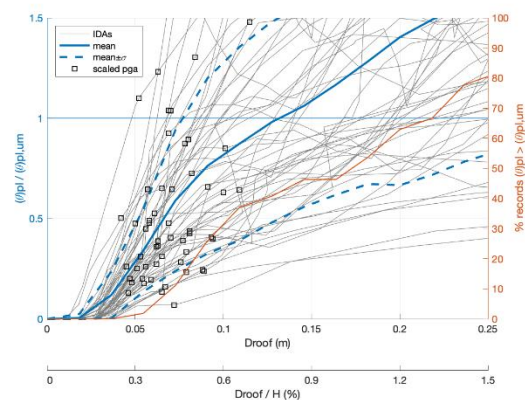
Σχήμα Δ.172: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K19



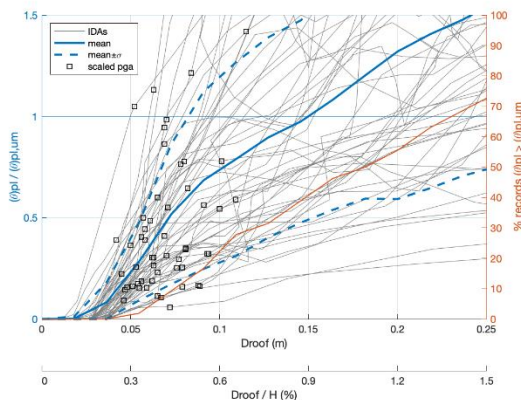
Σχήμα Δ.173: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K20



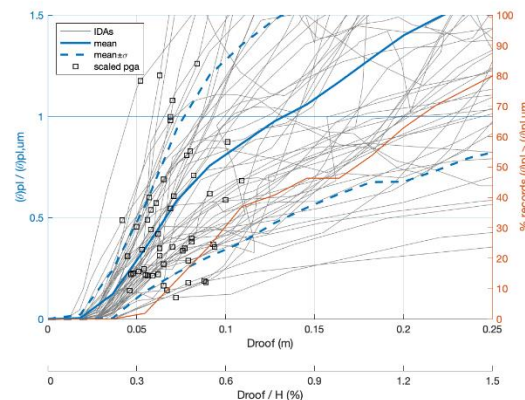
Σχήμα Δ.174: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K1



Σχήμα Δ.175: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K2

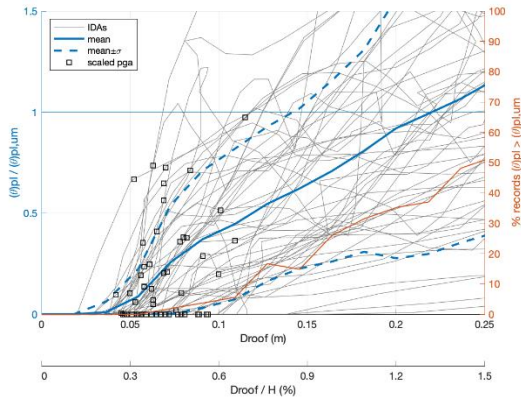


Σχήμα Δ.176: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K3

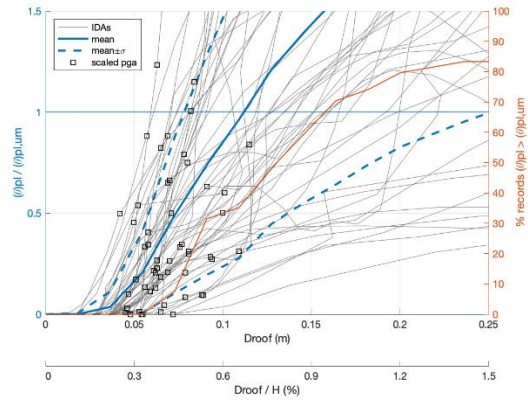


Σχήμα Δ.177: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K4

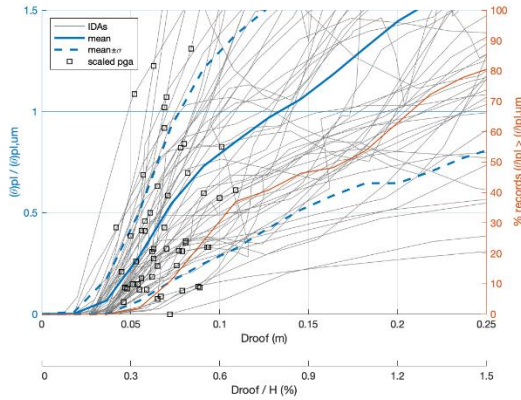




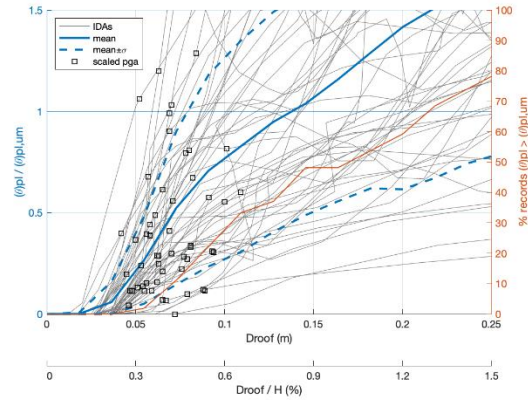
**Σχήμα Δ.178: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K5**



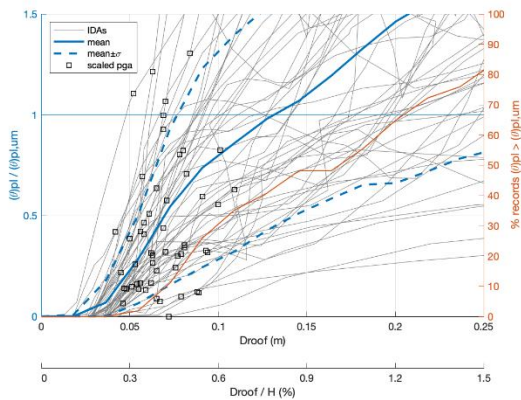
**Σχήμα Δ.179: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K6**



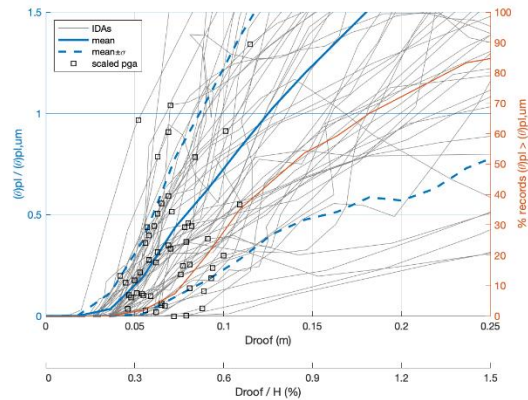
**Σχήμα Δ.180: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K7**



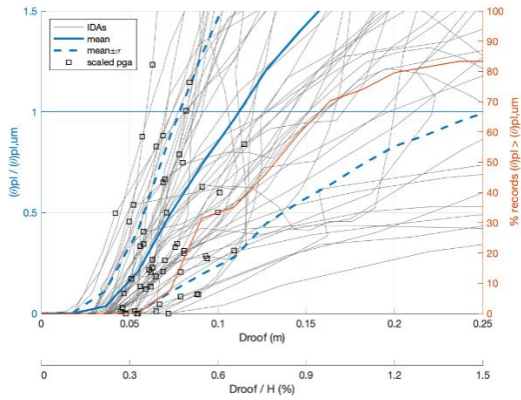
**Σχήμα Δ.181: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K8**



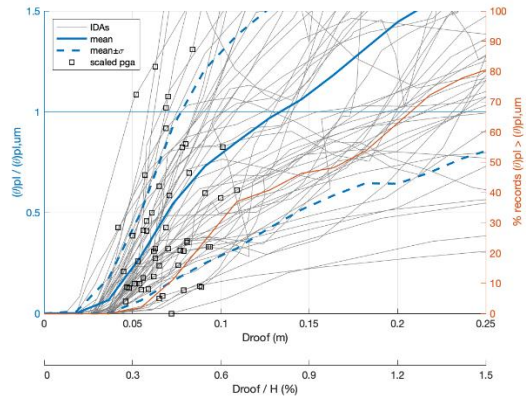
**Σχήμα Δ.182: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K9**



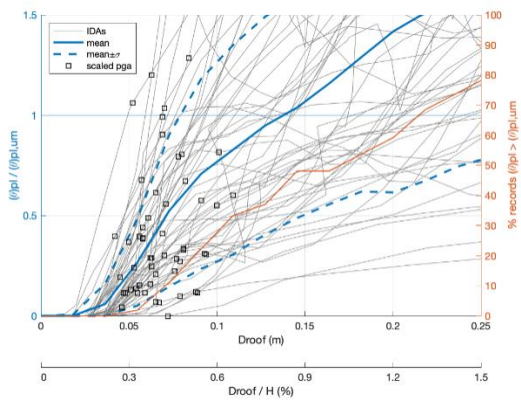
**Σχήμα Δ.183: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K10**



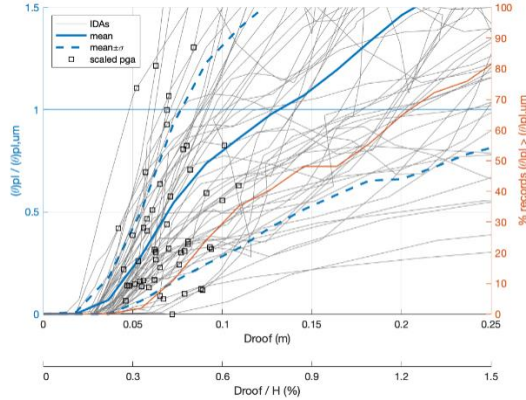
Σχήμα Δ.184: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K11



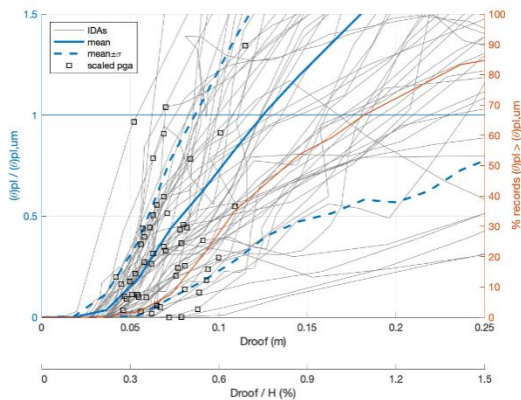
Σχήμα Δ.185: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K12



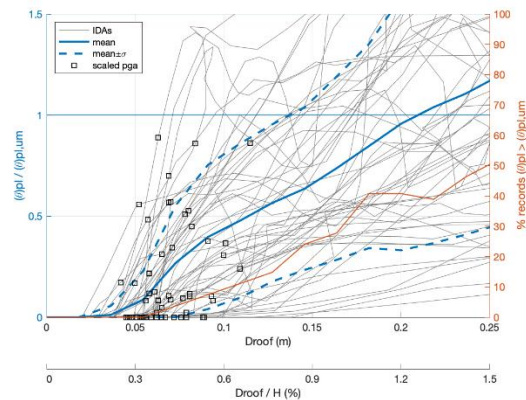
Σχήμα Δ.186: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K13



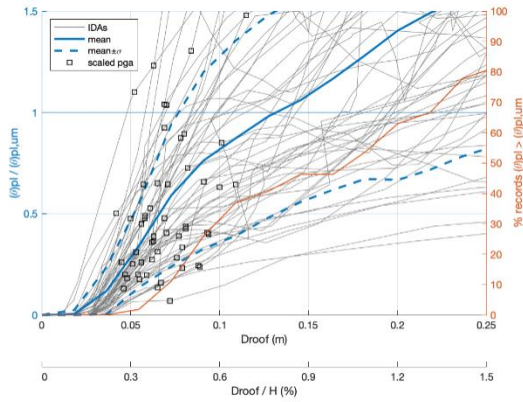
Σχήμα Δ.187: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K14



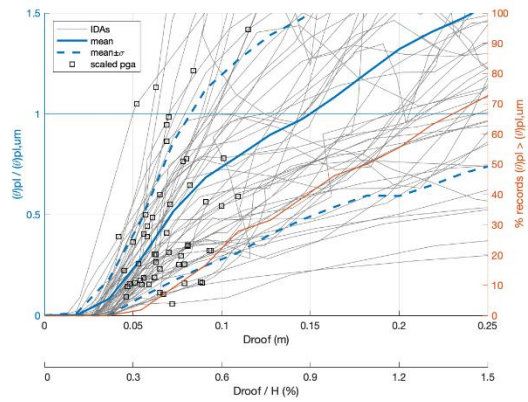
Σχήμα Δ.188: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K15



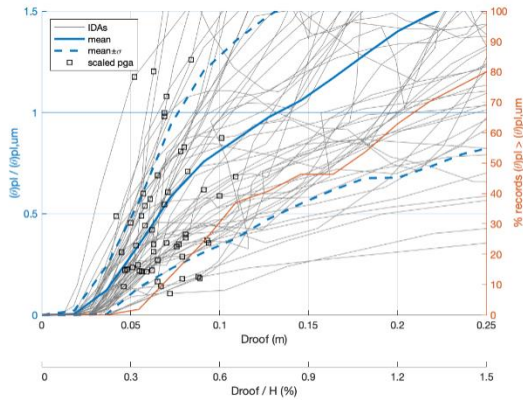
Σχήμα Δ.189: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K16



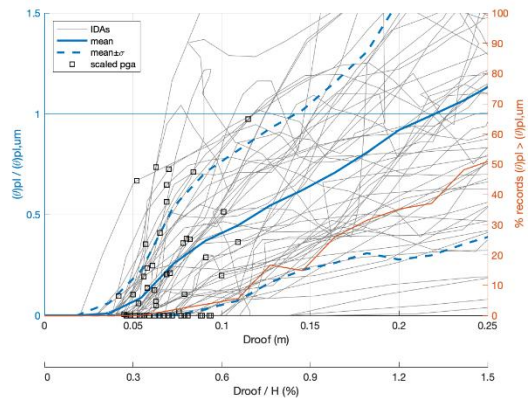
Σχήμα Δ.190: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K17



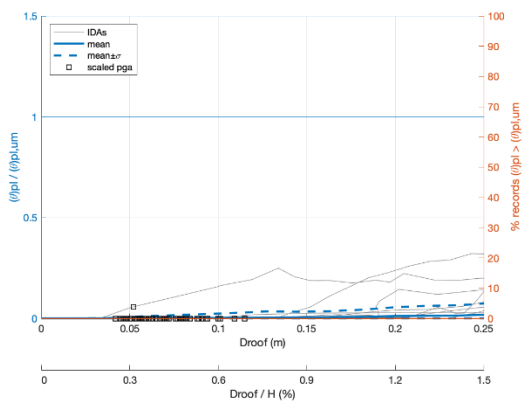
Σχήμα Δ.191: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K18



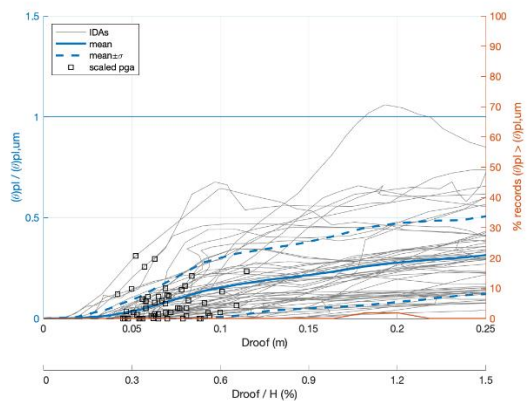
Σχήμα Δ.192: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K19



Σχήμα Δ.193: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K20

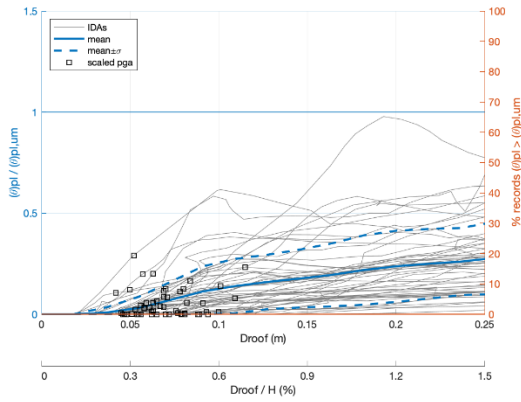


Σχήμα Δ.194: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K1

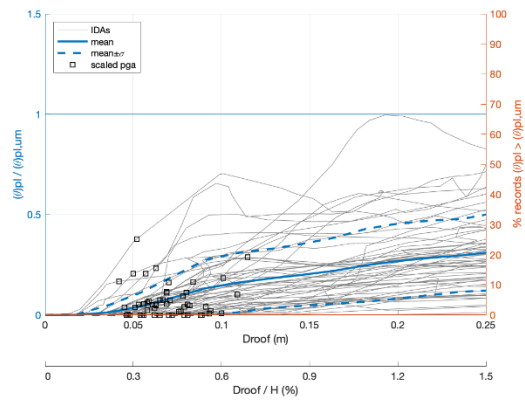


Σχήμα Δ.195: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K2

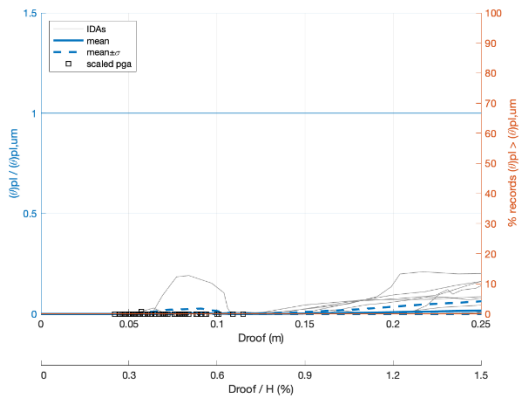




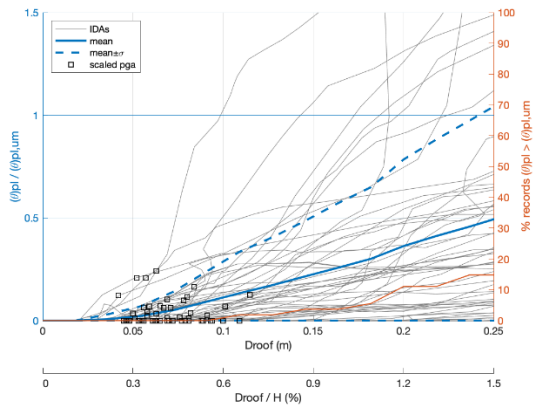
**Σχήμα Δ.196: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K3**



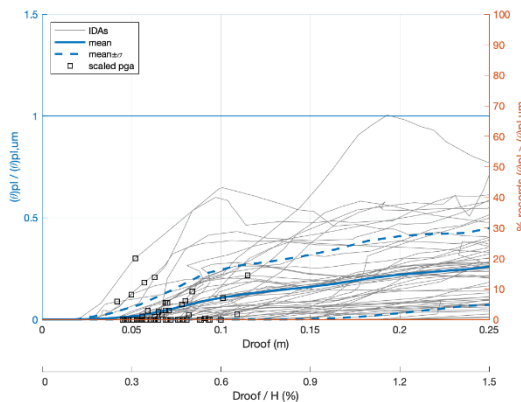
**Σχήμα Δ.197: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K4**



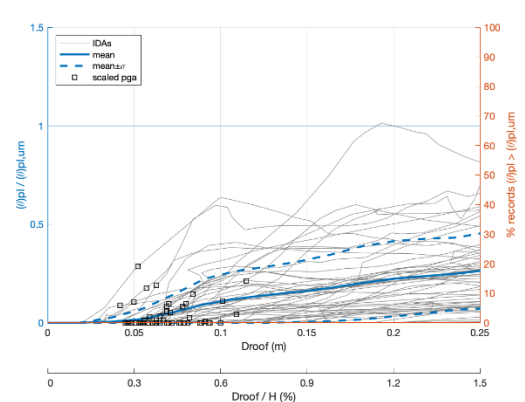
**Σχήμα Δ.198: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K5**



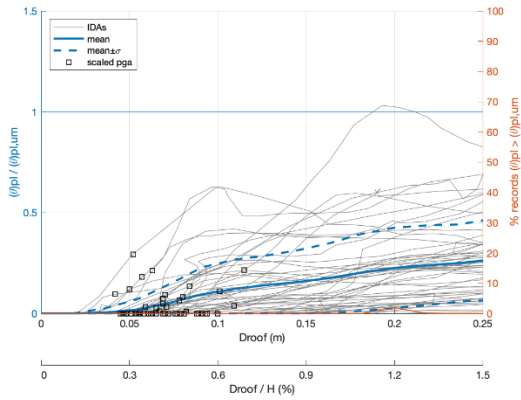
**Σχήμα Δ.199: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K6**



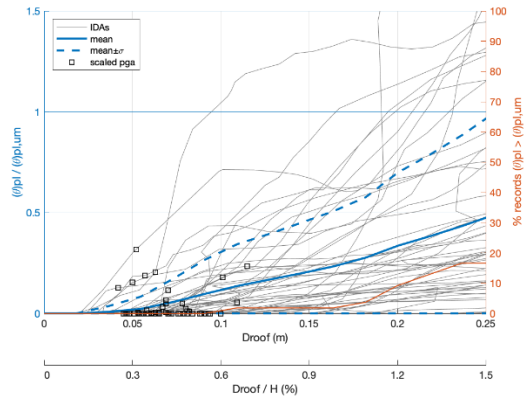
**Σχήμα Δ.200: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K7**



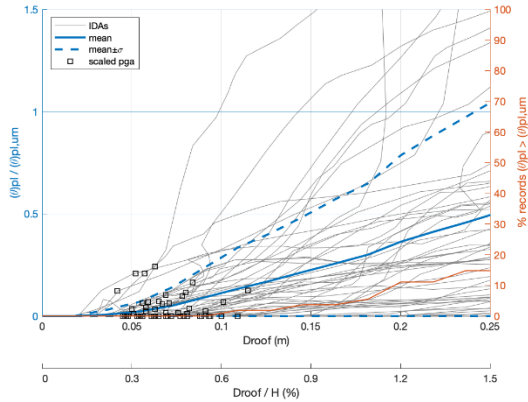
**Σχήμα Δ.201: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K8**



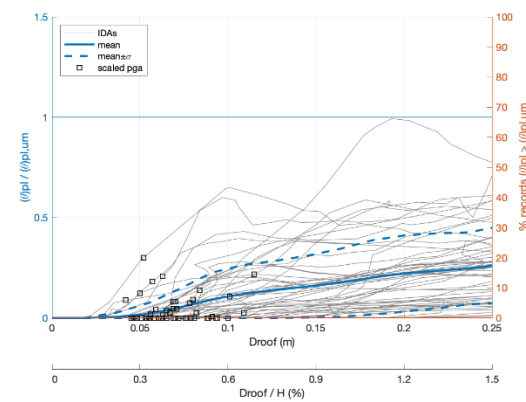
**Σχήμα Δ.202: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K9**



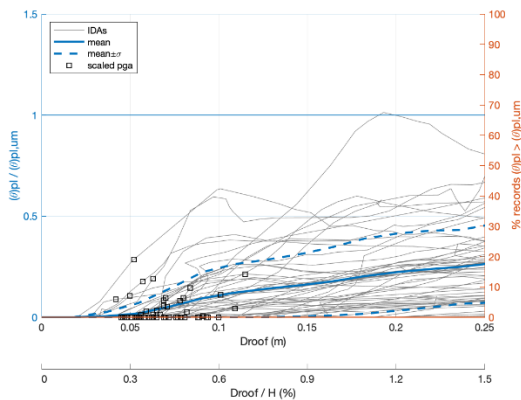
**Σχήμα Δ.203: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K10**



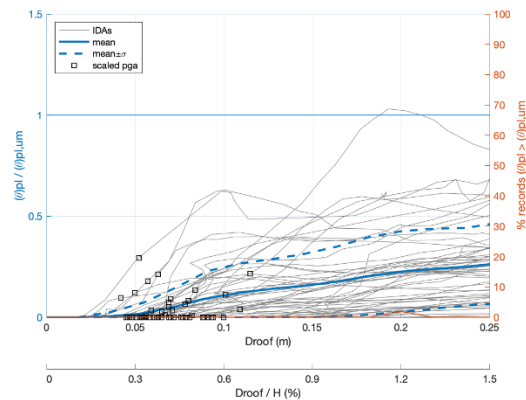
**Σχήμα Δ.204: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K11**



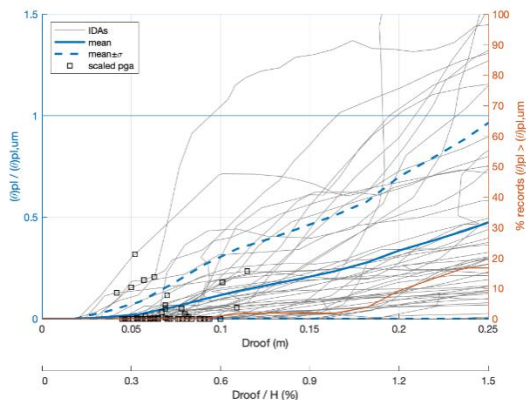
**Σχήμα Δ.205: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K12**



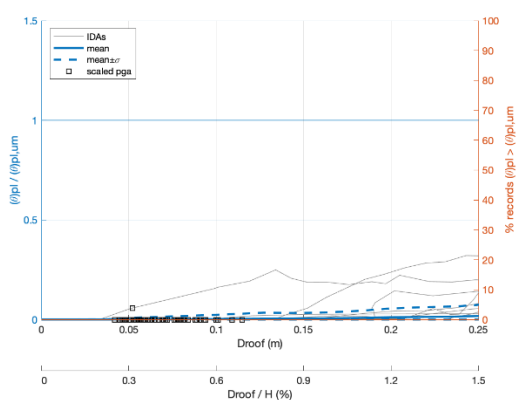
**Σχήμα Δ.206: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K13**



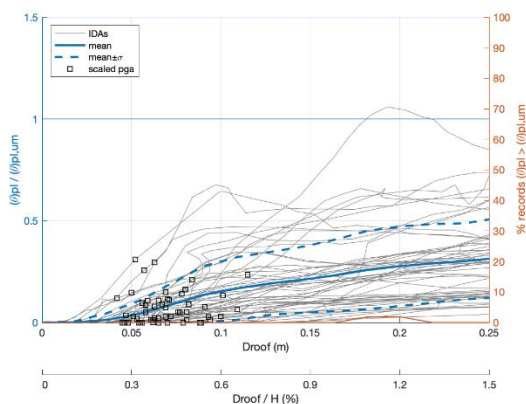
**Σχήμα Δ.207: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K14**



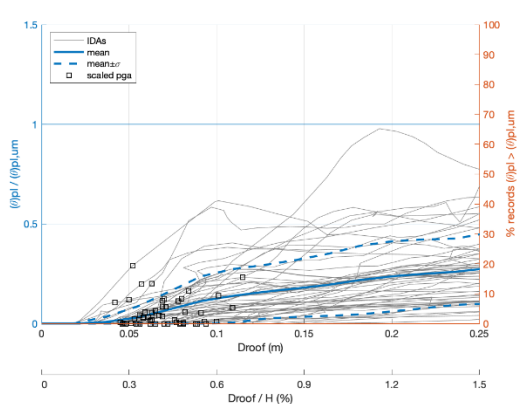
Σχήμα Δ.208: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K15



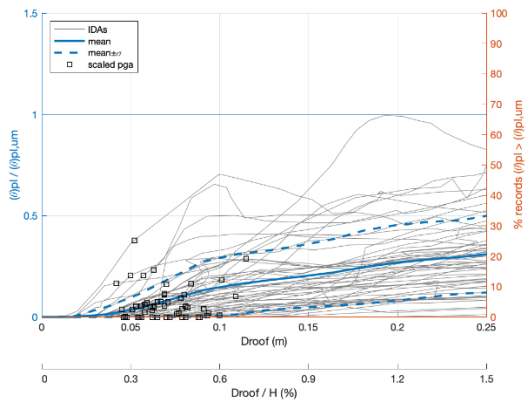
Σχήμα Δ.209: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K16



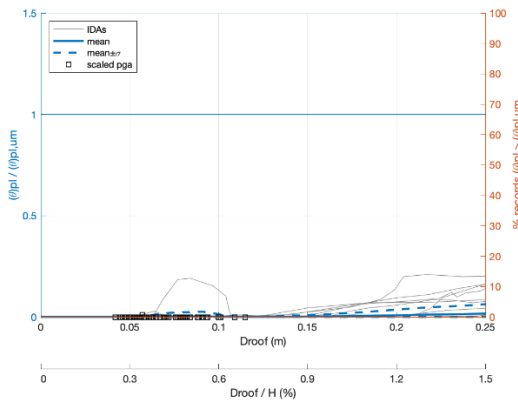
Σχήμα Δ.210: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K17



Σχήμα Δ.211: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K18

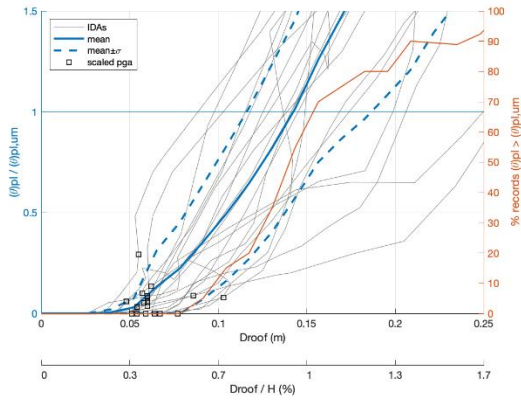


Σχήμα Δ.211: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K19

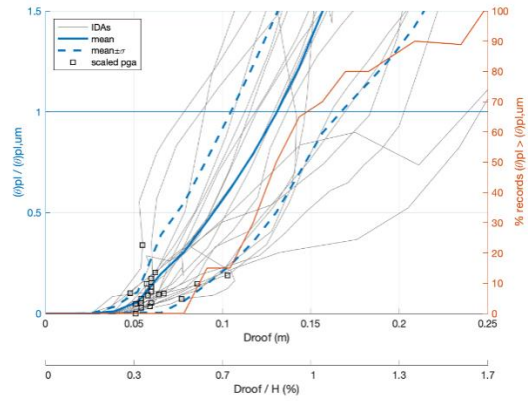


Σχήμα Δ.212: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K20

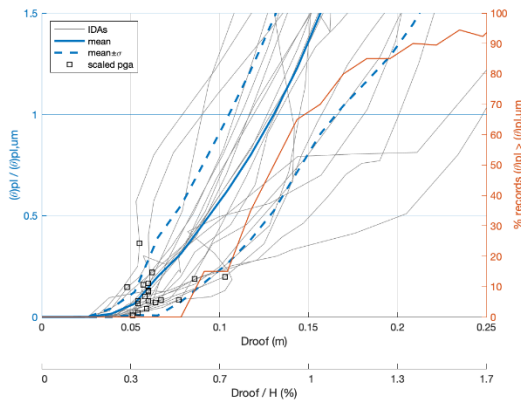
### 3)Κτίριο K60C59-Καταγραφές μακρινού πεδίου



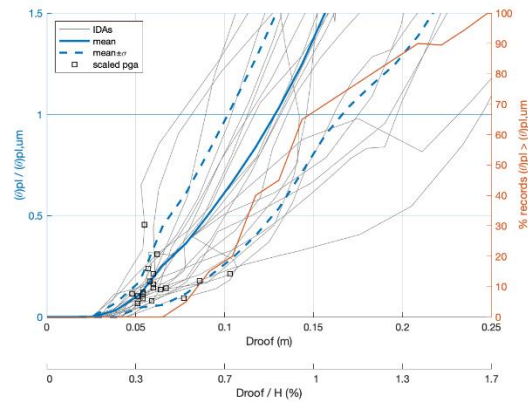
Σχήμα Δ.213: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K1



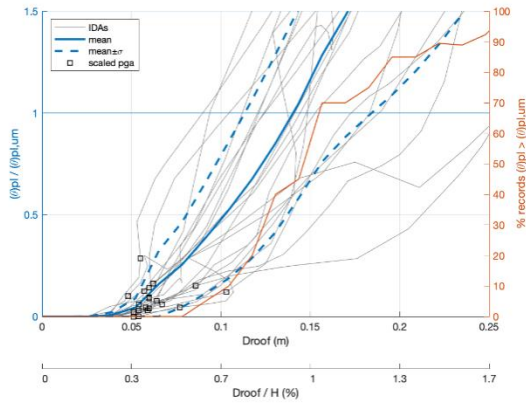
Σχήμα Δ.214: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K2



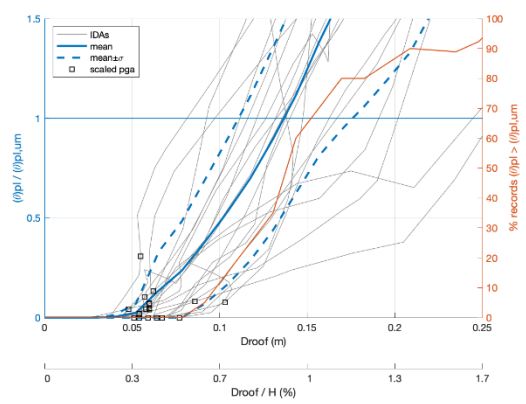
Σχήμα Δ.215: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K3



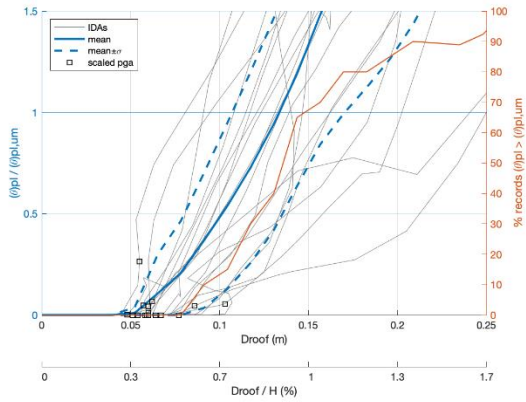
Σχήμα Δ.216: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K4



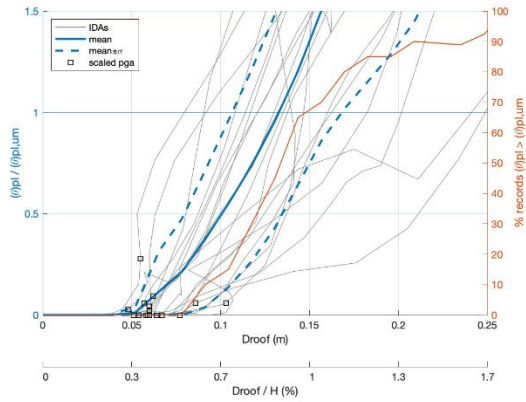
**Σχήμα Δ.217: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K5**



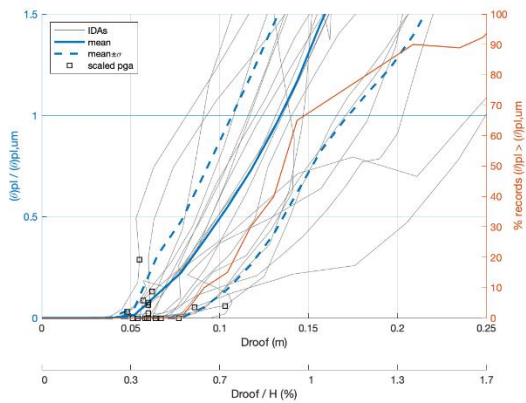
**Σχήμα Δ.218: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K6**



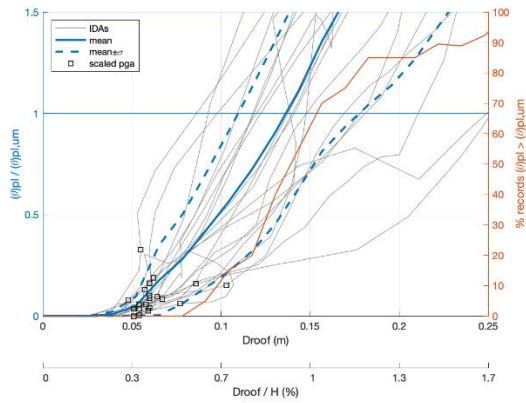
**Σχήμα Δ.219: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K7**



**Σχήμα Δ.220: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K8**

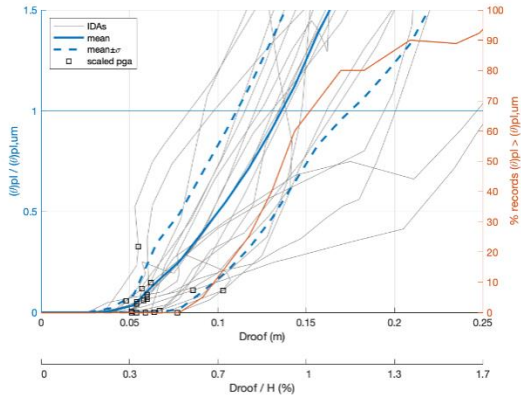


**Σχήμα Δ.221: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K9**

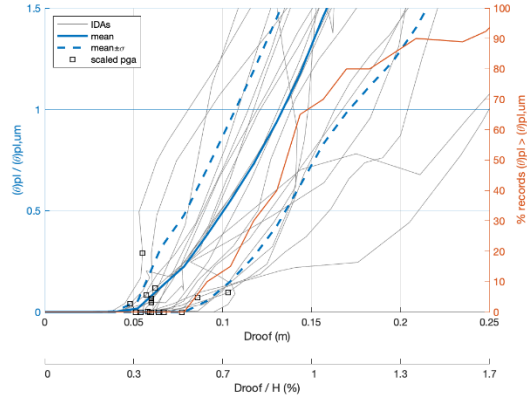


**Σχήμα Δ.222: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K10**

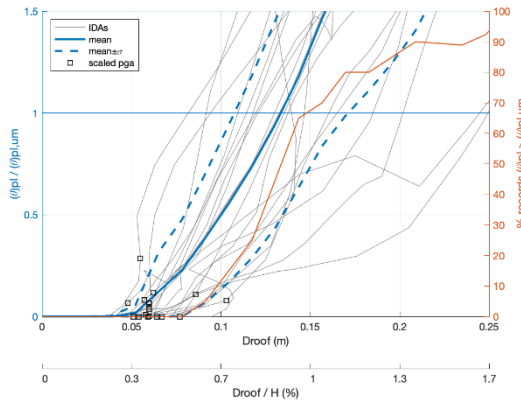




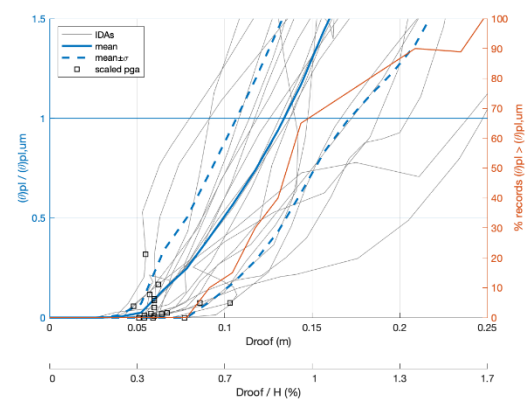
Σχήμα Δ.223: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K11



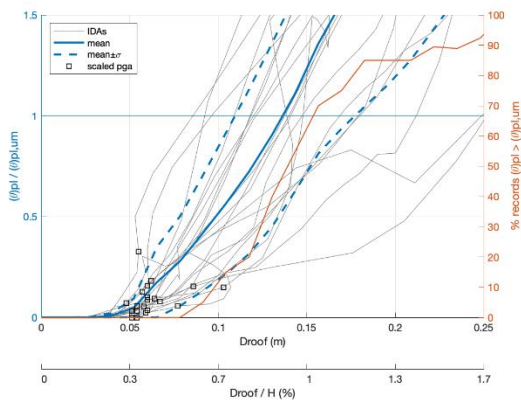
Σχήμα Δ.224: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K12



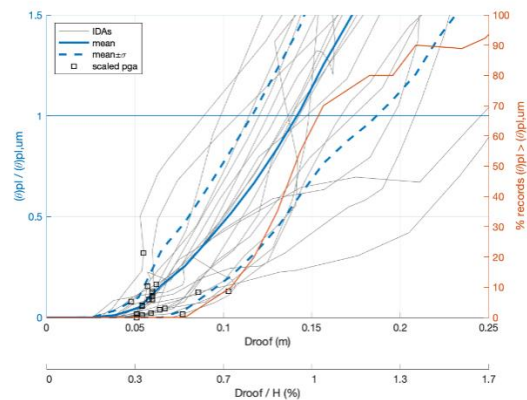
Σχήμα Δ.225: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K13



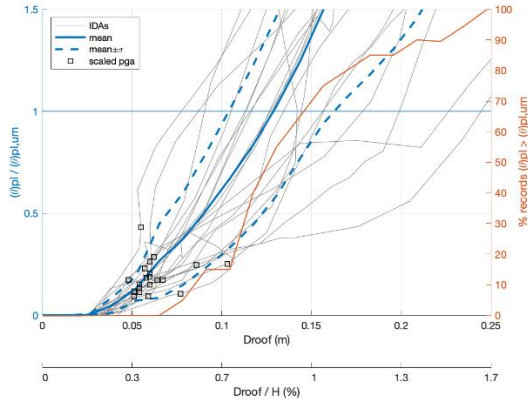
Σχήμα Δ.226: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K14



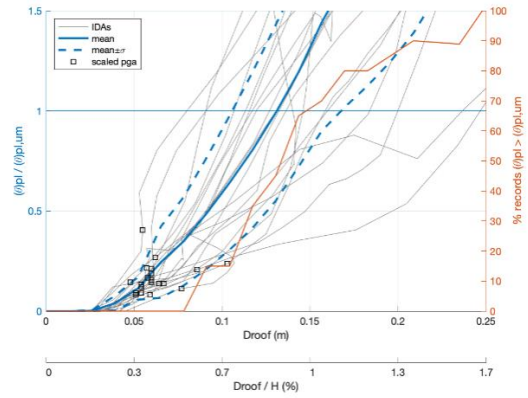
Σχήμα Δ.227: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K15



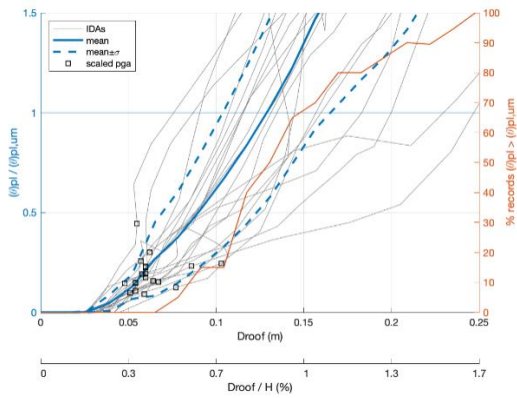
Σχήμα Δ.228: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K16



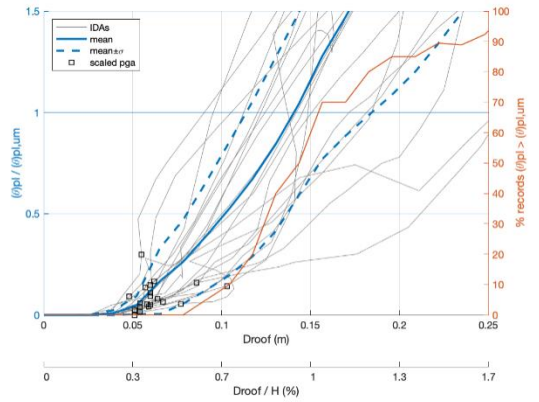
**Σχήμα Δ.229: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K17**



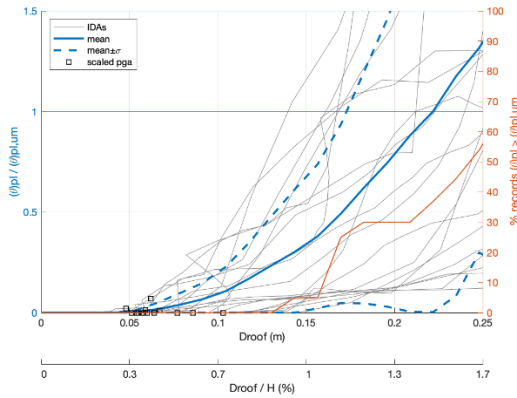
**Σχήμα Δ.230: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K18**



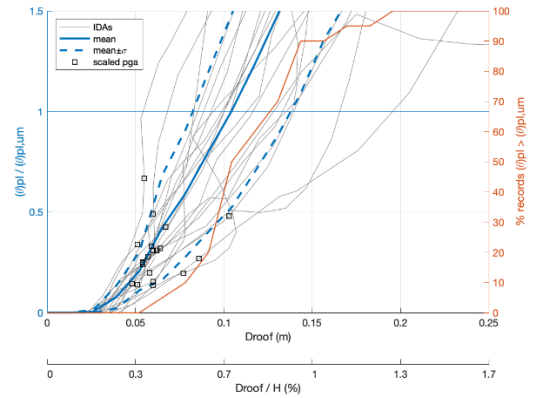
**Σχήμα Δ.231: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K19**



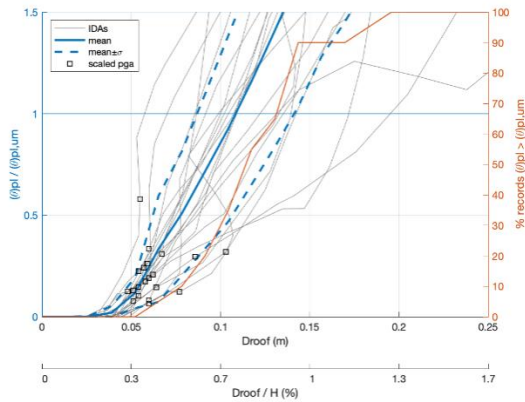
**Σχήμα Δ.232: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K20**



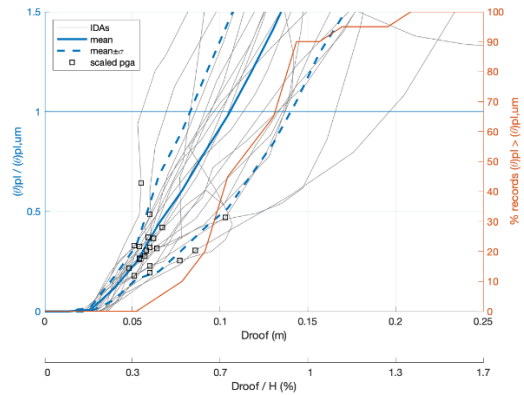
**Σχήμα Δ.233: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1**



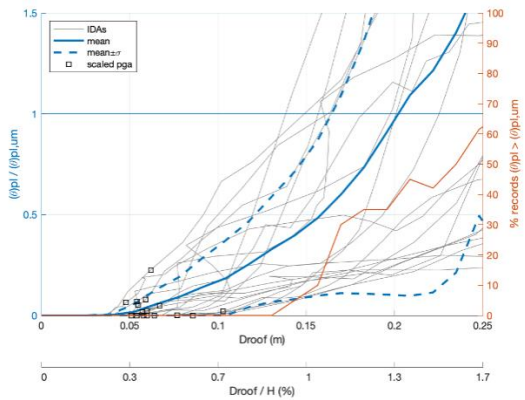
**Σχήμα Δ.234: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2**



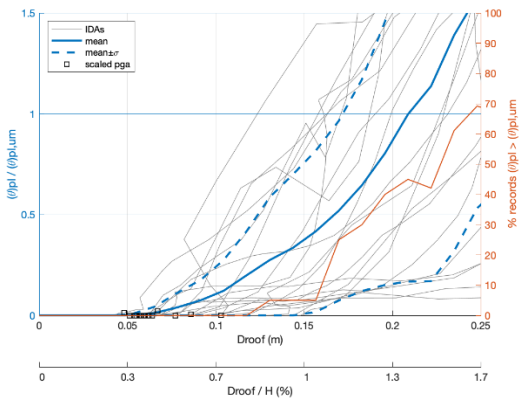
**Σχήμα Δ.235: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1**



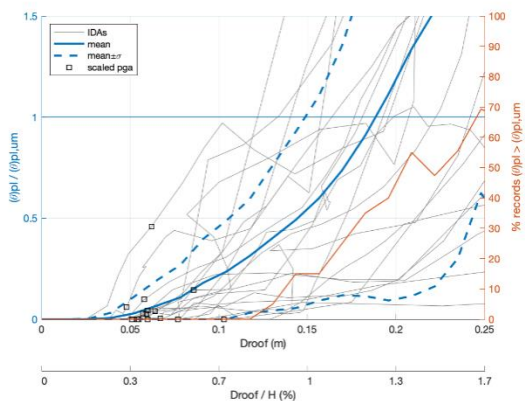
**Σχήμα Δ.236: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2**



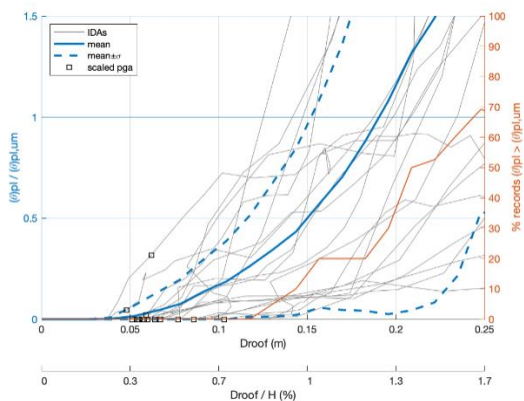
**Σχήμα Δ.237: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K3**



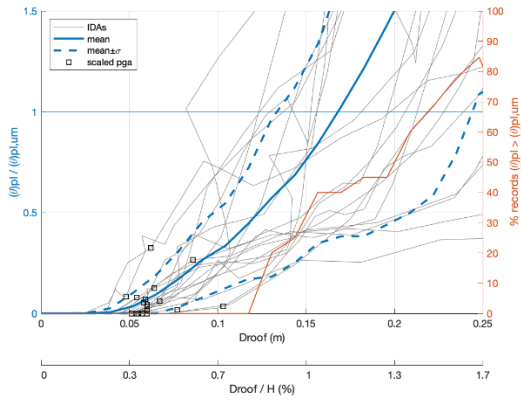
**Σχήμα Δ.238: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K4**



