



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

από τον σπουδαστή Χατζησταύρου Γεώργιο

**Σύγκριση φωτοβολταϊκών πλαισίων
διαφορετικών τεχνολογιών**

Υπεύθυνος καθηγητής :

Μαυροματάκης Φώτιος

Ηράκλειο 2023

1. Ευχαριστίες

Ευχαριστώ την οικογένειά μου που είναι πάντα δίπλα μου και τον κ.Μαυροματάκη Φώτιο ο οποίος με βοήθησε στο να διεκπεραιωθεί η πτυχιακή μου εργασία.

2. Περίληψη

Στην πτυχιακή αυτή εργασία δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με πολλαπλά φωτοβολταϊκά πλαίσια με στόχο να συγκρίνει τους διαφορετικούς τύπους των φωτοβολταϊκών αυτών πλαισίων. Γίνεται μια εισαγωγή στη φωτοβολταϊκή τεχνολογία και έπειτα αναπτύσσονται οι διαφορετικοί τύποι και η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών πλαισίων οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στη βάση δεδομένων. Αναφέρεται το που χρησιμοποιούνται αυτά τα φωτοβολταϊκά πλαίσια όπως επίσης και οι παράμετροι της βάσης δεδομένων. Κατά συνέπεια παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα της βάσης δεδομένων όπου για κάθε κατηγορία φωτοβολταϊκού τύπου δημιουργήθηκαν διαγράμματα και ιστογράμματα συχνότητας από τα χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πλαισίων ώστε να γίνει η σύγκριση μεταξύ των αντίστοιχων διαγραμμάτων και ιστογραμμάτων συχνότητας. Τέλος εξάγονται και τα συμπεράσματα της πτυχιακής αυτής εργασίας.

3. Περίληψη στα Αγγλικά / Abstract

In this thesis was created a database with multiple photovoltaic modules with an interest to compare the different types of these photovoltaic modules. There is an introduction into photovoltaic technology and then after an expansion to the different types and technology of the photovoltaic modules that have been imported into the database. It is referred where these photovoltaic modules are used into and also the parameters of the database. As a result there is a representation of the outcomes of the database where for each category of photovoltaic type were created diagrams and frequency histograms by the characteristics of the photovoltaic modules in case to compare the matching diagrams and frequency histograms. Lastly the conclusions of this thesis are exported.

4. Περιεχόμενα

1. Ευχαριστίες.....	2
2. Περίληψη.....	3
3. Περίληψη στα Αγγλικά / Abstract.....	4
5. Εισαγωγή.....	7
5.1. Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	7
5.2. Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.....	8
6. Τύποι πλαισίων.....	10
6.1. Monocrystalline.....	10
6.2. Polycrystalline.....	11
6.3. Bifacial.....	12
6.4. Half-cut.....	13
6.5. Thin film.....	13
6.6. PERC (Passivated Emitter Rear Cell).....	14
6.7. HJT(Heterojunction).....	15
7. Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα (Grid-connected).....	15
7.1. Κεντρικού σταθμού (Centralized).....	15
7.2. Κατανεμημένα (Distributed).....	16
7.2.1. Αμφίδρομης λειτουργίας.....	17
7.2.2. Βοηθητικής λειτουργίας.....	17
8. Βάση δεδομένων φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	18
8.1. Γενικά χαρακτηριστικά.....	18
8.2. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά.....	19
8.3. Μηχανικά χαρακτηριστικά.....	21
8.4. Θερμοκρασιακοί συντελεστές.....	21
8.5. Χαρακτηριστικά επίδοσης.....	22
9. Αποτελέσματα.....	23
9.1. Monocrystalline.....	23
9.2. Polycrystalline.....	40
9.3. Bifacial.....	57
9.4. Half-cut.....	74

9.5. Thin film	91
9.6. PERC (Passivated Emitter Rear Cell).....	108
9.7. HJT (Heterojunction).....	125
10. Συμπεράσματα.....	142

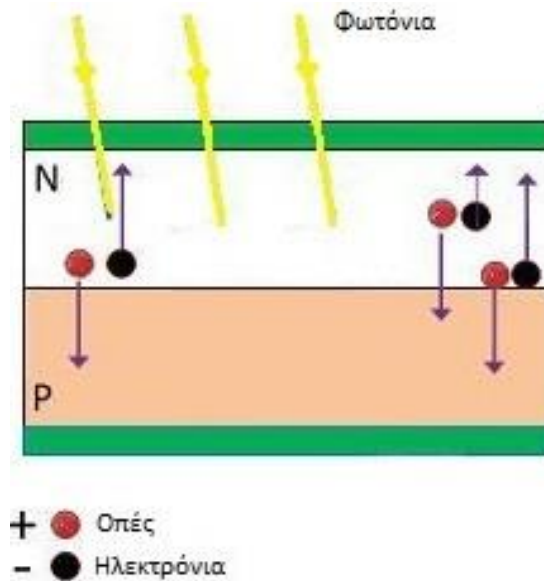
5. Εισαγωγή

5.1.Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο παρατηρήθηκε πρώτη φορά το 1839 από τον Γάλλο φυσικό Εντμόν Μπεκερέλ(Edmond Becquerel,1820-1891) σε ηλικία δεκαεννέα(19) ετών στο εργαστήριο του επιστήμονα και πατέρα του Αντουάν Σεζάρ Μπεκερέλ(Antoine César Becquere,1788-1878)γνωστό για τις μελέτες του σε ηλεκτρικά και φωταύγεια φαινόμενα.Ο Εντμόν Μπακερέλ σε ηλεκτρόδια πλατίνας καλυμμένα με βρωμιούχο(AgBr) ή χλωριούχο άργυρο(AgCl) παρατήρησε ότι μόλις αυτά φωτίστηκαν παράχθηκε τάση και ρεύμα.Γενικότερα φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι η διέγερση ηλεκτρονίων και η διάχυσή τους σε ένα υλικό μέσω της απορρόφησης του φωτός και ειδικότερα για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και την τεχνολογία τους είναι ο διαχωρισμός των ηλεκτρονίων και των οπών σε μία επαφή p-n μέσω της απορρόφησης του φωτός από τους δύο(2) αυτούς ημιαγωγούς ο οποίος οδηγεί στην παραγωγή τάσεως και ρεύματος.