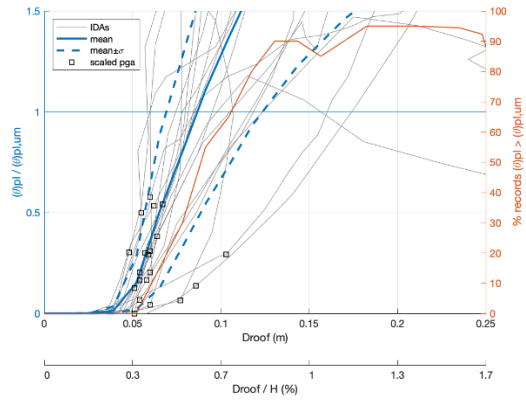
**Σχήμα Δ.239: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K5**



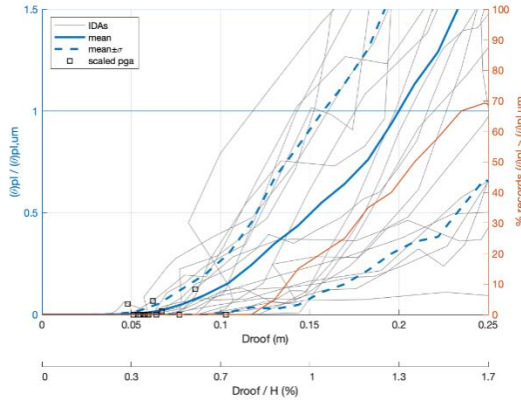
**Σχήμα Δ.240: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K6**



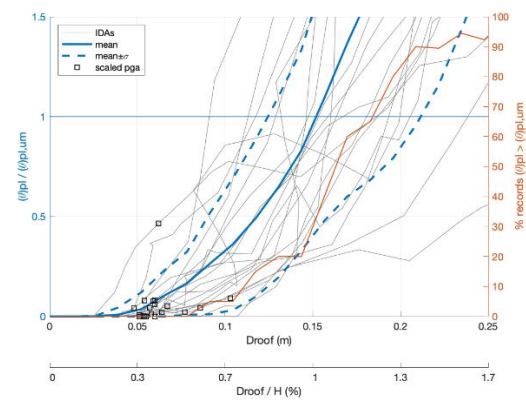
Σχήμα Δ.241: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K7



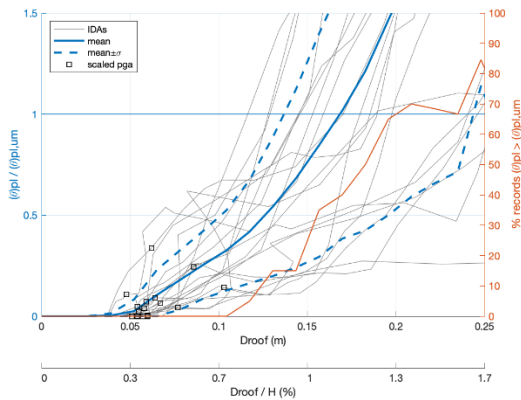
Σχήμα Δ.242: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K8



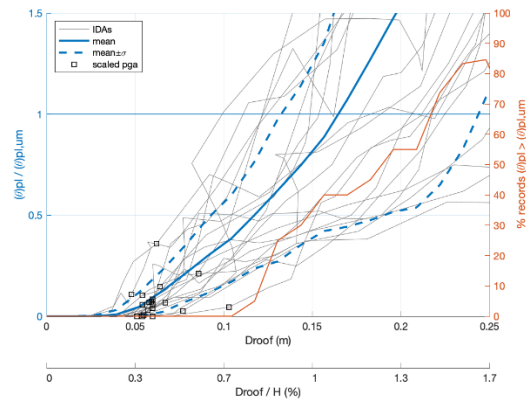
Σχήμα Δ.243: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K9



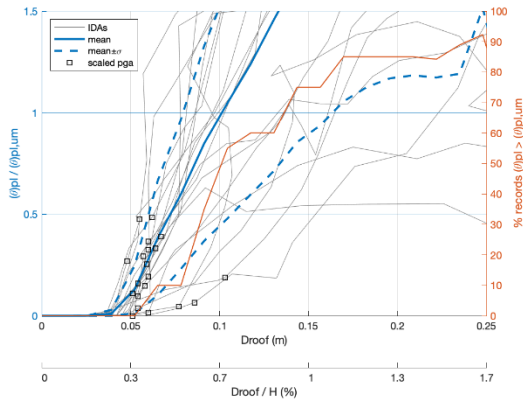
Σχήμα Δ.244: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K10



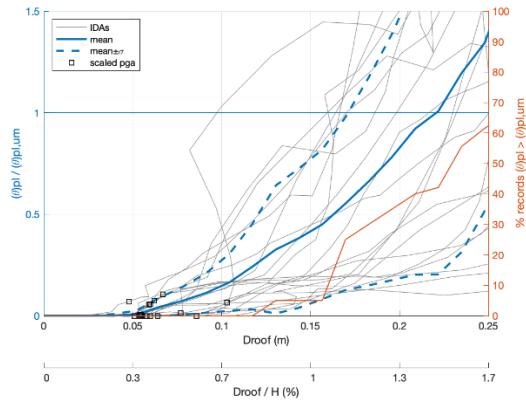
Σχήμα Δ.245: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K11



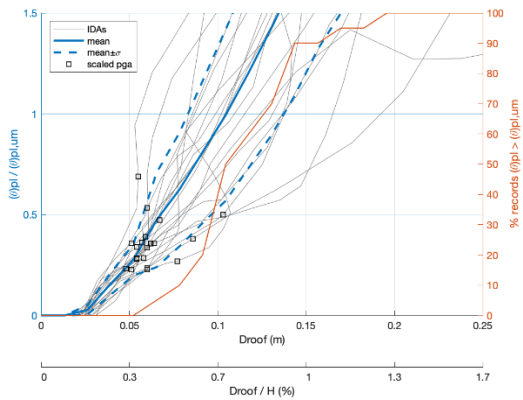
Σχήμα Δ.246: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K12



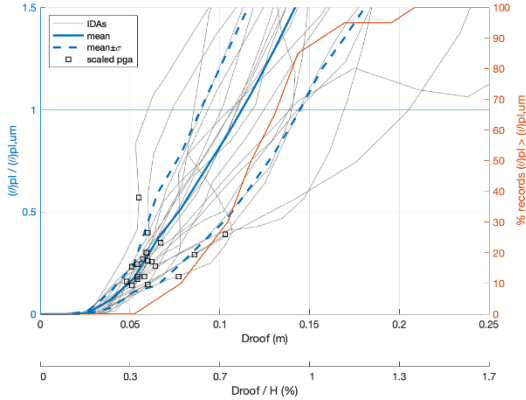
Σχήμα Δ.247: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K13



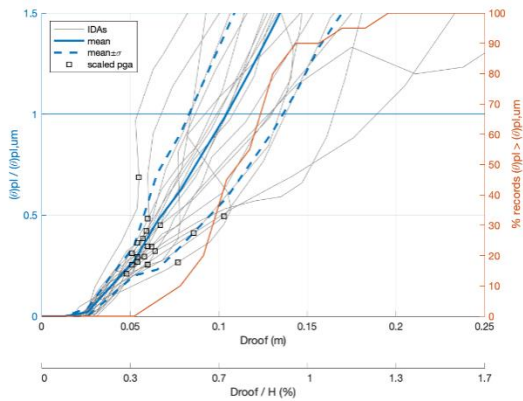
Σχήμα Δ.248: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K14



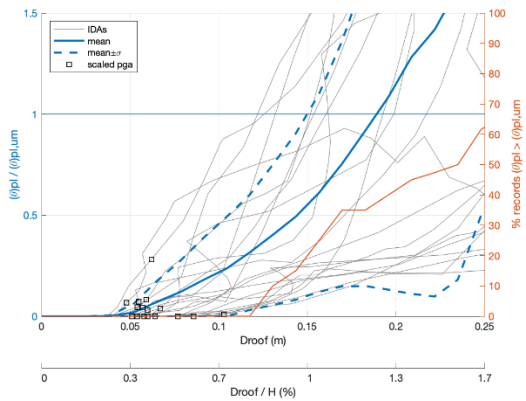
Σχήμα Δ.249: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K15



Σχήμα Δ.250: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K16

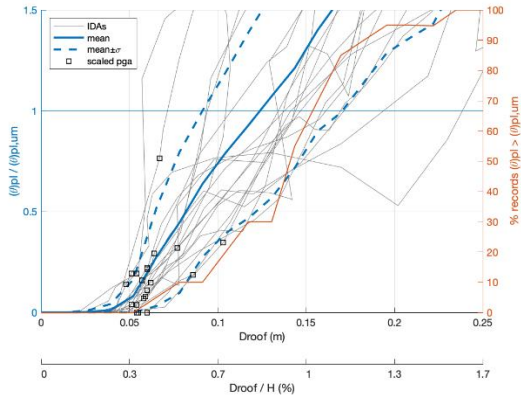


Σχήμα Δ.251: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K17

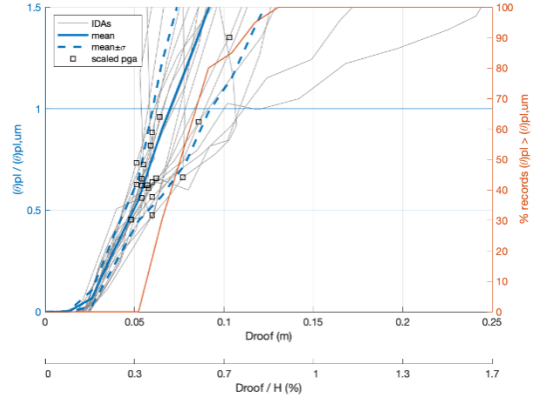


Σχήμα Δ.252: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K18

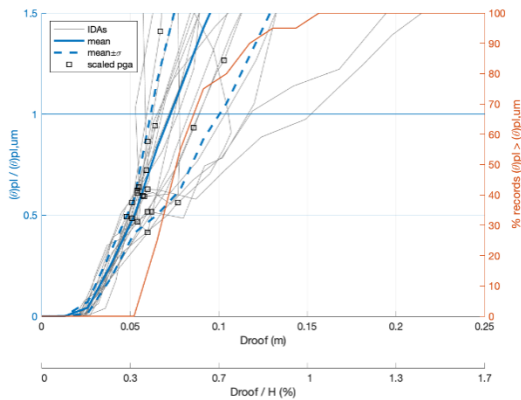




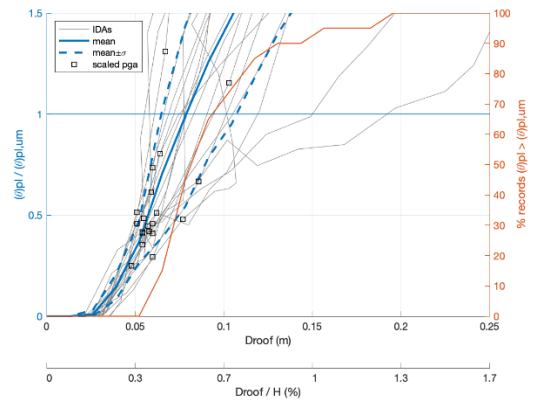
**Σχήμα Δ.253: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K1**



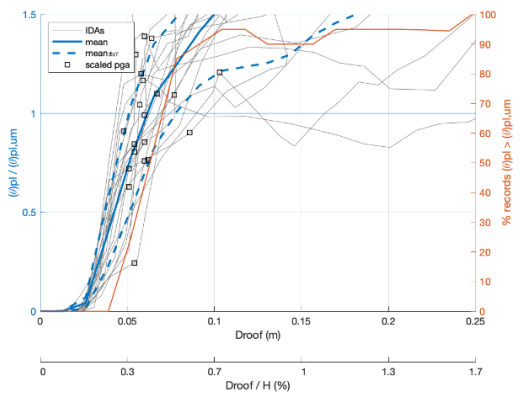
**Σχήμα Δ.254: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K2**



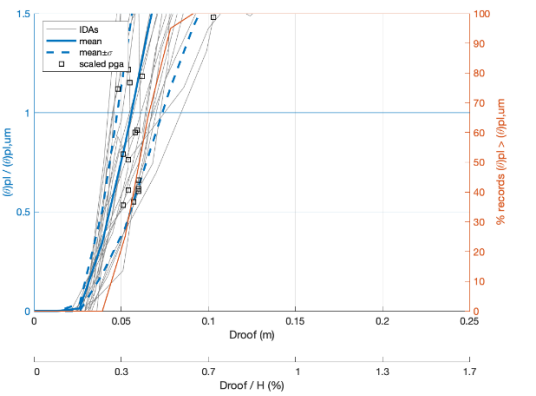
**Σχήμα Δ.255: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K3**



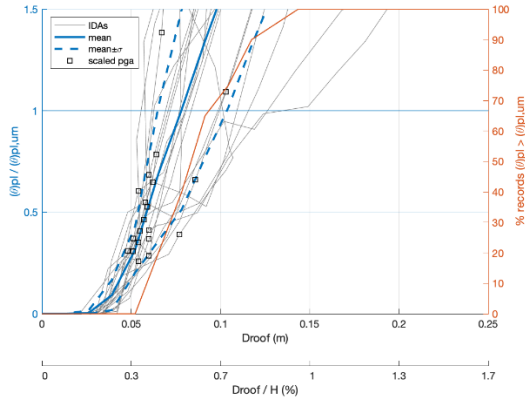
**Σχήμα Δ.256: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K4**



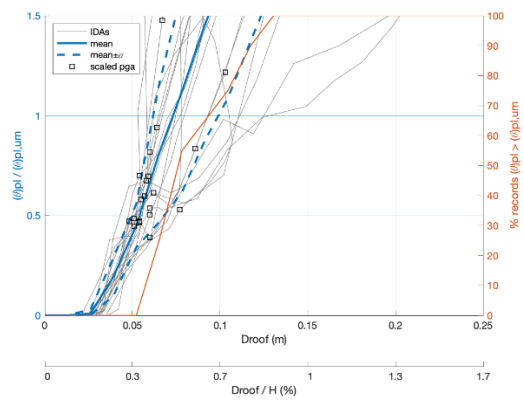
**Σχήμα Δ.257: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K5**



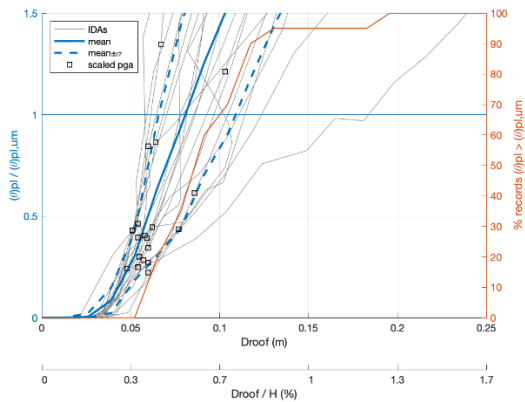
**Σχήμα Δ.258: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K6**



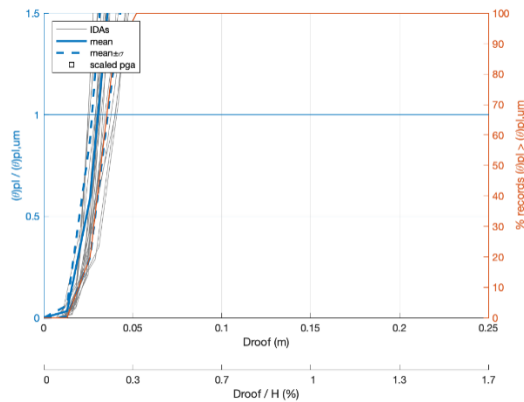
**Σχήμα Δ.259: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K7**



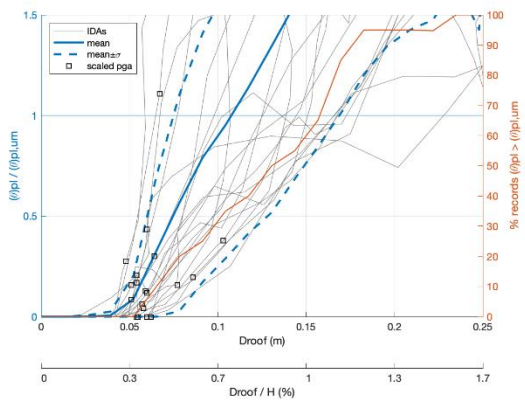
**Σχήμα Δ.260: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K8**



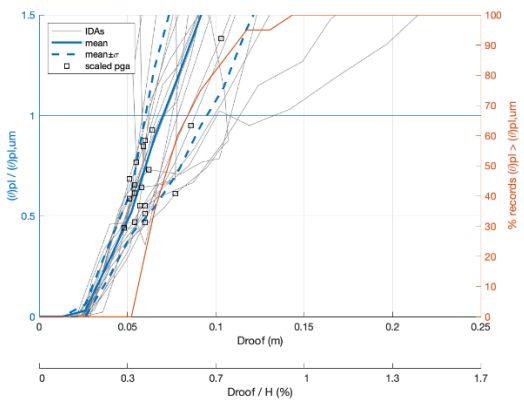
**Σχήμα Δ.261: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K9**



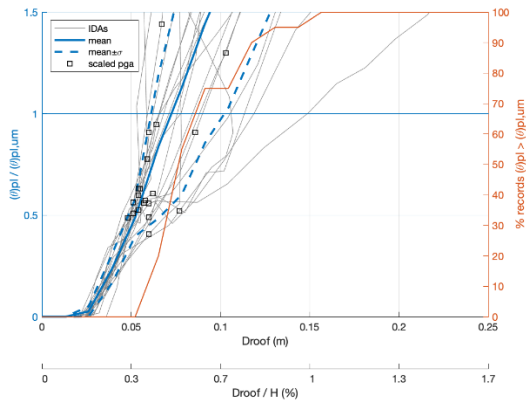
**Σχήμα Δ.262: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K10**



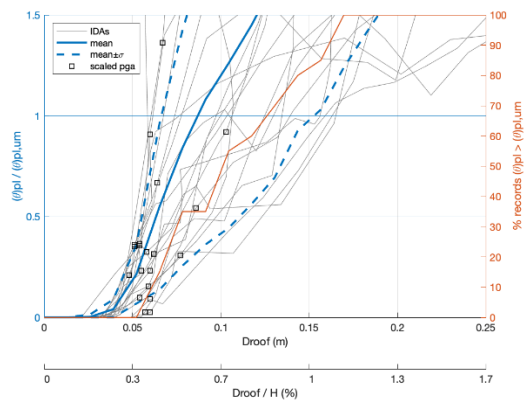
**Σχήμα Δ.263: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K11**



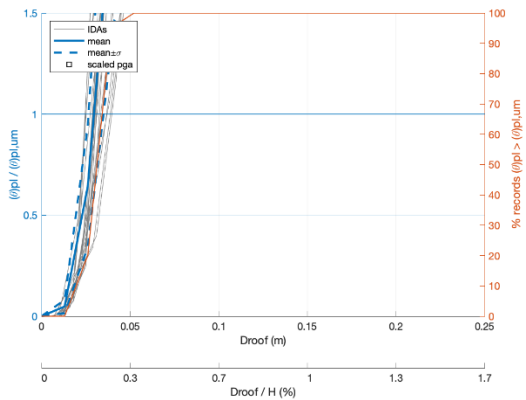
**Σχήμα Δ.264: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K12**



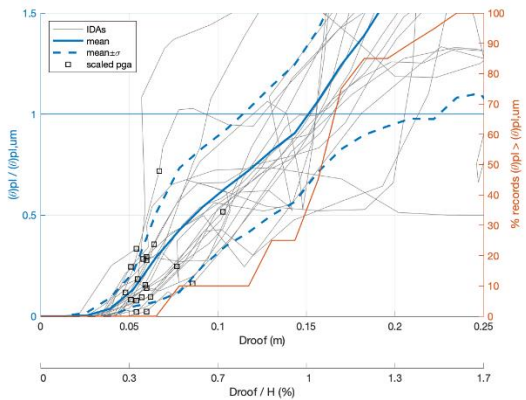
Σχήμα Δ.265: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K13



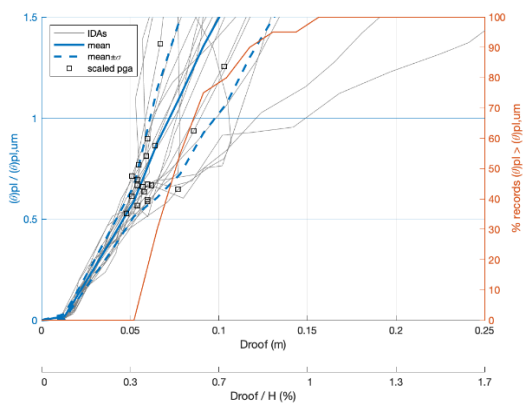
Σχήμα Δ.266: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K14



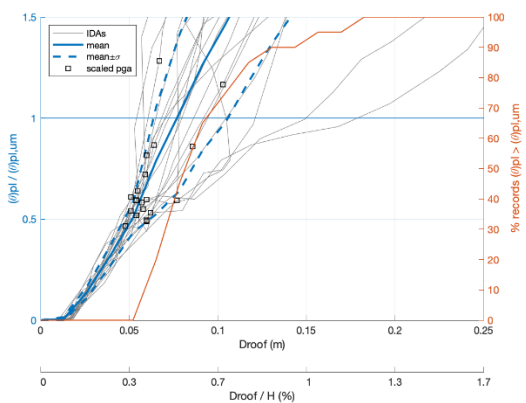
Σχήμα Δ.267: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K15



Σχήμα Δ.268: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K16

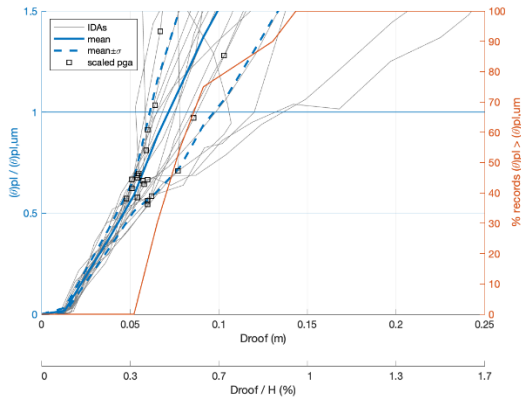


Σχήμα Δ.269: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K17

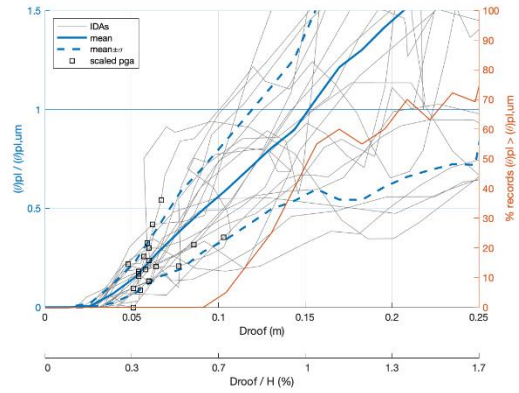


Σχήμα Δ.270: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K18

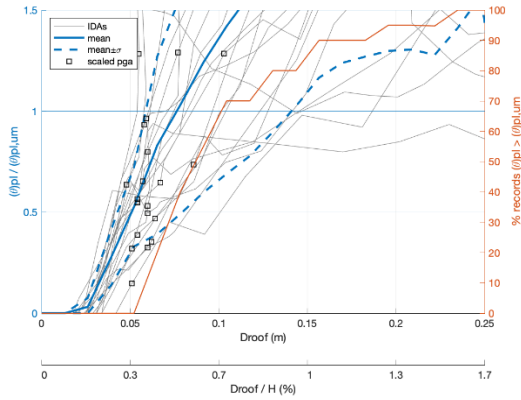




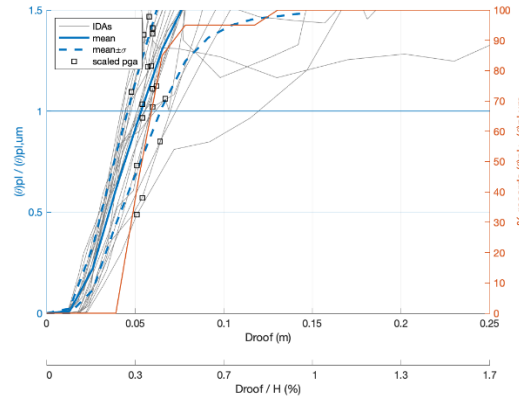
**Σχήμα Δ.271: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K19**



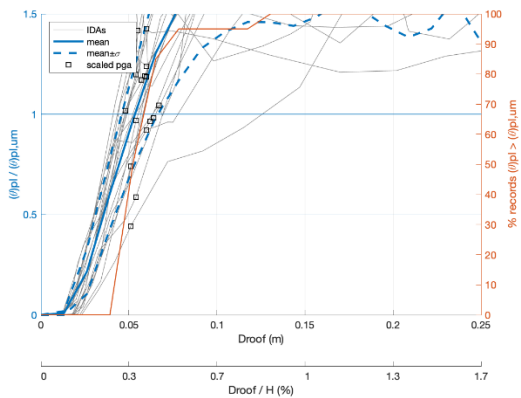
**Σχήμα Δ.272: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K20**



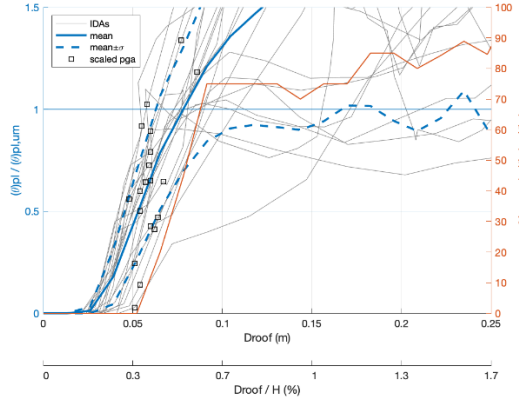
**Σχήμα Δ.273: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K1**



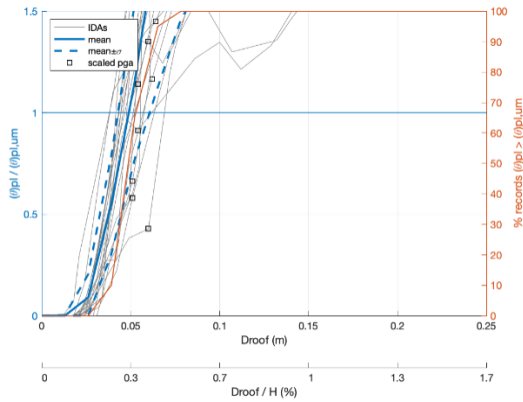
**Σχήμα Δ.274: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K2**



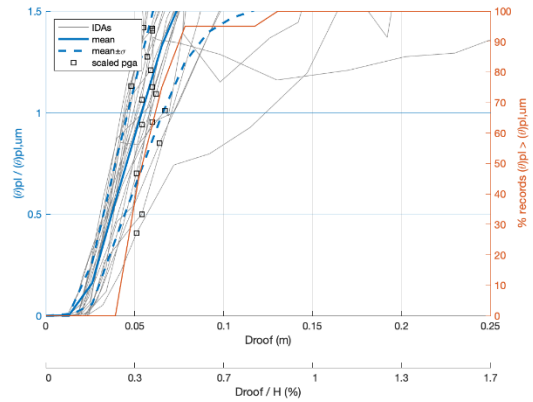
**Σχήμα Δ.275: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K3**



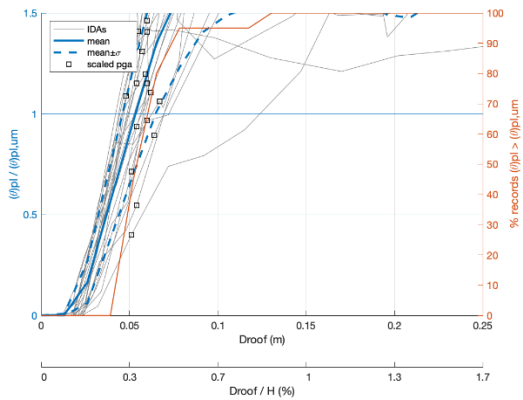
**Σχήμα Δ.276: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K4**



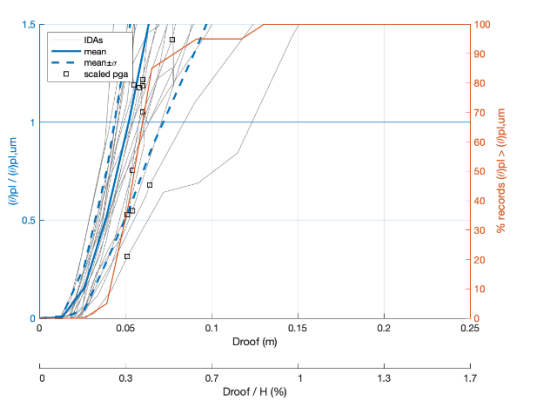
Σχήμα Δ.277: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K6



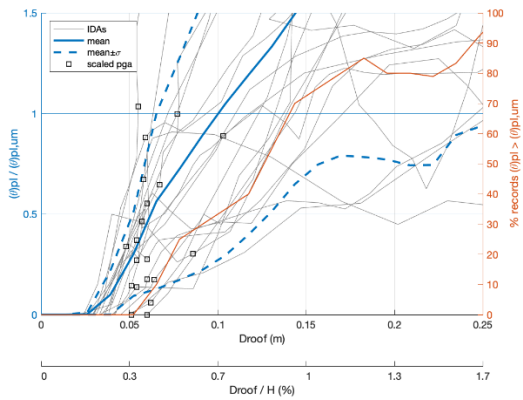
Σχήμα Δ.278: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K7



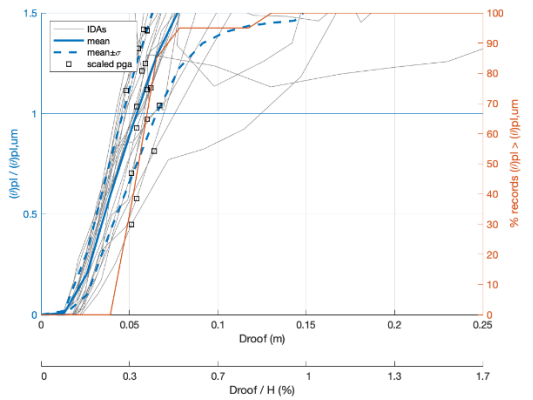
Σχήμα Δ.279: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K8



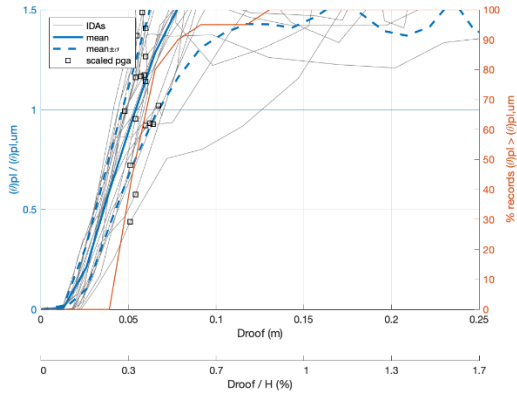
Σχήμα Δ.280: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K9



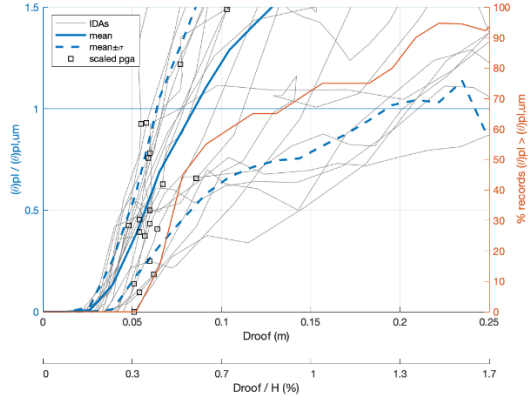
Σχήμα Δ.281: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K11



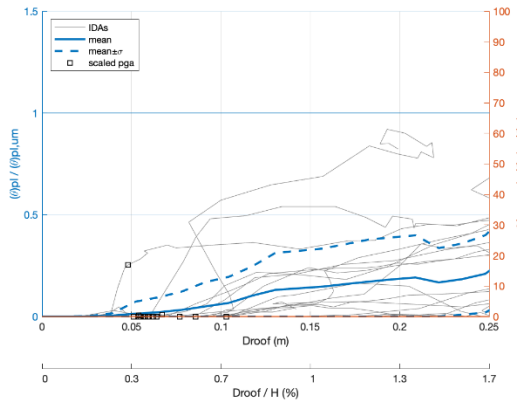
Σχήμα Δ.282: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K12



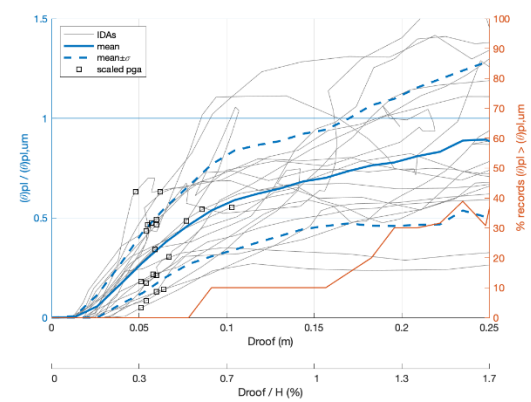
**Σχήμα Δ.283: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K13**



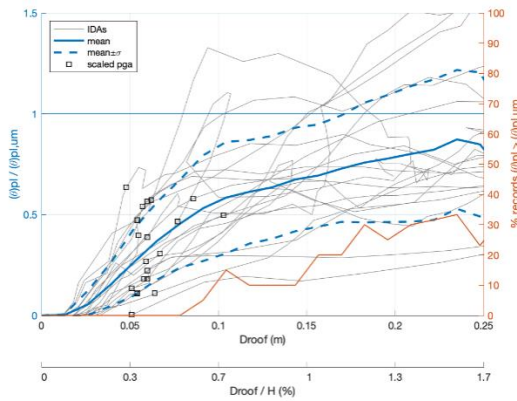
**Σχήμα Δ.284: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K14**



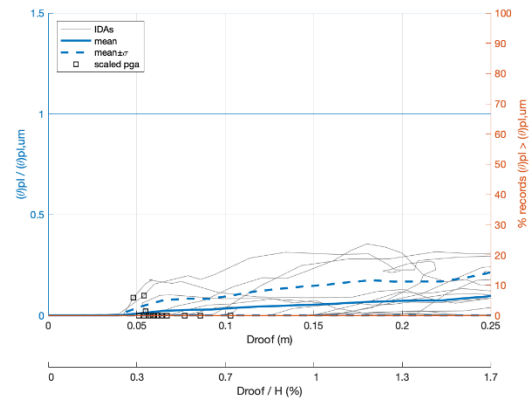
**Σχήμα Δ.285: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K1**



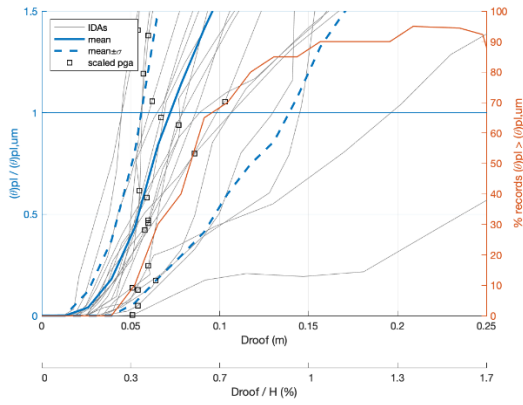
**Σχήμα Δ.286: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K2**



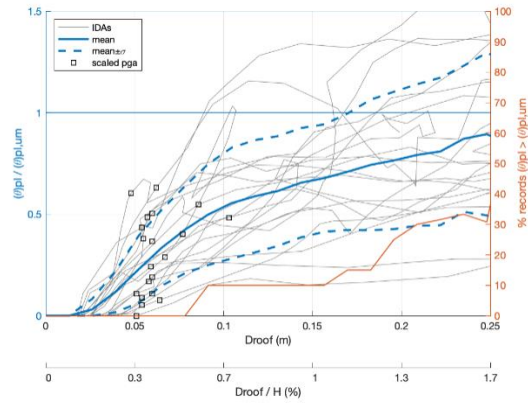
**Σχήμα Δ.287: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K3**



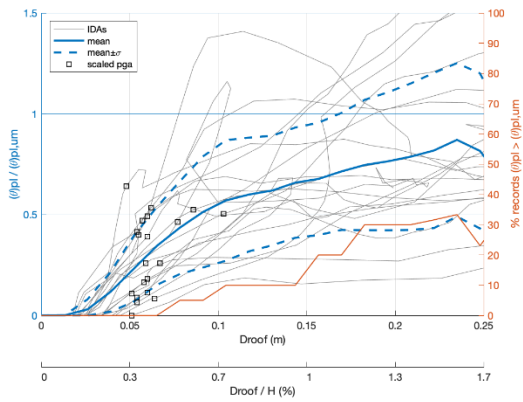
**Σχήμα Δ.288: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K4**



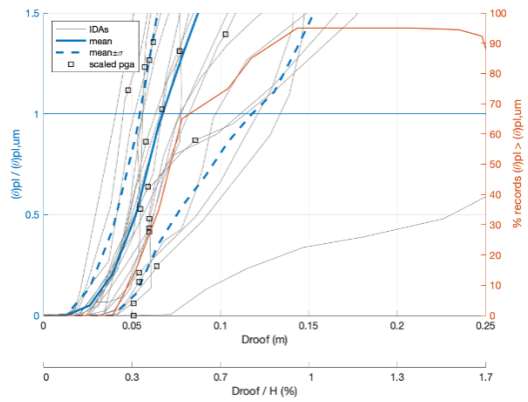
Σχήμα Δ.289: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K6



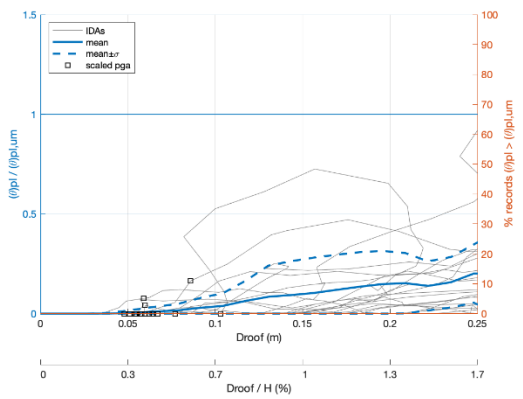
Σχήμα Δ.290: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K7



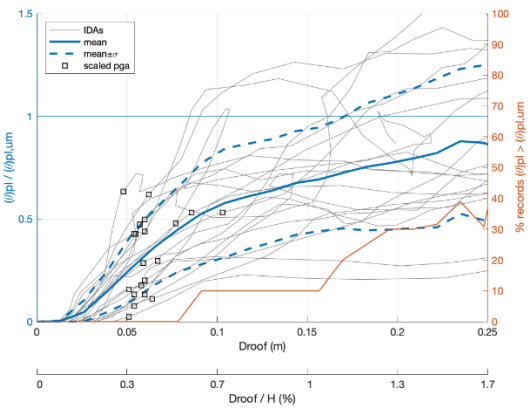
Σχήμα Δ.291: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K8



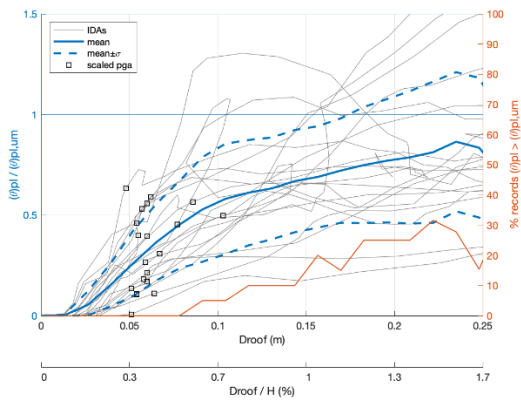
Σχήμα Δ.292: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K9



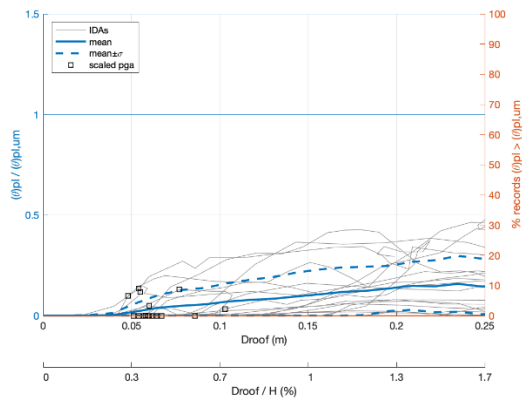
Σχήμα Δ.293: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K11



Σχήμα Δ.294: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K12

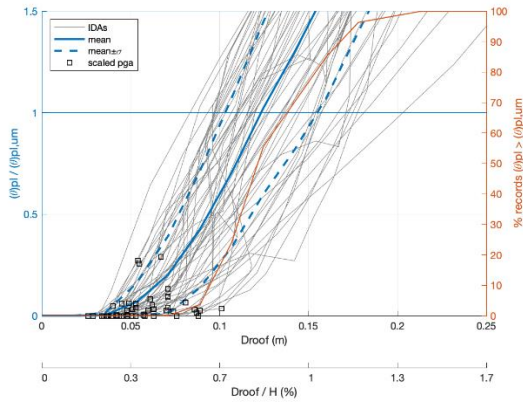


**Σχήμα Δ.295: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K13**

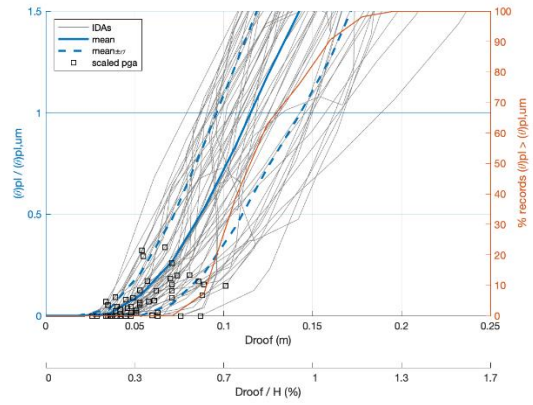


**Σχήμα Δ.296: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K14**

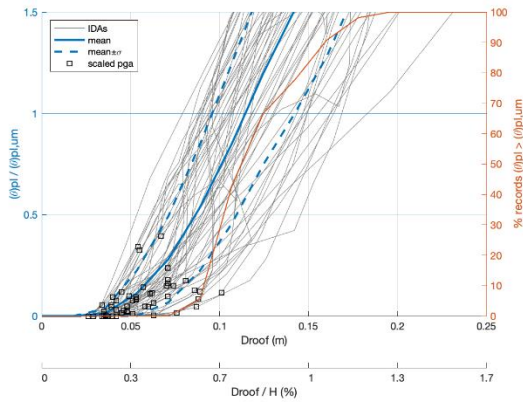
4)Κτίριο K60C59-Καταγραφές κοντινού πεδίου



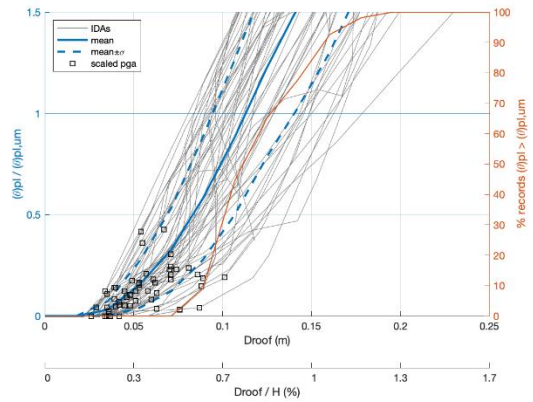
Σχήμα Δ.297: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K1



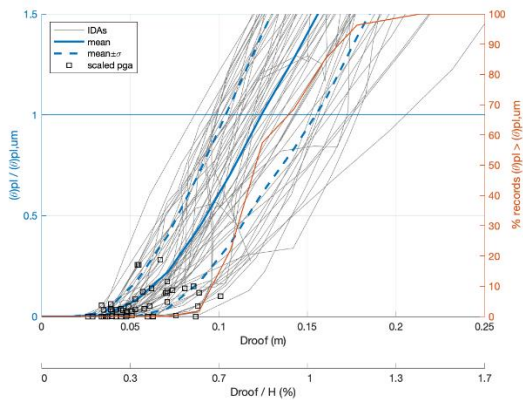
Σχήμα Δ.298: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K2



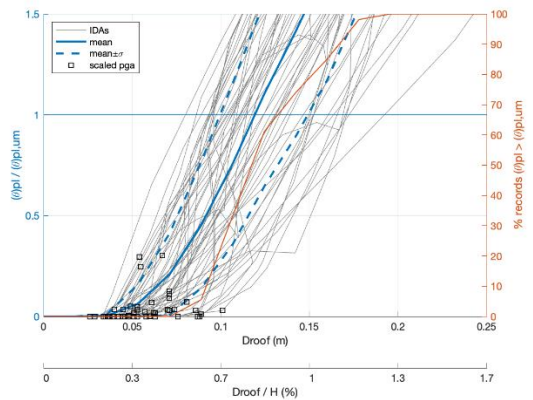
Σχήμα Δ.299: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K3



Σχήμα Δ.300: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K4

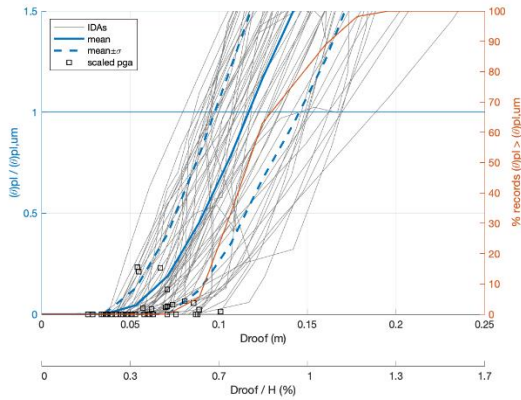


Σχήμα Δ.301: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K5

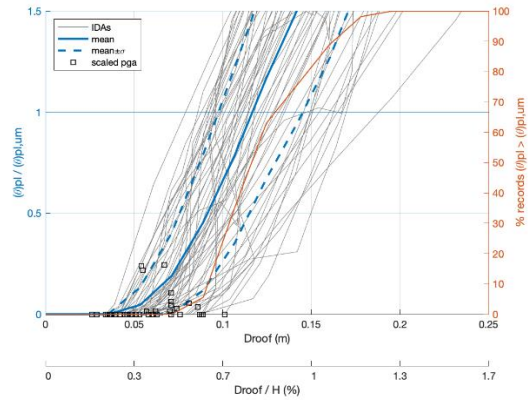


Σχήμα Δ.302: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K6

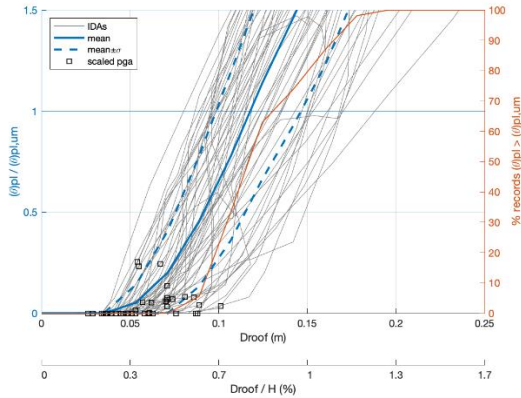




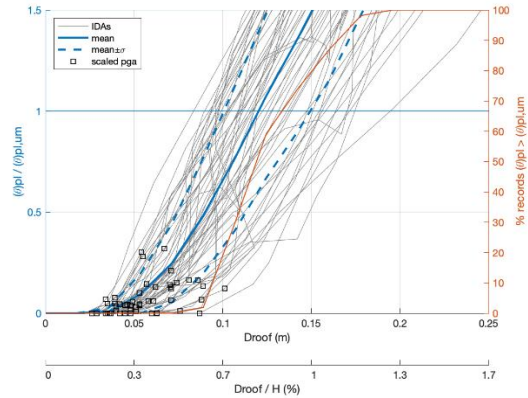
**Σχήμα Δ.303: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K7**



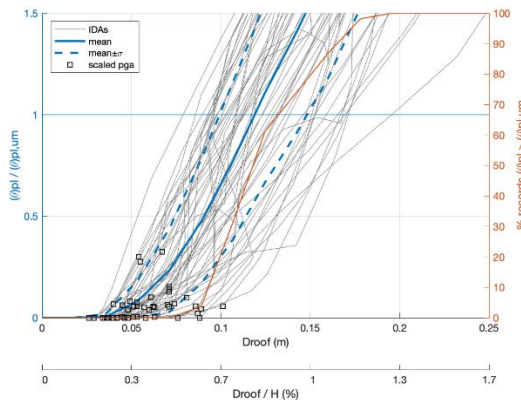
**Σχήμα Δ.304: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K8**



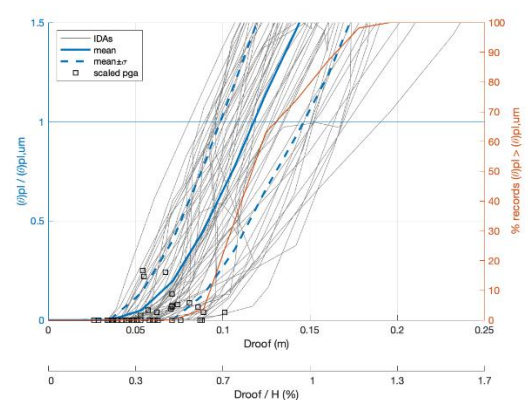
**Σχήμα Δ.305: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K9**



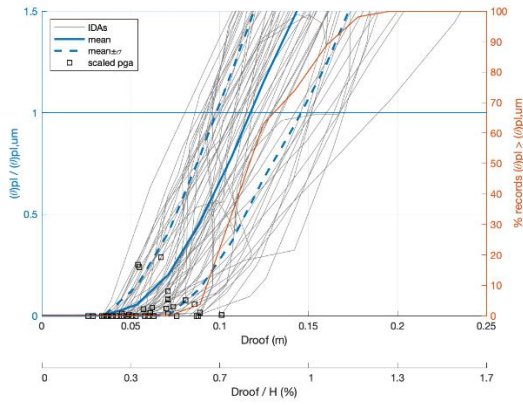
**Σχήμα Δ.306: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K10**