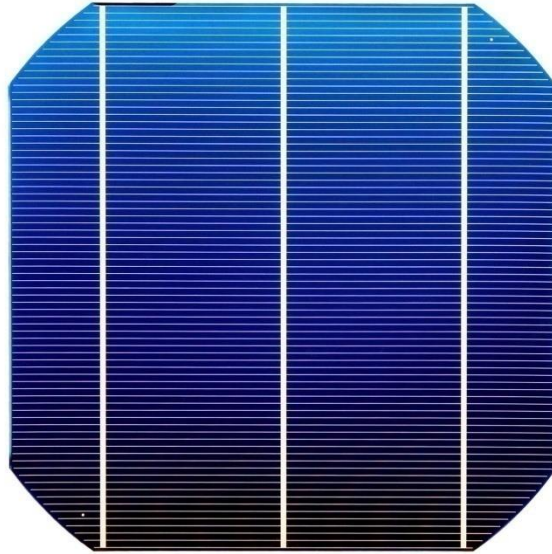
Σχήμα 5.1: Εντμόν Μπεκερέλ(Edmond Becquerel,1820-1891)



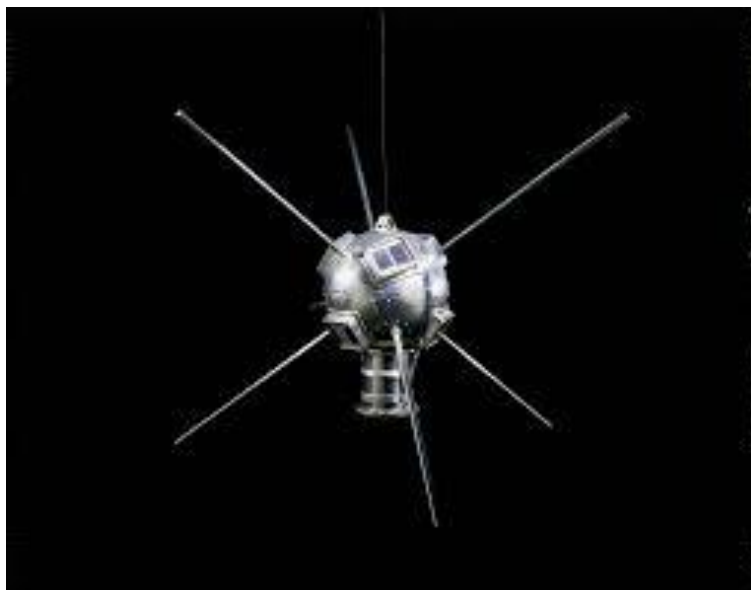
Σχήμα 5.2 : Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο σε ημιαγωγούς με επαφή τύπου p-n

5.2.Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

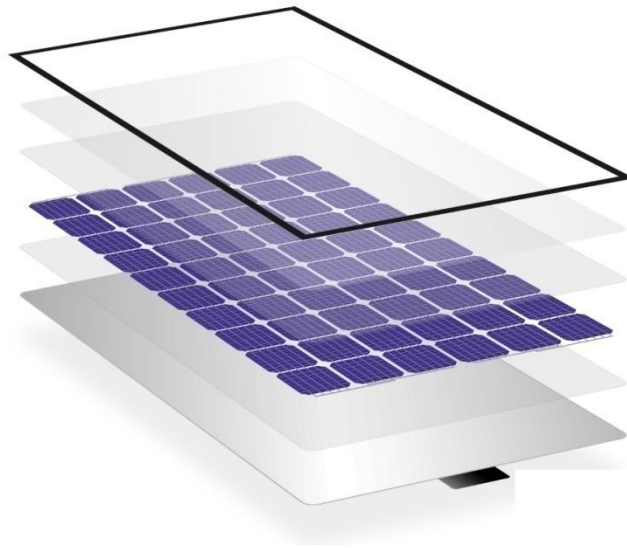
Η αρχή για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια έγινε το 1954 όπου και κατασκευάστηκε η πρώτη φωτοβολταϊκή κυψελίδα από τα εργαστήρια Μπελ τα οποία έχουν ιδρυτή τον εφευρέτη του τηλεφώνου Αλεξάντερ Γκράχαμ Μπελ (Alexander Graham Bell, 1847-1922). Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι η σε σειρά ή και παράλληλη σύνδεση φωτοβολταϊκών κυψελίδων αναλόγως τον σκοπό για τον οποίο προορίζεται το εκάστοτε πλαίσιο. Η πιο συνήθης είναι η σε σειρά σύνδεση των φωτοβολταϊκών κυψελίδων και οι πρώτες συνδεδεμένες κυψελίδες χρησιμοποιήθηκαν ήδη από το 1958 δηλαδή τέσσερα (4) χρόνια αργότερα στον δορυφόρο Vanguard-1. Εφόσον συνδεθούν οι κυψελίδες τοποθετείτε από πάνω μια γυάλινη πρόσοψη και με τον συνδυασμό του ειδικού μεταλλικού πλαισίου και του ειδικού πλαστικού στο πίσω μέρος προστατεύουν από φθορές και υγρασίες. Το σύνολο αυτών απαρτίζουν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο όμως αναλόγως την τεχνολογία του φωτοβολταϊκού πλαισίου η κατασκευή των κυψελίδων αλλά και του ίδιου του πλαισίου μπορεί να διαφέρει. Τέλος αν και δεν αποτελεί μέρος του φωτοβολταϊκού πλαισίου όμως αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την προστασία και την αποτελεσματικότητα του φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι η βάση. Η βάση του φωτοβολταϊκού πλαισίου συνήθως είναι φτιαγμένη από ανοξείδωτο ατσάλι και διαφέρει αναλόγως την χρήση και το μέρος το οποίο τοποθετείται το φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Υπάρχουν πολλών ειδών βάσεις με διαφορετική τεχνολογία όμως όλες οι βάσεις τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν βασικό στόχο την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας και την προστασία του φωτοβολταϊκού πλαισίου.



Σχήμα 5.3: Φωτοβολταϊκή κυψελίδα



Σχήμα 5.4: Αντίγραφο του δορυφόρου Vanguard-1

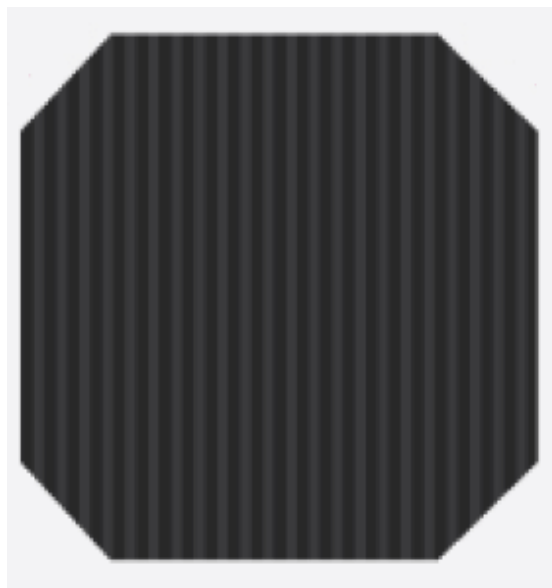


Σχήμα 5.5: Τα μέρη τα οποία αποτελείται ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο

6. Τύποι πλαισίων

6.1. Monocrystalline

Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια αποτελούνται από κυψελίδες φτιαγμένες από την ίδια ράβδο κρυσταλλικού πυριτίου η οποία συνήθως παρασκευάζεται με την μέθοδο Τσοχράλσκι(Czochralski). Η ράβδος αυτή κόβεται αλλά λόγω του σχήματος που δίνονται στις κυψελίδες υπάρχει πολύ περίσσιο υλικό το οποίο δεν χρησιμοποιείται και αυτό κάνει την παρασκευή των πλαισίων αρκετά υψηλή σε κόστος. Η κρυσταλλική δομή είναι ομοιογενής σε όλο το υλικό και λόγω του ότι είναι φτιαγμένη από την ίδια ράβδο και δεν δημιουργούνται άλλοι κρύσταλλοι ή δεν αναμιγνύεται με άλλα υλικά τα ηλεκτρόνια έχουν περισσότερο χώρο να κινηθούν και έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη απόδοση.



Σχήμα 6.1: Μονοκρυσταλλική κυψελίδα



Σχήμα 6.2: Μονοκρυσταλλικό πλαίσιο

6.2. Polycrystalline

Όπως στα μονοκρυσταλλικά πλαίσια έτσι και στα πολυκρυσταλλικά το βασικό στοιχείο των φωτοβολταϊκών κυψελίδων είναι ίδιο δηλαδή είναι και αυτές φτιαγμένες από πυρίτιο. Η κύρια και η πιο σημαντική διαφορά τους είναι ότι μετά την κατεργασία και την πήξη του υλικού στην τελική μορφή του επεξεργασμένου πυριτίου διακρίνονται όρια κόκκων δηλαδή παύει πια να είναι μονοκρυσταλλικό. Λόγω αυτού η πολυκρυσταλλική τους δομή δεν είναι ομοιογενής. Το υλικό είναι σε σχήμα κύβων και κατά την κοπή για την δημιουργία των κυψελίδων σε αντίθεση με τις μονοκρυσταλλικές κυψελίδες δεν υπάρχει τόσο πολύ περίσσιο υλικό πράγμα που κάνει την παρασκευή πολύ χαμηλότερη σε κόστος.



Σχήμα 6.3: Πολυκρυσταλλική κυψελίδα



Σχήμα 6.4: Πολυκρυσταλλικό πλαίσιο

6.3. Bifacial

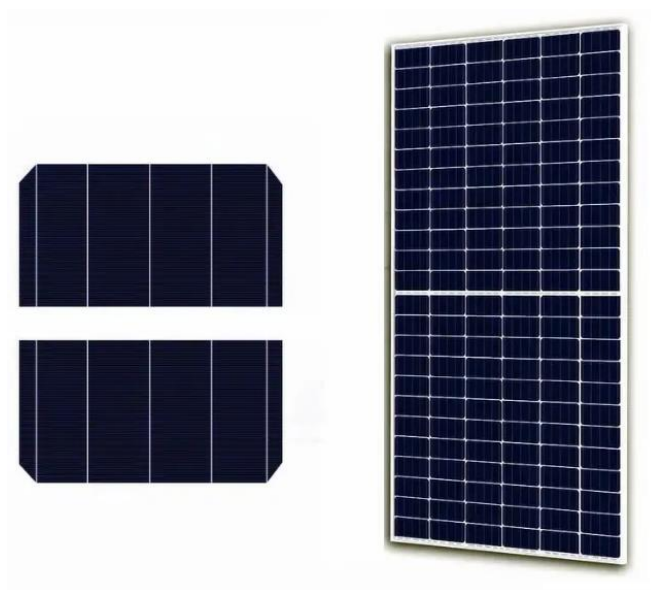
Τα bifacial πλαίσια ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα πλαίσια διότι έχουν την ιδιαιτερότητα να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και από τις δύο(2) πλευρές του φωτοβολταϊκού πλαισίου. Αντίθετα με τα υπόλοιπα φωτοβολταϊκά πλαίσια δεν διαθέτουν στην πίσω όψη τους το ειδικό πλαστικό αλλά συνήθως μια γυάλινη πρόσοψη. Με αυτόν τον τρόπο εκμεταλλεύονται την διάχυτη ακτινοβολία αλλά και την λευκαύγεια του εδάφους και έτσι αυξάνεται η ενέργεια η οποία παράγουν. Συνήθως οι κυψελίδες του πλαισίου είναι μονοκρυσταλλικές αλλά υπάρχουν και πλαίσια με πολυκρυσταλλικές κυψελίδες.