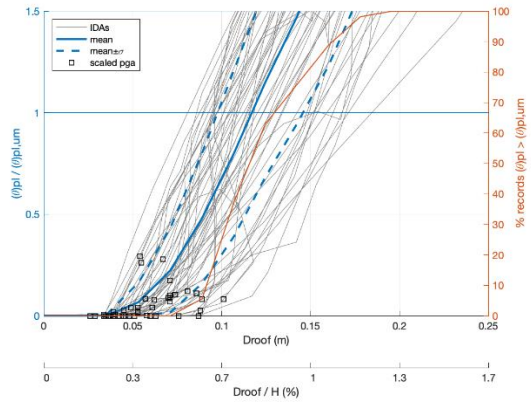
**Σχήμα Δ.307: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K11**



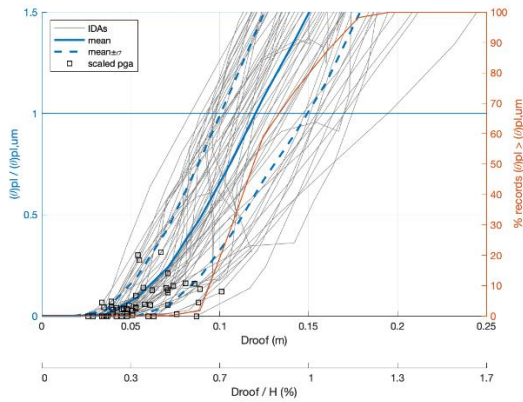
**Σχήμα Δ.308: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K12**



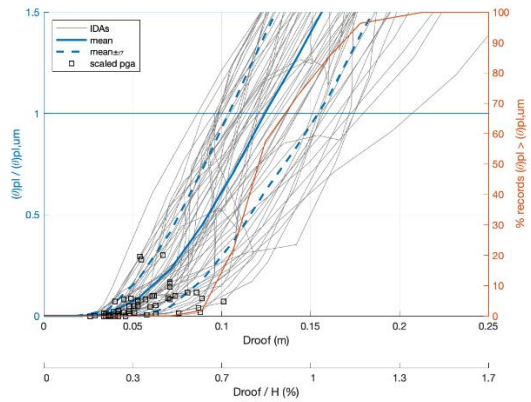
**Σχήμα Δ.309: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K13**



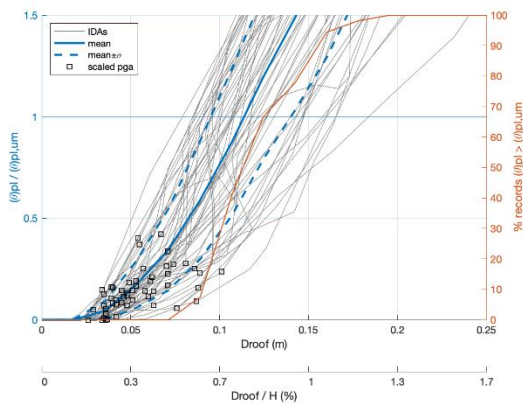
**Σχήμα Δ.310: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K14**



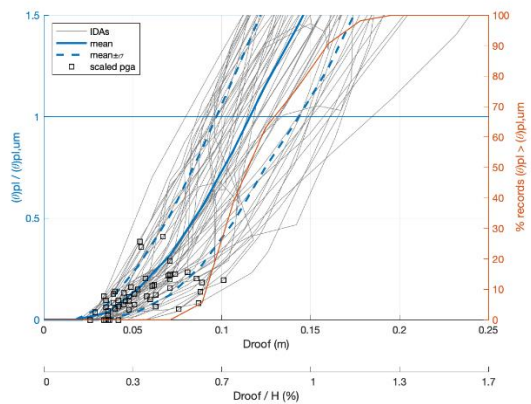
**Σχήμα Δ.311: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K15**



**Σχήμα Δ.312: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K16**

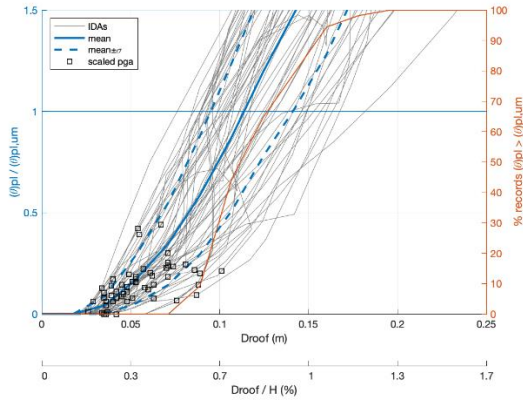


**Σχήμα Δ.313: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K17**

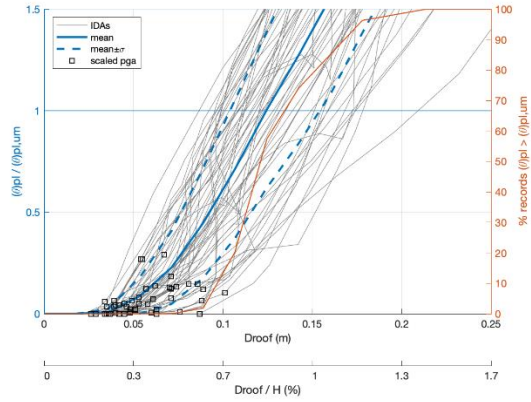


**Σχήμα Δ.314: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K18**

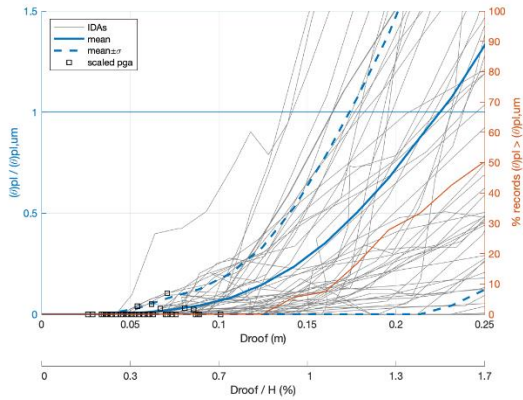




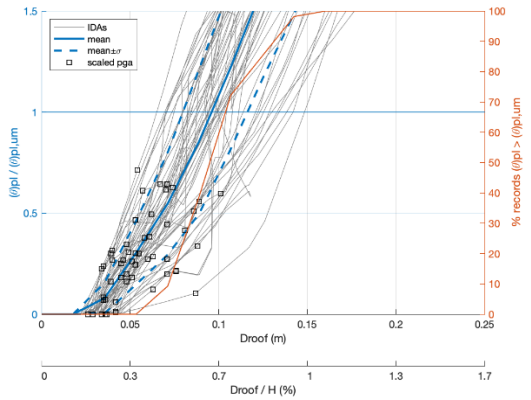
Σχήμα Δ.315: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K19



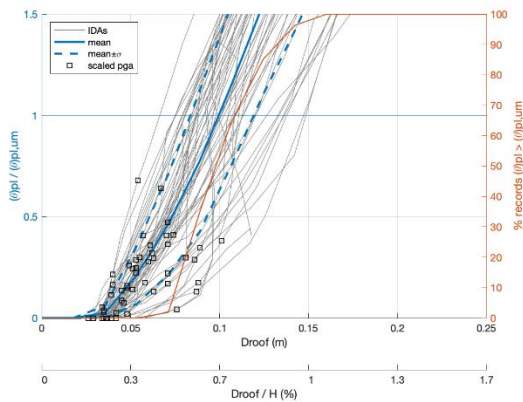
Σχήμα Δ.316: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K20



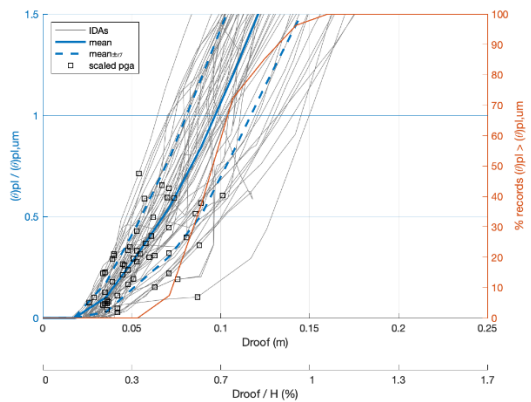
Σχήμα Δ.317: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1



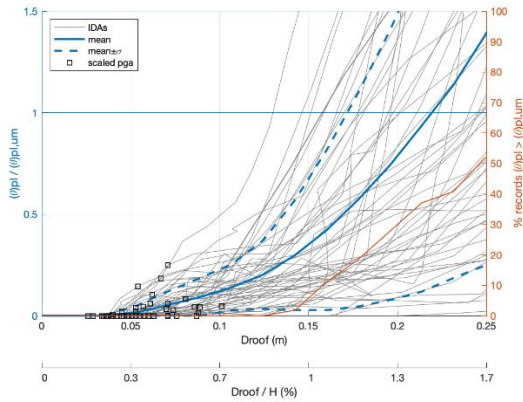
Σχήμα Δ.318: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2



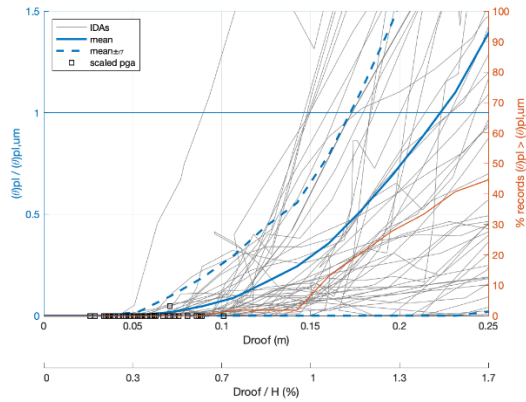
Σχήμα Δ.321: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K3



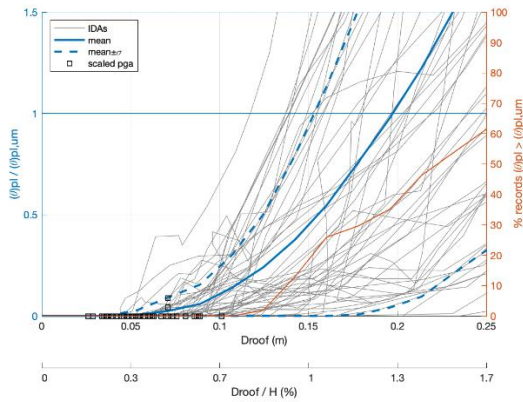
Σχήμα Δ.322: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K4



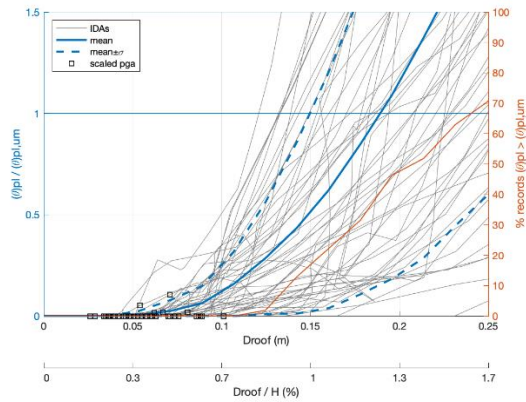
**Σχήμα Δ.323: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K5**



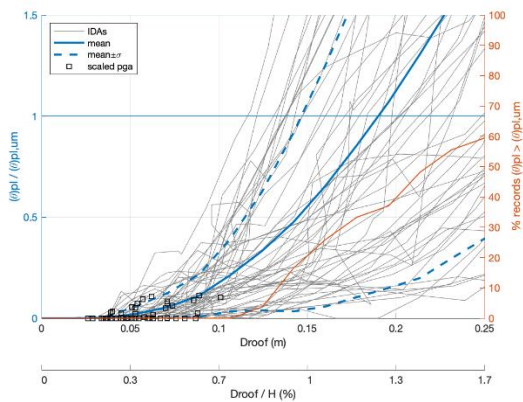
**Σχήμα Δ.324: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K6**



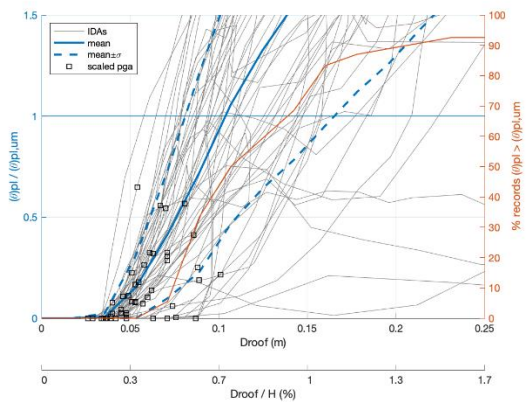
**Σχήμα Δ.325: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K7**



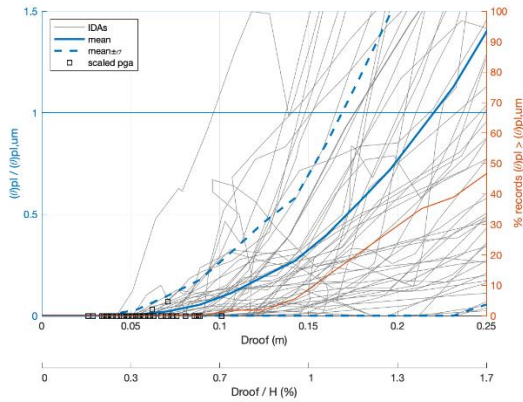
**Σχήμα Δ.326: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K8**



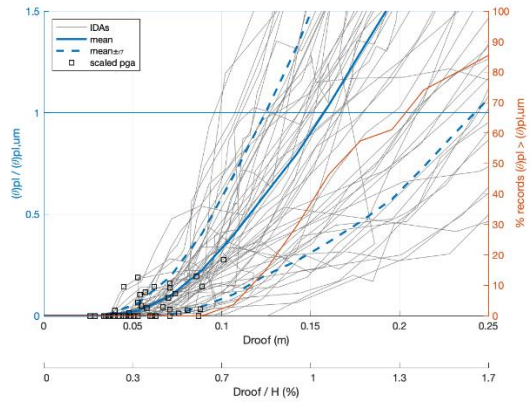
**Σχήμα Δ.327: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K9**



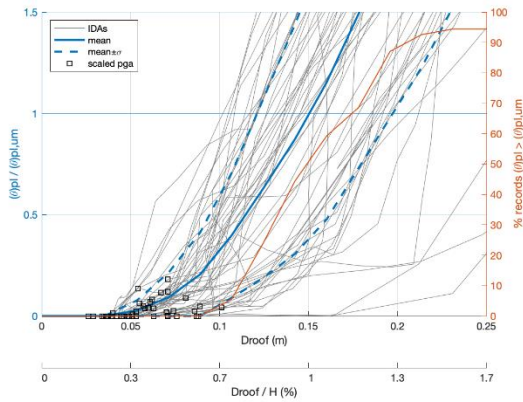
**Σχήμα Δ.328: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K10**



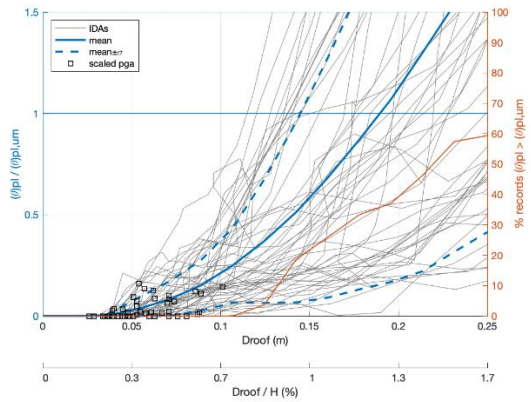
**Σχήμα Δ.329: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K11**



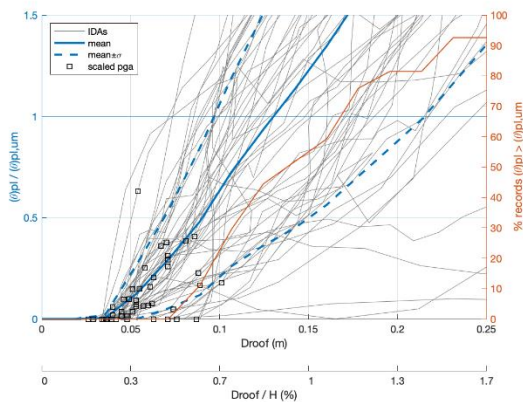
**Σχήμα Δ.330: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K12**



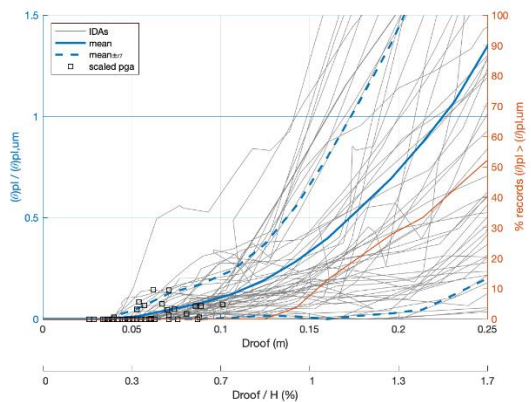
**Σχήμα Δ.331: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K13**



**Σχήμα Δ.332: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K14**

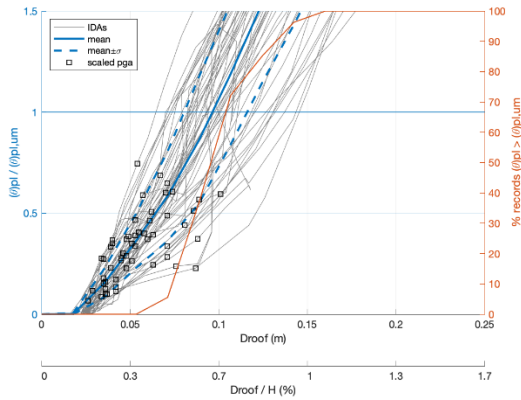


**Σχήμα Δ.333: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K15**

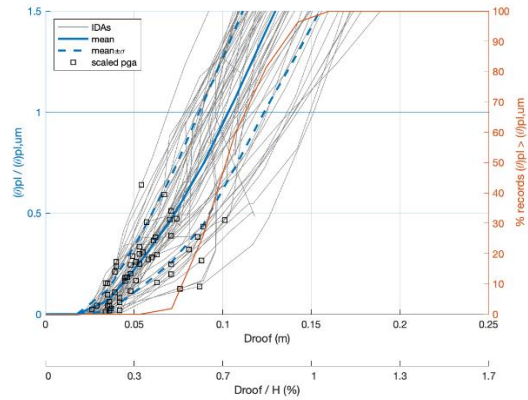


**Σχήμα Δ.334: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K16**

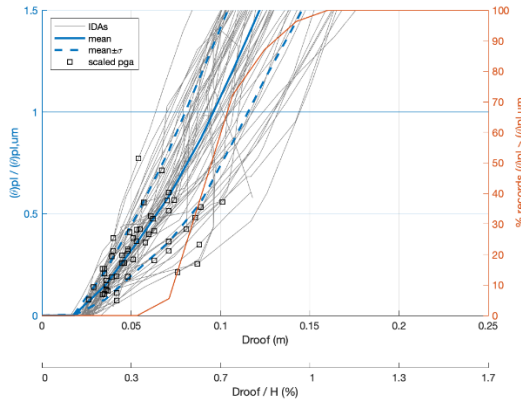




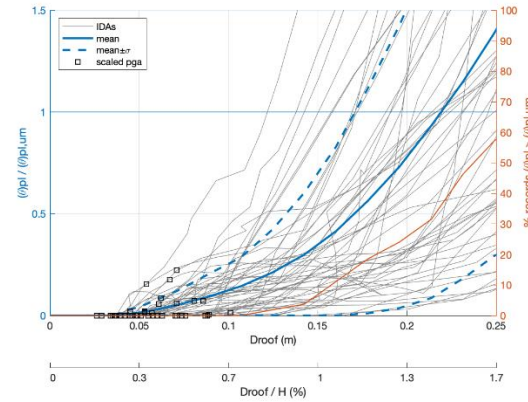
Σχήμα Δ.335: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K17



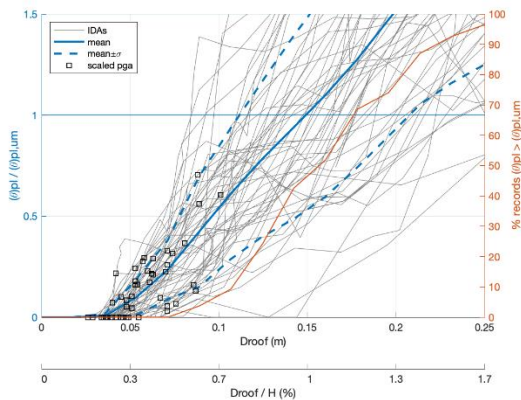
Σχήμα Δ.336: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K18



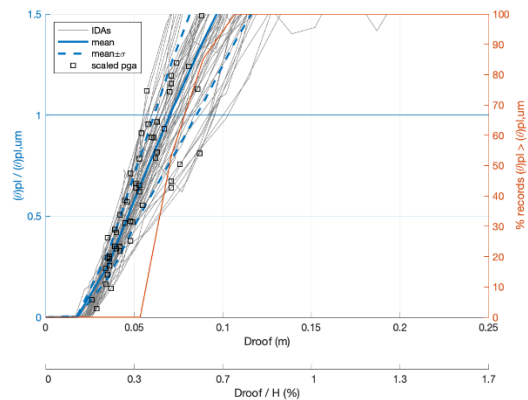
Σχήμα Δ.337: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K19



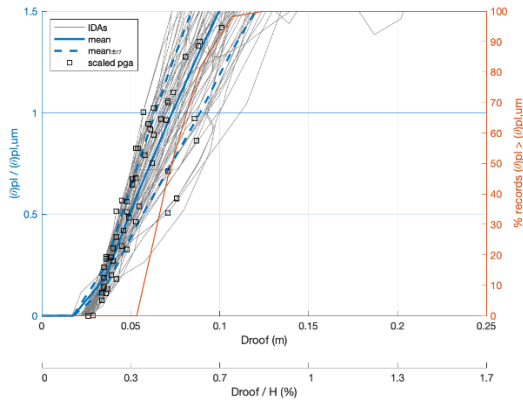
Σχήμα Δ.338: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K20



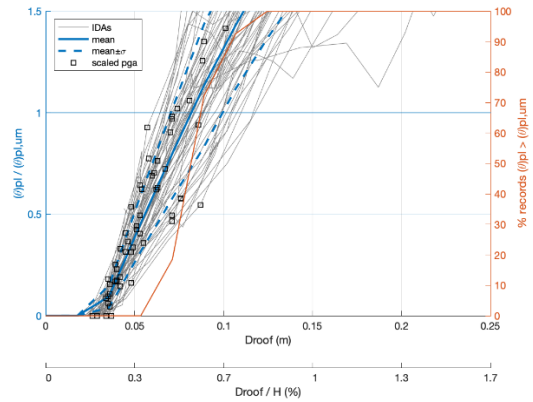
Σχήμα Δ.339: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K1



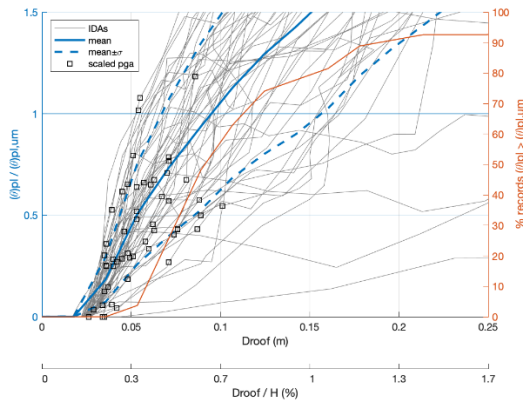
Σχήμα Δ.340: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K2



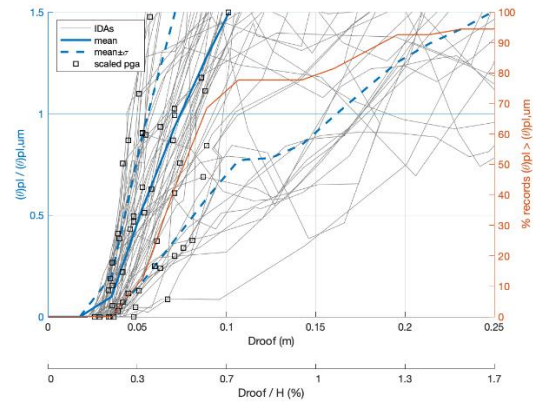
**Σχήμα Δ.341: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K3**



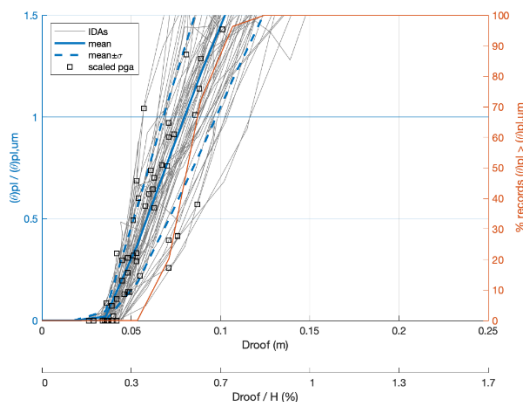
**Σχήμα Δ.342: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K4**



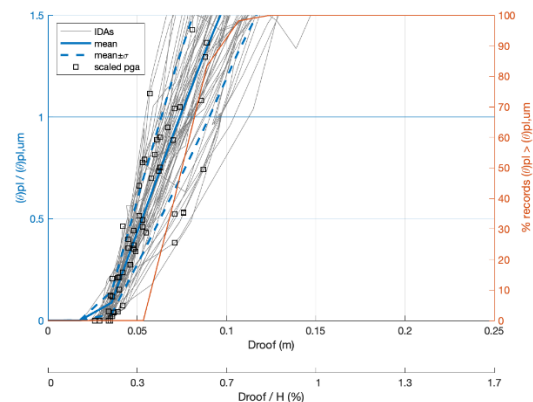
**Σχήμα Δ.343: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K5**



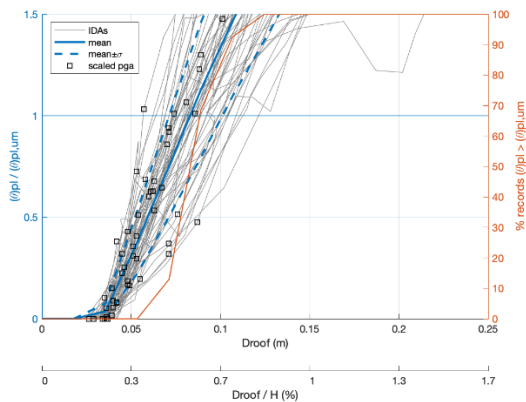
**Σχήμα Δ.344: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K6**



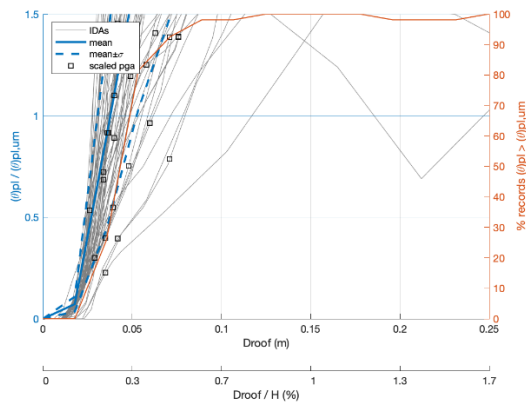
**Σχήμα Δ.345: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K7**



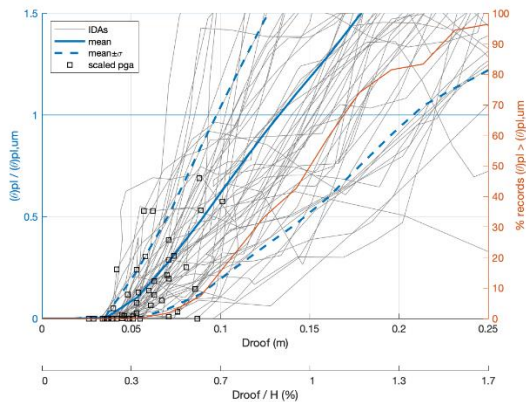
**Σχήμα Δ.346: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K8**



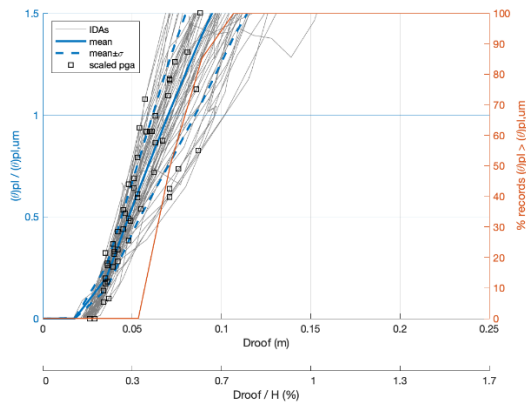
**Σχήμα Δ.347: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K9**



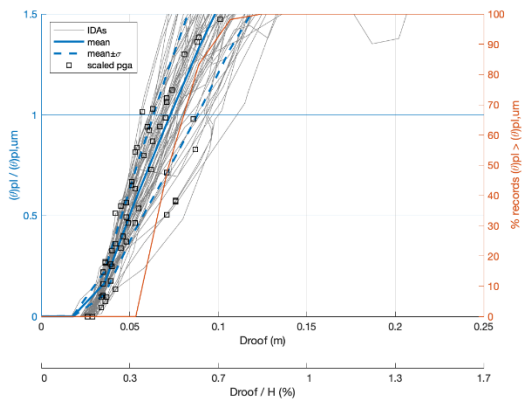
**Σχήμα Δ.348: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K10**



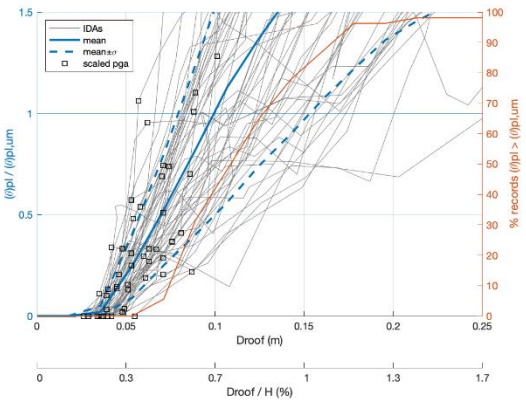
**Σχήμα Δ.349: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K11**



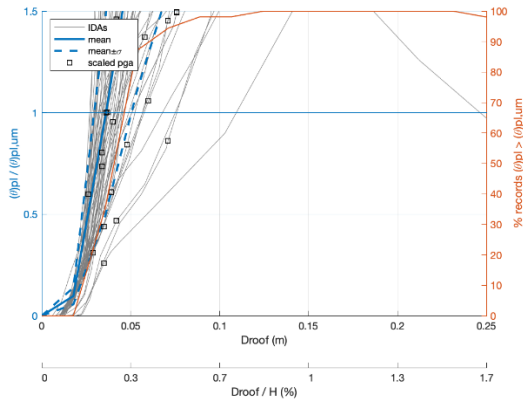
**Σχήμα Δ.350: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K12**



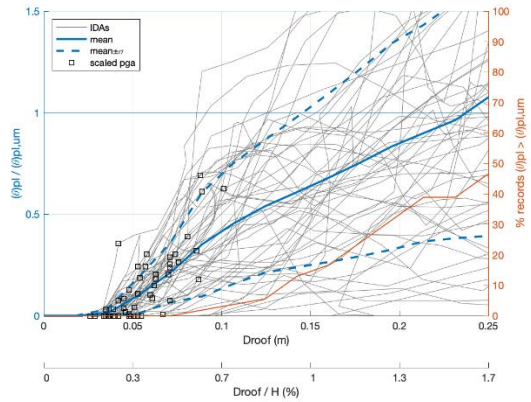
**Σχήμα Δ.351: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K13**



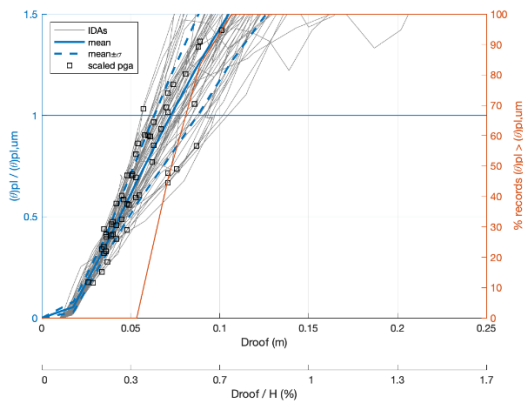
**Σχήμα Δ.352: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K14**



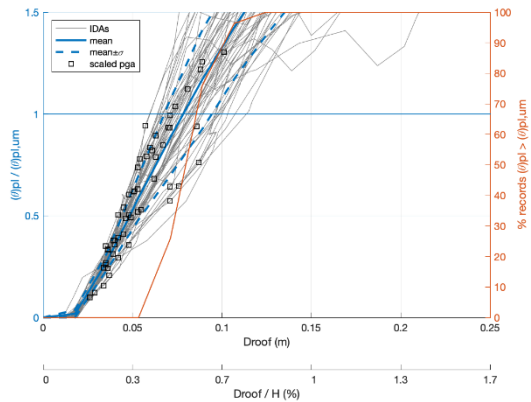
Σχήμα Δ.353: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K15



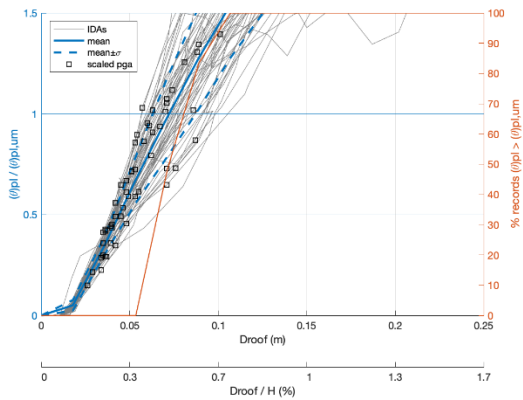
Σχήμα Δ.354: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K16



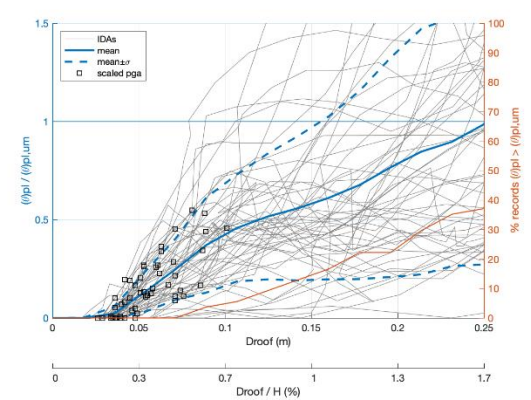
Σχήμα Δ.355: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K17



Σχήμα Δ.356: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K18



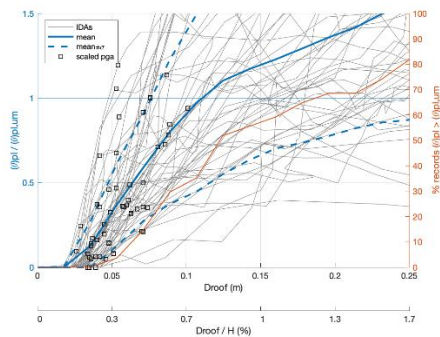
Σχήμα Δ.357: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K19



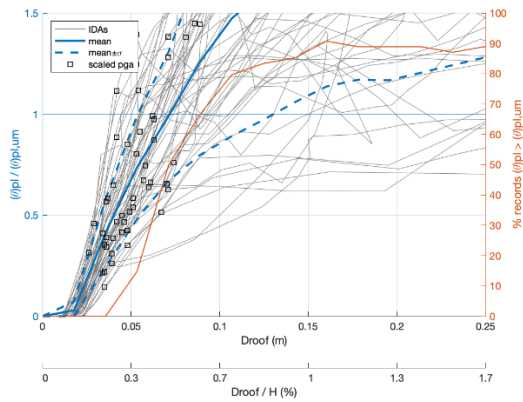
Σχήμα Δ.358: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K20

v

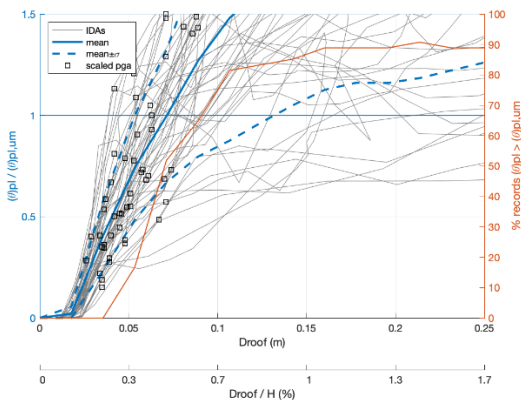




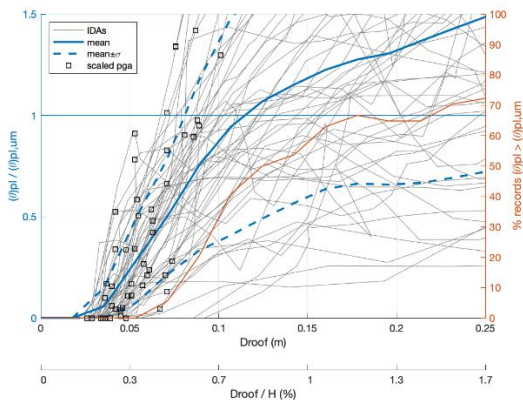
Σχήμα Δ.359: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K1



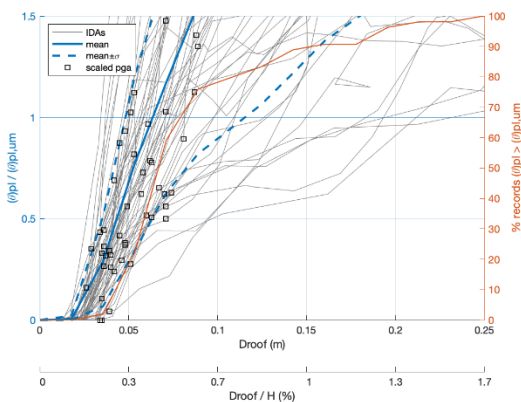
Σχήμα Δ.360: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K2



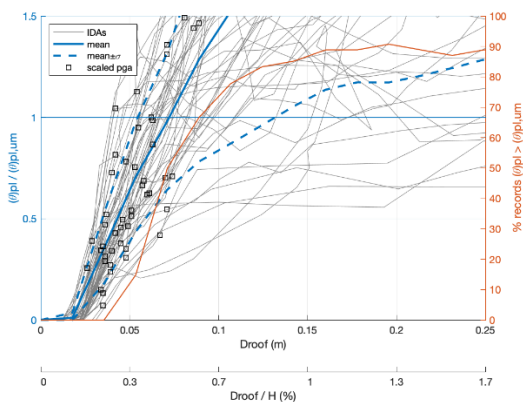
Σχήμα Δ.361: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K3



Σχήμα Δ.362: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K4

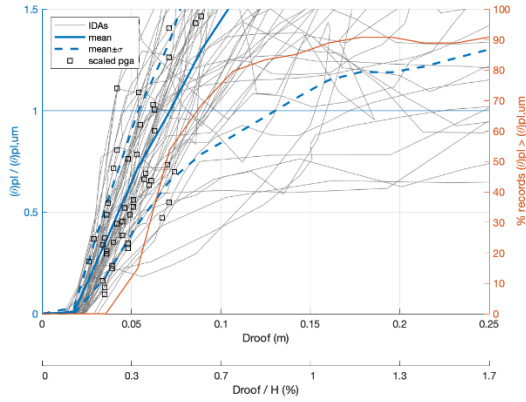


Σχήμα Δ.363: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K6

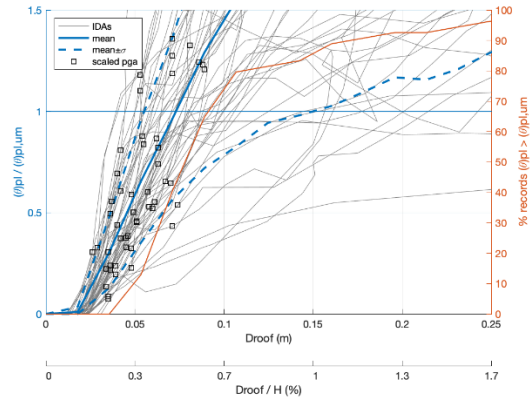


Σχήμα Δ.364: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K7

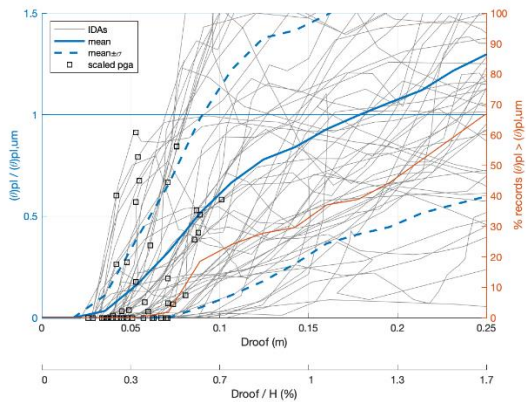




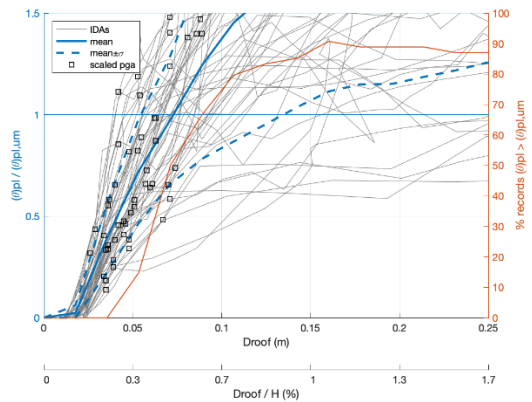
Σχήμα Δ.365: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K8



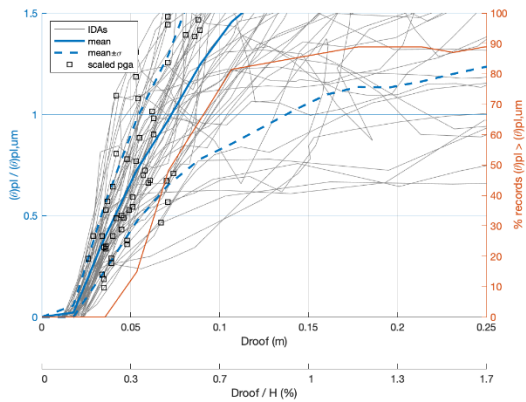
Σχήμα Δ.366: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K9



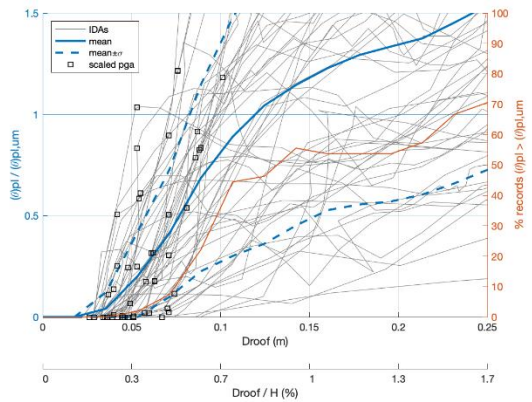
Σχήμα Δ.367: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K11



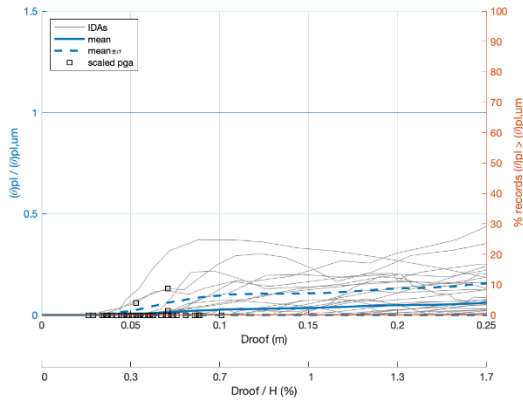
Σχήμα Δ.368: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K12



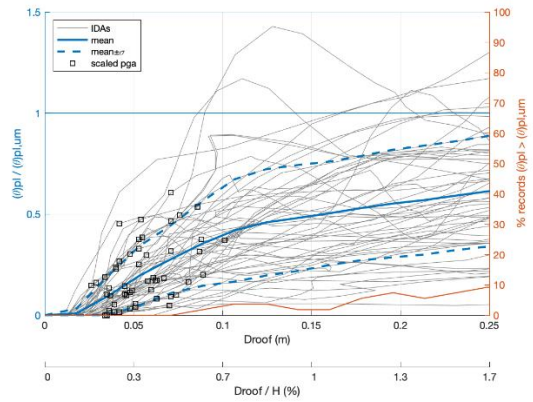
Σχήμα Δ.369: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K13



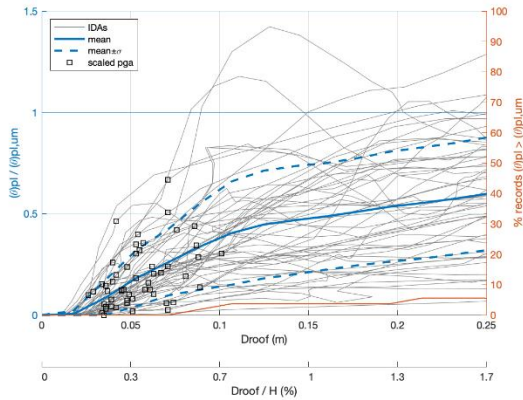
Σχήμα Δ.370: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K14



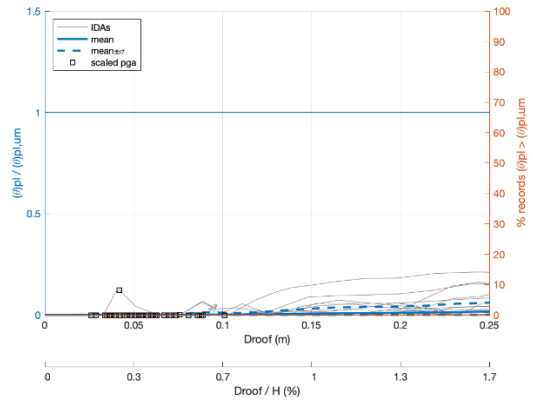
Σχήμα Δ.371: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K1



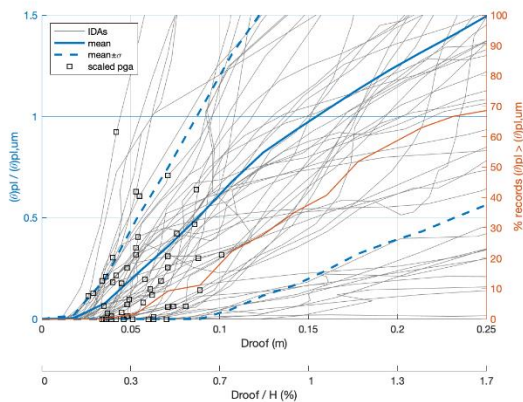
Σχήμα Δ.372: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K2



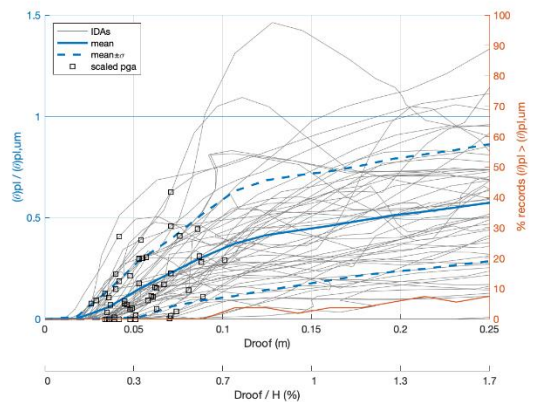
Σχήμα Δ.373: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K3



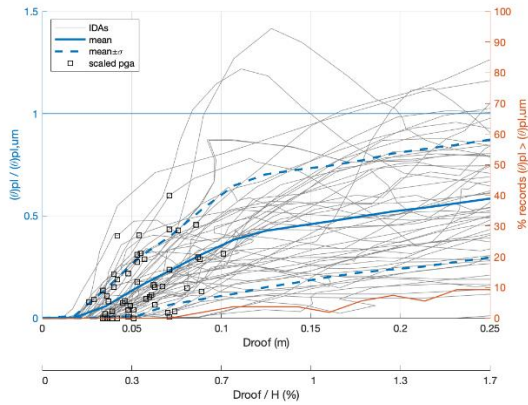
Σχήμα Δ.374: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K4



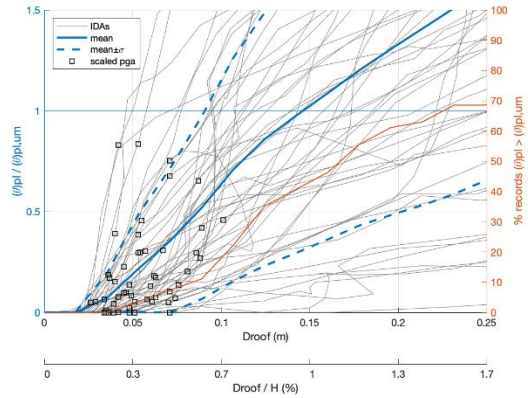
Σχήμα Δ.375: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K6



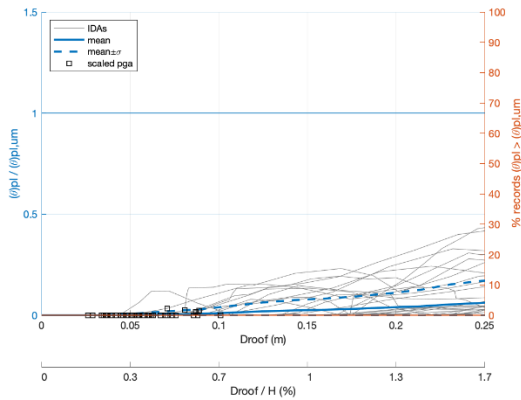
Σχήμα Δ.376: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K7



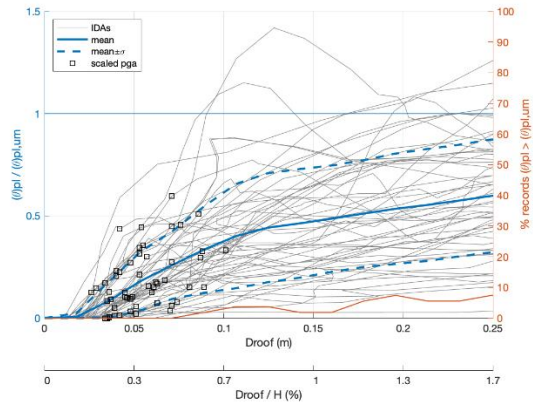
**Σχήμα Δ.377: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K8**



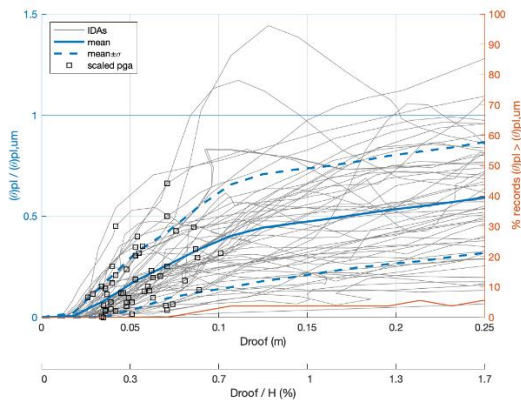
**Σχήμα Δ.378: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K9**



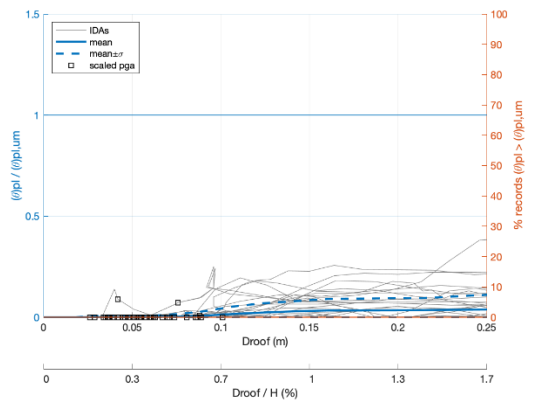
**Σχήμα Δ.379: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K11**



**Σχήμα Δ.380: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K12**

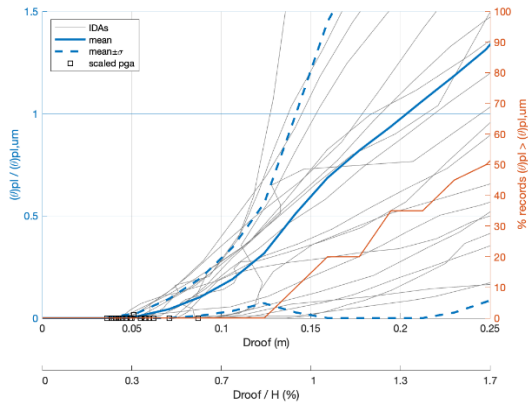


**Σχήμα Δ.381: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K13**

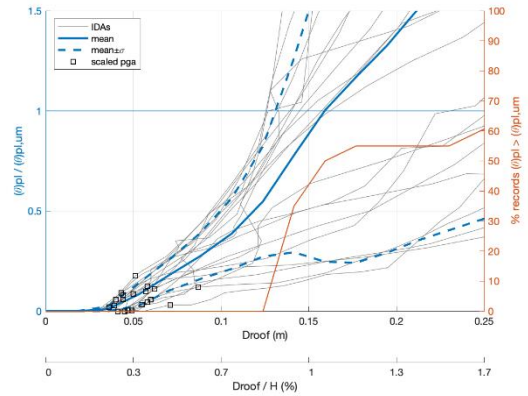


**Σχήμα Δ.382: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K14**

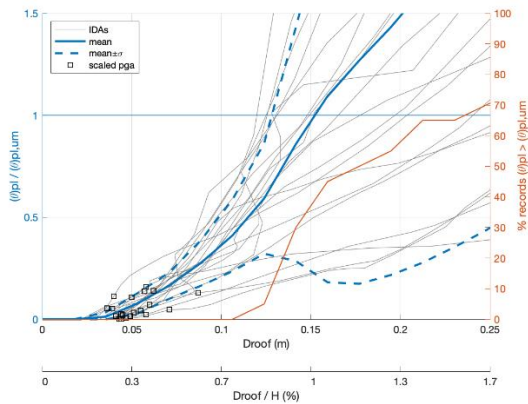
5)Κτίριο Κ60D59-Καταγραφές μακρινού πεδίου



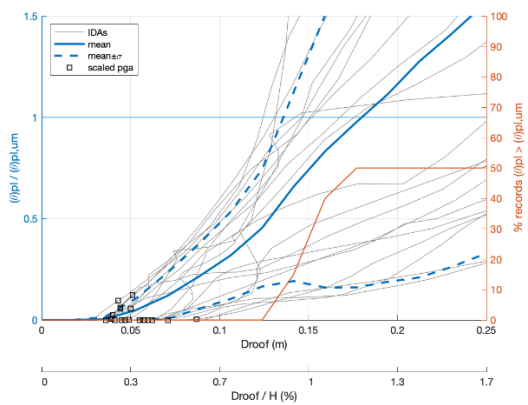
**Σχήμα Δ.383: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K1**



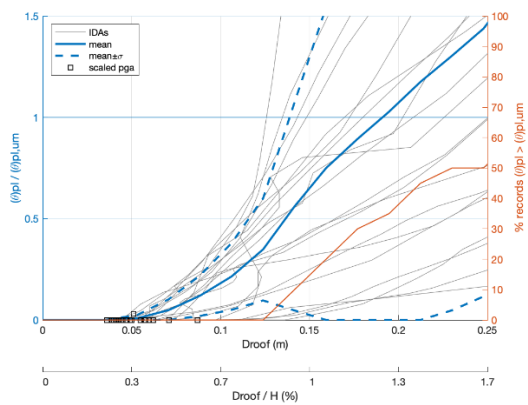
**Σχήμα Δ.384: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K2**



**Σχήμα Δ.385: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K3**

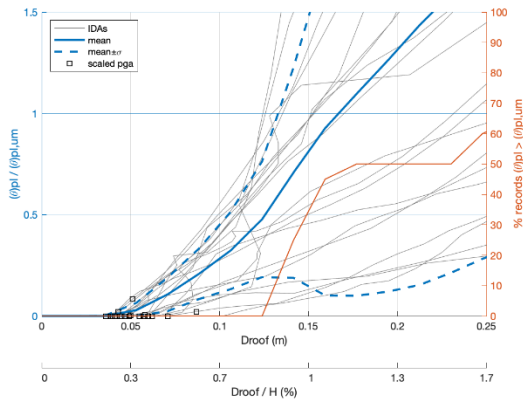


**Σχήμα Δ.386: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K5**

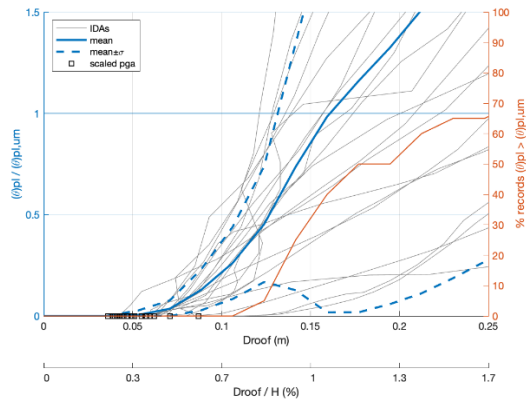


**Σχήμα Δ.387: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K6**

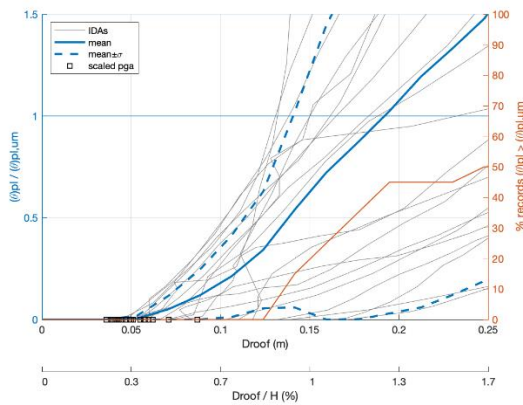




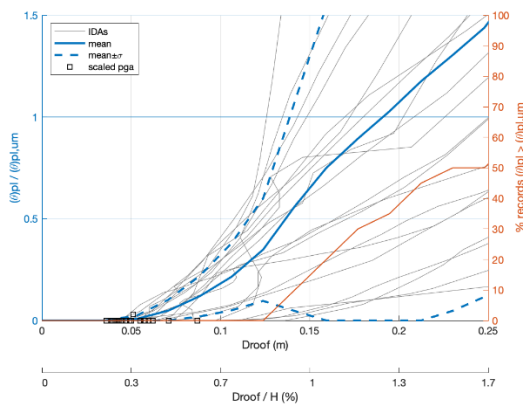
**Σχήμα Δ.388: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K7**



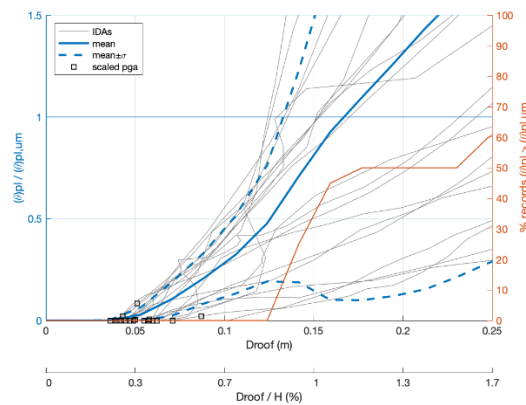
**Σχήμα Δ.389: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K8**



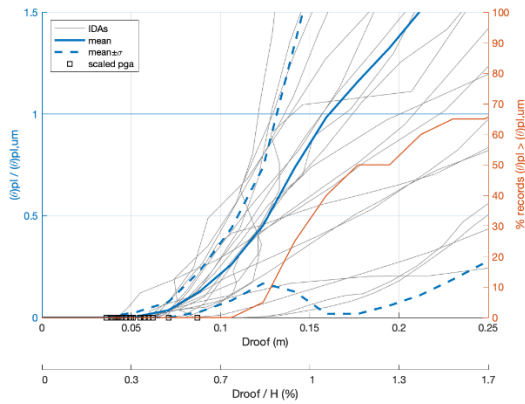
**Σχήμα Δ.390: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K10**



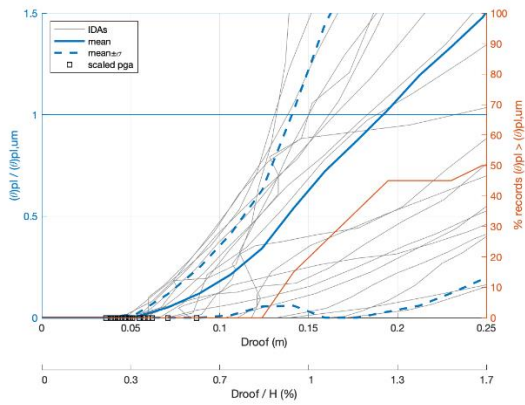
**Σχήμα Δ.391: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K11**



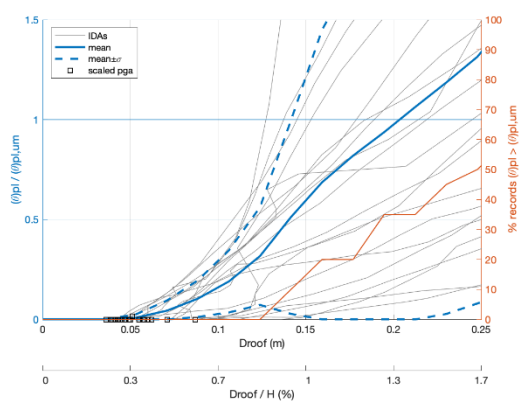
**Σχήμα Δ.392: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K12**



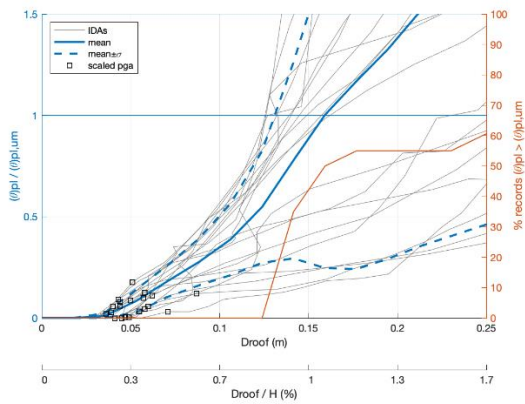
**Σχήμα Δ.393: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K13**



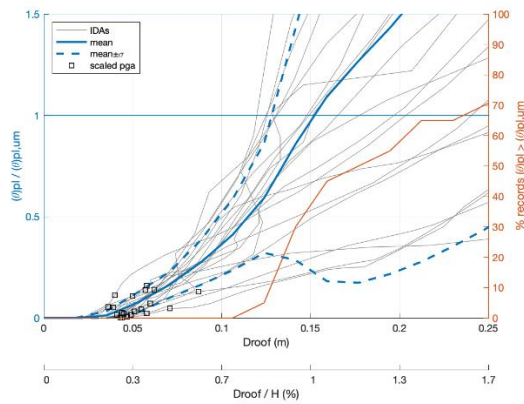
**Σχήμα Δ.394: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K15**



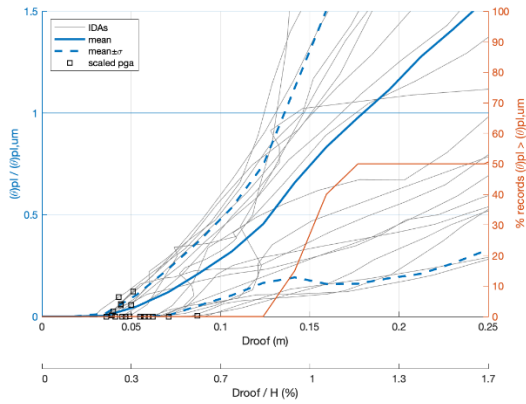
**Σχήμα Δ.395: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K16**



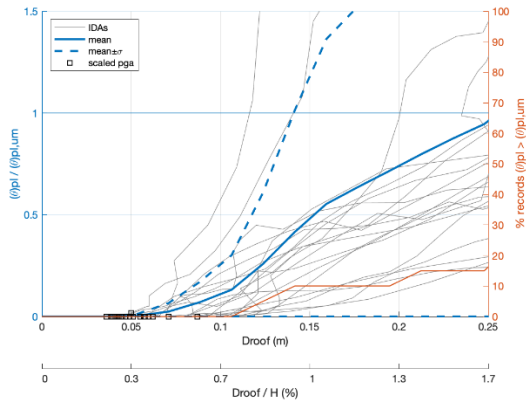
**Σχήμα Δ.396: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K17**



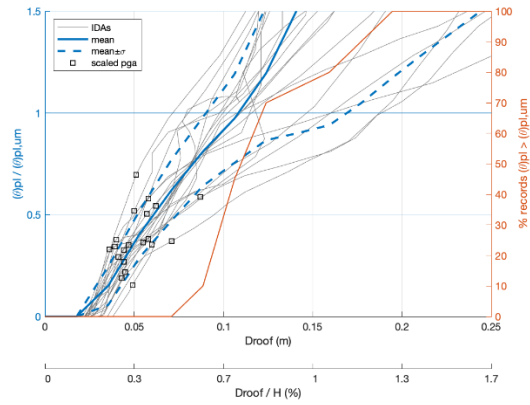
**Σχήμα Δ.397: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K18**



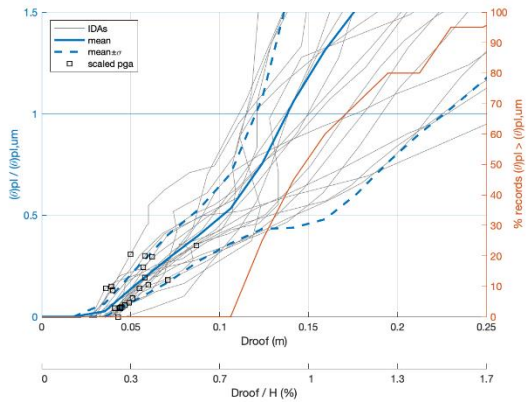
**Σχήμα Δ.398: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K20**



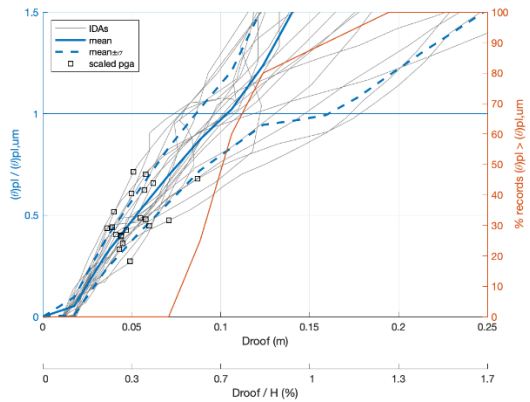
**Σχήμα Δ.399: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1**



**Σχήμα Δ.400: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2**

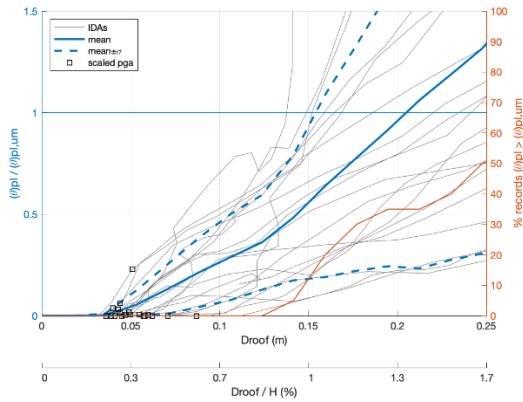


**Σχήμα Δ.401: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K3**

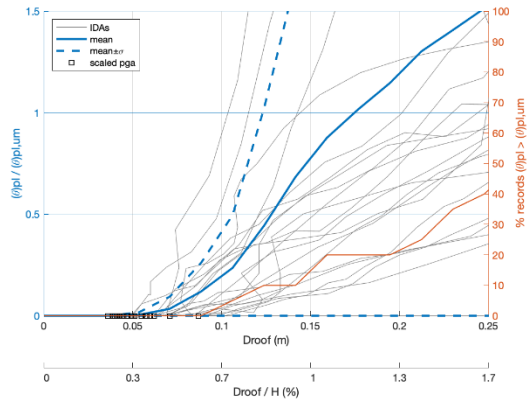


**Σχήμα Δ.402: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K4**

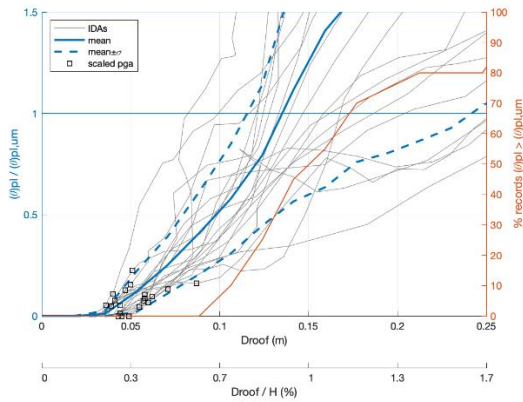




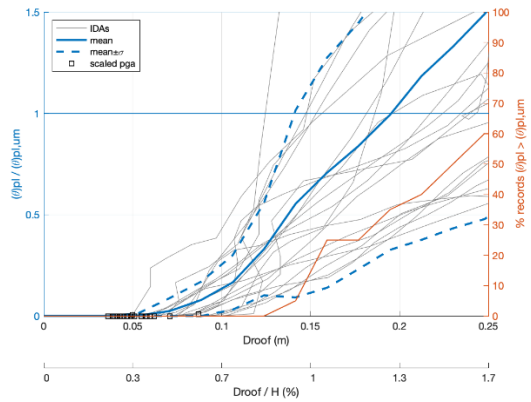
**Σχήμα Δ.403: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K5**



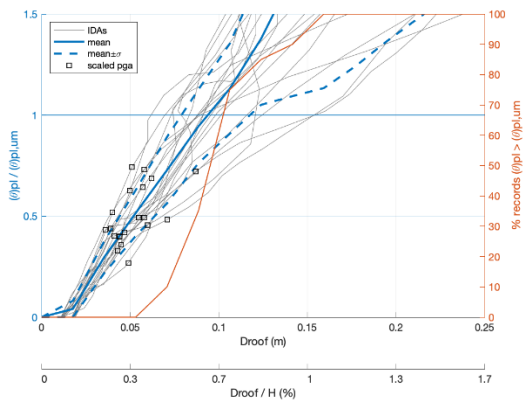
**Σχήμα Δ.404: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K6**



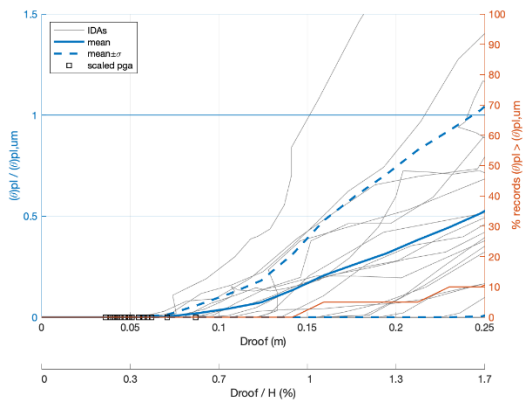
**Σχήμα Δ.405: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K7**



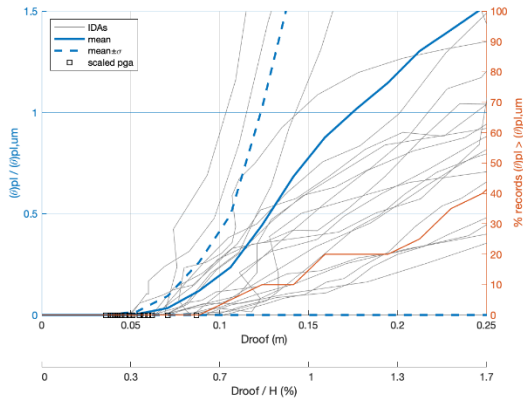
**Σχήμα Δ.406: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K8**



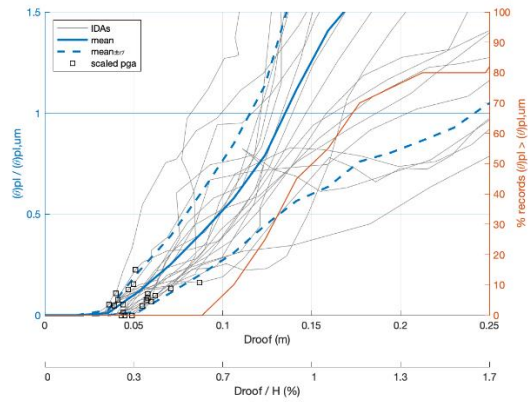
**Σχήμα Δ.407: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K9**



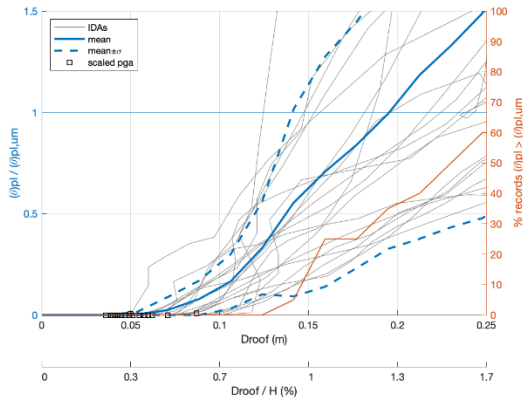
**Σχήμα Δ.408: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K10**



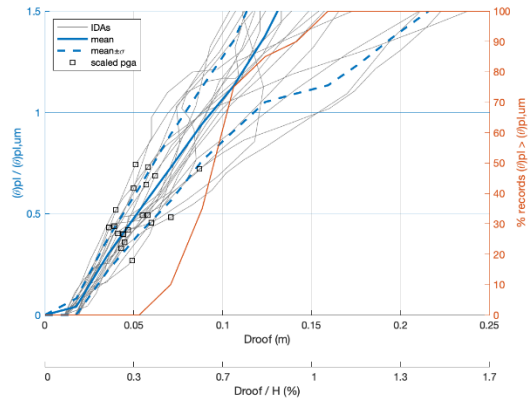
**Σχήμα Δ.409: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K11**



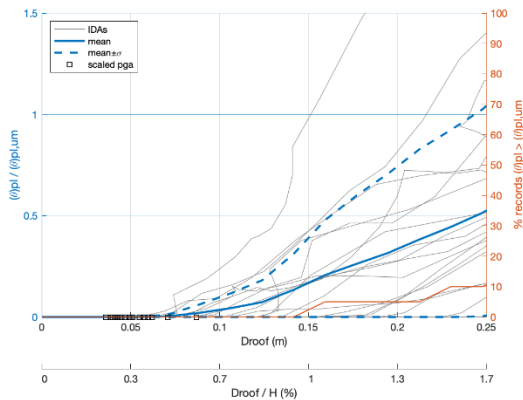
**Σχήμα Δ.410: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K12**



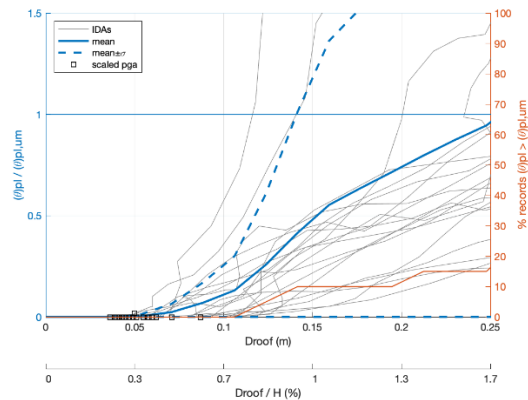
**Σχήμα Δ.411: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K13**



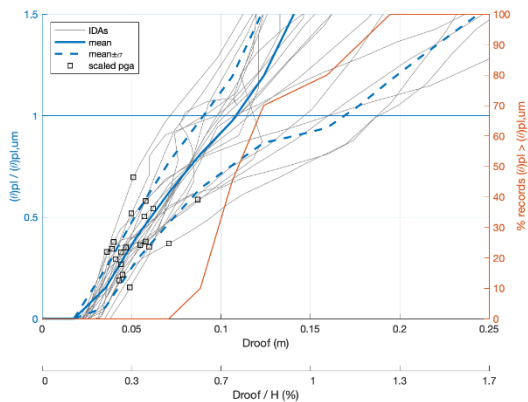
**Σχήμα Δ.412: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K14**



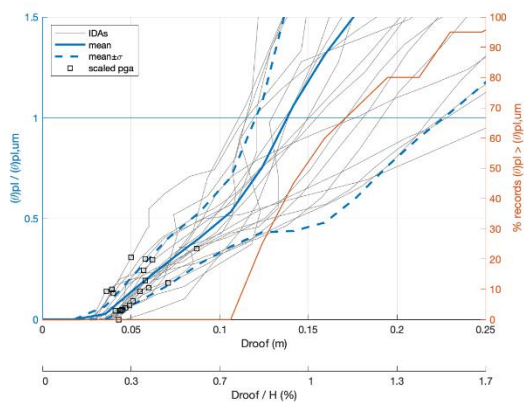
**Σχήμα Δ.413: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K15**



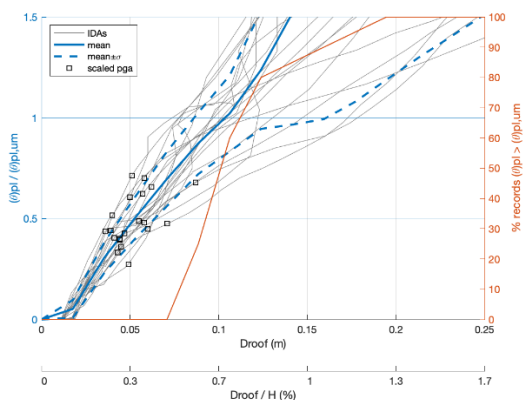
**Σχήμα Δ.414: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K16**



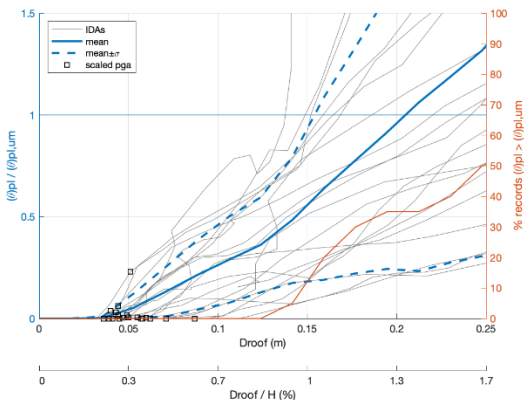
Σχήμα Δ.415: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K17



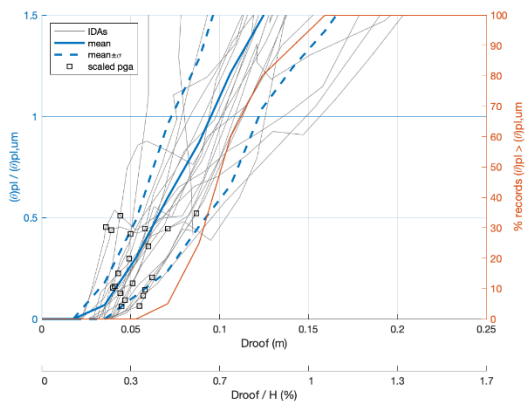
Σχήμα Δ.416: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K18



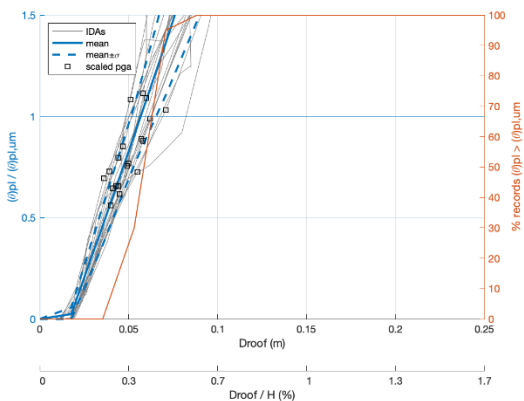
Σχήμα Δ.417: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K19



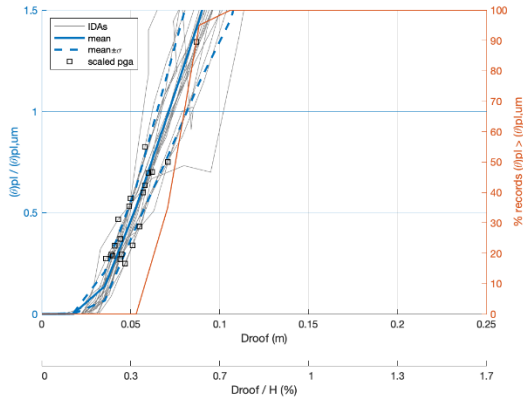
Σχήμα Δ.418: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K20



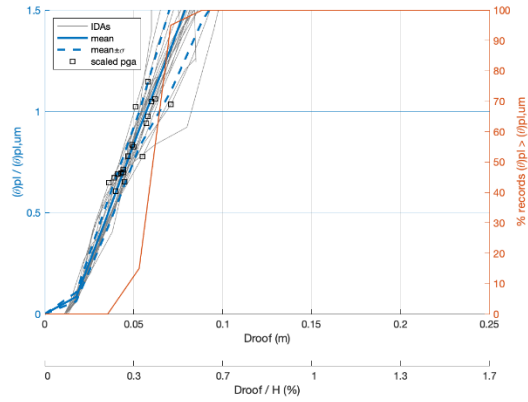
Σχήμα Δ.419: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K1



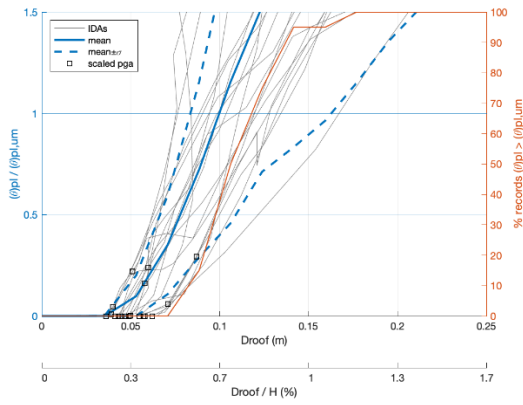
Σχήμα Δ.420: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K2



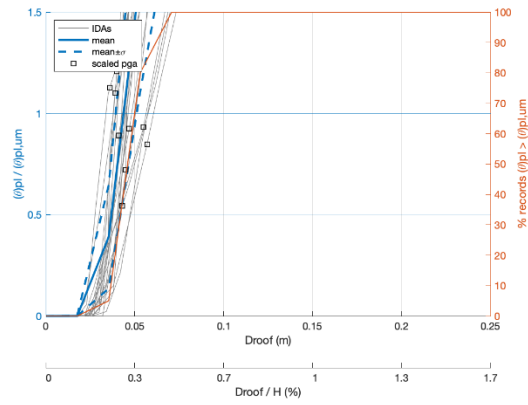
**Σχήμα Δ.421: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K3**



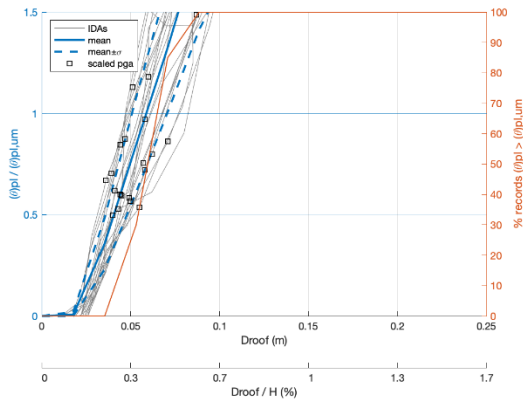
**Σχήμα Δ.422: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K4**



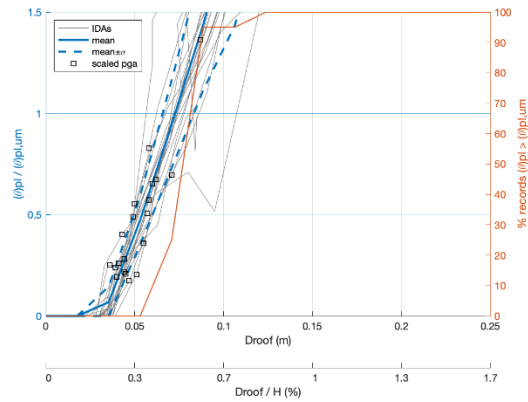
**Σχήμα Δ.423: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K5**



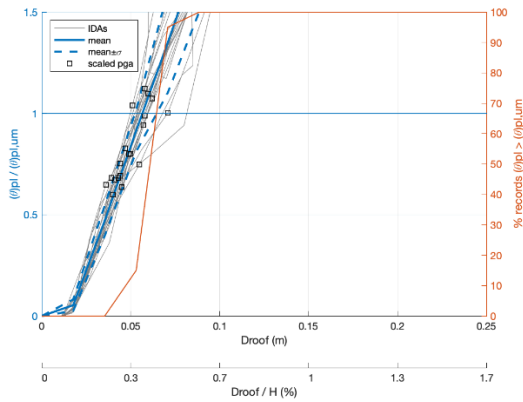
**Σχήμα Δ.424: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K6**



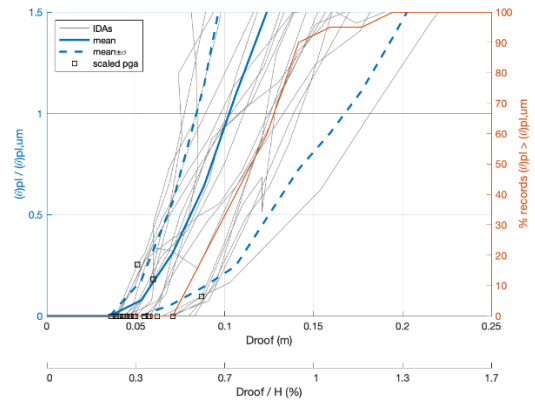
**Σχήμα Δ.425: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K7**



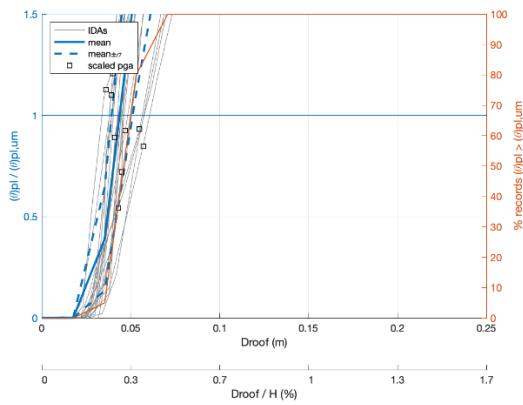
**Σχήμα Δ.426: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K8**



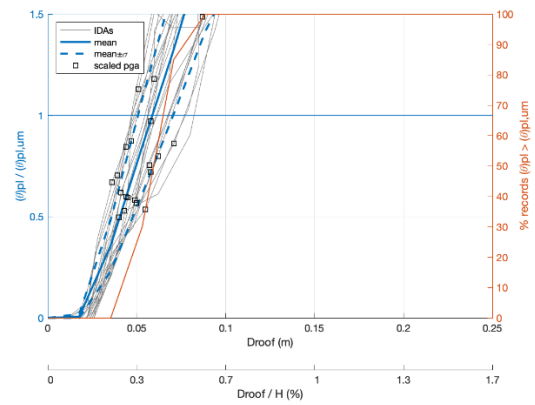
**Σχήμα Δ.427: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K9**



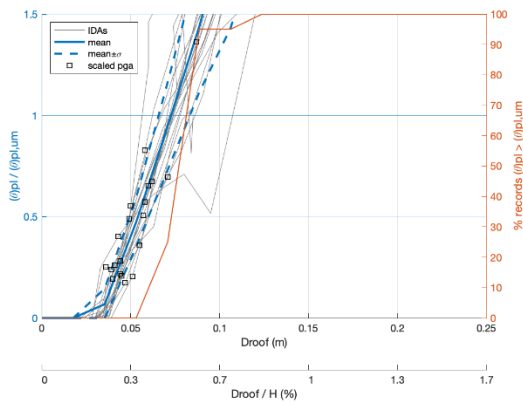
**Σχήμα Δ.428: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K10**



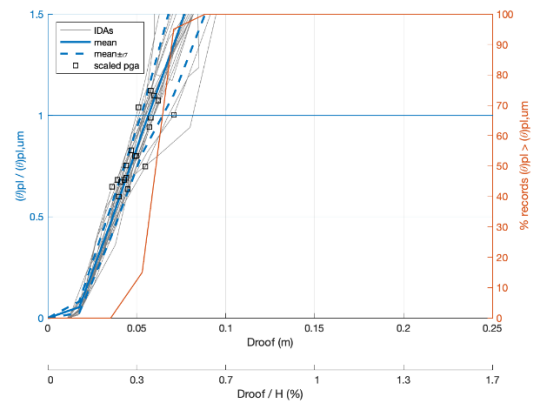
**Σχήμα Δ.429: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K11**



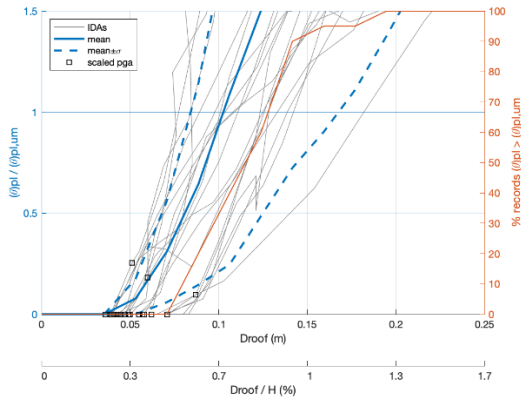
**Σχήμα Δ.430: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K12**



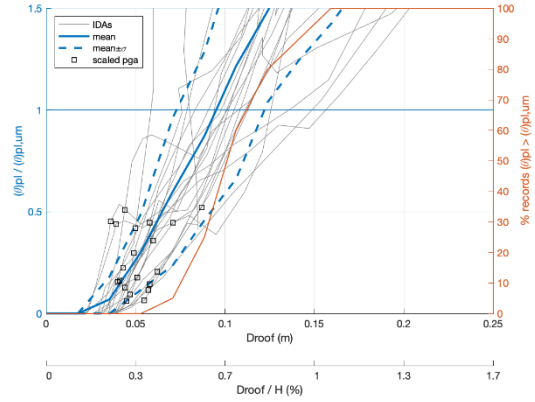
**Σχήμα Δ.431: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K13**



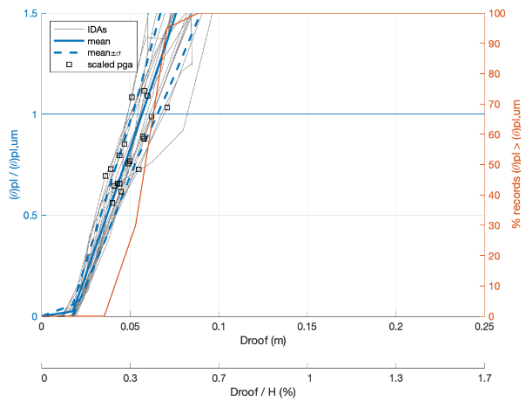
**Σχήμα Δ.432: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K14**



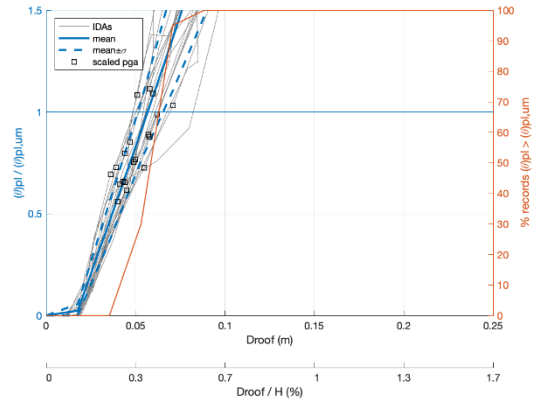
**Σχήμα Δ.433: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K15**



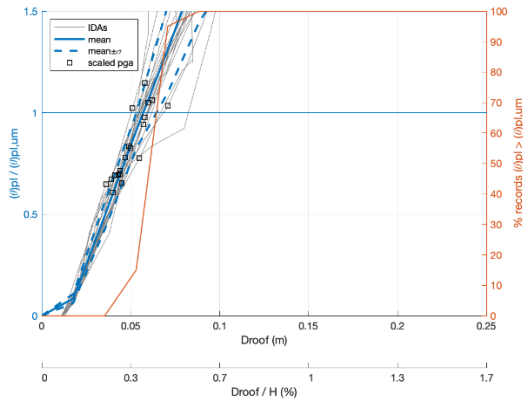
**Σχήμα Δ.434: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K16**



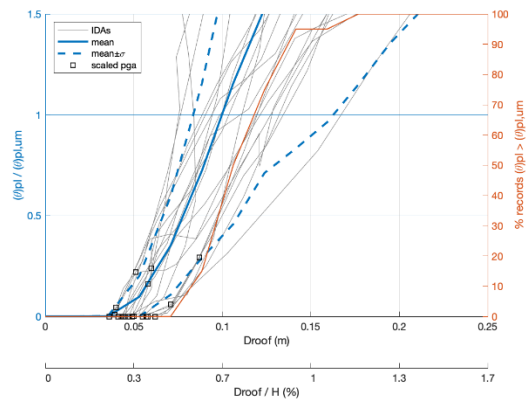
**Σχήμα Δ.435: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K17**



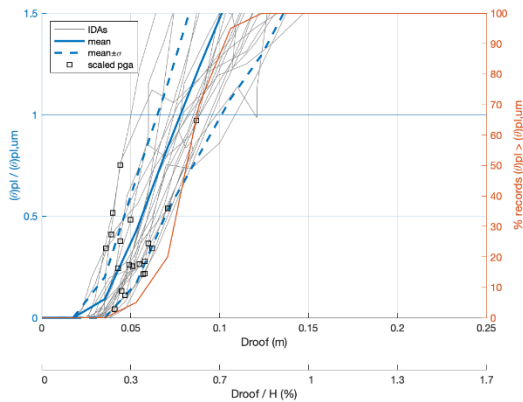
**Σχήμα Δ.436: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K18**



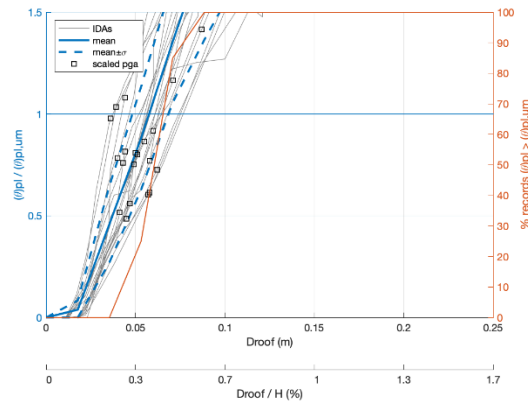
Σχήμα Δ.437: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K19



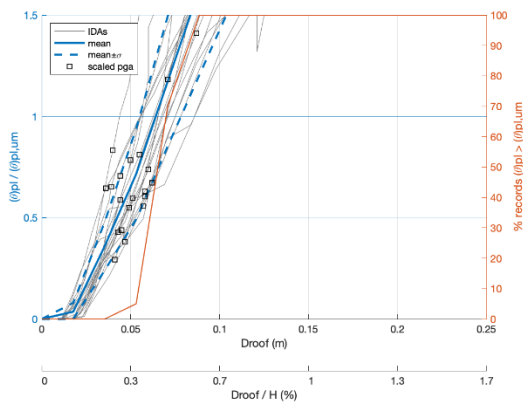
Σχήμα Δ.438: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K20



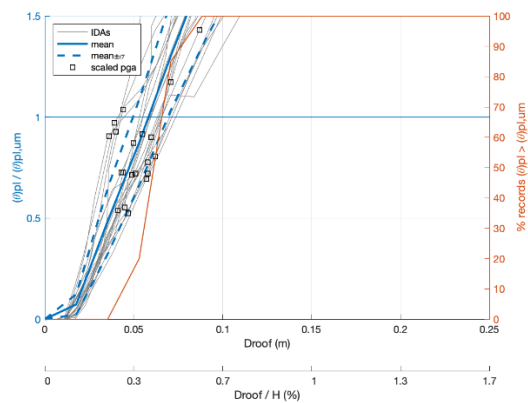
Σχήμα Δ.439: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K1



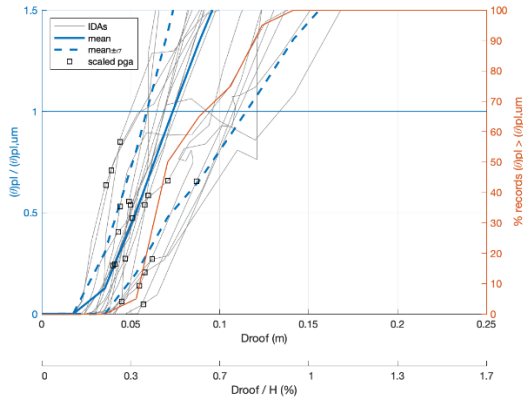
Σχήμα Δ.440: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K2



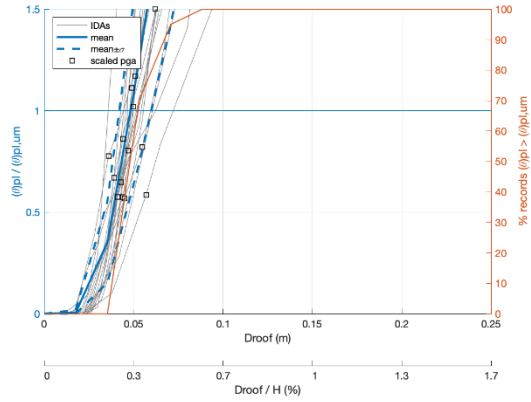
Σχήμα Δ.441: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K3



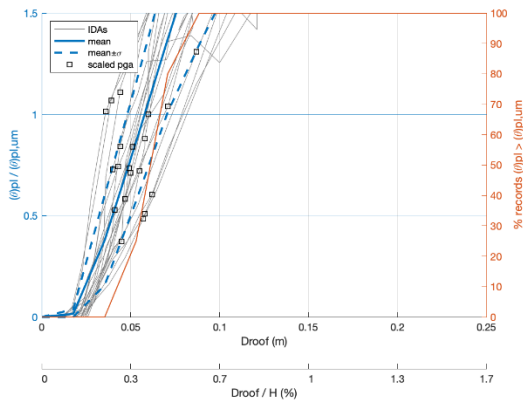
Σχήμα Δ.442: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K4



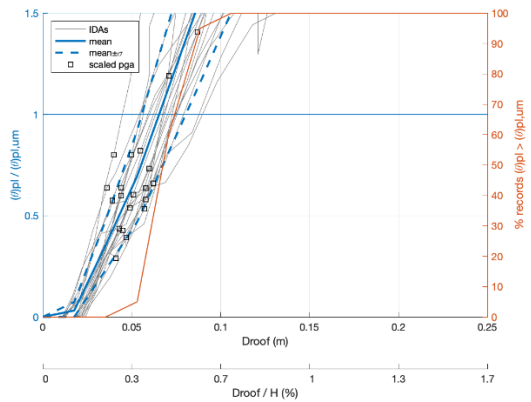
**Σχήμα Δ.443: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K5**



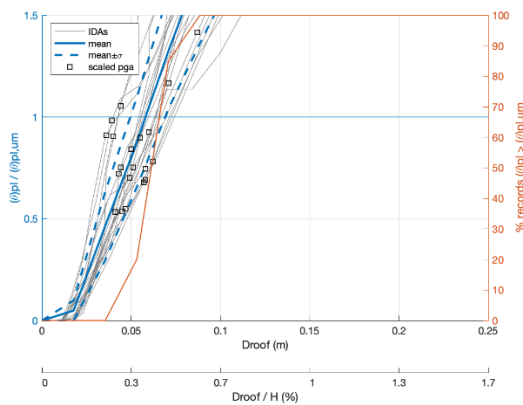
**Σχήμα Δ.444: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K6**



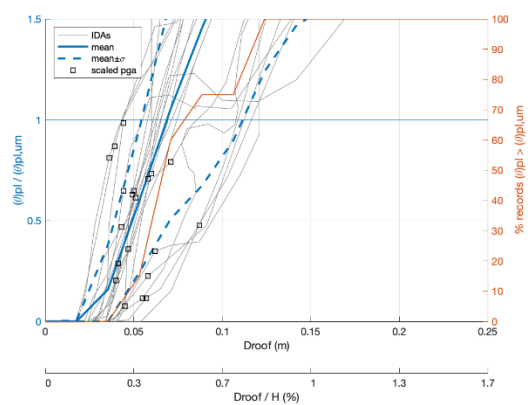
**Σχήμα Δ.445: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K7**