Σχήμα 6.5: Η πίσω όψη των Bifacial φωτοβολταϊκών πλαισίων

6.4. Half-cut

Τα Half-cut ή και Half-cell πλαίσια είναι πλαίσια τα οποία οι κυψελίδες τους είναι κομμένες στην μέση με λέιζερ. Αυτή η ιδιαιτερότητα δίνει την δυνατότητα σε αυτά τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και πιο συγκεκριμένα στις κυψελίδες αυτών των πλαισίων να έχουν μεγαλύτερη αντοχή αλλά και να παράγουν περισσότερη ισχύ διότι οι ηλεκτρικές αντιστάσεις μειώνονται. Επίσης έχουν το πλεονέκτημα απέναντι στα υπόλοιπα πλαίσια ότι αν ένα μέρος από το πλαίσιο σκιαστεί θα συνεχίσει να παράγει ρεύμα σε ικανοποιητικό βαθμό ενώ αυτό δεν ισχύει στα υπόλοιπα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία θα χάσουν ένα πολύ μεγάλο ποσοστό από το ρεύμα το οποίο θα παρήγαγαν. Τα Half-cut πλαίσια ξεχωρίζουν στην εμφάνιση τους έχοντας άνω και κάτω μέρος και εξαιτίας της κοπής των κυψελίδων στην μέση, οι οποίες είναι είτε μονοκρυσταλλικές είτε πολυκρυσταλλικές, έχουν μεγαλύτερο κόστος κατά την παραγωγή τους.



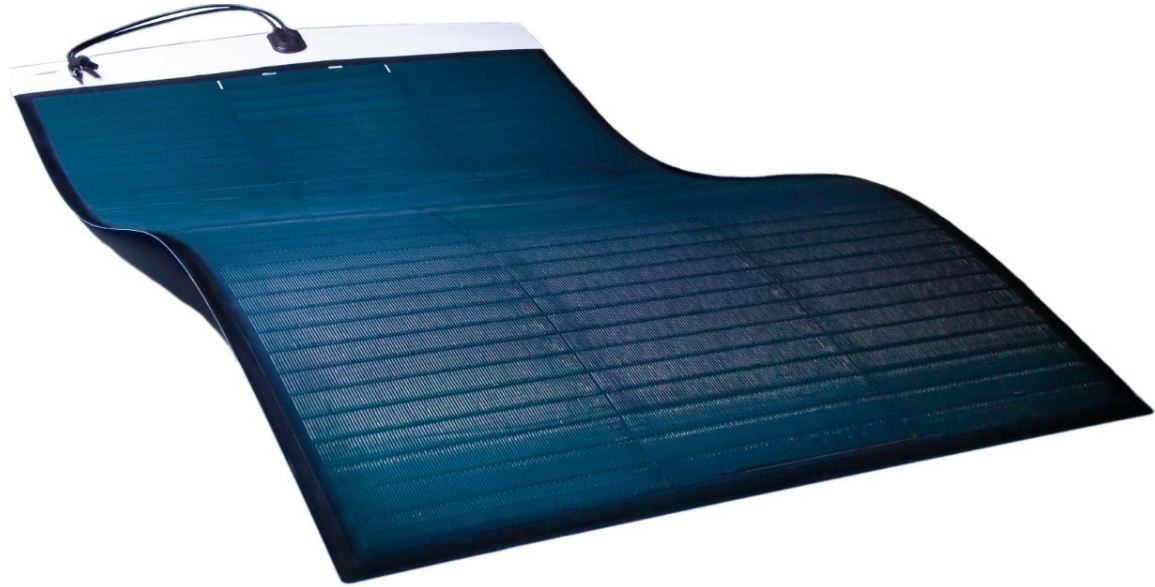
Σχήμα 6.6: Half-cut φωτοβολταϊκή κυψελίδα(αριστερά) και φωτοβολταϊκό πλαίσιο(δεξιά)

6.5. Thin film

Τα Thin film πλαίσια είναι πλαίσια εύκαμπτα και πολύ ελαφρύτερα από τα υπόλοιπα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Το κόστος παραγωγής τους είναι το χαμηλότερο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα φωτοβολταϊκά πλαίσια αλλά και η απόδοσή τους είναι εξίσου χαμηλή. Οι φωτοβολταϊκές τους κυψελίδες είναι κυρίως φτιαγμένες από:

- Άμορφο πυρίτιο(a-Si)
- Τελλουριούχο κάδμιο(CdTe)
- Χαλκό ίνδιο γάλλιο σεληνίδιο (CIGS)
- και από οργανικά πολυμερή.