**Σχήμα Δ.446: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K8**

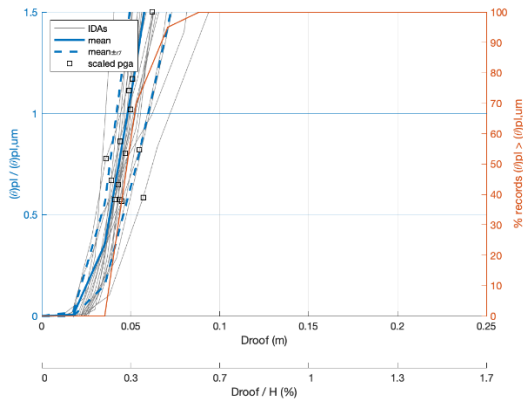


**Σχήμα Δ.447: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K9**

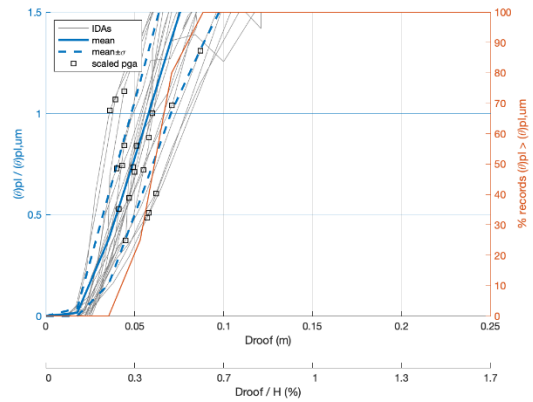


**Σχήμα Δ.448: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K10**

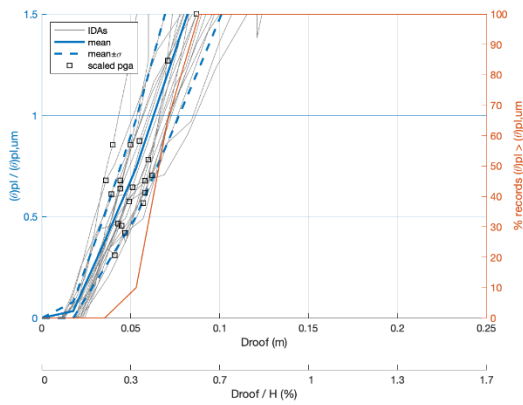




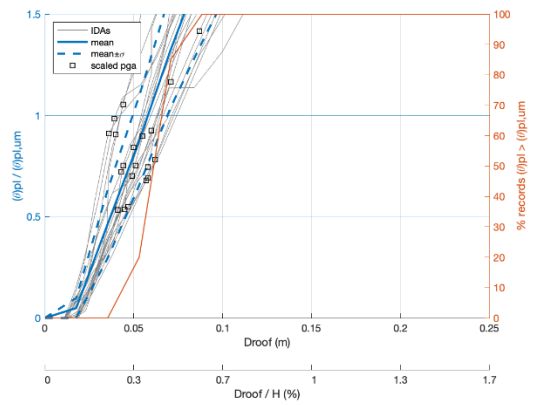
**Σχήμα Δ.449: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K11**



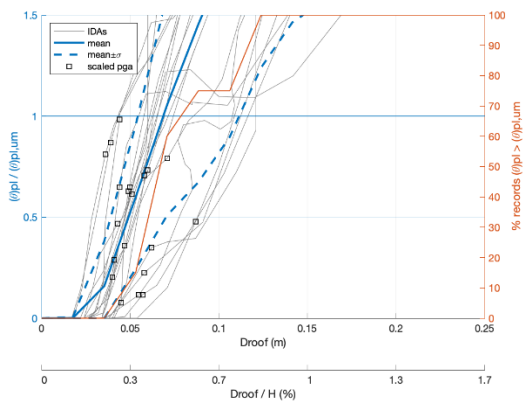
**Σχήμα Δ.450: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K12**



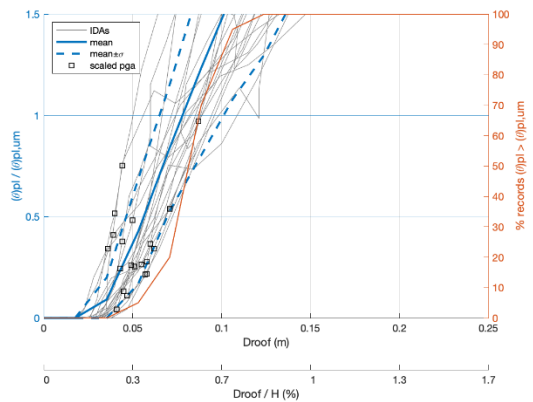
**Σχήμα Δ.451: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K13**



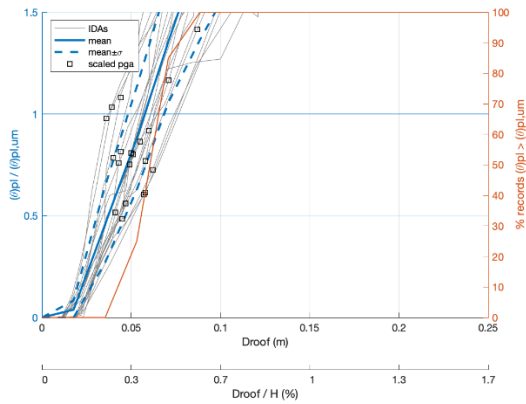
**Σχήμα Δ.452: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K14**



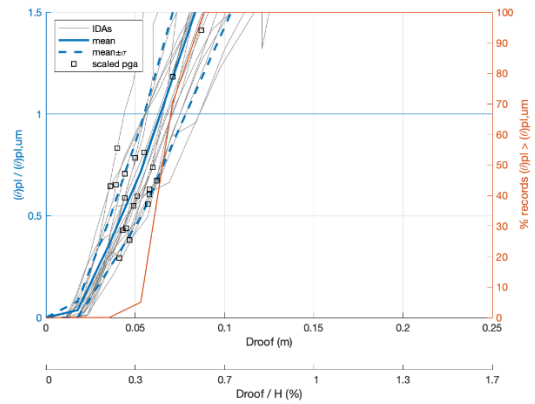
**Σχήμα Δ.453: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K15**



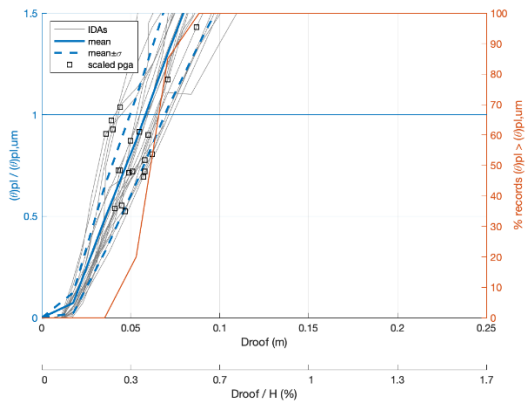
**Σχήμα Δ.454: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K16**



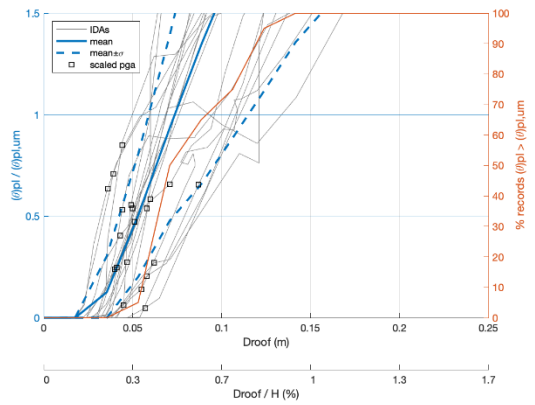
Σχήμα Δ.455: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K17



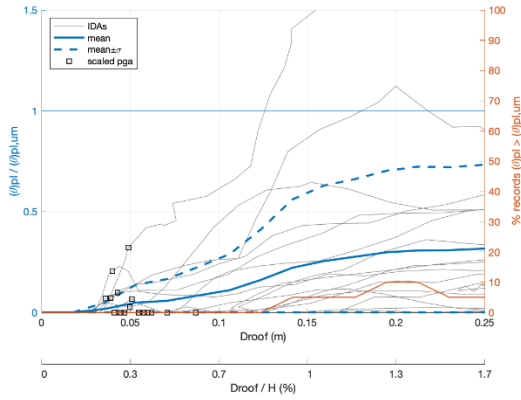
Σχήμα Δ.456: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K18



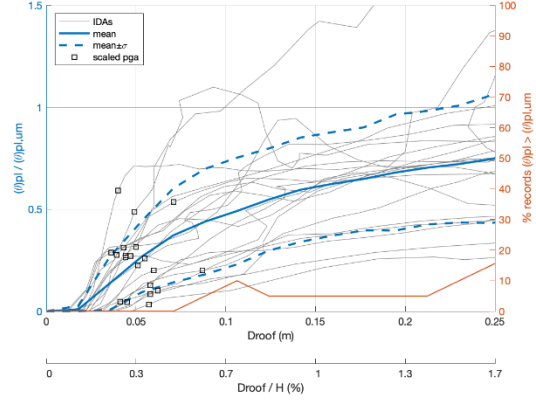
Σχήμα Δ.457: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K19



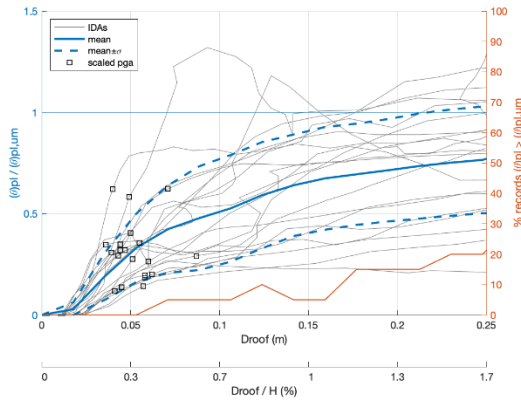
Σχήμα Δ.458: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K20



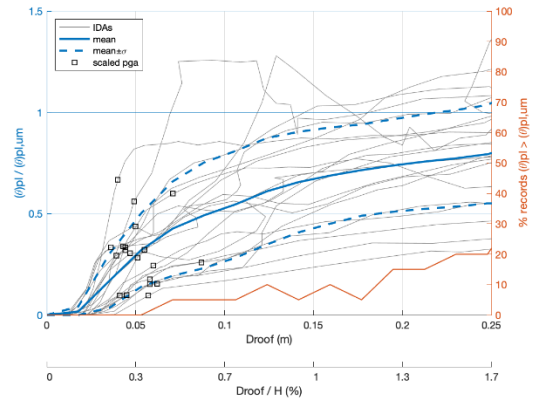
Σχήμα Δ.459: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K1



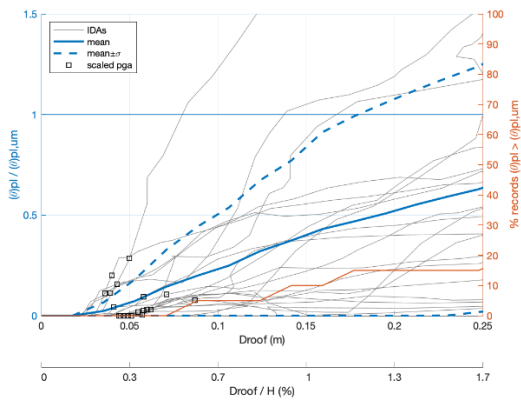
Σχήμα Δ.460: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K2



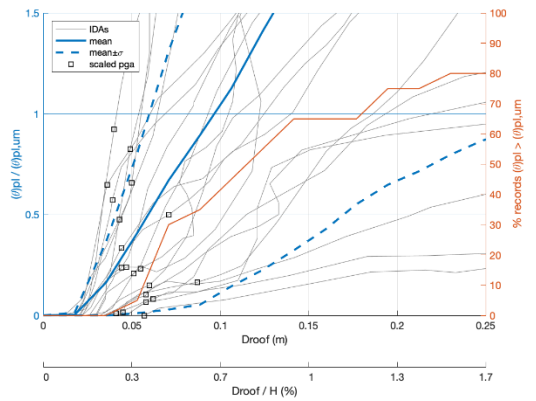
Σχήμα Δ.461: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K3



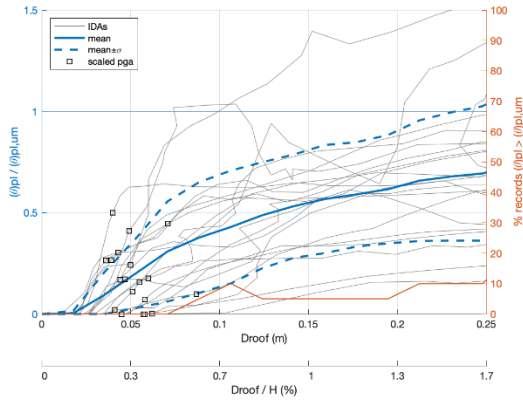
Σχήμα Δ.462: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K4



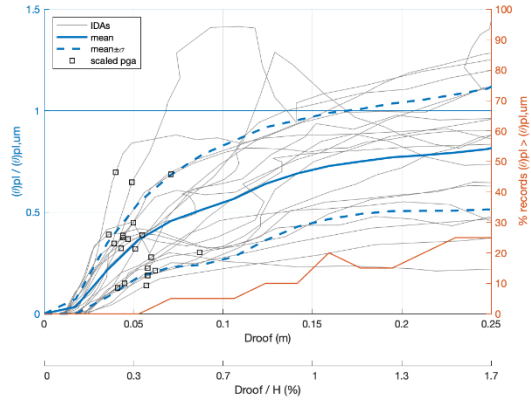
Σχήμα Δ.463: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K5



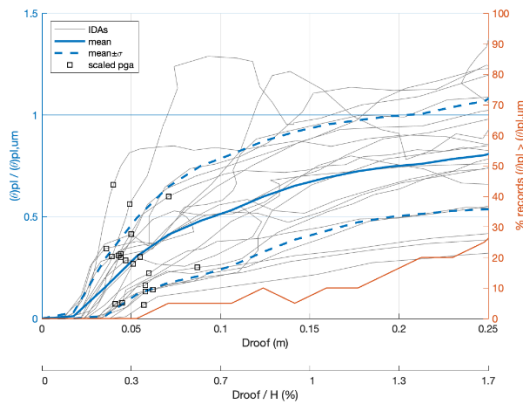
Σχήμα Δ.464: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K6



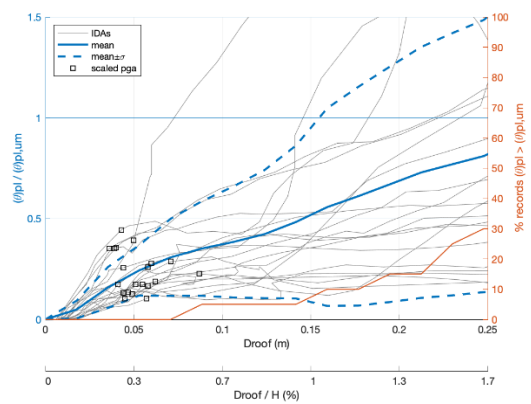
Σχήμα Δ.465: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K7



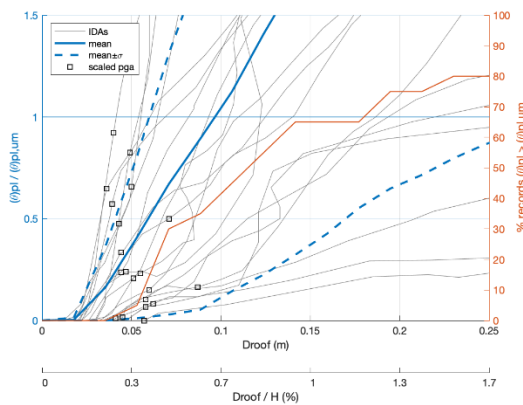
Σχήμα Δ.466: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K8



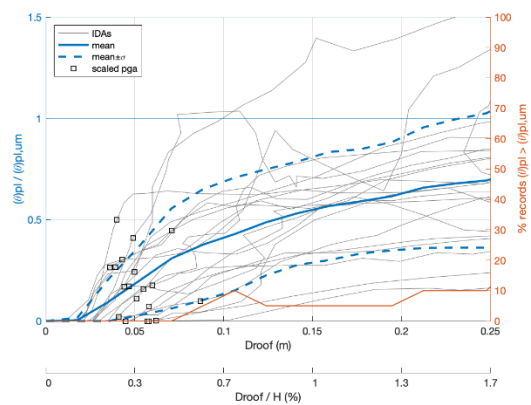
Σχήμα Δ.467: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K9



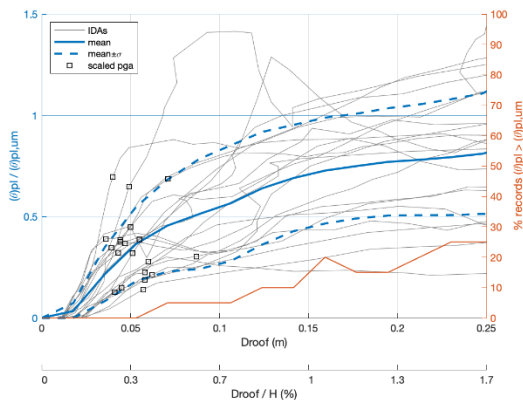
Σχήμα Δ.468: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K10



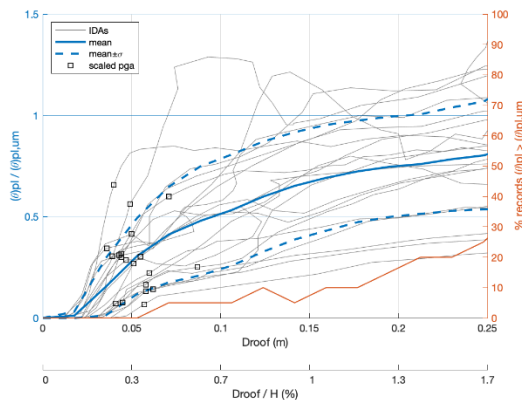
Σχήμα Δ.469: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K11



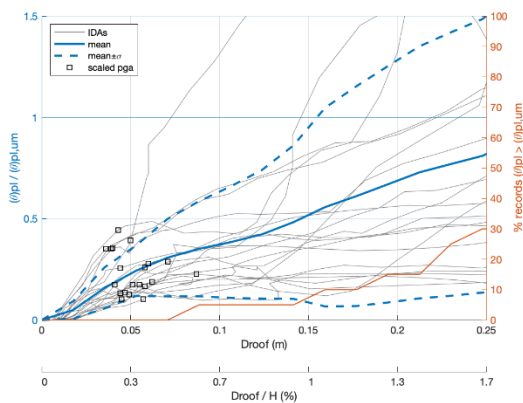
Σχήμα Δ.470: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K12



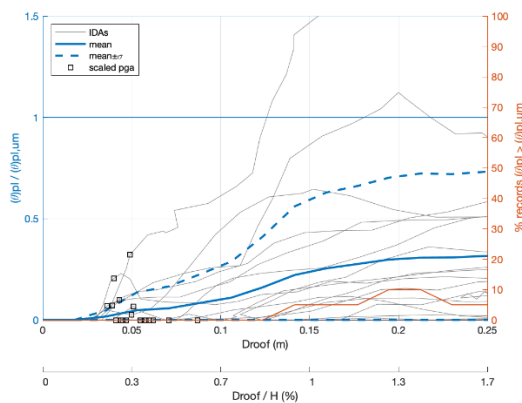
Σχήμα Δ.471: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K13



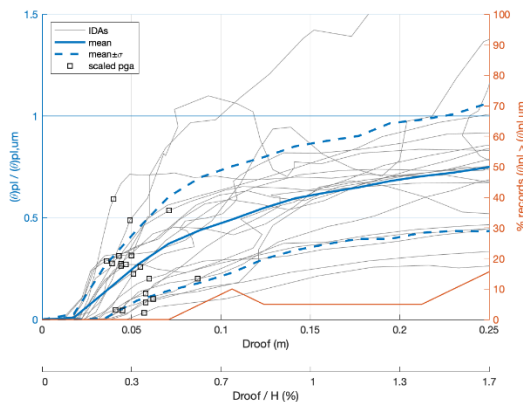
Σχήμα Δ.472: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K14



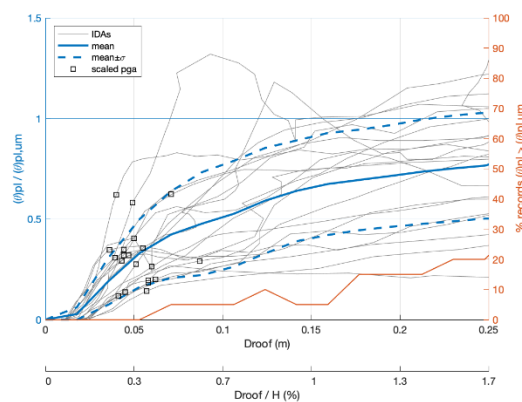
Σχήμα Δ.473: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K15



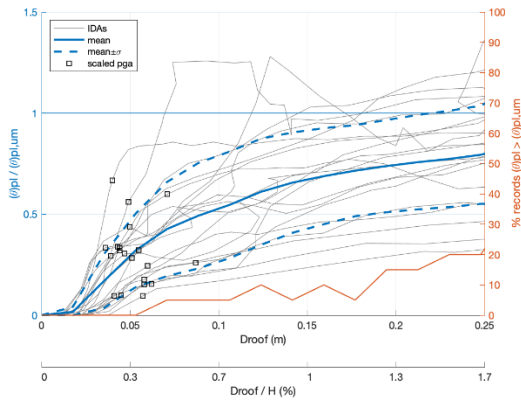
Σχήμα Δ.474: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K16



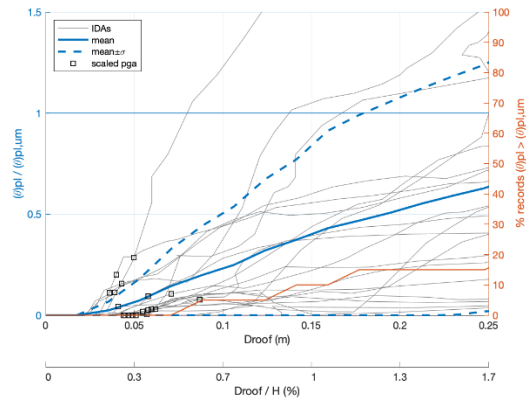
Σχήμα Δ.475: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K17



Σχήμα Δ.476: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K18

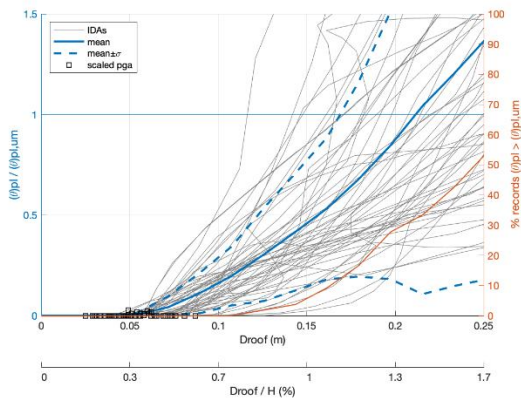


**Σχήμα Δ.477: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K19**

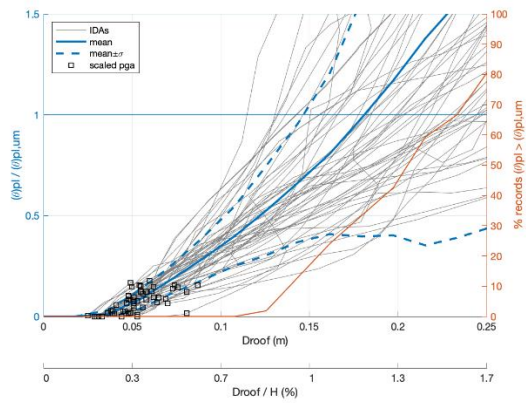


**Σχήμα Δ.478: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K20**

**6)Κτίριο K60D59:Καταγραφές κοντινού πεδίου:**

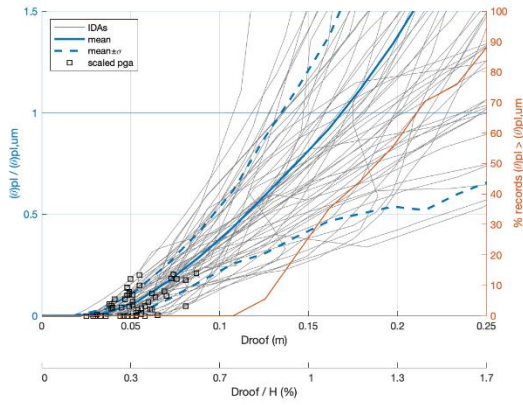


**Σχήμα Δ.479: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K1**

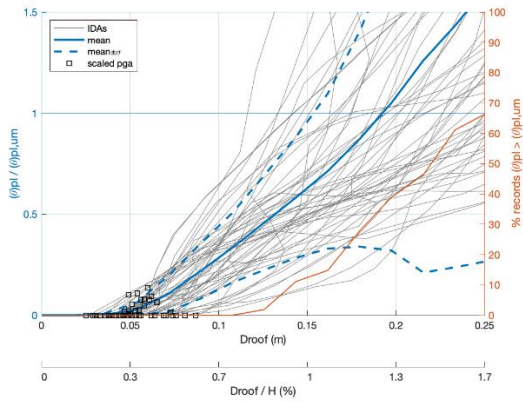


**Σχήμα Δ.480: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K2**

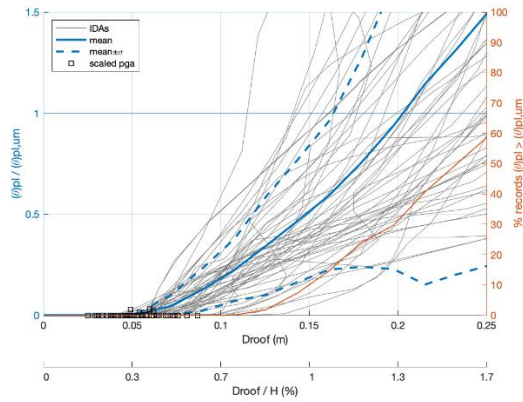




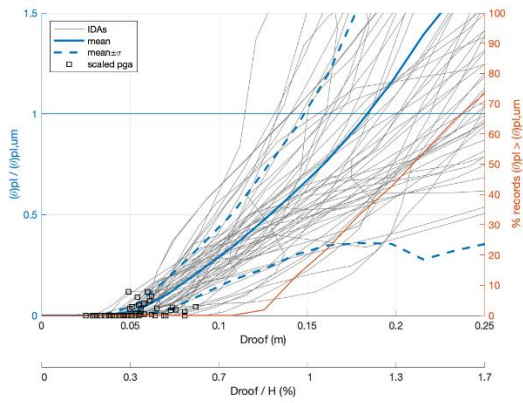
**Σχήμα Δ.481: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K3**



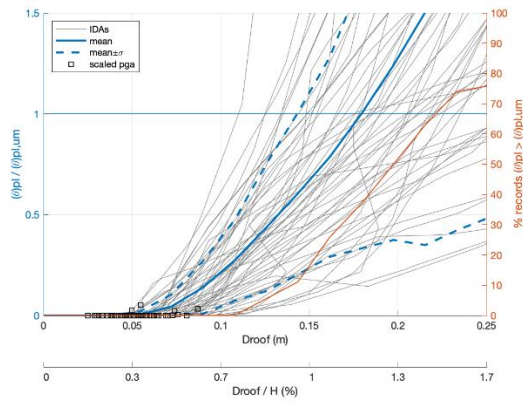
**Σχήμα Δ.482: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K5**



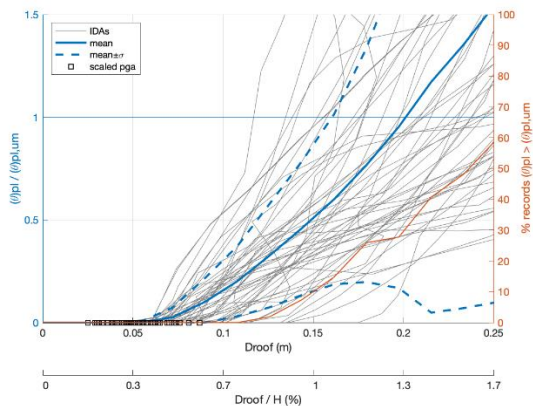
**Σχήμα Δ.483: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K6**



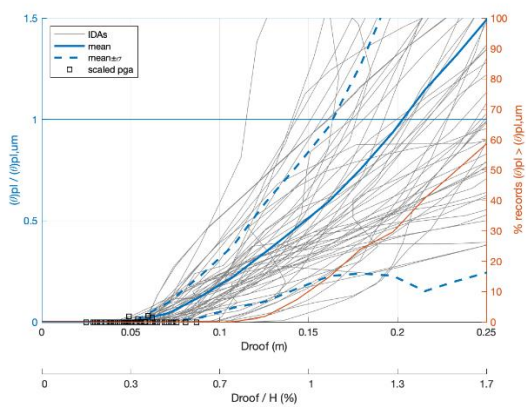
**Σχήμα Δ.484: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K7**



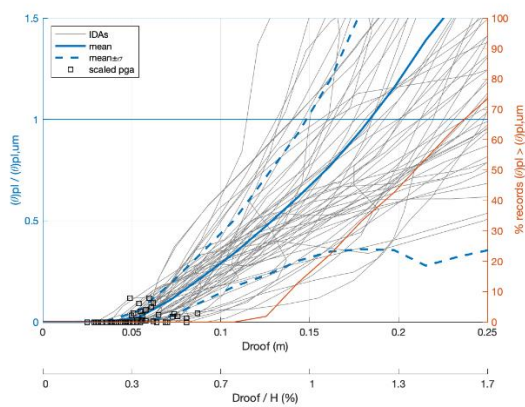
**Σχήμα Δ.485: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K8**



**Σχήμα Δ.486: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K10**

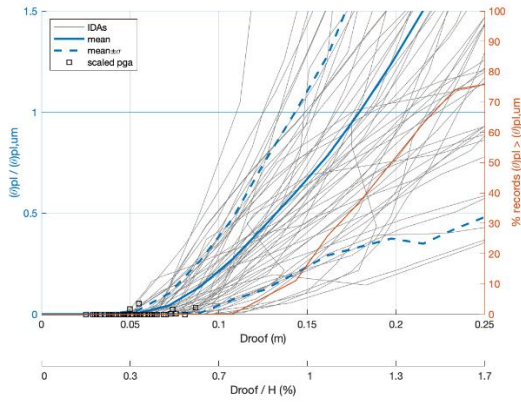


**Σχήμα Δ.487: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K11**

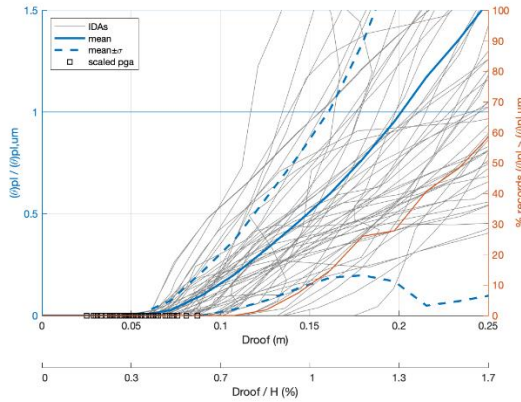


**Σχήμα Δ.488: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K12**

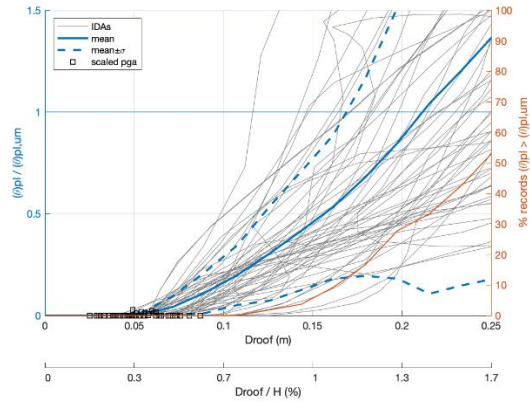




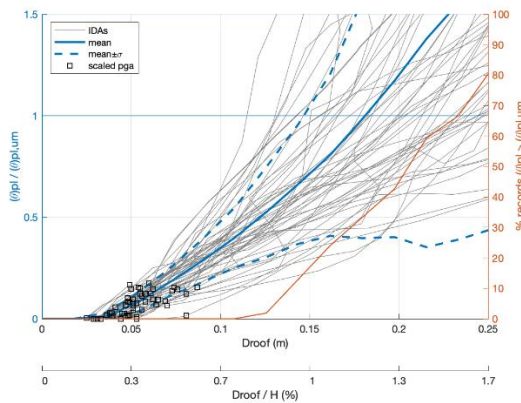
**Σχήμα Δ.489: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K13**



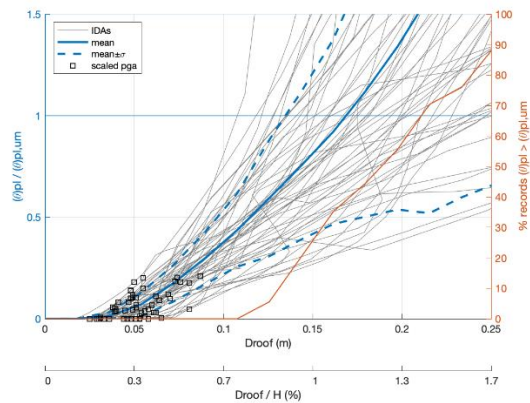
**Σχήμα Δ.490: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K15**



**Σχήμα Δ.491: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K16**



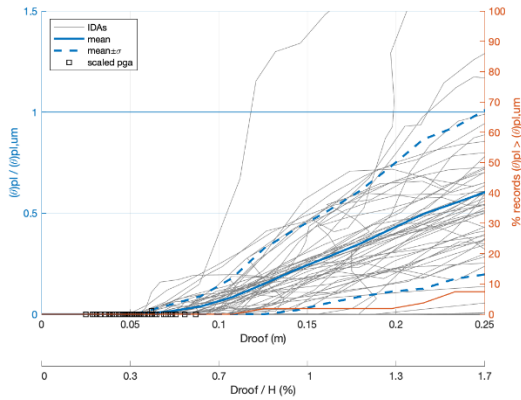
**Σχήμα Δ.492: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K17**



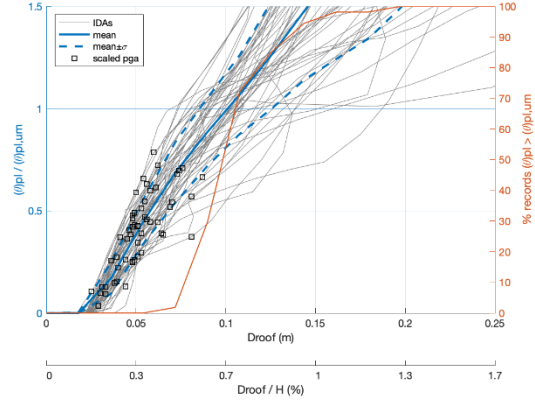
**Σχήμα Δ.493: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K18**



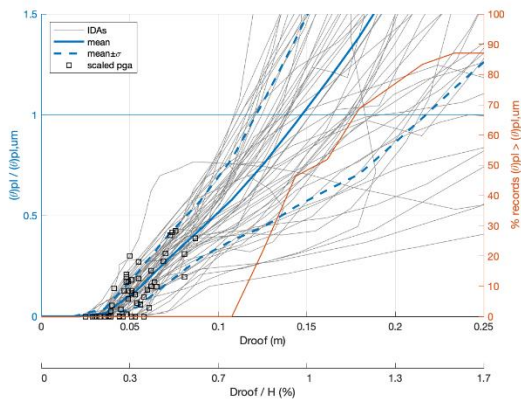
**Σχήμα Δ.494: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 1K20**



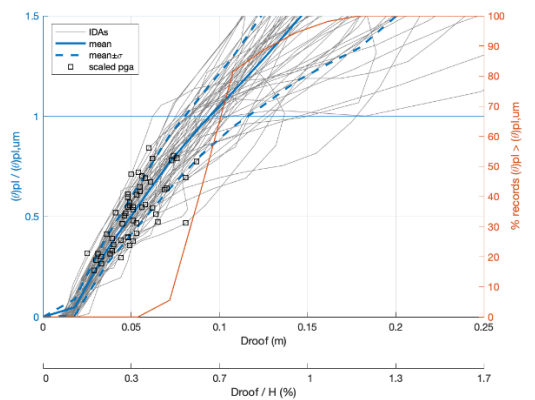
**Σχήμα Δ.495: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K1**



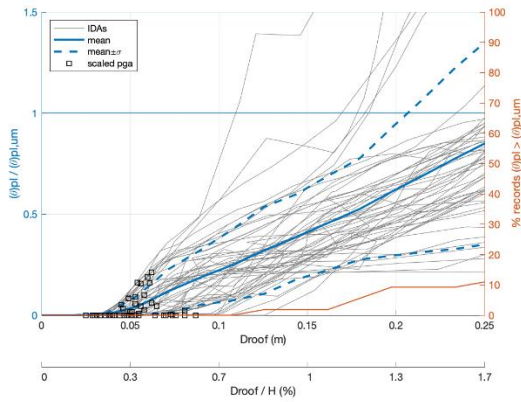
**Σχήμα Δ.496: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K2**



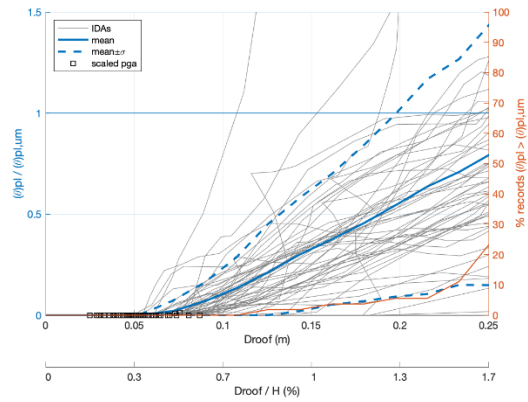
**Σχήμα Δ.497: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K3**



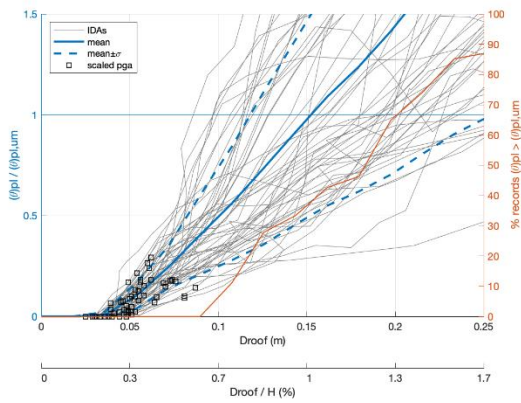
**Σχήμα Δ.498: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K4**



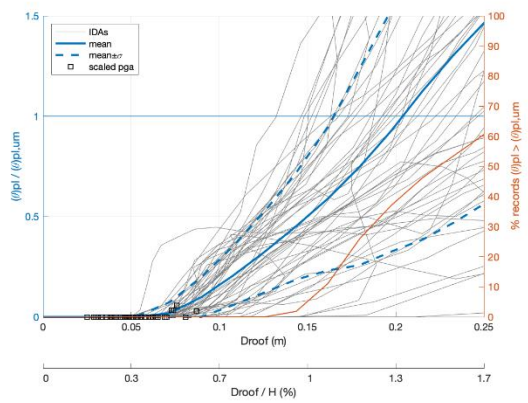
Σχήμα Δ.499: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K5



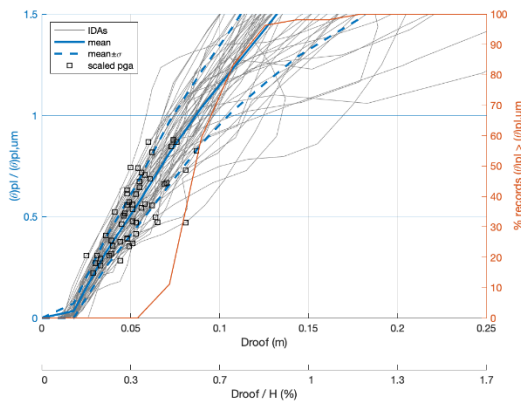
Σχήμα Δ.500: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K6



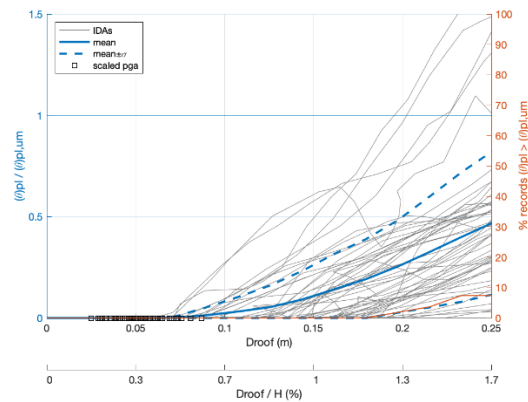
Σχήμα Δ.501: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K7



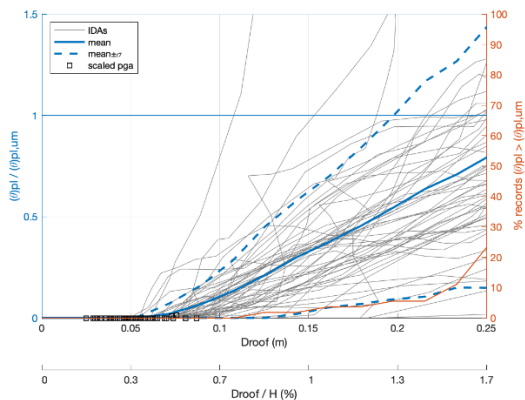
Σχήμα Δ.502: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K8



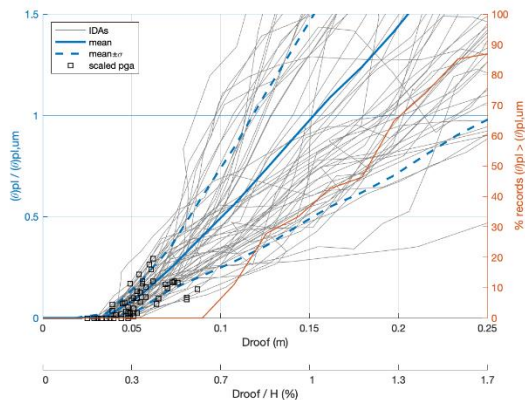
Σχήμα Δ.503: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K9



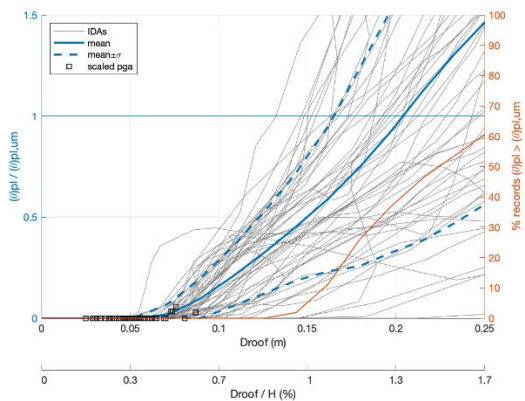
Σχήμα Δ.504: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K10



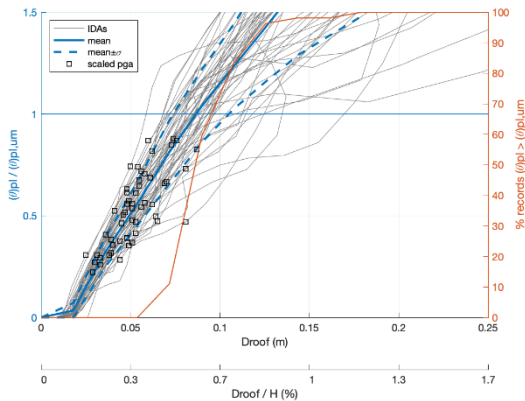
Σχήμα Δ.505: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K11



Σχήμα Δ.506: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K12

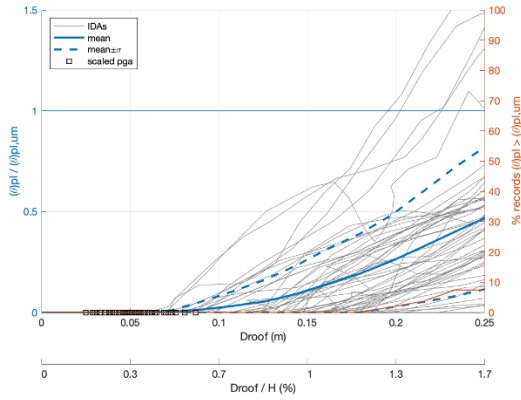


Σχήμα Δ.507: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K13

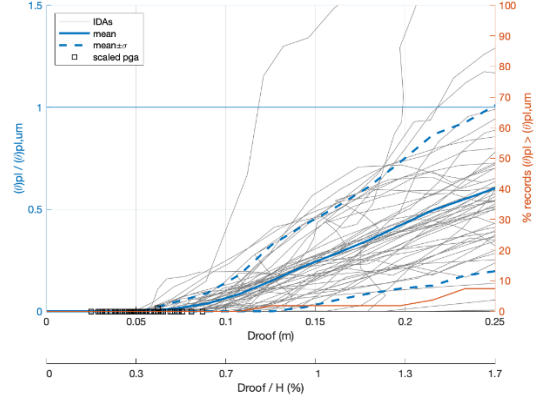


Σχήμα Δ.508: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K14

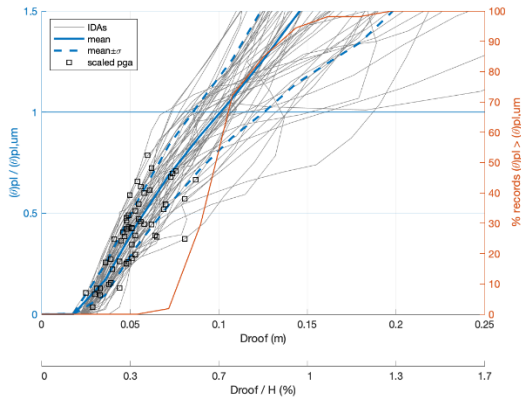




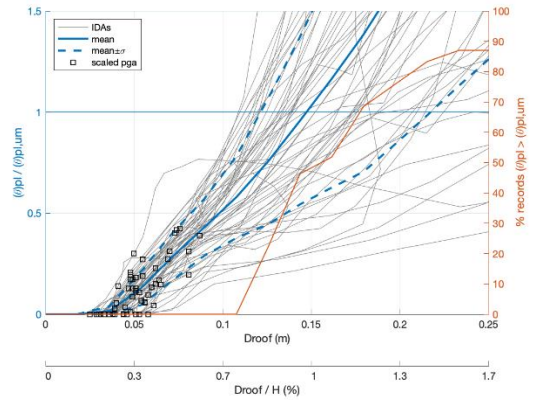
Σχήμα Δ.509: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K15



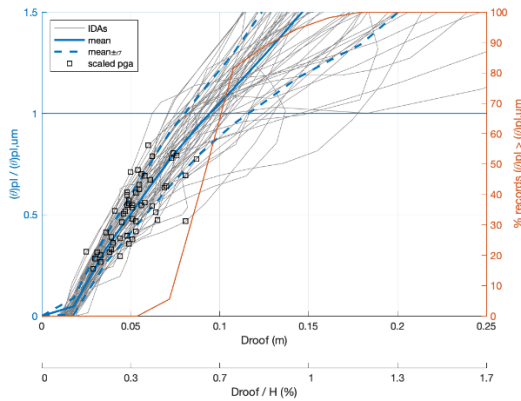
Σχήμα Δ.510: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K16



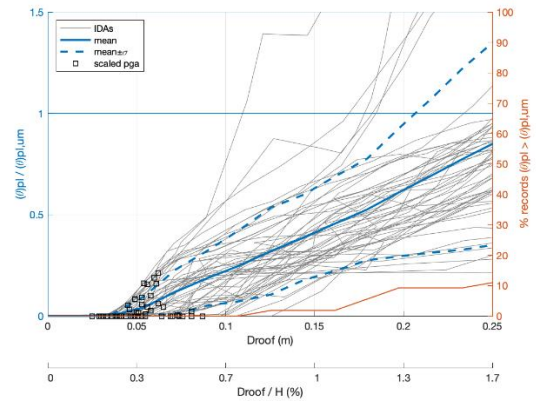
Σχήμα Δ.511: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K17



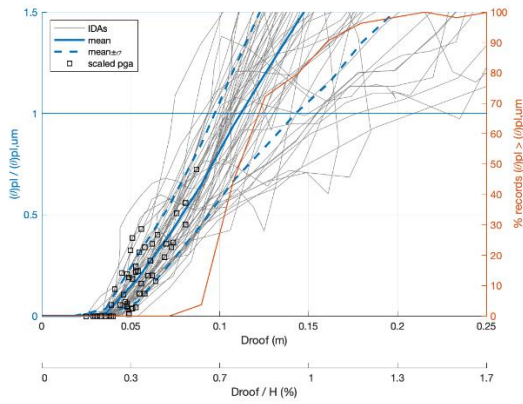
Σχήμα Δ.512: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K18



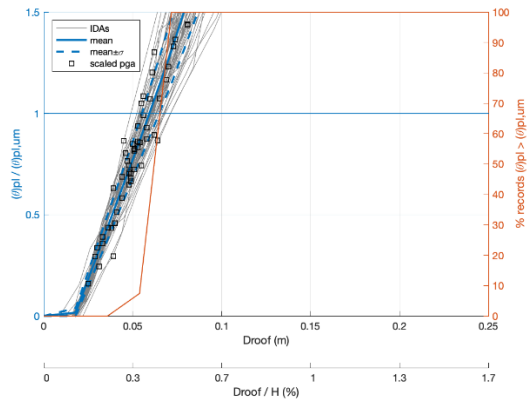
Σχήμα Δ.513: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K19



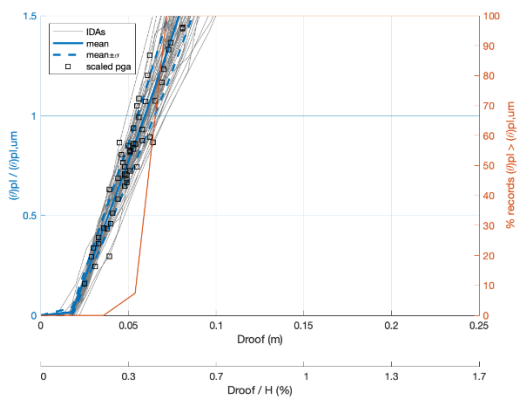
Σχήμα Δ.514: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 2K20