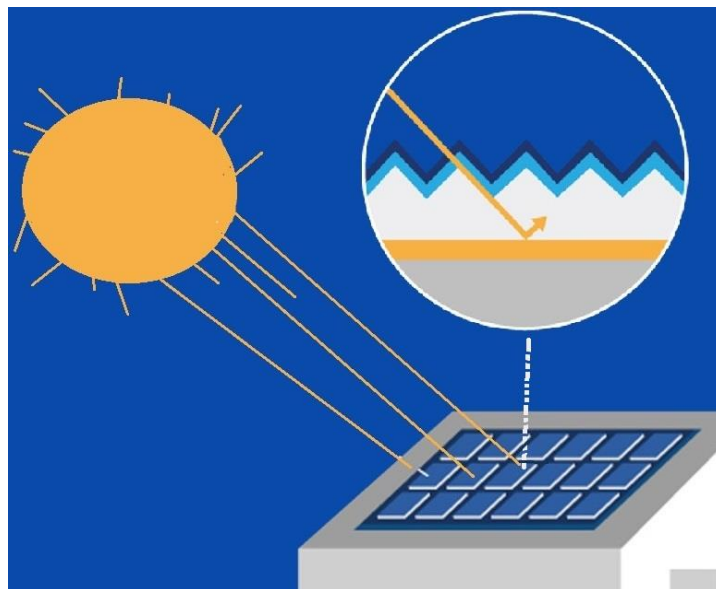
Η πρώτη χρήση των κυψελίδων αυτών έγινε στα τέλη του 1970 όπου χρησιμοποιήθηκαν στις αριθμομηχανές. Επίσης είναι ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες.



Σχήμα 6.7: Thin film πλαίσιο

6.6. PERC (Passivated Emitter Rear Cell)

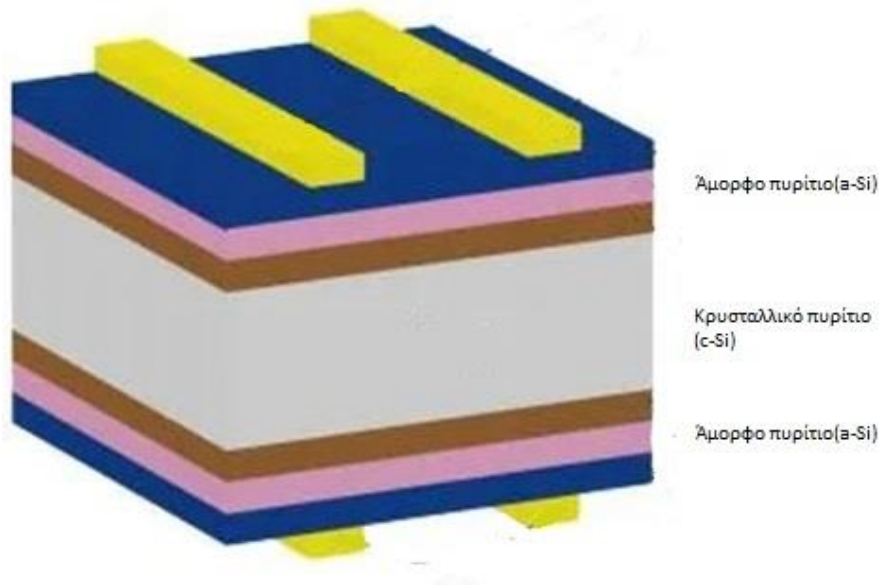
Τα P.E.R.C. ή Passivated Emitter Rear Cell πλαίσια είναι πλαίσια τα οποία με την τεχνολογία τους υποχρεώνουν κατά ένα ποσοστό το φως να μην φτάσει στο ειδικό πλαστικό στο κάτω μέρος του φωτοβολταϊκού πλαισίου ώστε να μην μετατραπεί σε θερμότητα. Οι ειδικές κυψελίδες του οι οποίες είναι μονοκρυσταλλικές ή πολυκρυσταλλικές έχουν επεξεργαστεί έτσι ώστε στο κάτω μέρος τους να έχουν μια ανακλαστική επιφάνεια η οποία να ανακλά το φως και να το ωθεί πάλι πίσω στην κυψελίδα ώστε να παραχθεί περισσότερη ενέργεια. Λόγω της τεχνολογίας αυτής επίσης προστατεύεται το φωτοβολταϊκό πλαίσιο και αυξάνεται η απόδοσή του αλλά το κόστος είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με τα απλά μονοκρυσταλλικά ή πολυκρυσταλλικά πλαίσια.



Σχήμα 6.8: Η ανάκλαση του φωτός σε ένα PERC φωτοβολταϊκό πλαίσιο εντός τις κυψελίδας

6.7. HJT(Heterojunction)

Τα HJT πλαίσια ή Heterojunction πλαίσια συνδυάζουν δύο(2)διαφορετικές τεχνολογίες φωτοβολταϊκών πλαισίων σε μία(1).Οι κυψελίδες των HJT πλαισίων αποτελούνται από κρυσταλλικό(c-Si) και άμορφο πυρίτιο(a-Si) συνδυάζοντας έτσι την Thin film τεχνολογία με αυτή των μονοκρυσταλλικών ή και των πολυκρυσταλλικών πλαισίων.Ανάλογα τον συνδυασμό αυτών των τεχνολογιών οι κυψελίδες του κρυσταλλικού πυριτίου,οι οποίες είναι συνήθως μονοκρυσταλλικές,καλύπτονται και από τις δύο(2) μεριές τους με άμορφο πυρίτιο(a-Si) επιτυγχάνοντας έτσι μεγαλύτερη απόδοση στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο.Το κόστος των πλαισίων είναι χαμηλότερο και επίσης έχουν υψηλή απόδοση.