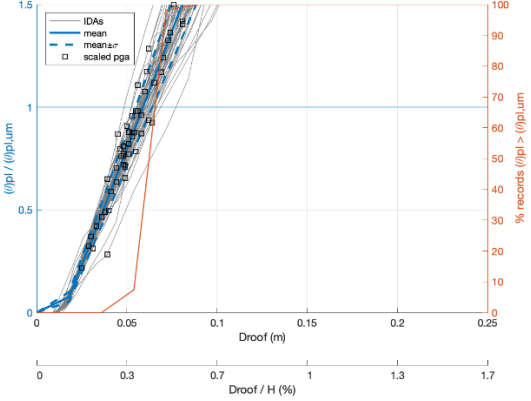
**Σχήμα Δ.515: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K1**



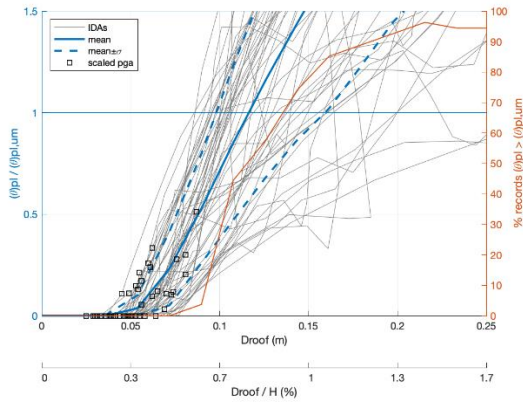
**Σχήμα Δ.516: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K2**



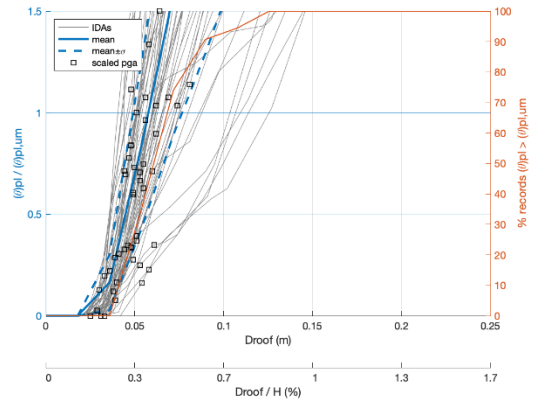
**Σχήμα Δ.517: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K3**



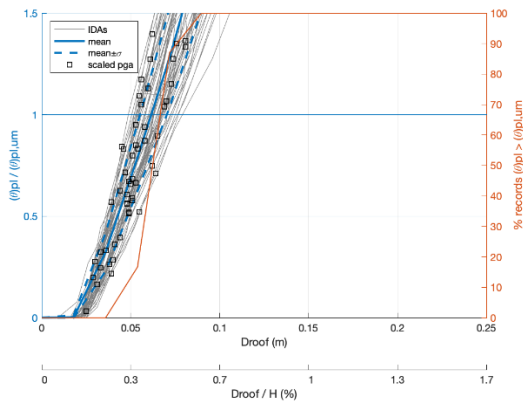
**Σχήμα Δ.518: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K4**



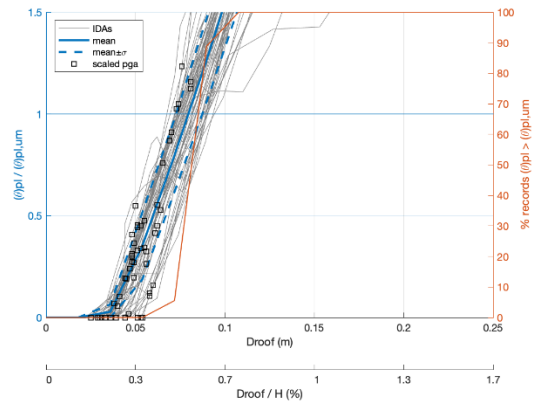
**Σχήμα Δ.519: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K5**



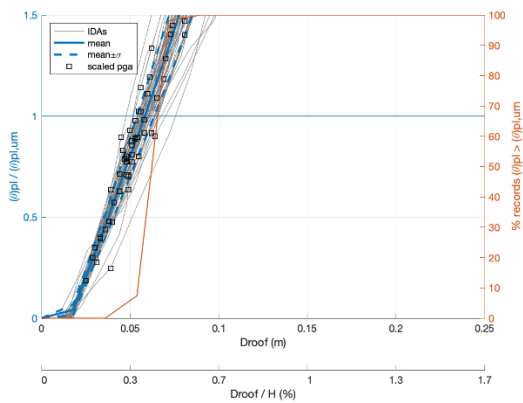
**Σχήμα Δ.520: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K6**



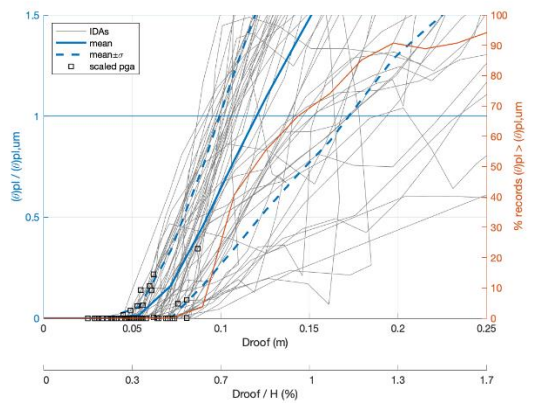
**Σχήμα Δ.521: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K7**



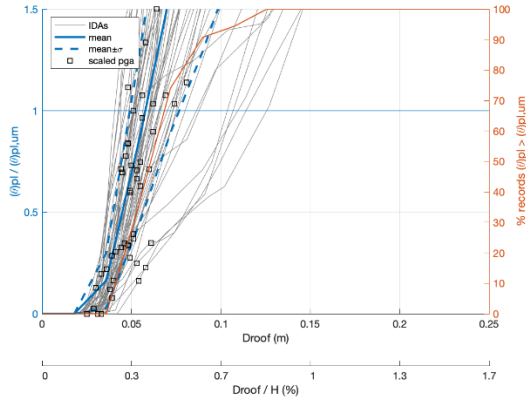
**Σχήμα Δ.522: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K8**



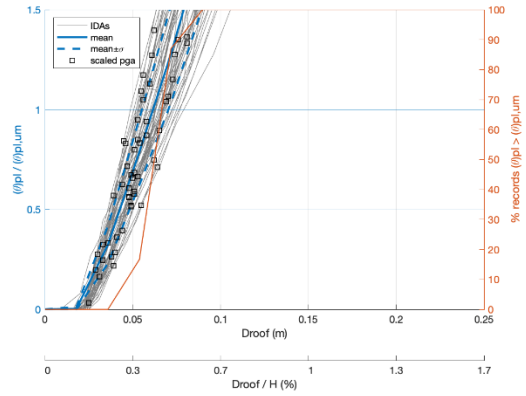
**Σχήμα Δ.523: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K9**



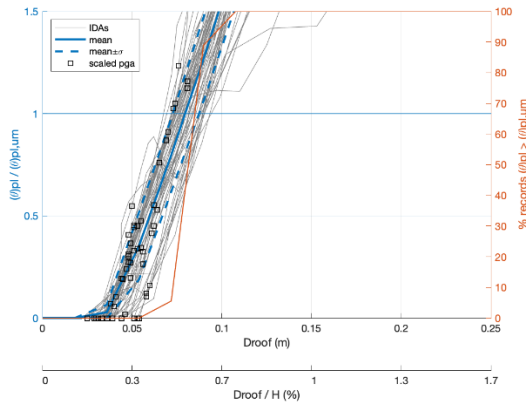
**Σχήμα Δ.524: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K10**



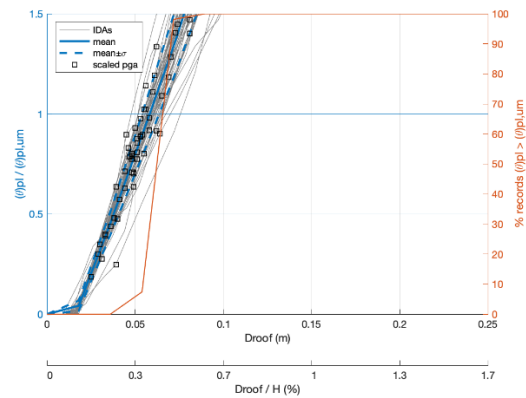
**Σχήμα Δ.525: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K11**



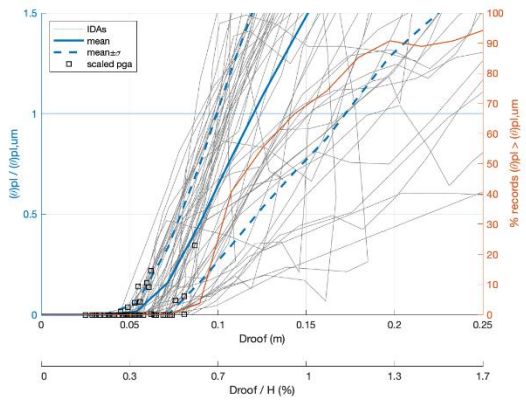
**Σχήμα Δ.526: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K12**



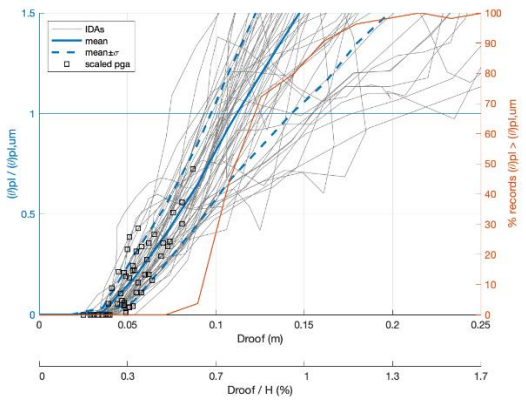
**Σχήμα Δ.527: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K13**



**Σχήμα Δ.528: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K14**

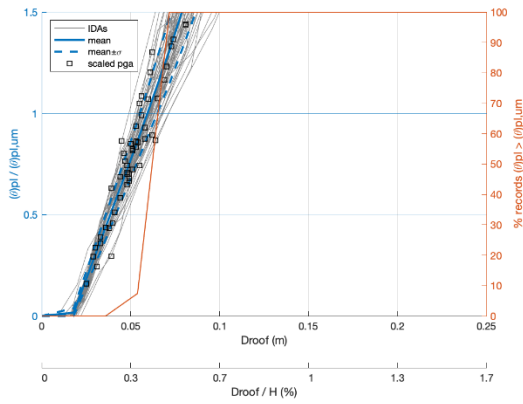


**Σχήμα Δ.529: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K15**

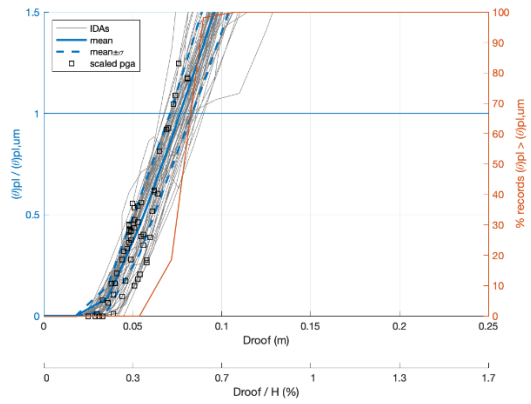


**Σχήμα Δ.530: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K16**

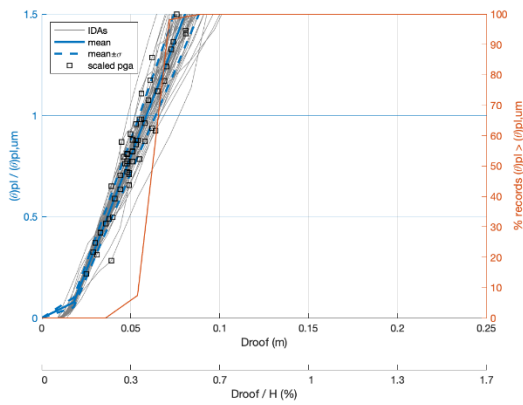




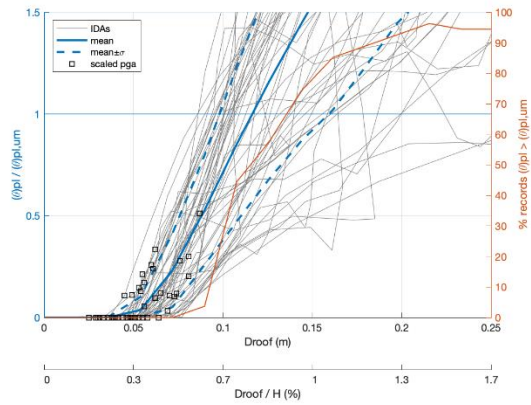
Σχήμα Δ.531: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K17



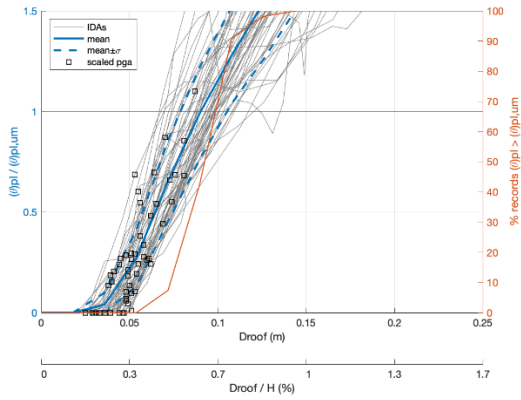
Σχήμα Δ.532: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K18



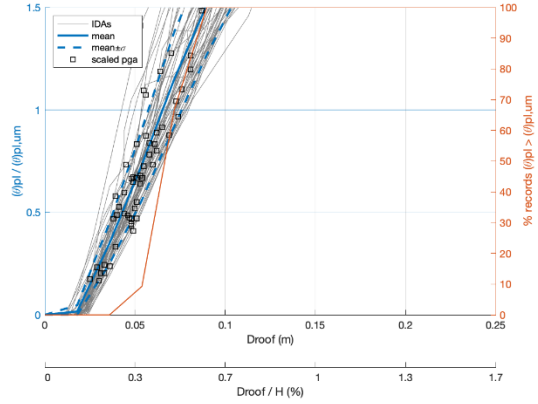
Σχήμα Δ.533: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K19



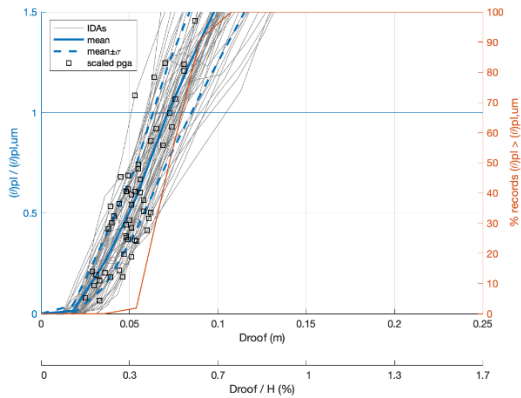
Σχήμα Δ.534: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 3K20



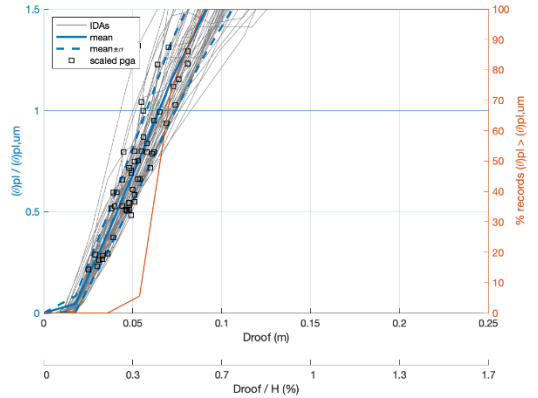
Σχήμα Δ.535: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K1



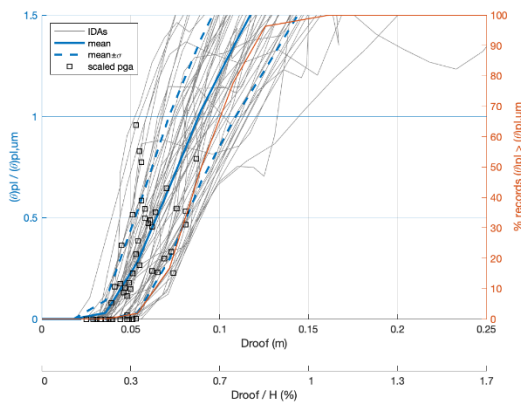
Σχήμα Δ.536: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K2



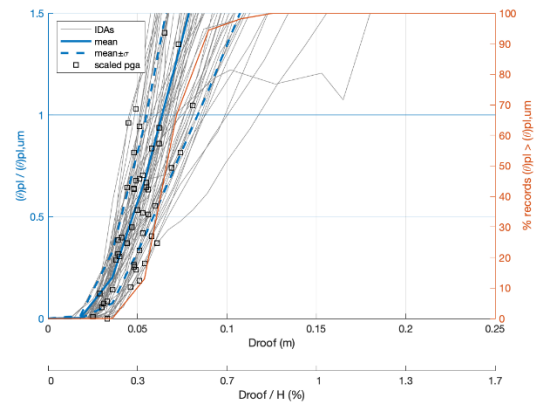
Σχήμα Δ.537: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K3



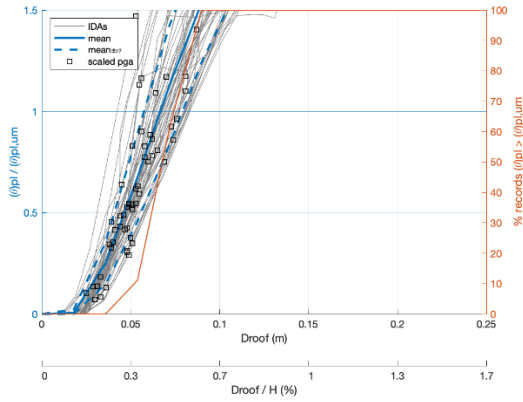
Σχήμα Δ.538: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K4



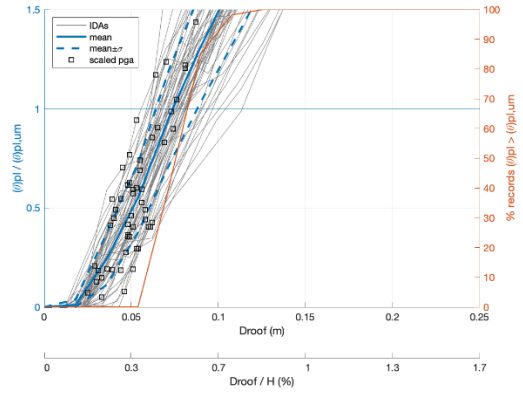
Σχήμα Δ.539: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K5



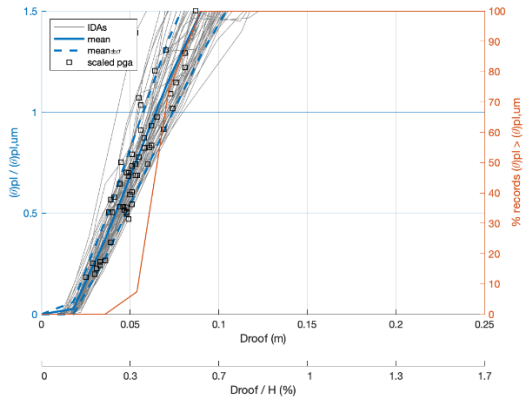
Σχήμα Δ.540: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K6



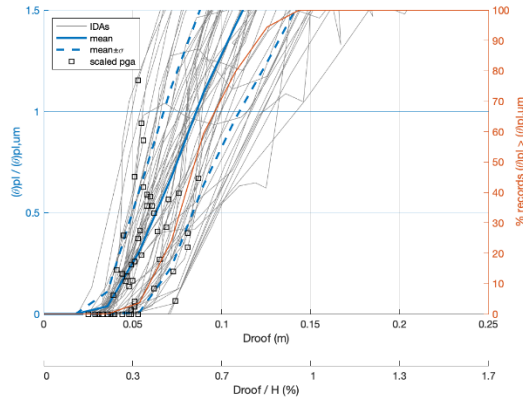
Σχήμα Δ.541: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K7



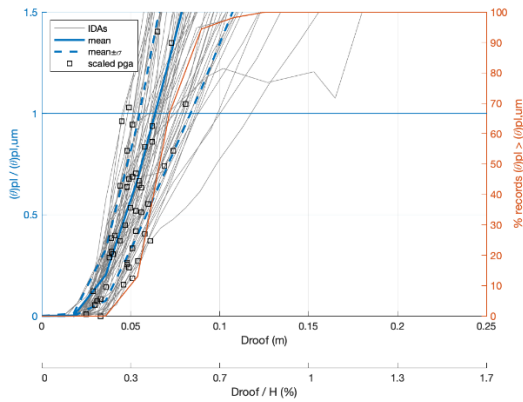
Σχήμα Δ.542: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K8



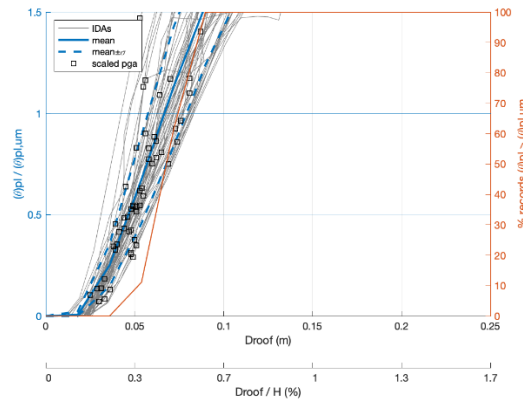
Σχήμα Δ.543: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K9



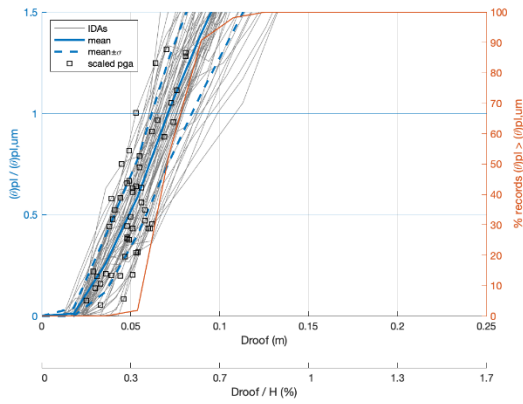
Σχήμα Δ.544: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K10



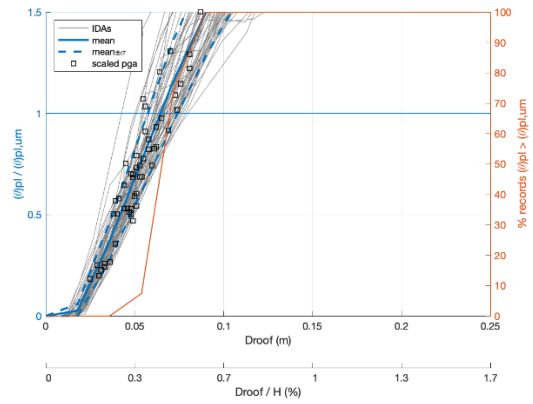
Σχήμα Δ.545: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K11



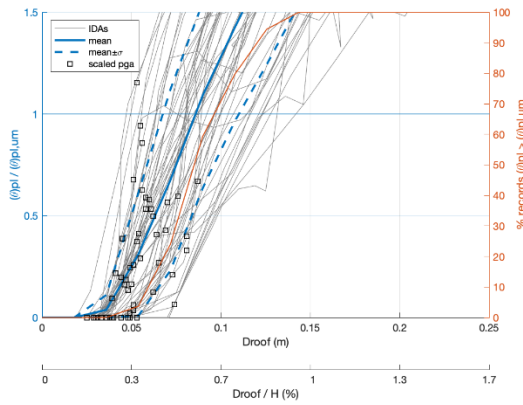
Σχήμα Δ.546: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K12



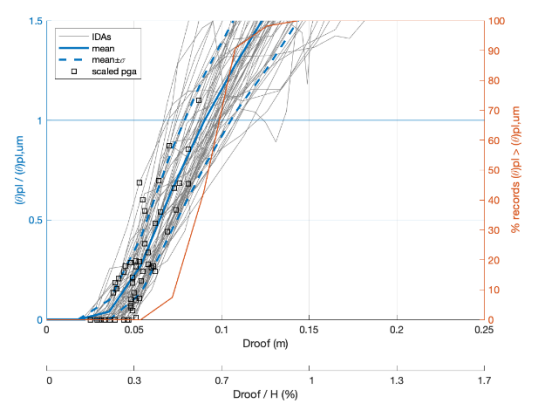
Σχήμα Δ.547: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K13



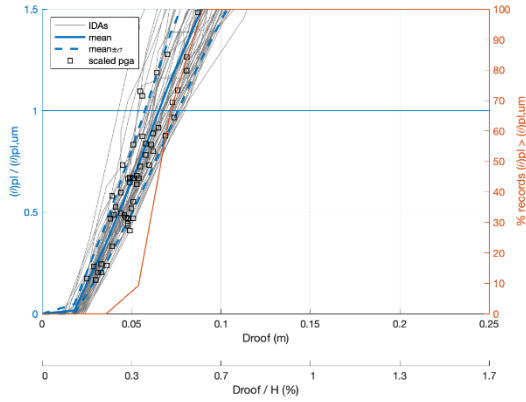
Σχήμα Δ.548: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K14



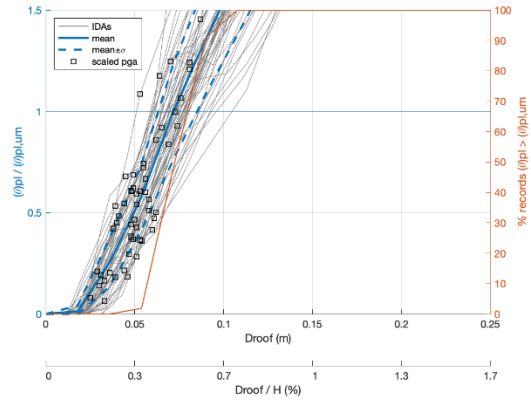
Σχήμα Δ.549: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K15



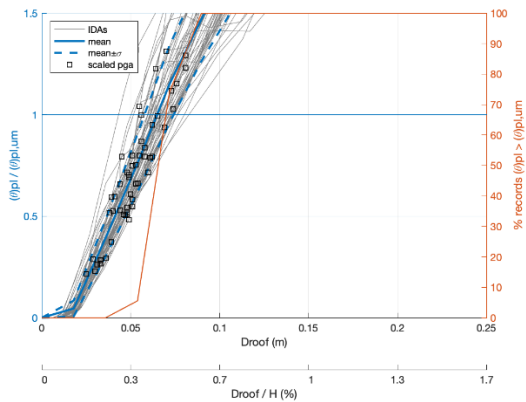
Σχήμα Δ.550: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K16



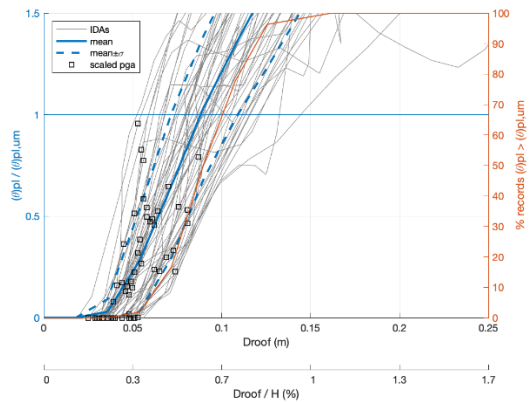
Σχήμα Δ.551: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K17



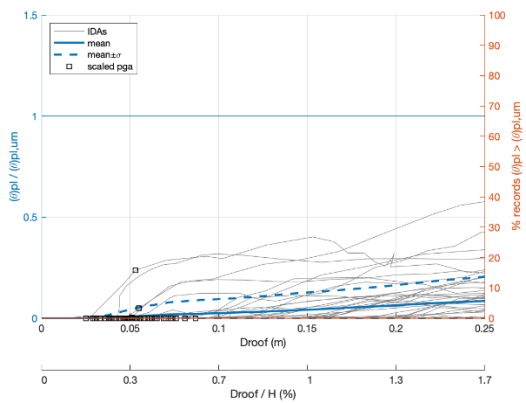
Σχήμα Δ.552: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K18



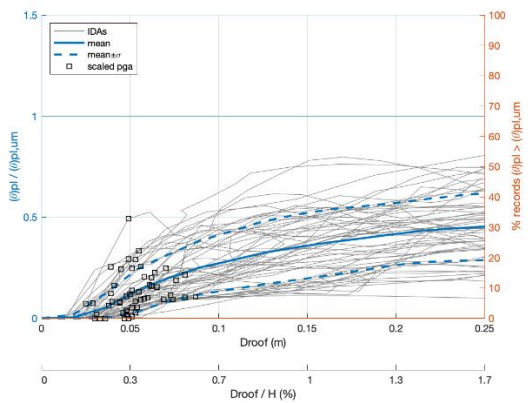
Σχήμα Δ.553: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K19



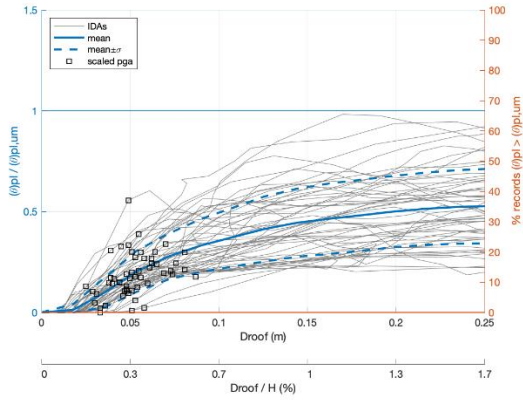
Σχήμα Δ.554: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 4K20



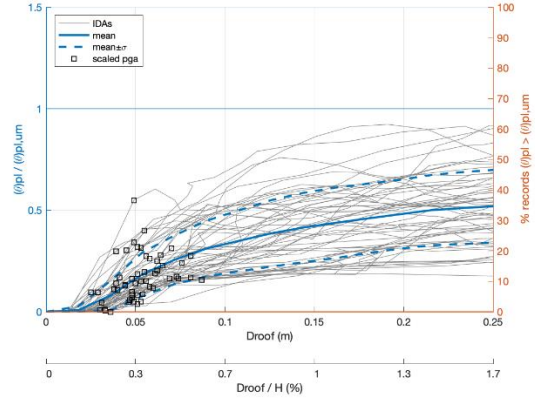
Σχήμα Δ.555: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K1



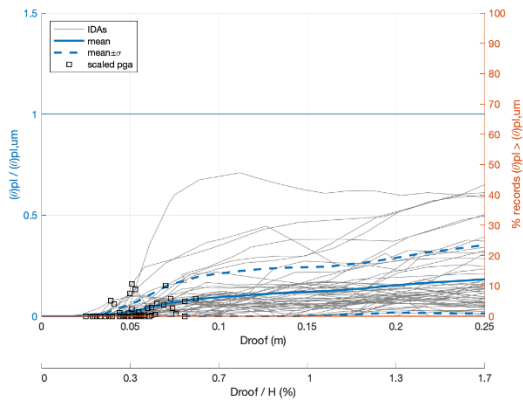
Σχήμα Δ.556: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K2



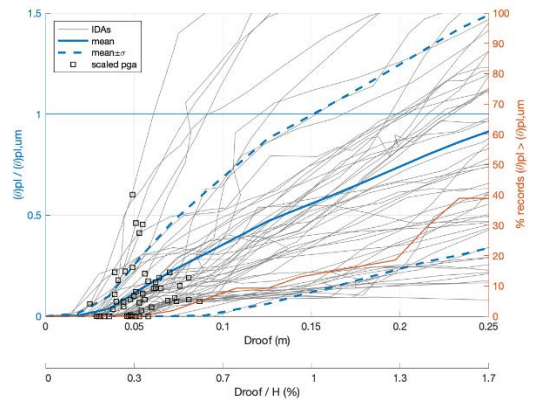
**Σχήμα Δ.557: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K3**



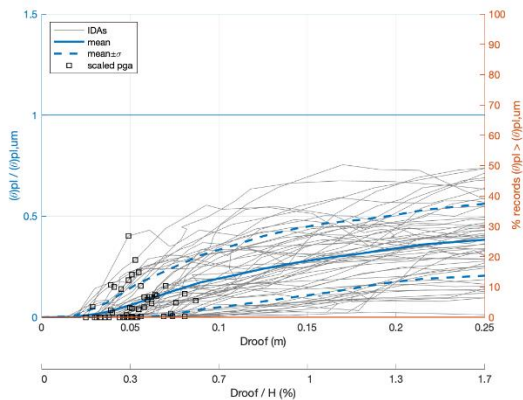
**Σχήμα Δ.558: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K4**



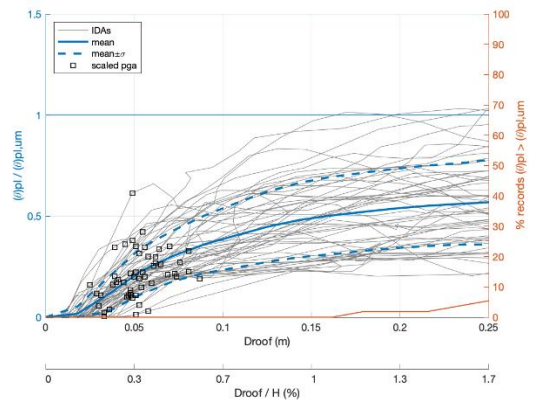
**Σχήμα Δ.559: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K5**



**Σχήμα Δ.560: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K6**

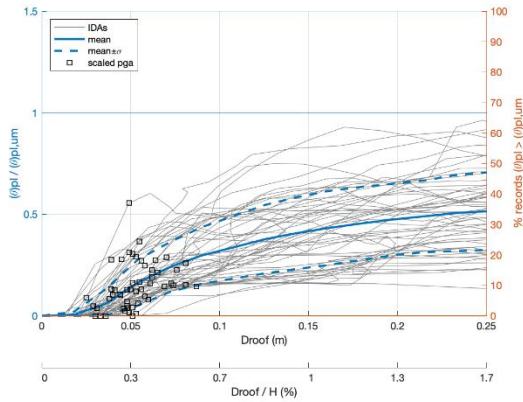


**Σχήμα Δ.561: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K7**

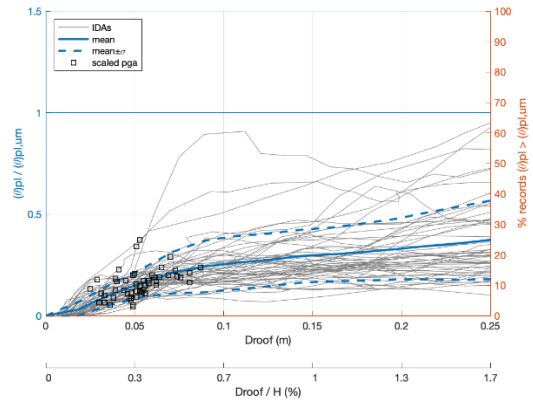


**Σχήμα Δ.562: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K8**

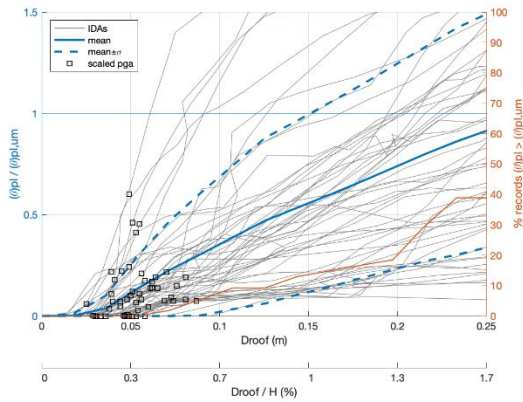




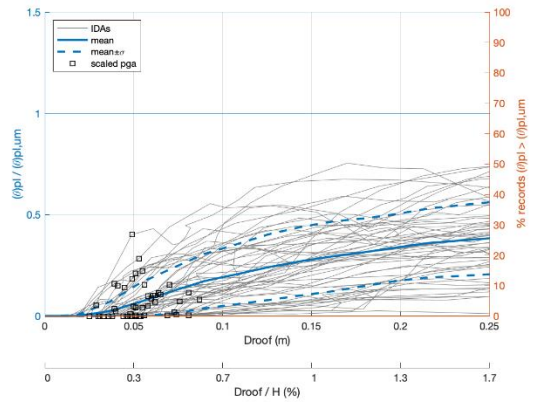
**Σχήμα Δ.563: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K9**



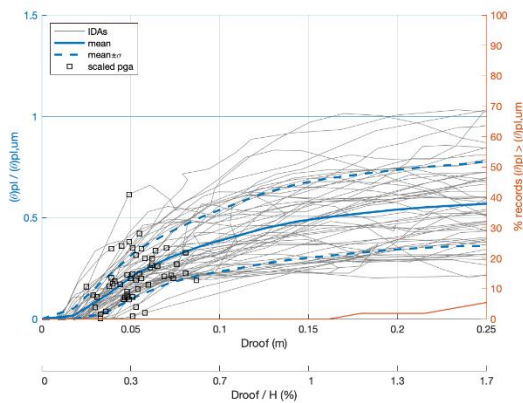
**Σχήμα Δ.564: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K10**



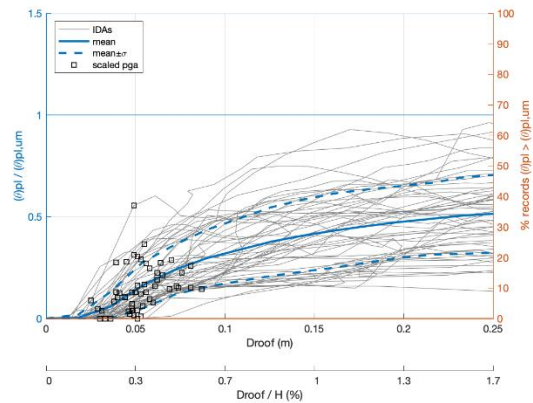
**Σχήμα Δ.565: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K11**



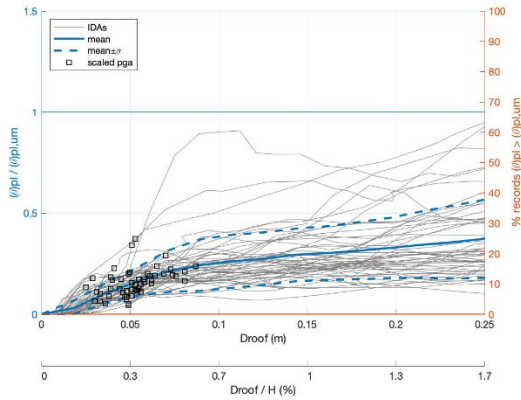
**Σχήμα Δ.566: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K12**



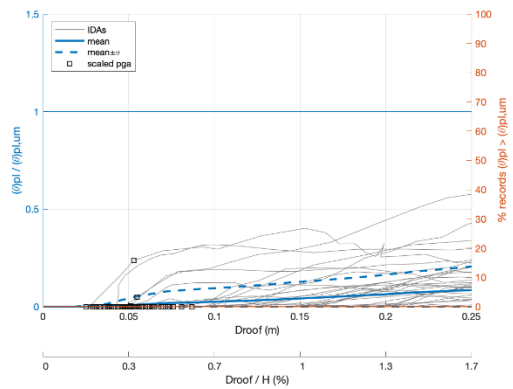
**Σχήμα Δ.567: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K13**



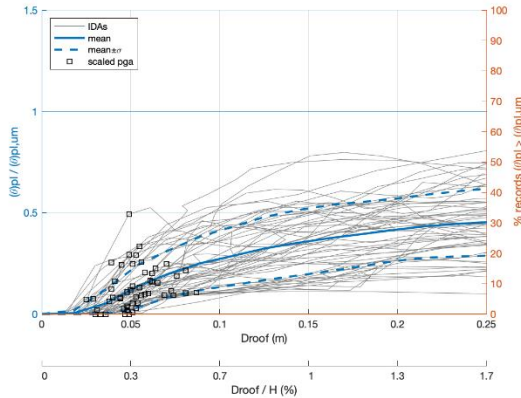
**Σχήμα Δ.568: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K14**



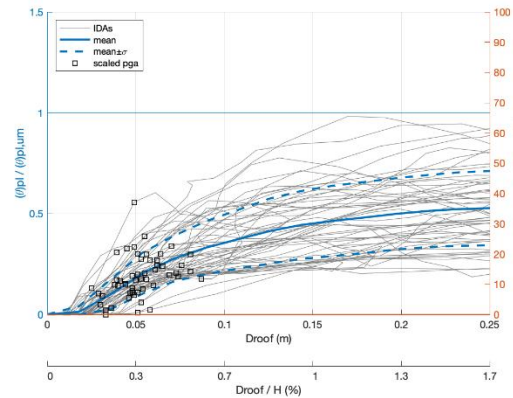
Σχήμα Δ.569: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K15



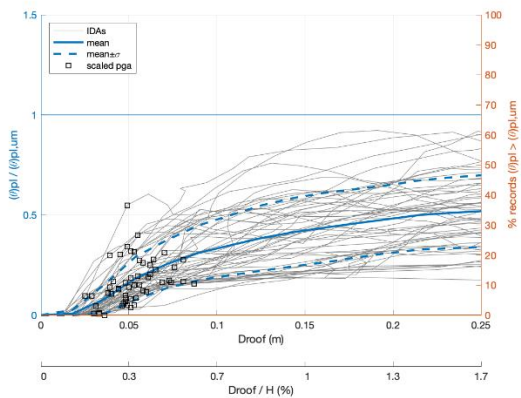
Σχήμα Δ.570: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K16



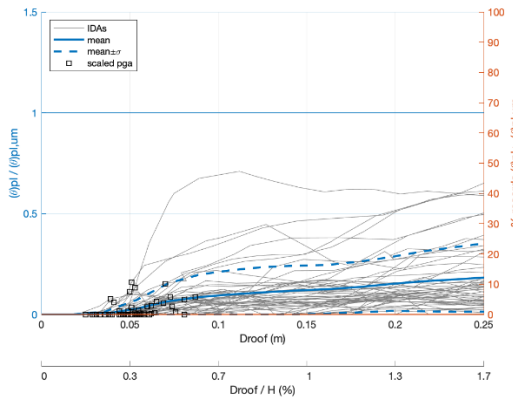
Σχήμα Δ.571: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K17



Σχήμα Δ.572: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K18



Σχήμα Δ.573: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K19

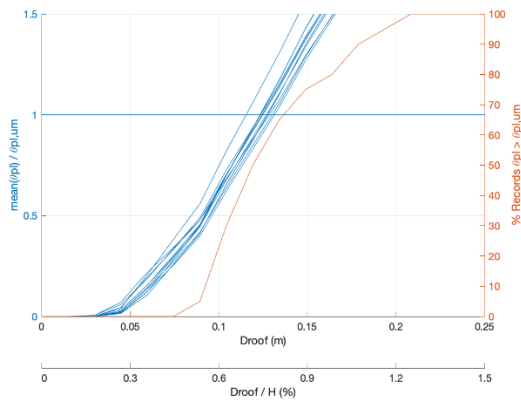


Σχήμα Δ.574: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το υποστύλωμα 5K20

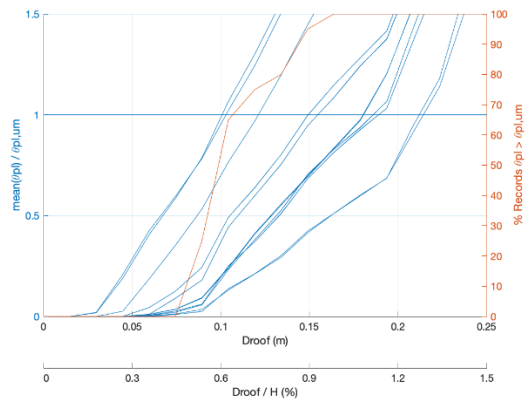


### Γ. Διαγράμματα υποστλωμάτων ανά όροφο

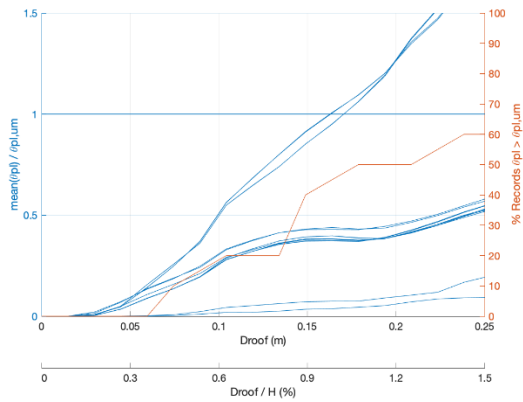
#### 1.Κτίριο K60B59-Καταγραφές μακρινού πεδίου:



**Σχήμα Δ.575: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{\text{droof}}$   
για το πρώτο επίπεδο**

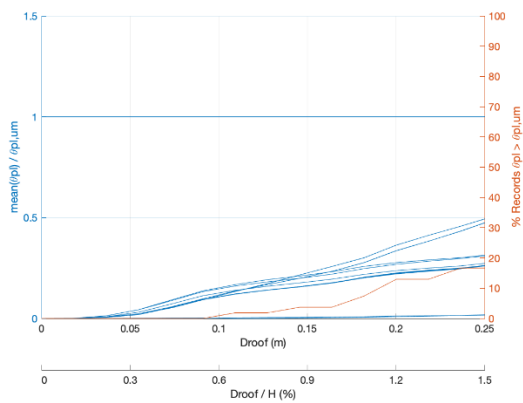


**Σχήμα Δ.576: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{\text{droof}}$   
για το δεύτερο επίπεδο**



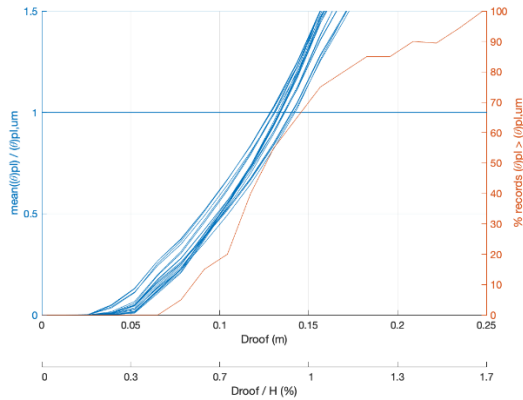
**Σχήμα Δ.577: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}$ - $\Delta_{roof}$  για το πέμπτο επίπεδο**

2.Κτίριο K60B59-Καταγραφές κοντινού πεδίου:

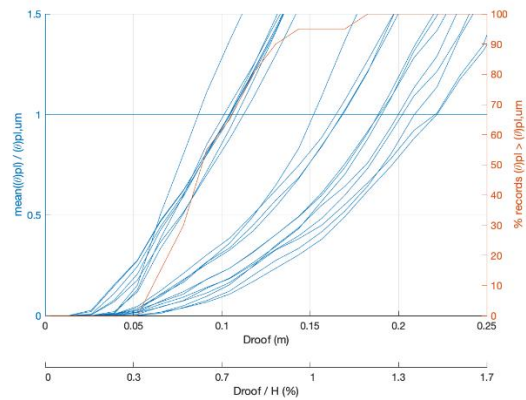


**Σχήμα Δ.578: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}$ - $\Delta_{roof}$  για το πέμπτο επίπεδο**

3.Κτίριο K60C59-Καταγραφές μακρινού πεδίου:

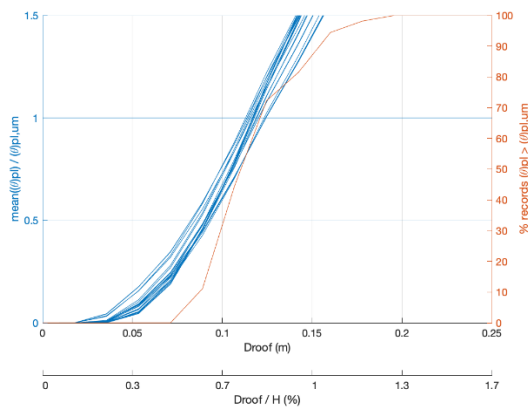


**Σχήμα Δ.579: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πρώτο επίπεδο**

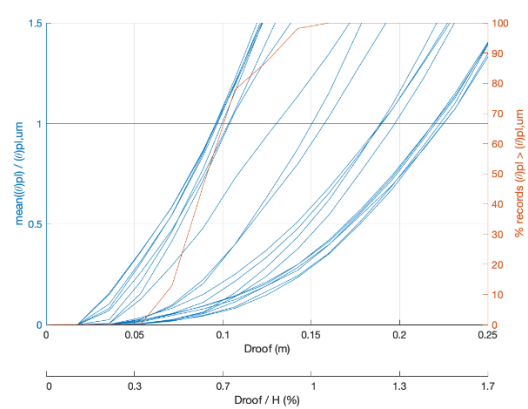


**Σχήμα Δ.580: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το δεύτερο επίπεδο**

4.Κτίριο K60C59-Καταγραφές κοντινού πεδίου:

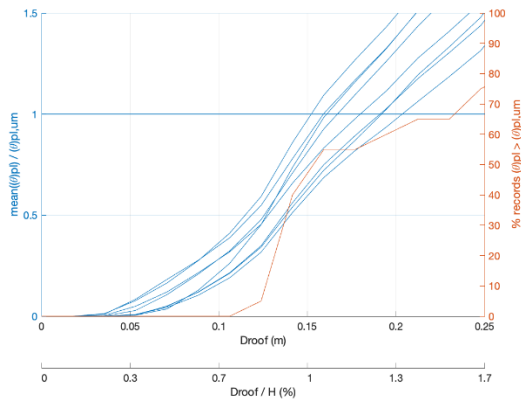


**Σχήμα Δ.581: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πρώτο επίπεδο**

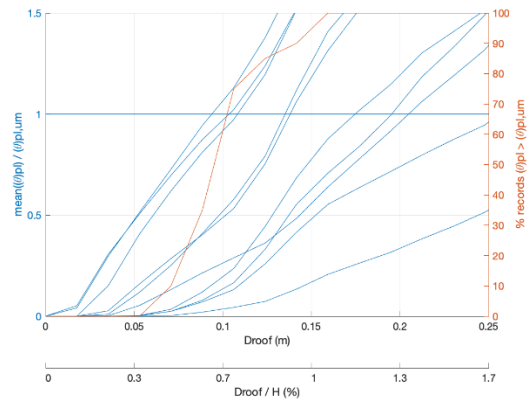


**Σχήμα Δ.582: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το δεύτερο επίπεδο**

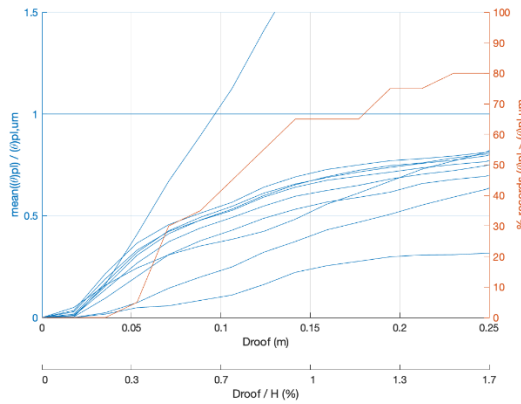
5.Κτίριο K60D59-Καταγραφές μακρινού πεδίου:



**Σχήμα Δ.583: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πρώτο επίπεδο**

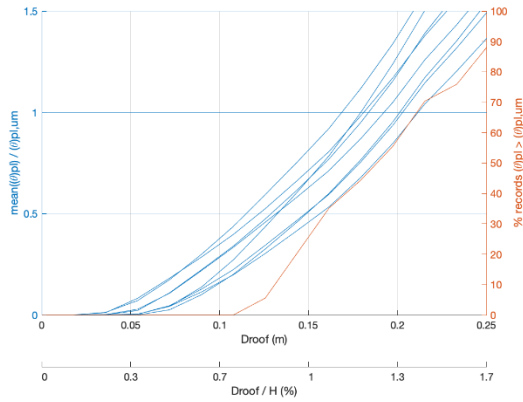


**Σχήμα Δ.584: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το δεύτερο επίπεδο**

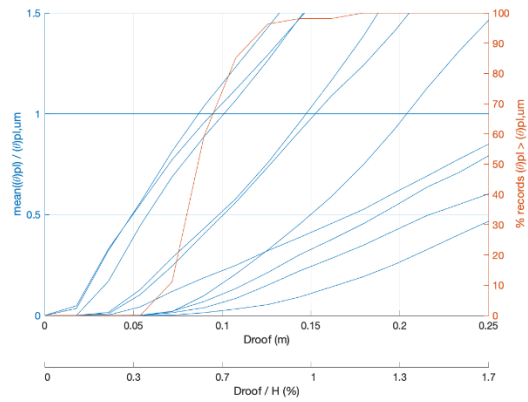


**Σχήμα Δ.585: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πέμπτο επίπεδο**

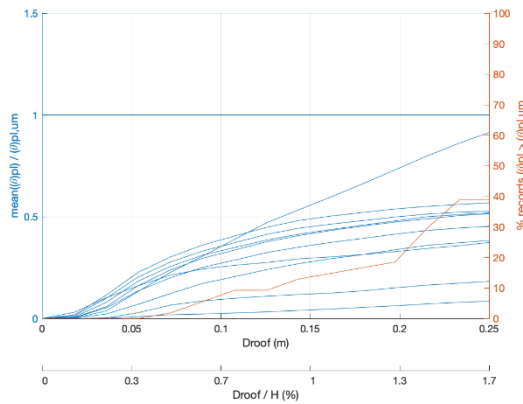
6.Κτίριο K60D59-Καταγραφές κοντινού πεδίου:



**Σχήμα Δ.586: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πρώτο επίπεδο**



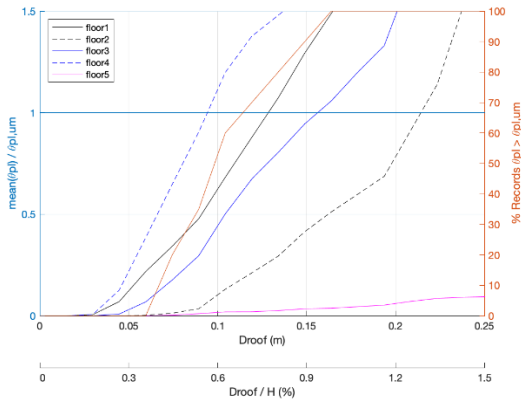
**Σχήμα Δ.587: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το δεύτερο επίπεδο**



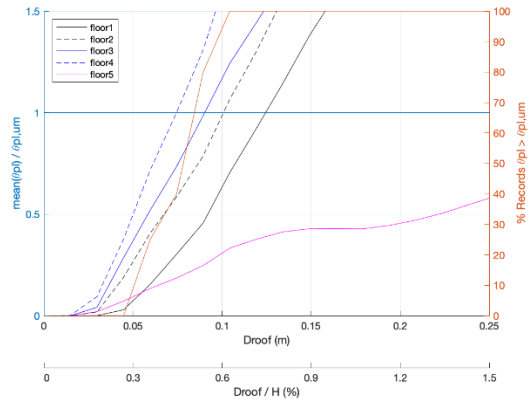
**Σχήμα Δ.588: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για το πέμπτο επίπεδο**

### Δ.Διαγράμματα κολονοσειρών καθ' ύψος

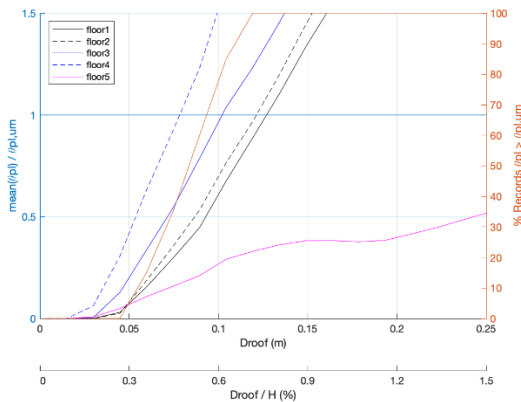
1.Κτίριο K60B59-Καταγραφές μακρινού πεδίου



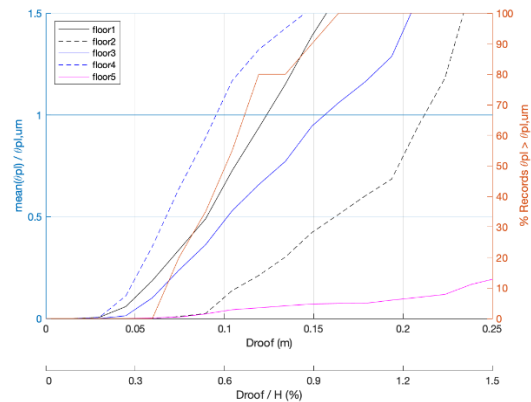
**Σχήμα Δ.589: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K1**



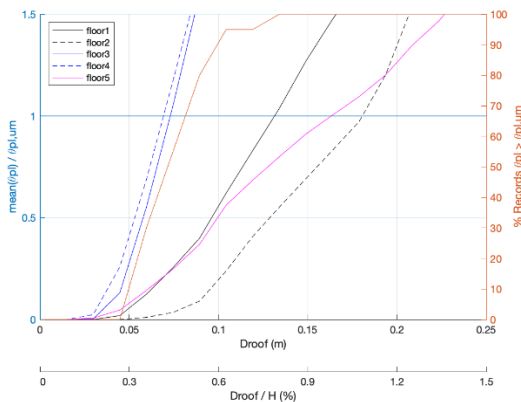
**Σχήμα Δ.590: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K2**



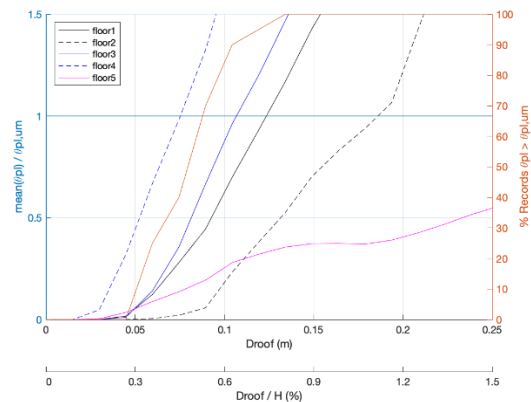
**Σχήμα Δ.591: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K3**



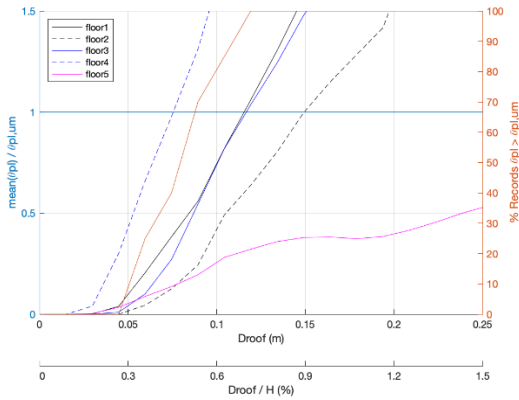
**Σχήμα Δ.592: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K5**



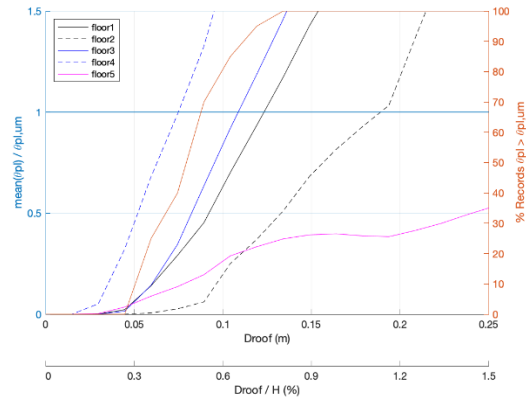
**Σχήμα Δ.593: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K6**



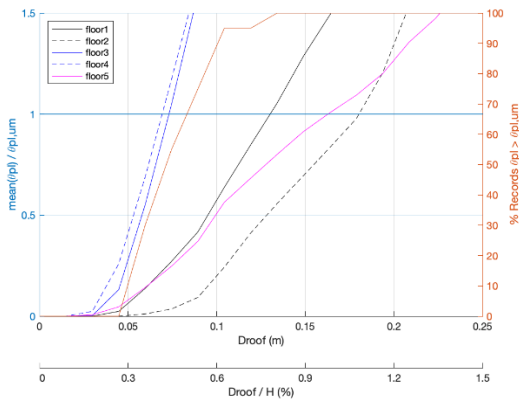
**Σχήμα Δ.594: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K7**



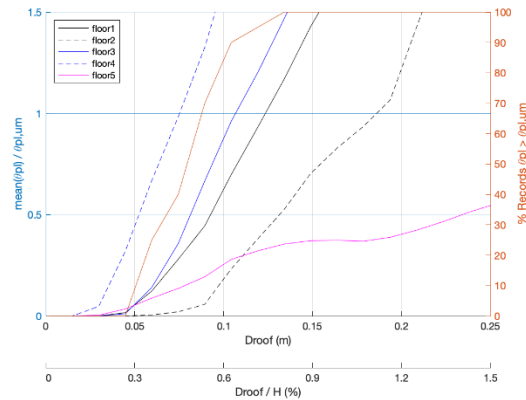
**Σχήμα Δ.595: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K8**



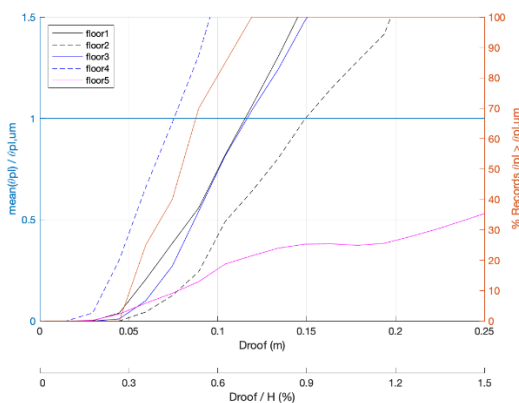
**Σχήμα Δ.596: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K9**



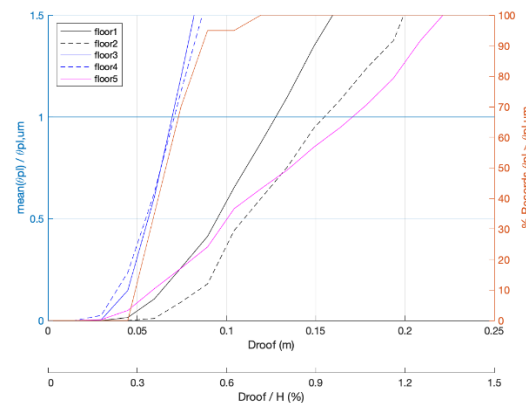
**Σχήμα Δ.597: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K11**



**Σχήμα Δ.598: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K12**

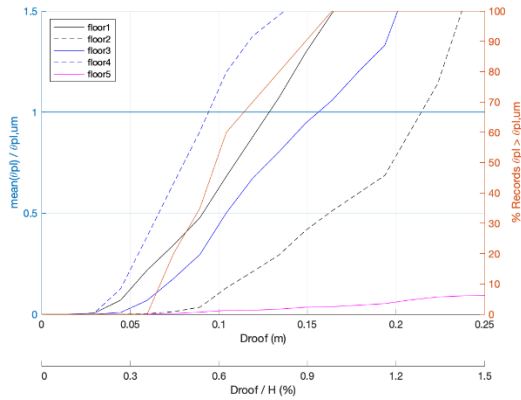


**Σχήμα Δ.599: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K13**

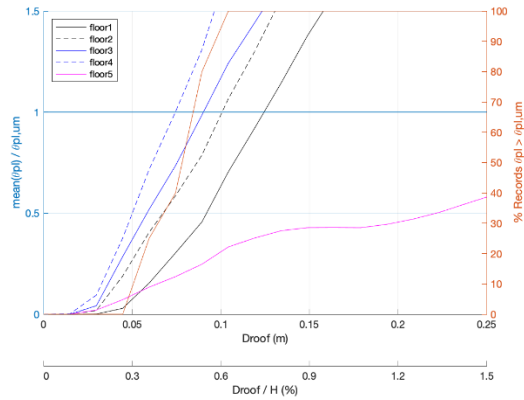


**Σχήμα Δ.600: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K15**

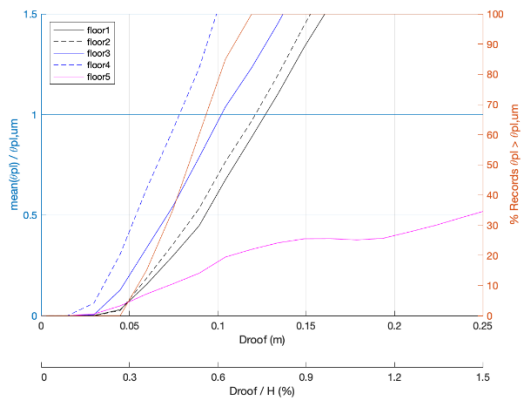




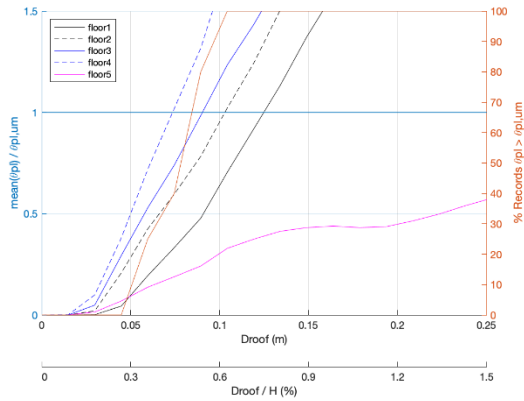
**Σχήμα Δ.601: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K16**



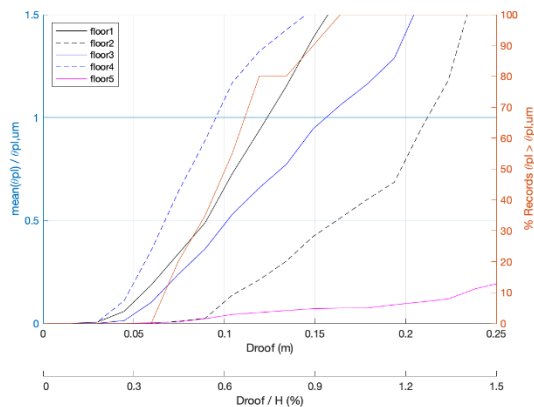
**Σχήμα Δ.602: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K17**



**Σχήμα Δ.603: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K18**

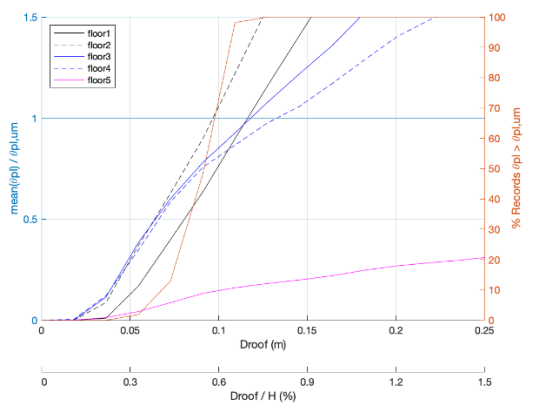


**Σχήμα Δ.604: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K19**

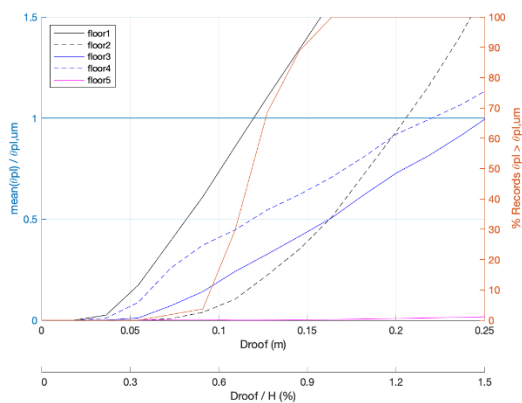


**Σχήμα Δ.605: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K20**

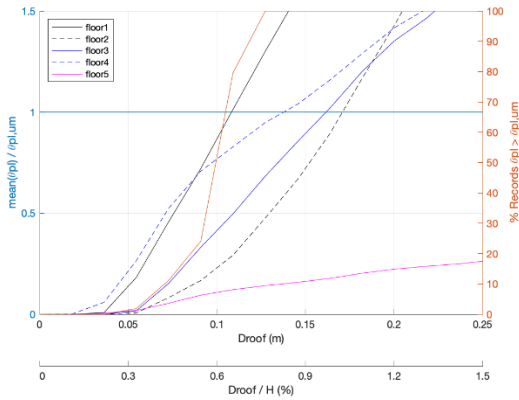
**2)Κτίριο K60B59-Καταγραφές κοντινού πεδίου:**



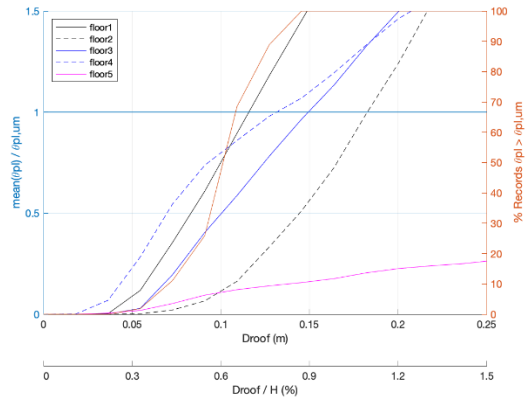
**Σχήμα Δ.606: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K4**



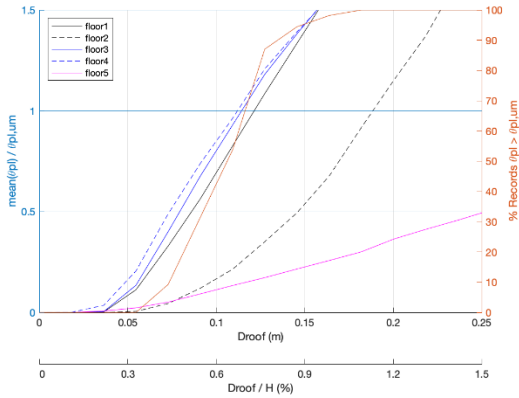
**Σχήμα Δ.607: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K5**



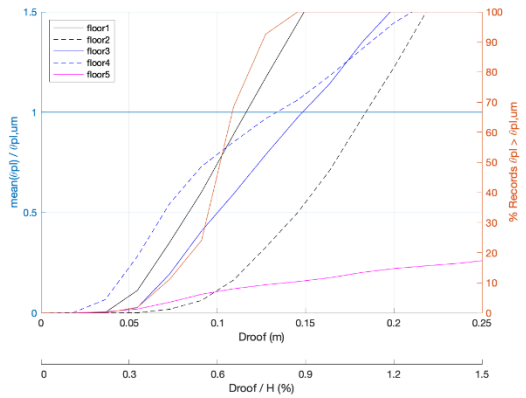
**Σχήμα Δ.608: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K8**



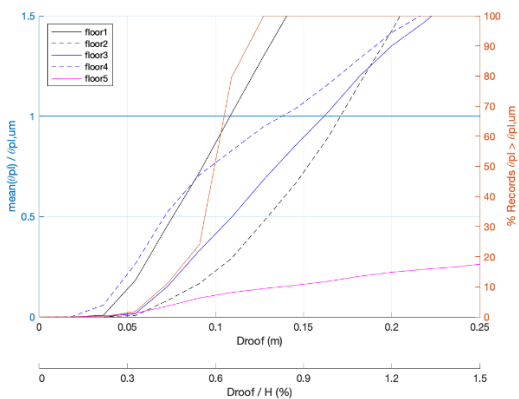
**Σχήμα Δ.609: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K9**



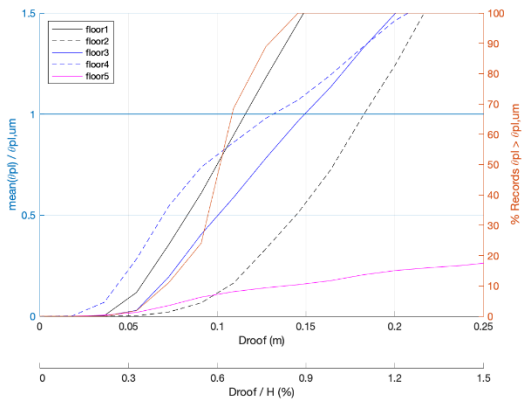
**Σχήμα Δ.610: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K11**



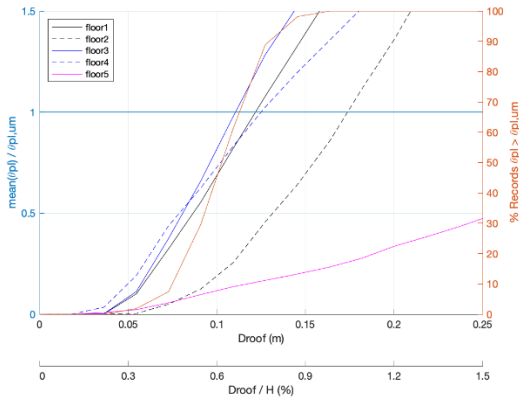
**Σχήμα Δ.611: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K12**



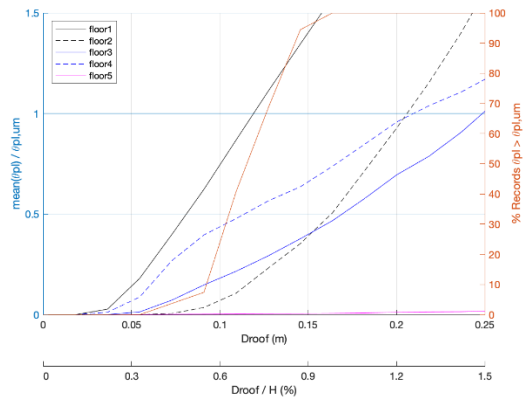
**Σχήμα Δ.612: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K13**



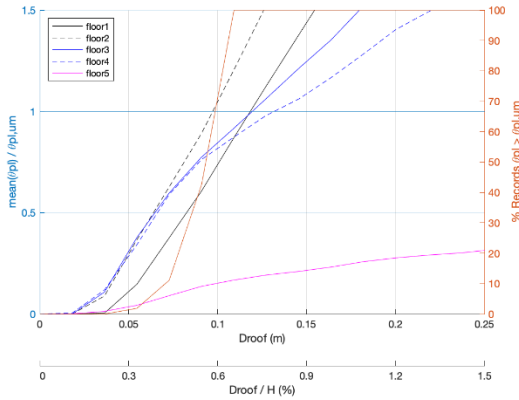
**Σχήμα Δ.613: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K14**



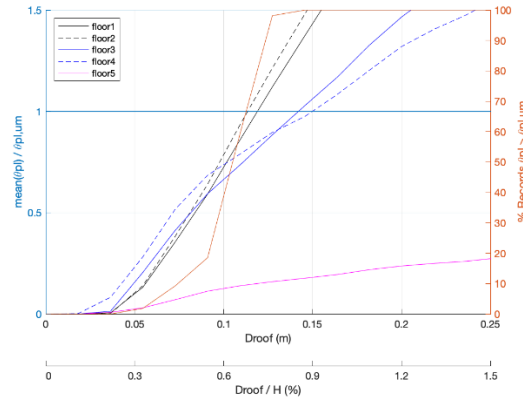
**Σχήμα Δ.614: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K15**



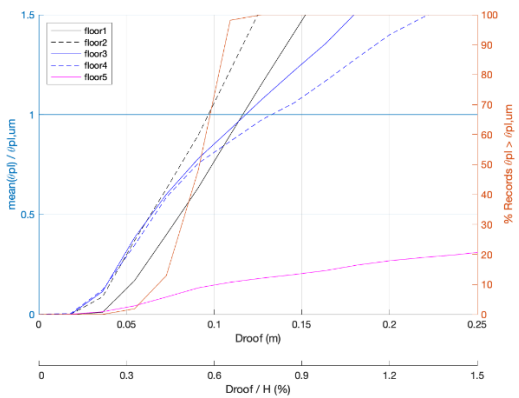
**Σχήμα Δ.615: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K16**



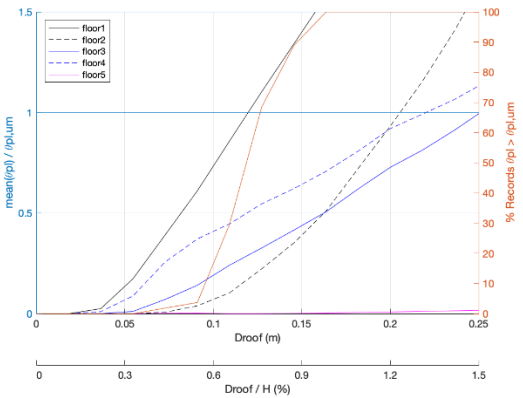
**Σχήμα Δ.616: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K17**



**Σχήμα Δ.617: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K18**

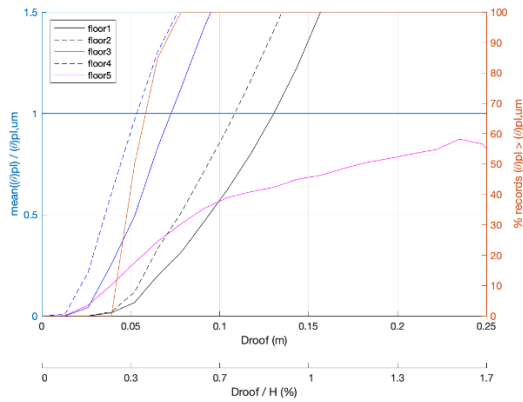


**Σχήμα Δ.618: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K19**

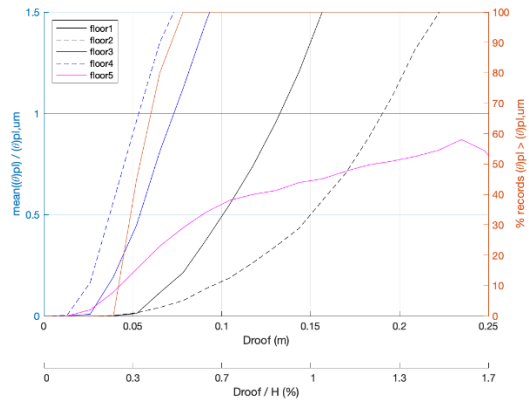


**Σχήμα Δ.619: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K20**

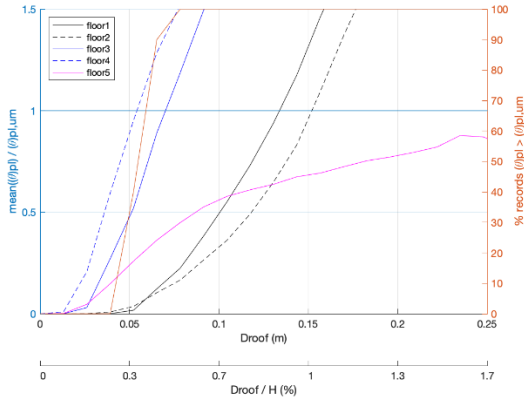
### 3.Κτίριο K60C59-Καταγραφές μακρινού πεδίου:



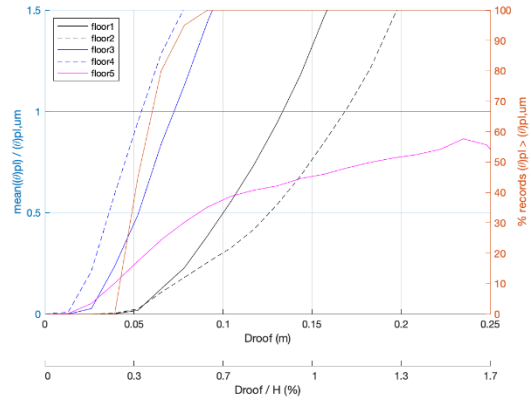
Σχήμα Δ.620: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολοноσειρά K3



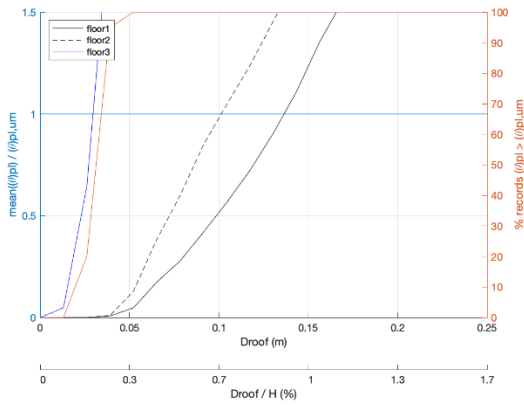
Σχήμα Δ.621: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολοноσειρά K8



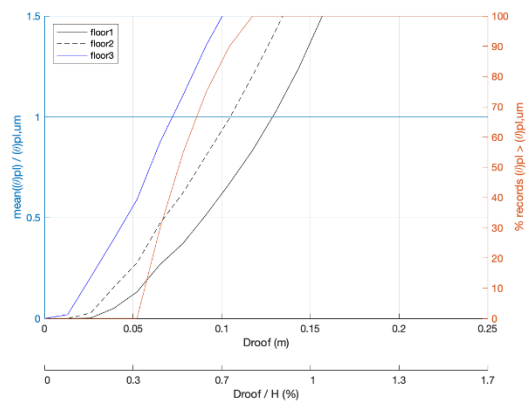
**Σχήμα Δ.622: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K12**



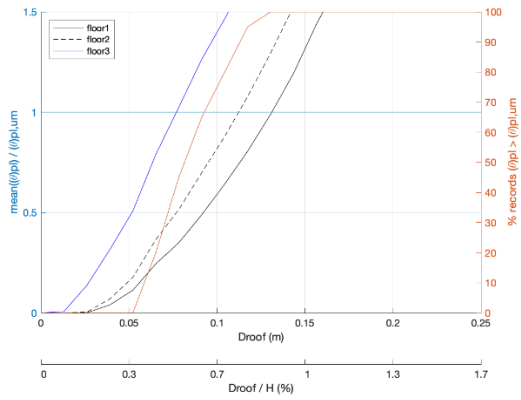
**Σχήμα Δ.623: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K13**



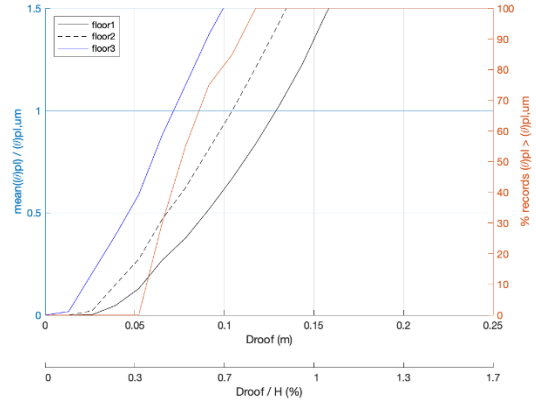
**Σχήμα Δ.624: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K15**



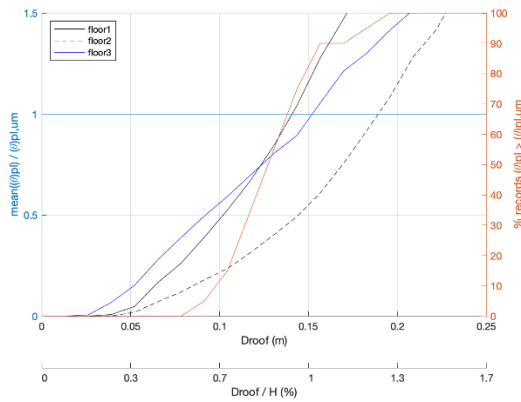
**Σχήμα Δ.625: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K17**



**Σχήμα Δ.626: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K18**

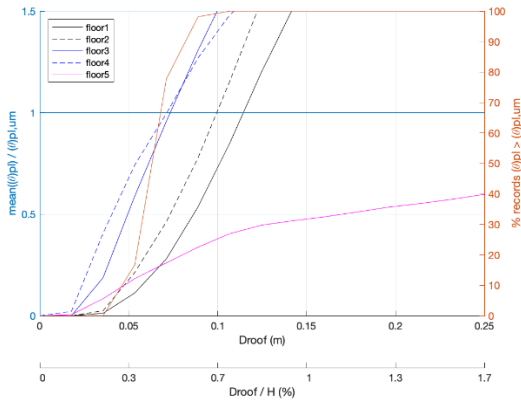


**Σχήμα Δ.627: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K19**

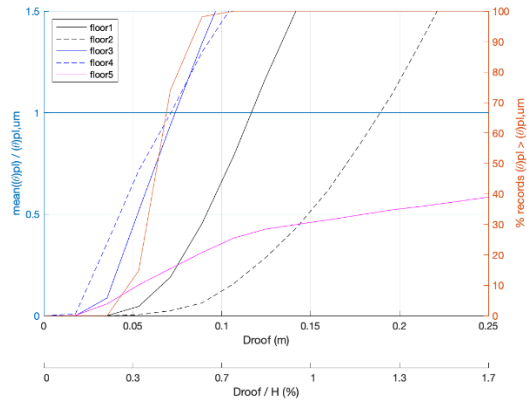


**Σχήμα Δ.628: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K20**

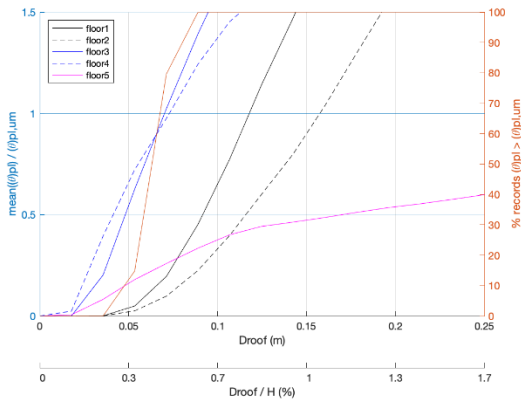
4.Κτίριο K60C59-Καταγραφές κοντινού πεδίου:



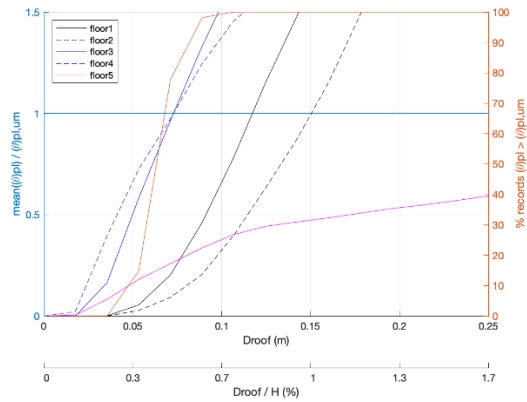
**Σχήμα Δ.629: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K3**



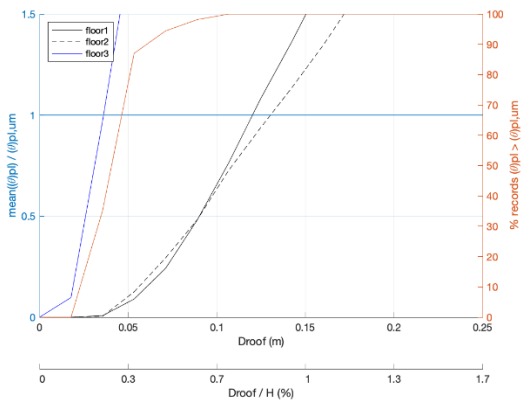
**Σχήμα Δ.630: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K8**



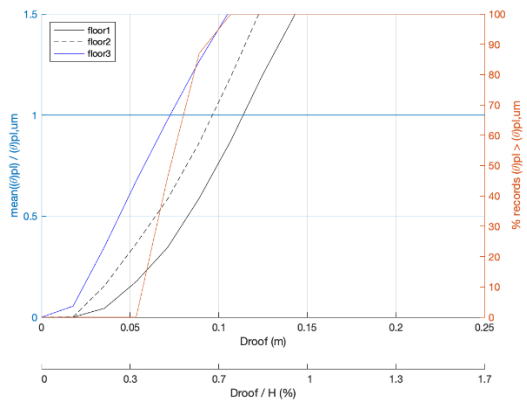
**Σχήμα Δ.631: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K12**



**Σχήμα Δ.632: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K13**

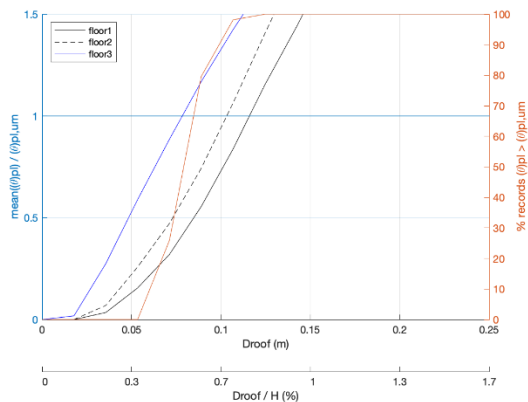


**Σχήμα Δ.633: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K15**

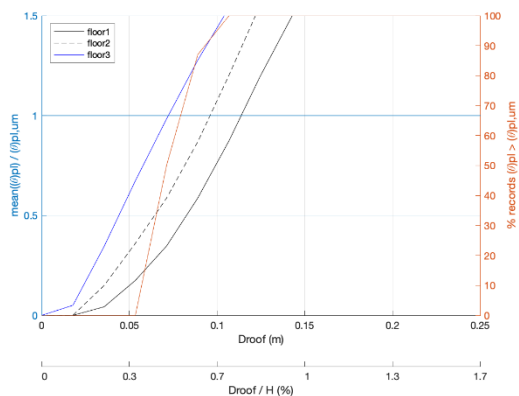


**Σχήμα Δ.634: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K17**

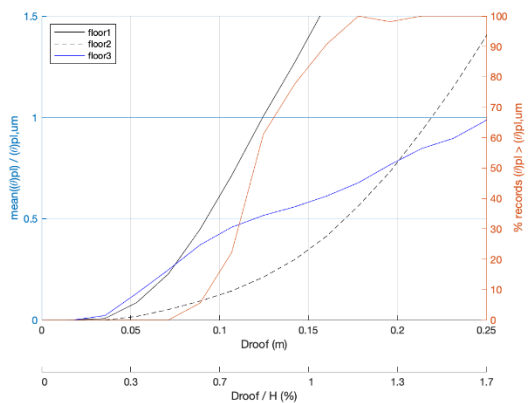




**Σχήμα Δ.635: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K18**

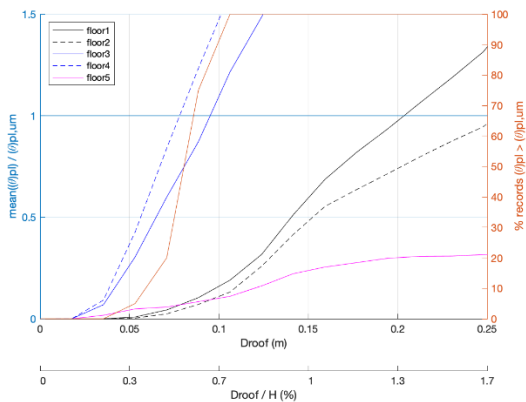


**Σχήμα Δ.636: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K19**

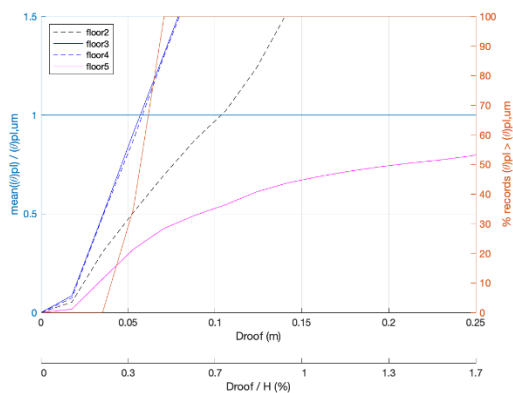


**Σχήμα Δ.637: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K20**

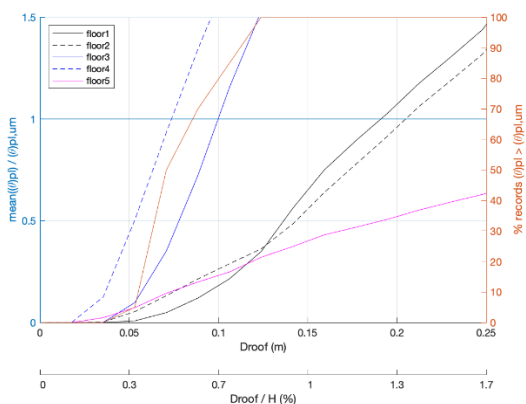
5)Κτίριο K60D59-Καταγραφές μακρινού πεδίου:



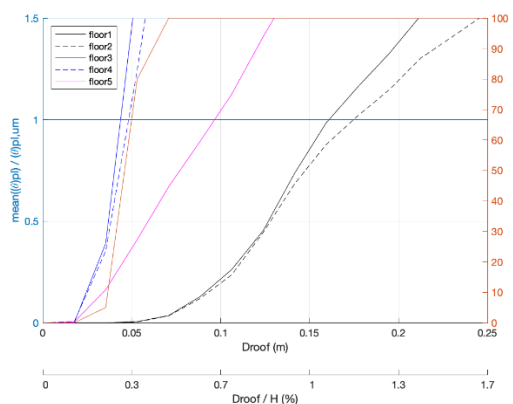
**Σχήμα Δ.638: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K1**



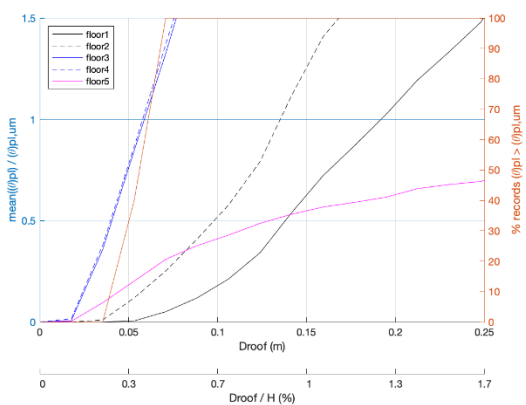
**Σχήμα Δ.639: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K4**



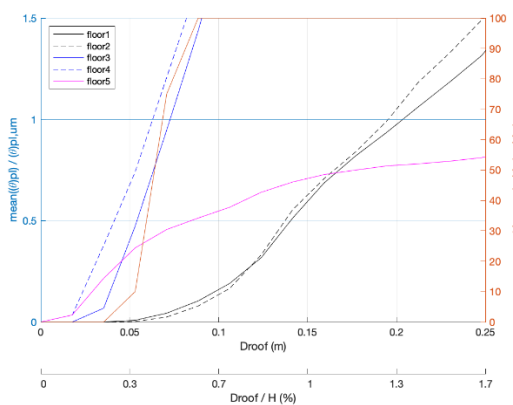
**Σχήμα Δ.640: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K5**



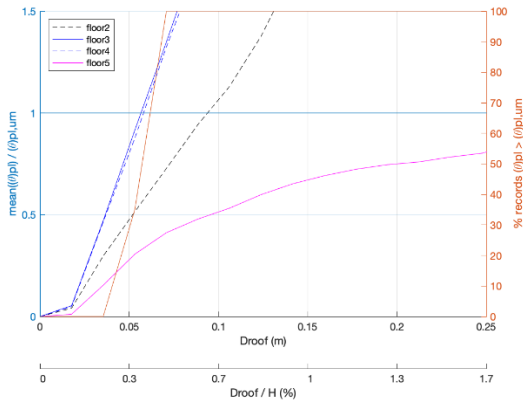
**Σχήμα Δ.641: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K11**



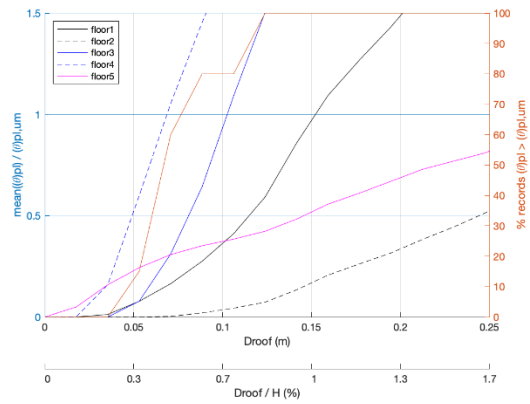
**Σχήμα Δ.642: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K12**



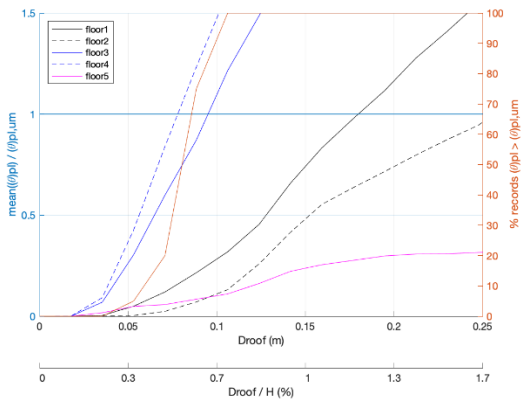
**Σχήμα Δ.643: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K13**



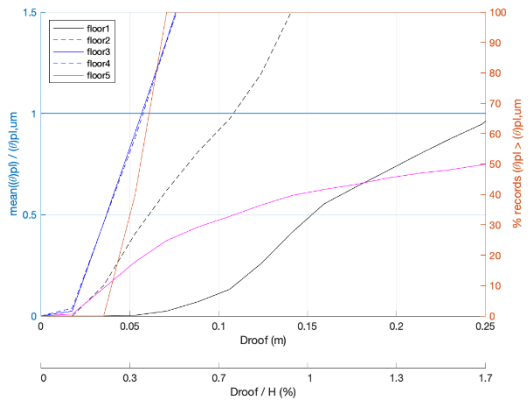
**Σχήμα Δ.644: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K14**



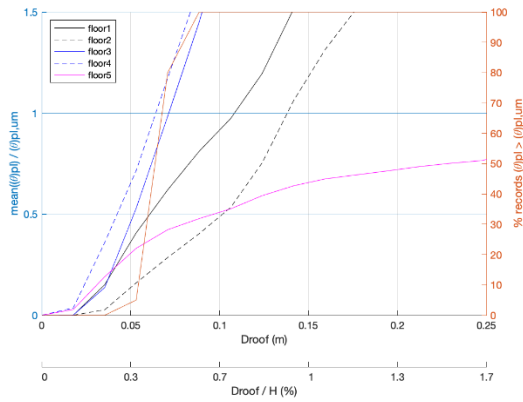
**Σχήμα Δ.645: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K15**



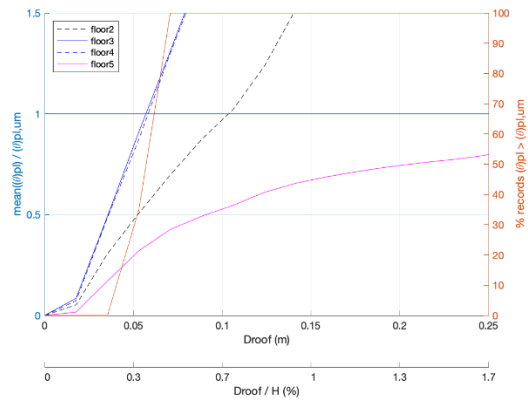
**Σχήμα Δ.646: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K16**



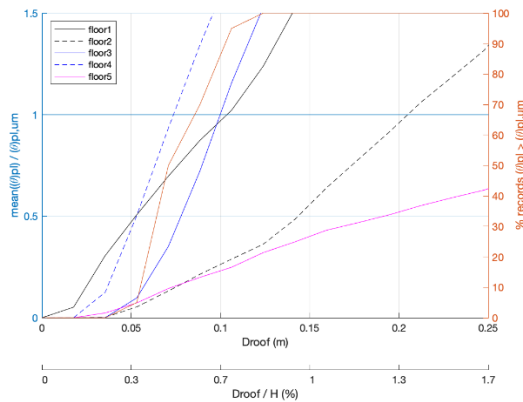
**Σχήμα Δ.647: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K17**