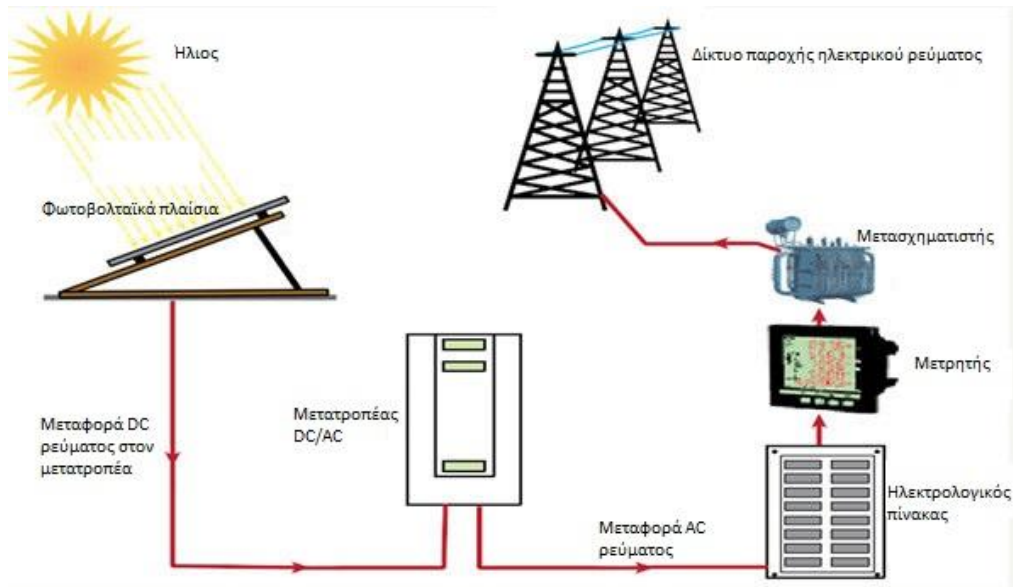
Σχήμα 6.9: Η εσωτερική δομή μιας HJT κυψελίδας

7. Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα (Grid-connected)

7.1.Κεντρικού σταθμού (Centralized)

Το κεντρικού σταθμού διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ένα σύστημα φωτοβολταϊκών πλαισίων στο οποίο η παραγόμενη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού.Η παραγόμενη ενέργεια μεταφέρεται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια στη μορφή συνεχούς ρεύματος στον μετατροπέα όπου το ρεύμα γίνεται εναλλασσόμενο και έπειτα στον κεντρικό σταθμό,ο οποίος κεντρικός σταθμός περιέχει τον μετασχηματιστή,και μετασχηματίζεται κατάλληλα το ρεύμα ώστε να διοχετευθεί στο δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού και να συμβάλει στην απαιτούμενη ενεργειακή ζήτηση.Λόγω της άμεσης διοχέτευσης της ενέργειας στο δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού και της άμεσης συμβολής στην κάλυψη της ζήτησης ενέργειας δεν απαιτείται αλλά και δεν χρησιμοποιείται μέσο αποθήκευσης για την ενέργεια η οποία παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και έτσι εξοικονομείται το κόστος για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας το οποίο είναι αρκετά υψηλό.Το κεντρικού σταθμού διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να συνδεθεί στο εθνικό ή και στο τοπικό δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού.Αναλόγως τον σκοπό τον οποίο εξυπηρετεί το εκάστοτε φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να είναι μεγάλης κλίμακας και να καταλαμβάνει αρκετά στρέμματα γης αλλά και μικρής κλίμακας

έτσι ώστε να συμβάλει στην κάλυψη των τοπικών ενεργειακών αναγκών. Επίσης έχουν υλοποιηθεί και πλωτά κεντρικού σταθμού διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία παρουσιάζουν και πλεονεκτήματα όπως μεγαλύτερη απόδοση λόγω της ψύξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων από την έμμεση επαφή τους με το νερό αλλά και συνεισφέρουν άμεσα στην προστασία των υδρόβιων ζώων από τις υψηλές θερμοκρασίες οι οποίες μπορεί να προκύψουν από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του νερού.



Σχήμα 7.1: Σχηματικό διάγραμμα διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος κεντρικού σταθμού

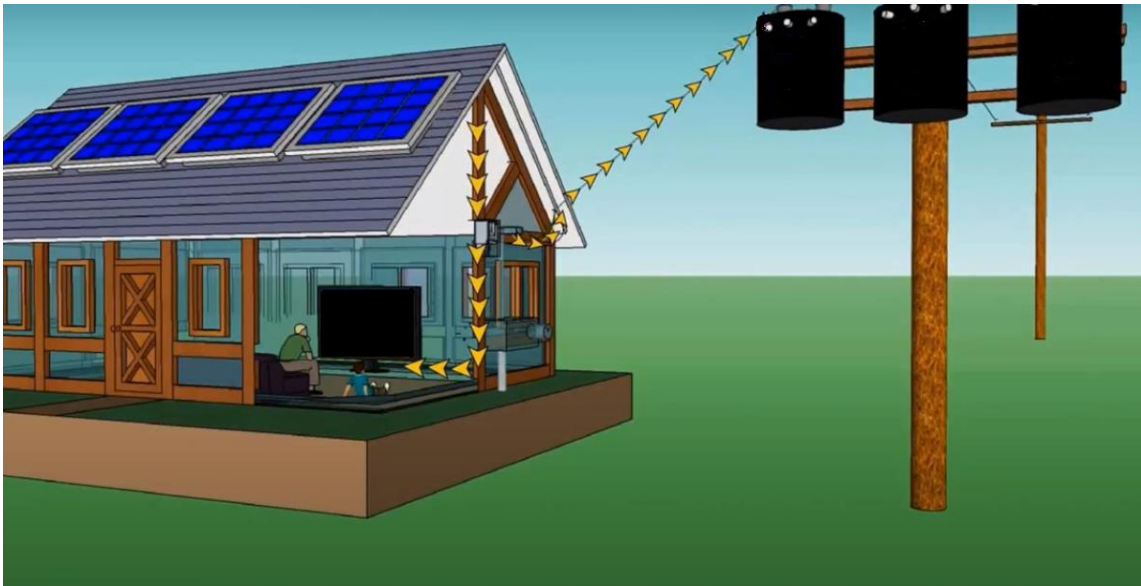


Σχήμα 7.2: Πλωτό διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα κεντρικού σταθμού