**Σχήμα Δ.648: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K18**

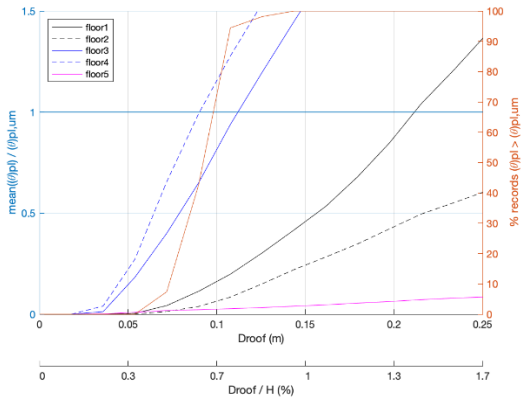


**Σχήμα Δ.649: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K19**

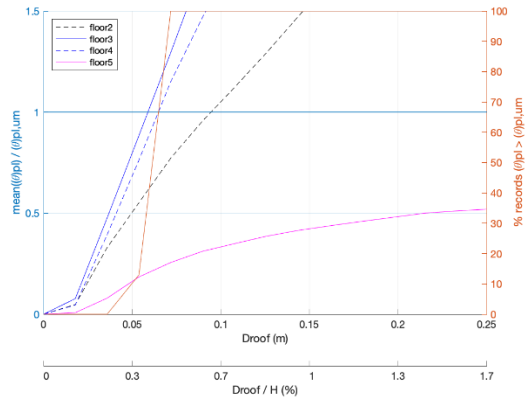


**Σχήμα Δ.650: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K20**

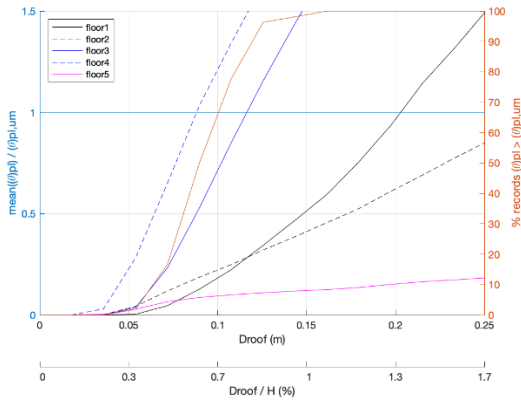
6)Κτίριο K60D59-Καταγραφές κοντινού πεδίου



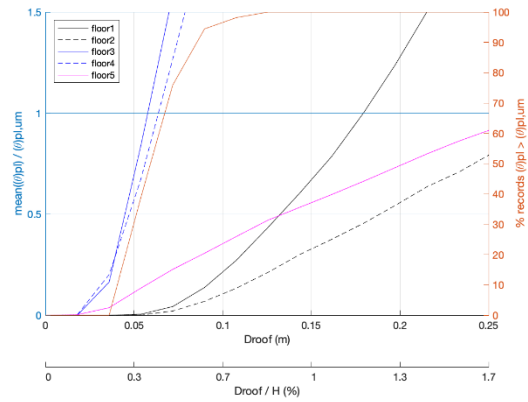
**Σχήμα Δ.651: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K1**



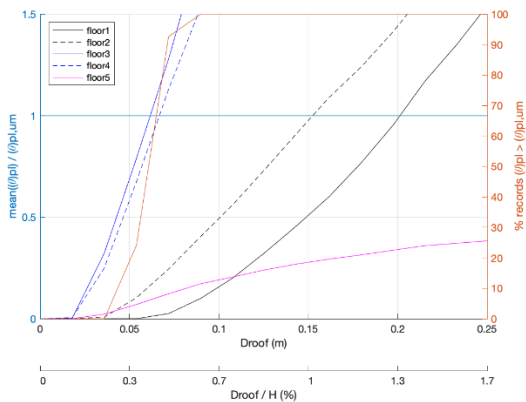
**Σχήμα Δ.652: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K4**



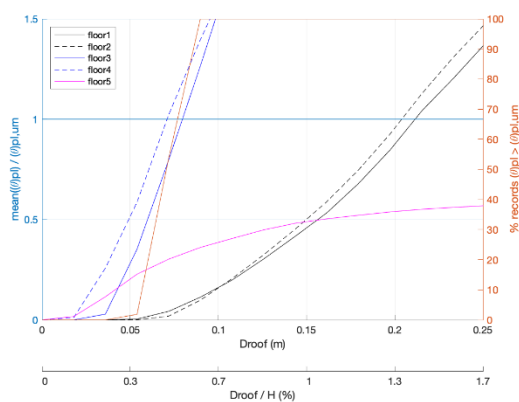
**Σχήμα Δ.653: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K5**



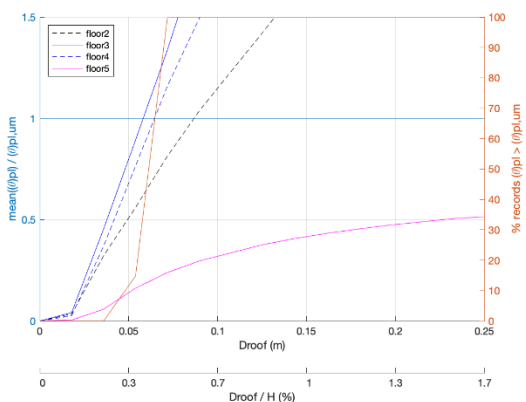
**Σχήμα Δ.654: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K11**



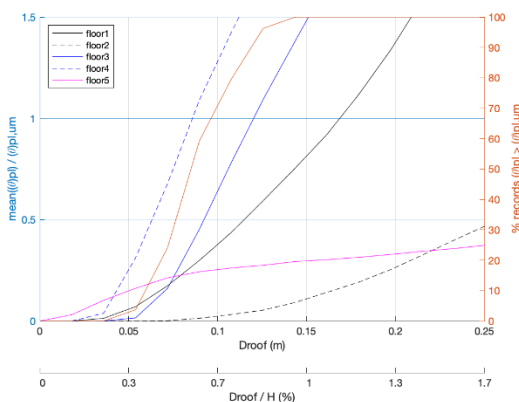
**Σχήμα Δ.655: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K12**



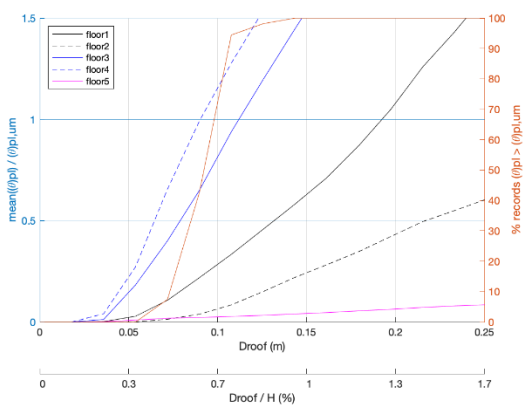
**Σχήμα Δ.656: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K13**



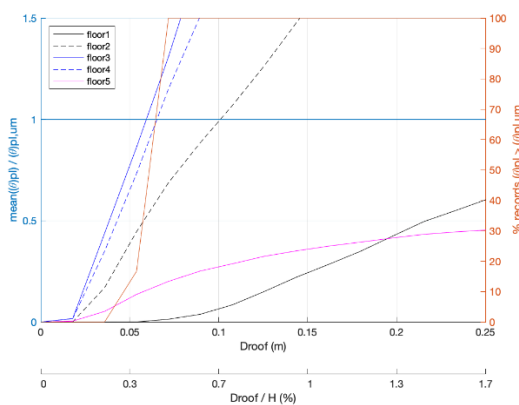
**Σχήμα Δ.657: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K14**



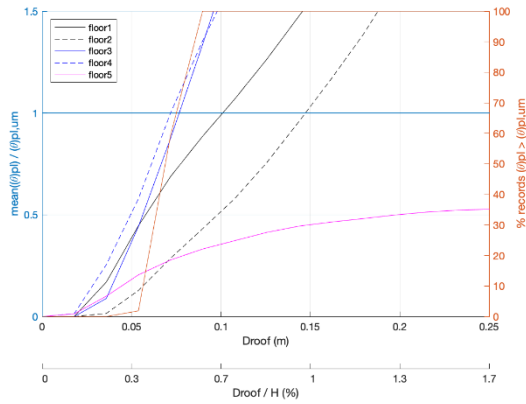
**Σχήμα Δ.658: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K15**



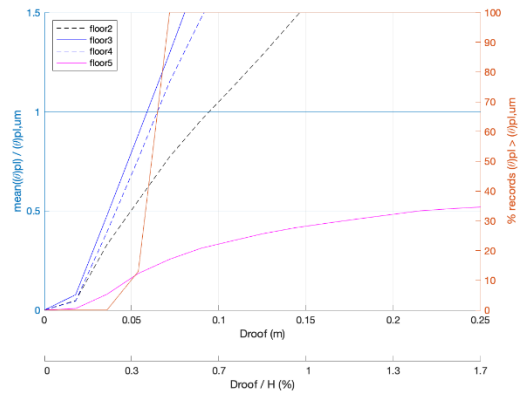
**Σχήμα Δ.659: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K16**



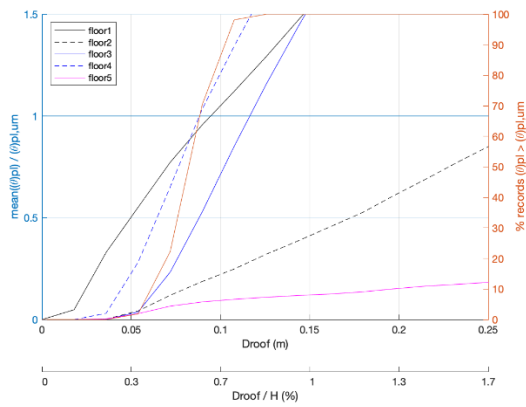
**Σχήμα Δ.660: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K17**



**Σχήμα Δ.661: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K18**



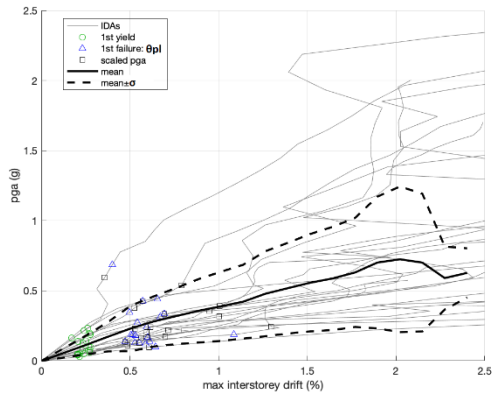
**Σχήμα Δ.662: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K19**



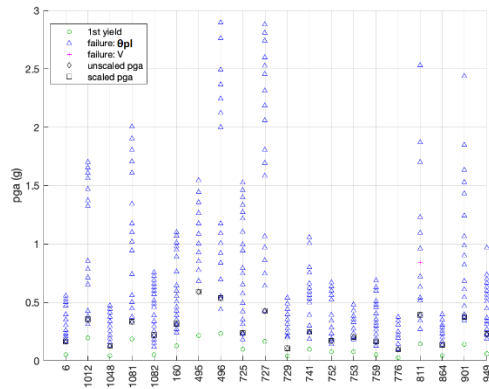
**Σχήμα Δ.663: Διάγραμμα  $\theta_{pl,um}-\Delta_{roof}$  για την κολονοσειρά K20**

## Ε. Γενικά διαγράμματα καταγραφών

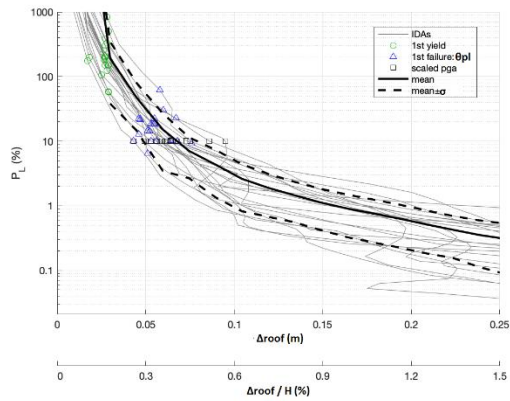
1)Κτίριο K60B59-Καταγραφές μακρινού πεδίου:



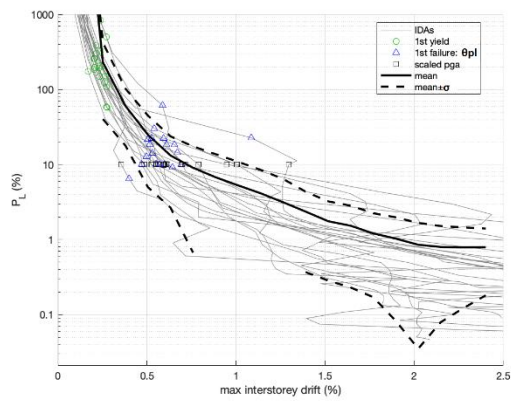
Σχήμα Δ.664: Διάγραμμα P.G.A.- $D_r$



Σχήμα Δ.665: Διάγραμμα P.G.A. ανά αστοχία για κάθε καταγραφή

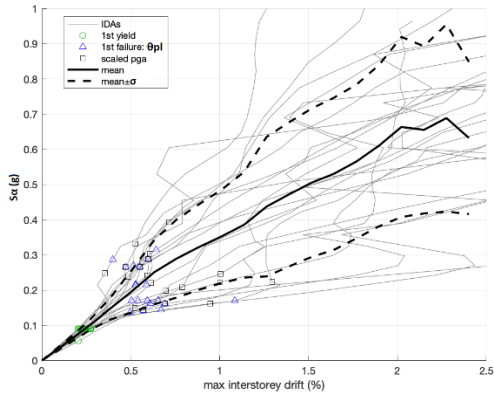


Σχήμα Δ.666: Διάγραμμα  $P_L$ - $\Delta_{roof}$

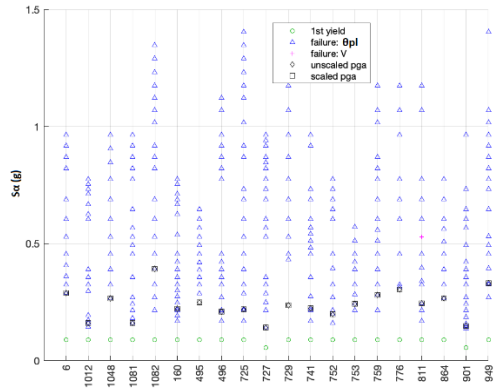


Διάγραμμα Δ.667: Διάγραμμα  $P_L$ - $D_r$

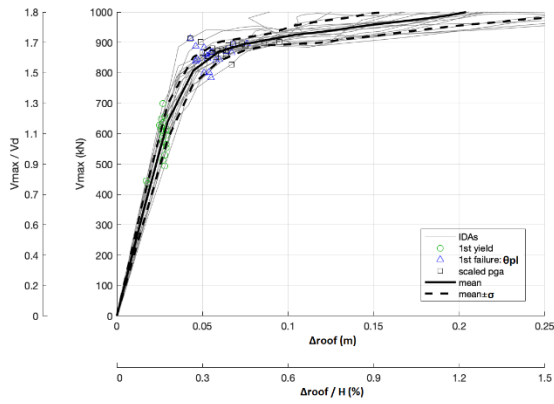




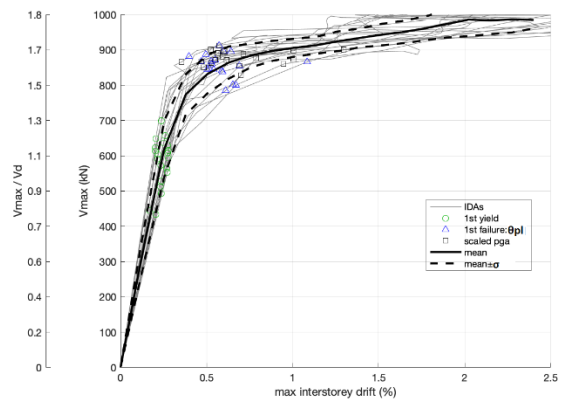
Σχήμα Δ.668: Διάγραμμα  $S_a$ - $D_r$



Σχήμα Δ.669: Διάγραμμα  $S_a$  ανά αστοχία για κάθε καταγραφή

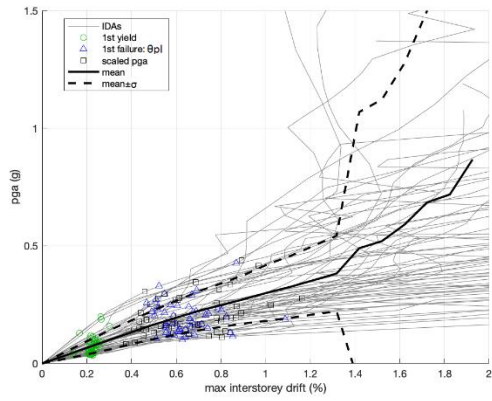


Σχήμα Δ.670: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $\Delta_{roof}$

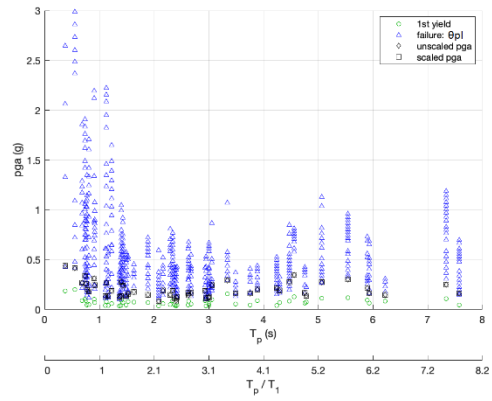


Σχήμα Δ.671: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $D_r$

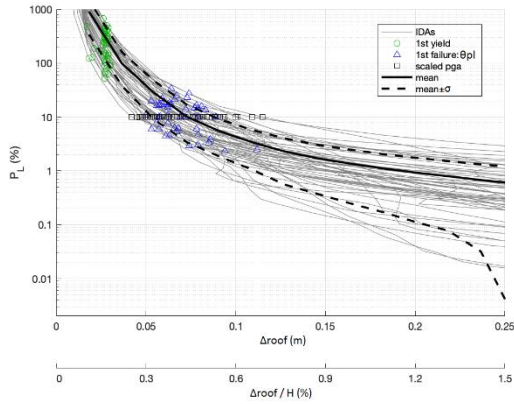
2)Κτίριο K60B59-Καταγραφές κοντινού πεδίου:



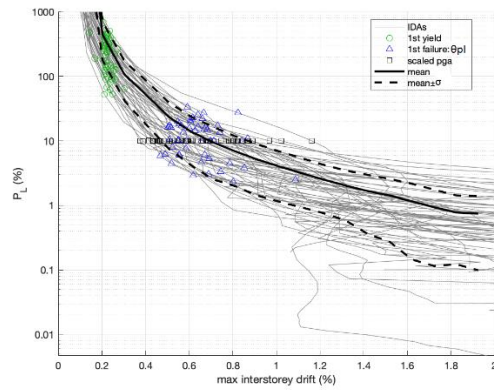
Σχήμα Δ.672: Διάγραμμα P.G.A.-D<sub>r</sub>



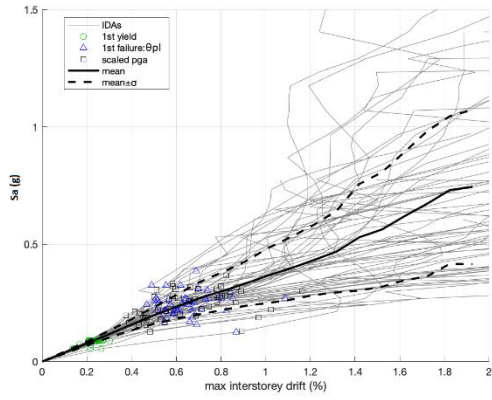
Σχήμα Δ.673: Διάγραμμα P.G.A. ανά αστοχία για κάθε καταγραφή



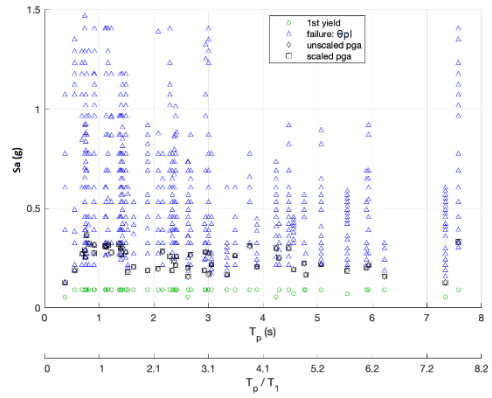
Σχήμα Δ.674: Διάγραμμα P<sub>L</sub>-Δ<sub>roof</sub>



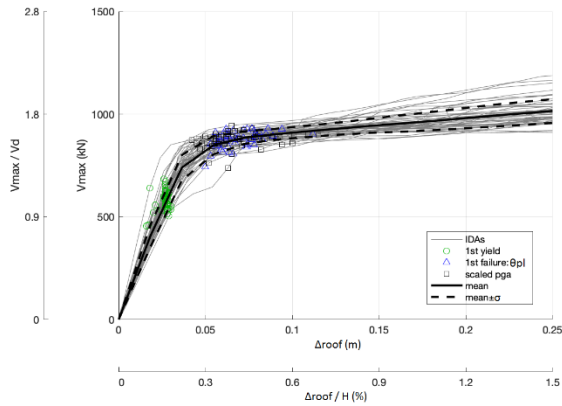
Διάγραμμα Δ.675: Διάγραμμα P<sub>L</sub>-D<sub>r</sub>



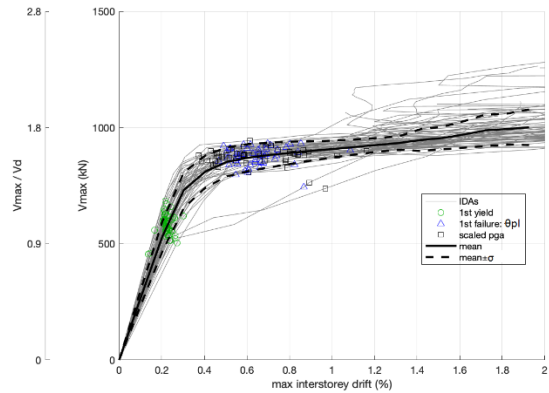
Σχήμα Δ.676: Διάγραμμα  $S_a$ - $D_r$



Σχήμα Δ.677: Διάγραμμα  $S_a$  ανά αστοχία για κάθε καταγραφή

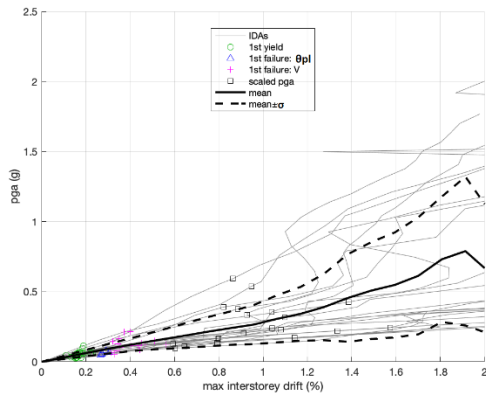


Σχήμα Δ.678: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $\Delta_{roof}$

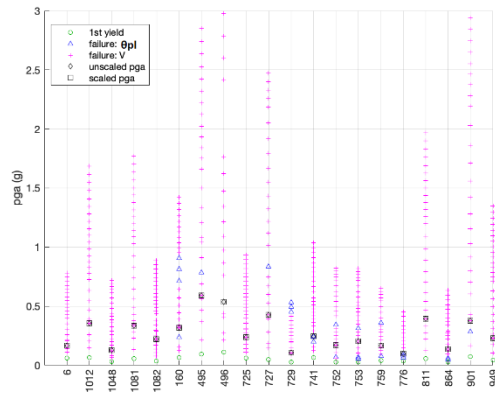


Σχήμα Δ.679: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $D_r$

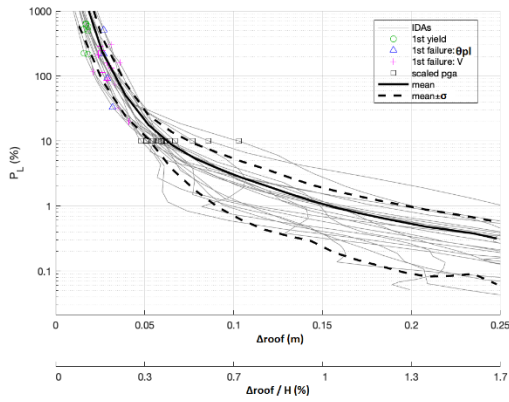
3)Κτίριο K60C59-Καταγραφές μακρινού πεδίου:



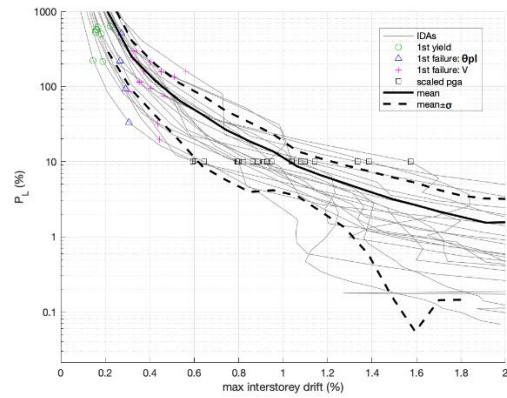
Σχήμα Δ.680: Διάγραμμα P.G.A.-D<sub>r</sub>



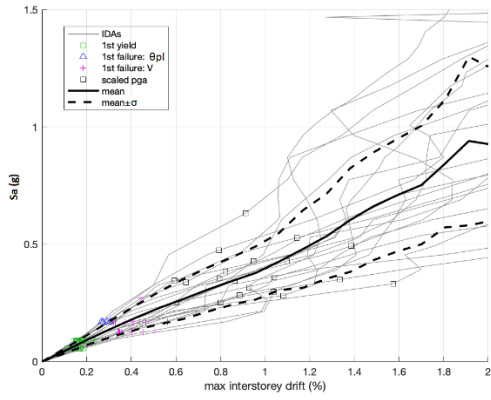
Σχήμα Δ.681: Διάγραμμα P.G.A. ανά αστοχία για κάθε καταγραφή



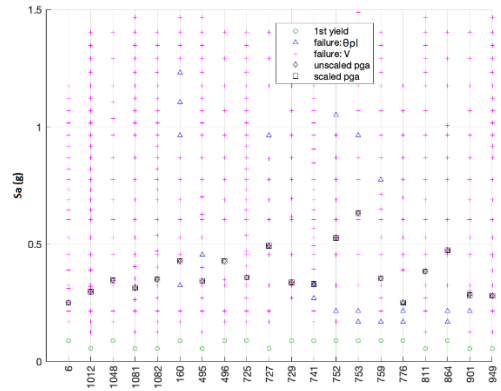
Σχήμα Δ.682: Διάγραμμα P<sub>L</sub>-Δ<sub>roof</sub>



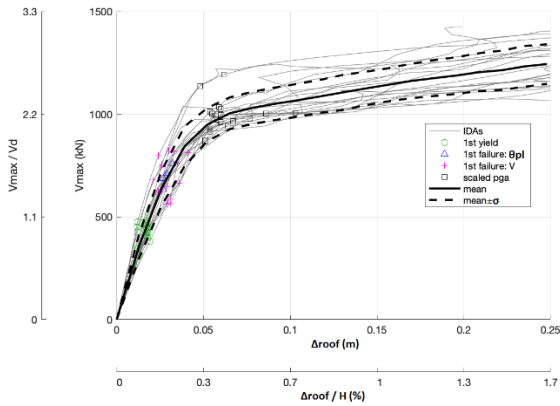
Διάγραμμα Δ.683: Διάγραμμα P<sub>L</sub>-D<sub>r</sub>



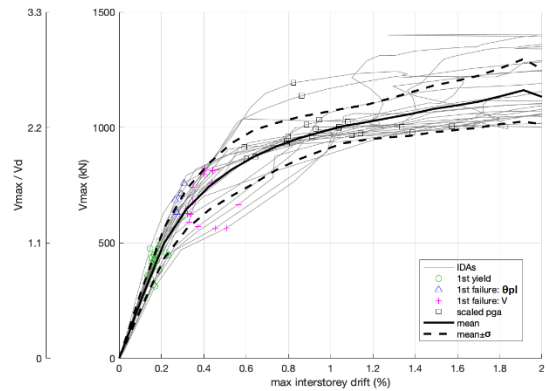
Σχήμα Δ.684: Διάγραμμα  $S_a-D_r$



Σχήμα Δ.685: Διάγραμμα  $S_a$  ανά αστοχία για κάθε καταγραφή

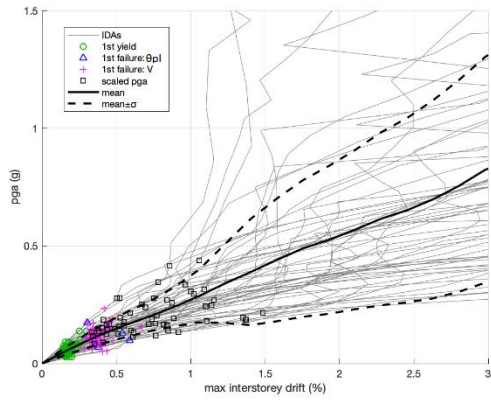


Σχήμα Δ.686: Διάγραμμα  $V_{max}-\Delta_{roof}$

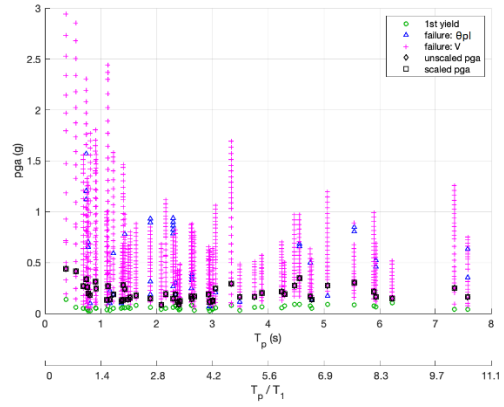


Σχήμα Δ.687: Διάγραμμα  $V_{max}-D_r$

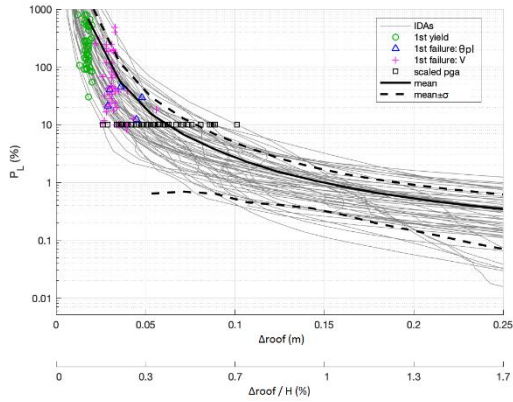
4)Κτίριο K60C59-Καταγραφές κοντινού πεδίου:



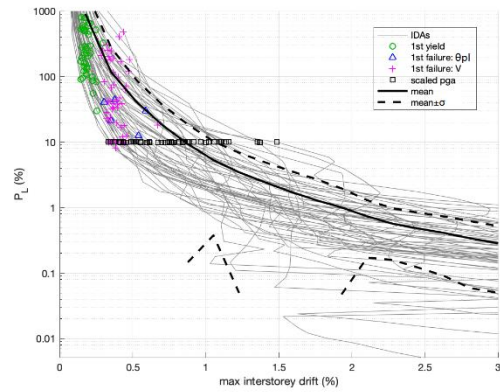
Σχήμα Δ.688: Διάγραμμα P.G.A.-D<sub>r</sub>



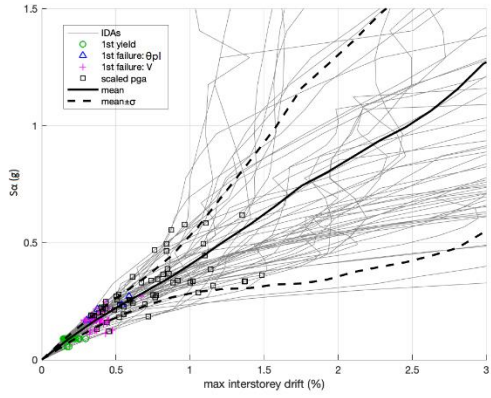
Σχήμα Δ.689: Διάγραμμα P.G.A. ανά αστοχία για κάθε καταγραφή



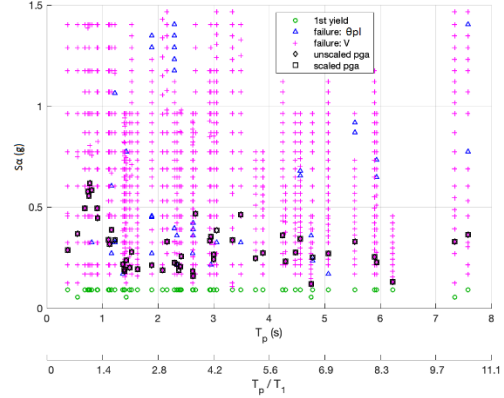
Σχήμα Δ.690: Διάγραμμα P<sub>L</sub>-Δ<sub>roof</sub>



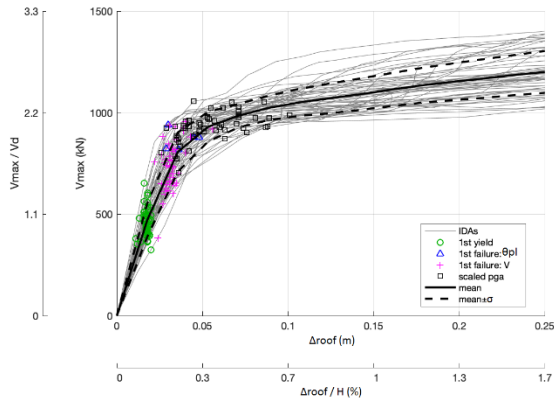
Διάγραμμα Δ.691: Διάγραμμα P<sub>L</sub>-D<sub>r</sub>



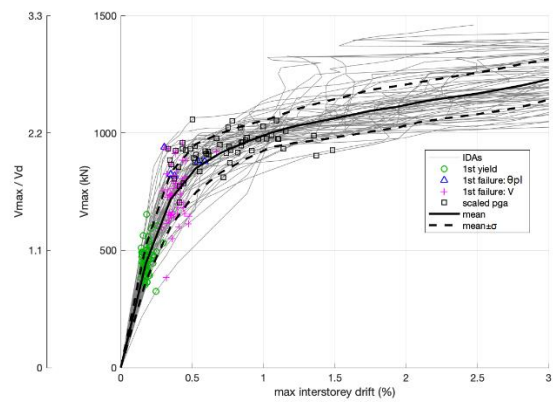
Σχήμα Δ.692: Διάγραμμα  $S_a$ - $D_r$



Σχήμα Δ.693: Διάγραμμα  $S_a$  ανά αστοχία για κάθε καταγραφή

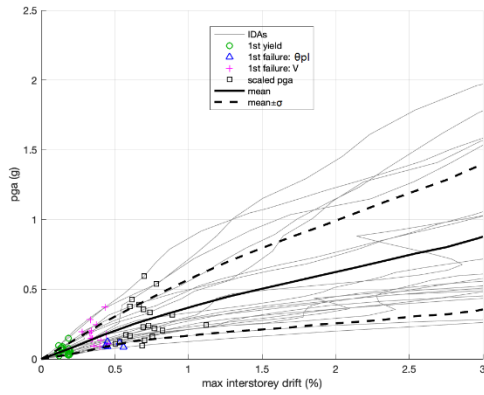


Σχήμα Δ.694: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $\Delta_{roof}$

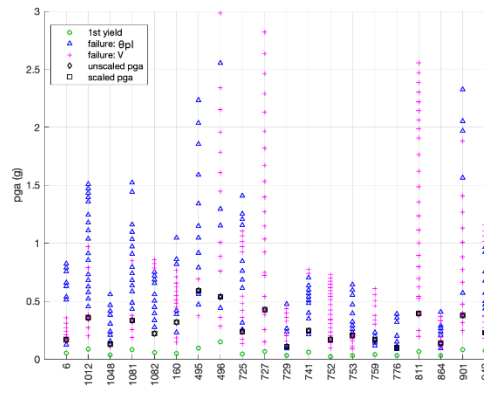


Σχήμα Δ.695: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $D_r$

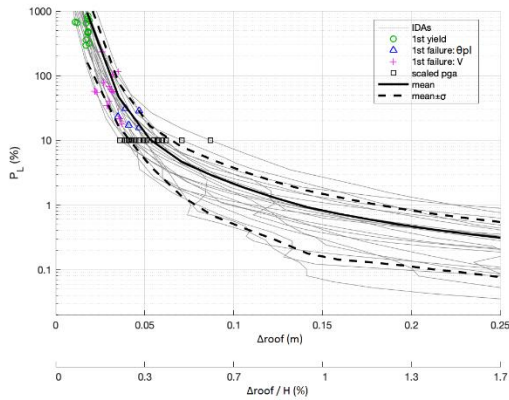
5)Κτίριο K60D59-Καταγραφές μακρινού πεδίου:



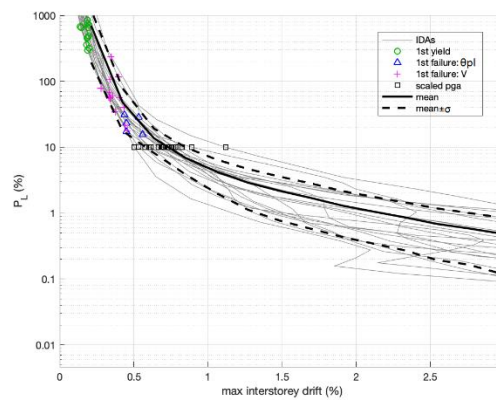
Σχήμα Δ.696: Διάγραμμα P.G.A.-Dr



Σχήμα Δ.697: Διάγραμμα P.G.A. ανά αστοχία για κάθε καταγραφή

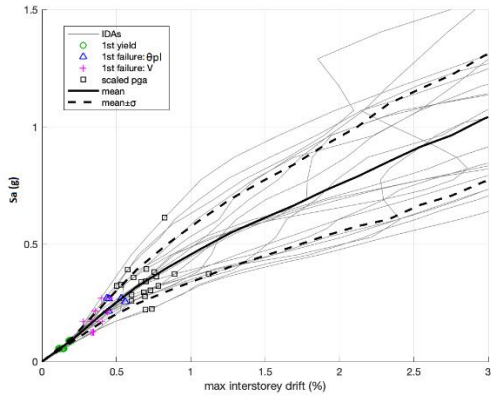


Σχήμα Δ.698: Διάγραμμα PL-Δ<sub>roof</sub>

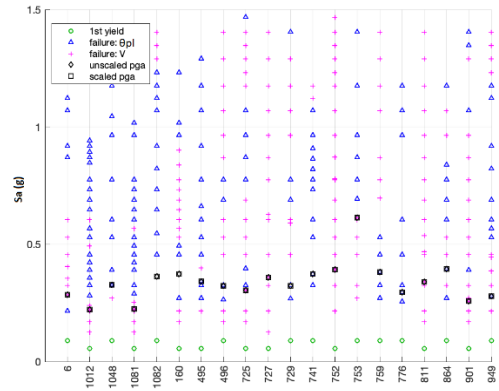


Διάγραμμα Δ.699: Διάγραμμα PL-Dr

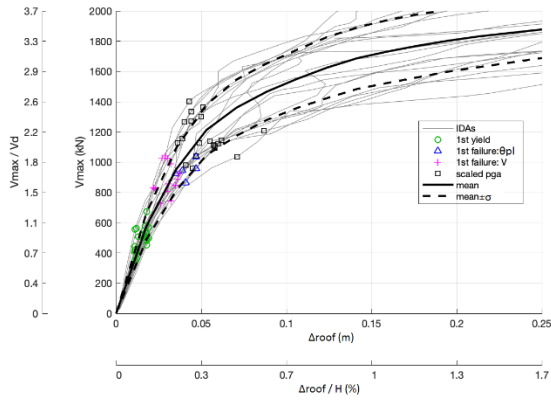




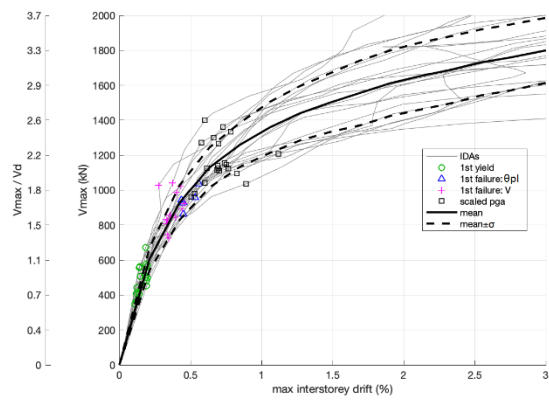
Σχήμα Δ.700: Διάγραμμα  $S_a$ - $D_r$



Σχήμα Δ.701: Διάγραμμα  $S_a$  ανά ασοχία για κάθε καταγραφή

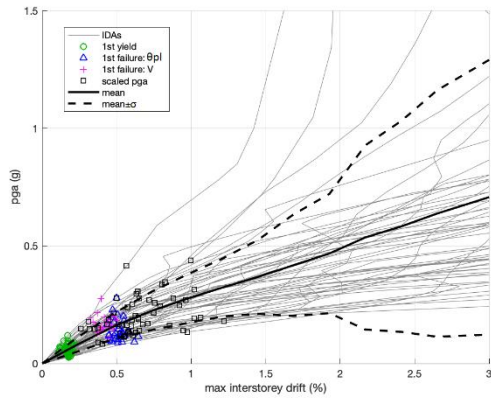


Σχήμα Δ.702: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $\Delta_{roof}$

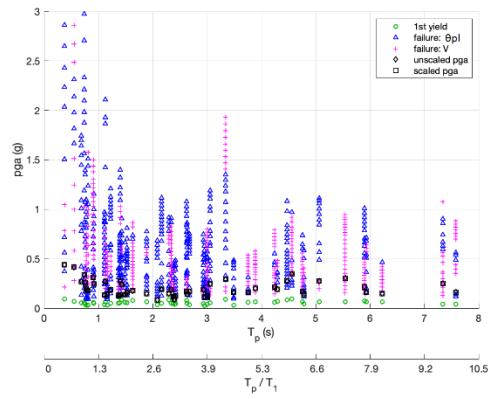


Σχήμα Δ.703: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $D_r$

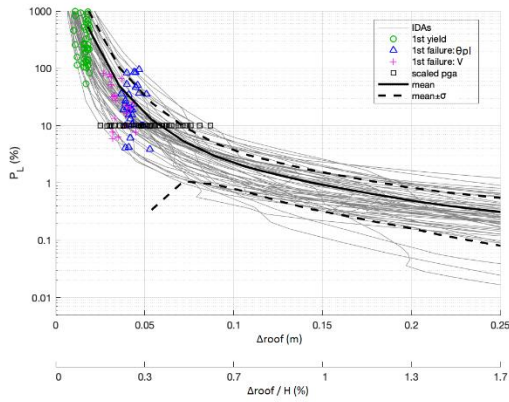
6)Κτίριο K60D59-Καταγραφές κοντινού πεδίου:



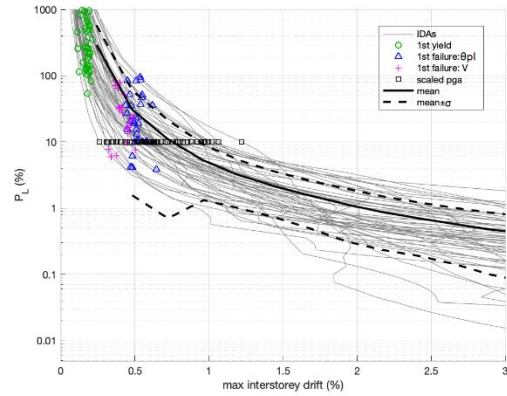
Σχήμα Δ.704: Διάγραμμα P.G.A.-D<sub>r</sub>



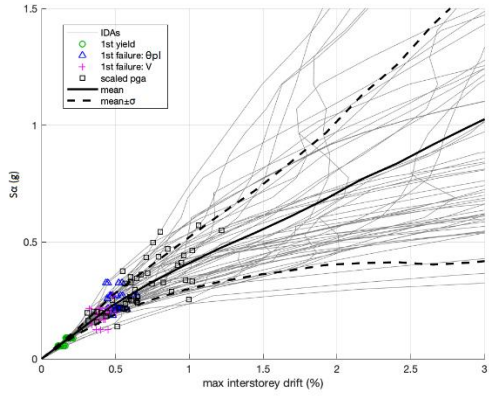
Σχήμα Δ.705: Διάγραμμα P.G.A. ανά αστοχία για κάθε καταγραφή



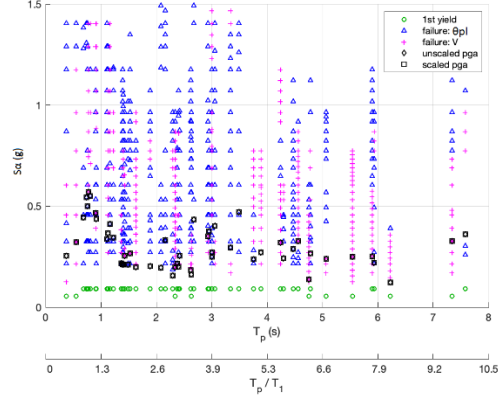
Σχήμα Δ.706: Διάγραμμα P<sub>L</sub>-Δ<sub>roof</sub>



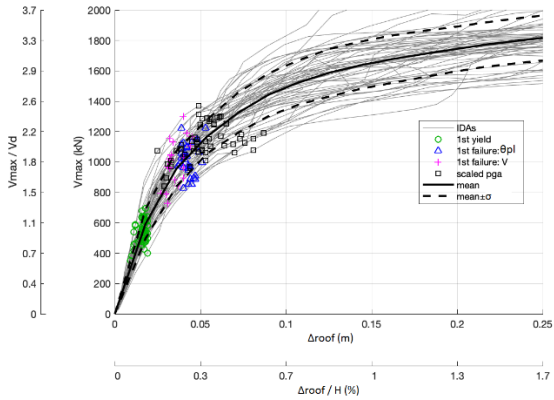
Διάγραμμα Δ.707: Διάγραμμα P<sub>L</sub>-D<sub>r</sub>



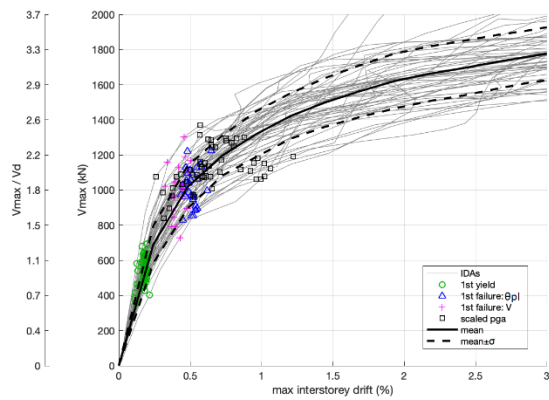
Σχήμα Δ.708: Διάγραμμα  $S_d$ - $D_r$



Σχήμα Δ.709: Διάγραμμα  $S_a$  ανά αστοχία για κάθε καταγραφή



Σχήμα Δ.710: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $\Delta_{roof}$



Σχήμα Δ.711: Διάγραμμα  $V_{max}$ - $D_r$

## Βιβλιογραφία:

### Βιβλία, Εργασίες, Δημοσιεύσεις

- Ρεπαπής Κ. Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων από ωπλισμένο σκυρόδεμα. *Διδακτορική Διατριβή* Αθήνα 2017, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.
- Bracci J.M, Reinhorn A.M, Mander J.B. Seismic Resistance of Reinforced Concrete Frame Structures Designed for Gravity Loads: Performance of Structural System. *Structural Journal* 1995;5(92):597-609.
- Das S, Nau J. M. Seismic Design Aspects of Vertically Irregular Reinforced Concrete Buildings. *Earthquake Spectra* 2003;19(3):455-477.
- Giannakouras P, Zeris C. Seismic performance of irregular RC frames designed according to the DDBD approach. *Engineering Structures* 2019;182:427-445.
- Pianigiani M, Mariani V. Soil Dynamics and Earthquake Engineering. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 2017;98:155-165.
- Repapis C, Vintzileou E, Zeris C. Evaluation of the seismic performance of existing RC buildings: I. suggested methodology. *Journal of Earthquake Engineering* 2006;10(2):265-287.
- Repapis C, Zeris C, Vintzileou E. Evaluation of the seismic performance of existing RC buildings: II. A case study for regular and irregular buildings. *Journal of Earthquake Engineering* 2006;10(3):429-452.
- Repapis C, Zeris C. Seismic Assessment of Non-conforming Infilled RC Buildings Using IDA Procedures. *Frontiers in Built Environment* 2019;4(88):1-23.
- Repapis C, Zeris C. Performance Investigation of Existing RC Buildings with Height Irregularity using the IDA Procedure. *Journal of Earthquake Engineering* 2018:1-31.
- Repapis C, Zeris C. Performance Investigation of Existing RC Buildings with Height Irregularity using the IDA Procedure. 2018:1-53.
- Tanganelli M, Viti S, Mariani V, Pianigiani M. Seismic assessment of existing RC buildings under alternative ground motion ensembles compatible to EC8 and NTC 2008. *Bull Earthquake Eng* 2017;15:1375-1396.
- Vamvatsikos D, Allin Cornell C. Applied Incremental Dynamic Analysis. *Earthquake Spectra* 2004;20(2):523-555.

- Zeris C, Vintzileou E, Repapis C. Seismic performance of existing irregular RC buildings. *4<sup>th</sup> European Workshop on the Seismic Behaviour of Irregular and Complex Structures* Paper No.32.
- Zeris C, Repapis C. Comparison of the seismic performance of existing RC buildings designed to different codes. *Earthquakes and Structures* 2018;14(6):505-523.
- Zeris C, Tassios T, Lu Y, Zhang G. Influence of Irregularity on the  $q$  Factor of RC Frames. *Tenth World Conference of Earthquake Engineering. Conference paper.*
- Παπαδρακάκης Μ. (2013). “Μαθήματα Στατικής V Πλαστική Ανάλυση Ραβδωτών Φορέων, Σύγχρονες Μέθοδοι”. Εκδόσεις Τσότρας, Αθήνα
- Ψυχάρης Γ.Ν. (2015). “Σημειώσεις Αντισεισμικής Τεχνολογίας”. Σημειώσεις 9ου εξαμήνου, Αθήνα.
- Paulay T. – Priestley M.J.N., “Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών”, Αθήνα, 1996, Εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ

## Κανονισμοί

- Αντισεισμικός κανονισμός Β.Δ. 1959
- Κανονισμός σκυροδέματος Β.Δ. 1954
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000
- Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος 2000
- Κανονισμός επεμβάσεων 2017 (ΚΑΝ.ΕΠΕ 2017)
- Ευρωκώδικας 8 2004
- FEMA 356 2000