7.2. Κατανεμημένα (Distributed)

7.2.1. Αμφίδρομη λειτουργίας

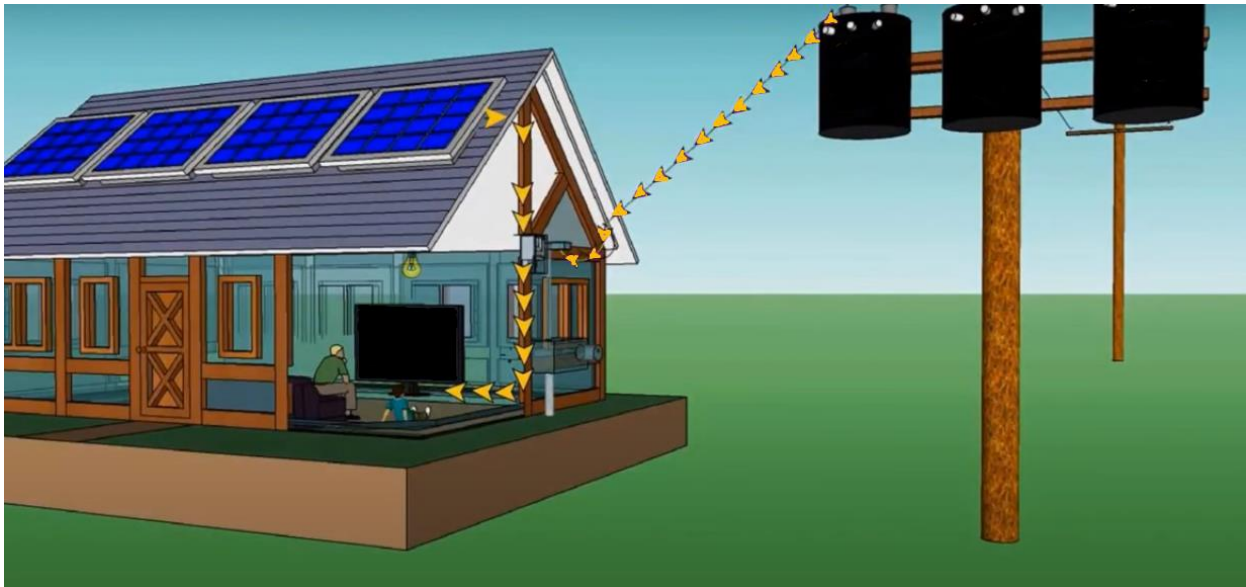
Το καταναμημένο διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα αμφίδρομης λειτουργίας είναι ένα μικρής κλίμακας φωτοβολταϊκό σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού το οποίο παρέχει άμεσα την απαιτούμενη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από τα φωτοβολταϊκά του πλαίσια. Παραμένει συνδεδεμένο στον δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού για τις περιπτώσεις στις οποίες δεν μπορεί να καλύψει την απαιτούμενη ενεργειακή ζήτηση όμως το φωτοβολταϊκό αυτό σύστημα έχει την ιδιαιτερότητα, για αυτό ονομάζεται και αμφίδρομης λειτουργίας, στην περίπτωση που καλύψει την απαιτούμενη ενεργειακή ζήτηση να διοχετεύσει την περίσσεια ενέργεια η οποία παράχθηκε από το σύστημα στο δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού.



Σχήμα 7.3: Καταναμημένο διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα αμφίδρομης λειτουργίας

7.2.2. Βοηθητικής λειτουργίας

Το καταναμημένο διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα βοηθητικής λειτουργίας είναι και αυτό ένα σύστημα μικρής κλίμακας σχεδιασμένο στο να παρέχει άμεσα την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από τα φωτοβολταϊκά του πλαίσια. Είναι επίσης συνδεδεμένο με το δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού ώστε να το χρησιμοποιεί μόνο στην περίπτωση που από μόνο του το σύστημα δεν μπορεί να καλύψει την ενεργειακή ζήτηση. Αυτό σημαίνει ότι το συγκεκριμένο σύστημα είναι σχεδιασμένο στο να καλύπτει μικρότερης χρονικής κλίμακας απαιτούμενη ενέργεια και να χρησιμοποιεί το δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού μόνο ως πηγή εφεδρείας.



Σχήμα 7.4: Κατανεμημένο διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα βοηθητικής λειτουργίας

8. Βάση δεδομένων φωτοβολταϊκών πλαισίων

8.1.Γενικά χαρακτηριστικά

Τα γενικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πλαισίων αποτελούν το βασικό μέρος της βάσης δεδομένων στην οποία δημιουργήθηκε και είναι τα χαρακτηριστικά τα οποία κατατάσσουν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο με βάση τον κατασκευαστή,την τεχνολογία και το μοντέλο του φωτοβολταϊκού πλαισίου.Παρακάτω παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά ως έχουν στη βάση δεδομένων:

- i. Manufacturer(Ο κατασκευαστής του φωτοβολταϊκού πλαισίου)
- ii. Type(Ο τύπος του φωτοβολταϊκού πλαισίου)
- iii. Model(Το μοντέλο του φωτοβολταϊκού πλαισίου)

	A	B	C	D	E
	MANUFACTURER	TYPE	MODEL	I_{mpp} (W)	I_{mpp} (A)
3	KYOCERA	Polycrystalline	KD210GH-2PU	210	7,90
4	SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 230	230	7,22
5	SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 235	235	7,85
6	SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 240	240	7,96
7	SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 245	245	7,96
8	SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 250	250	8,12
9	TALESUN	Polycrystalline	TP672P-320	320	8,63
10	TALESUN	Polycrystalline	TP672P-325	325	8,70
11	TALESUN	Polycrystalline	TP672P-330	330	8,76
12	MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 250	250	8,22
13	MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 255	255	8,28
14	MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 260	260	8,34
15	YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL300P-35b	300	8,37
16	YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL305P-35b	305	8,45
17	YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL310P-35b	310	8,53
18	YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL315P-35b	315	8,56
19	YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL320P-35b	320	8,64
20	HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-250	250	8,20
21	HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-255	255	8,31
22	HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-260	260	8,42
23	HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-265	265	8,53
24	HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-270	270	8,66
25	SUNPOWER	Monocrystalline	SPR-V31-325-BLK	325	8,85

Σχήμα 8.1: Τα γενικά χαρακτηριστικά στη βάση δεδομένων

8.2. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πλαισίων στη βάση δεδομένων αποτελούν όλα τα δεδομένα εκείνα τα οποία έχουν να κάνουν με τις ικανότητες και με τις δυνατότητές του φωτοβολταϊκού πλαισίου. Κυρίως χωρίζονται στις πρότυπες συνθήκες ελέγχου (STC) και στις συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψελίδας (NOCT) αλλά αποτελούνται από τον ίδιο κορμό δεδομένων. Παρακάτω παρουσιάζονται τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά ως έχουν στη βάση δεδομένων:

- i. P_{mpp} (Η μέγιστη ισχύς η οποία μπορεί να αποδώσει το φωτοβολταϊκό πλαίσιο όπου μετριέται σε Watt)
- ii. I_{mpp} (Η τιμή του ρεύματος στη μέγιστη ισχύ όπου μετριέται σε Ampere)
- iii. V_{mpp} (Η τιμή της τάσης στη μέγιστη ισχύ όπου μετριέται σε Volt)
- iv. I_{sc} (Το ρεύμα βραχυκύκλωσης όπου μετριέται σε Ampere)
- v. V_{oc} (Η τάση ανοιχτού κυκλώματος όπου μετριέται σε Volt)
- vi. V_{max} (Η μέγιστη τάση στην οποία μπορεί να παραχθεί ενέργεια από το φωτοβολταϊκό πλαίσιο όπου μετριέται σε Volt)
- vii. I_{mpp}/I_{sc} (Το ηλιακό του ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και του ρεύματος βραχυκύκλωσης)
- viii. V_{mpp}/V_{oc} (Το ηλιακό της τάσης στη μέγιστη ισχύ και της τάσης ανοιχτού κυκλώματος)
- ix. $P_{mpp-stc}/Weight$ (Το ηλιακό της μέγιστης ισχύος και του βάρους όπου μετριέται σε Watt/Kg)

	STC							
	P_{mpp} (W)	I_{mpp} (A)	V_{mpp} (V)	I_{sc} (A)	V_{oc} (V)	V_{max} (V)	I_{mpp}/I_{sc}	V_{mpp}/V_{oc}
1	210	7,90	26,60	8,58	33,20	1000	0,921	0,801
2	230	7,22	29,80	8,25	36,90	1000	0,875	0,808
3	235	7,85	30,00	8,35	37,00	1000	0,940	0,811
4	240	7,96	30,20	8,44	37,20	1000	0,943	0,812
5	245	7,96	30,80	8,49	37,50	1000	0,938	0,821
6	250	8,12	30,80	8,64	37,60	1000	0,940	0,819
7	320	8,63	37,10	9,16	45,50	1000	0,942	0,815
8	325	8,70	37,40	9,22	45,70	1000	0,944	0,818
9	330	8,76	37,70	9,27	45,90	1000	0,945	0,821
10	250	8,22	30,44	8,70	37,78	1000	0,945	0,806
11	255	8,28	30,84	8,90	38,28	1000	0,930	0,806
12	260	8,34	31,24	9,00	38,78	1000	0,927	0,806
13	300	8,37	35,80	8,86	45,20	1000	0,945	0,792
14	305	8,45	36,10	8,93	45,40	1000	0,946	0,795
15	310	8,53	36,30	8,99	45,60	1000	0,949	0,796
16	315	8,56	36,80	9,12	45,70	1000	0,939	0,805
17	320	8,64	37,00	9,18	46,00	1000	0,941	0,804
18	250	8,20	30,50	8,72	37,60	1000	0,940	0,811
19	255	8,31	30,70	8,86	37,80	1000	0,938	0,812

Σχήμα 8.2: Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά στις STC συνθήκες

MANUFACTURER	TYPE	MODEL	Cell dims. X (mm)	Cell dims. Y (mm)	Pmpp-stc/Weight (Watt/Kg)
KYOCERA	Polycrystalline	KD210GH-2PU	156	156	11,6667
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 230	156	156	10,8491
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 235	156	156	11,0849
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 240	156	156	11,3208
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 245	156	156	11,5566
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 250	156	156	11,7925
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-320	156,75	156,75	14,5455
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-325	156,75	156,75	14,7727
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-330	156,75	156,75	15,0000
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 250	156	156	12,5000
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 255	156	156	12,7500
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 260	156	156	13,0000
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL300P-35b	156	156	11,7647
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL305P-35b	156	156	11,9608
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL310P-35b	156	156	12,1569
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL315P-35b	156	156	12,3529
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL320P-35b	156	156	12,5490
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-250	156	156	13,5135
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-255	156	156	13,7838
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-260	156	156	14,0541
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-265	156	156	14,3243
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-270	156	156	14,5946
SUNPOWER	Monocrystalline	SPR-X21-335-BLK			18,0108

Σχήμα 8.3: Το πηλίκo Pmpp-stc και Weight στη βάση δεδομένων

Pmpp (W)	NOCT					
	Imp (A)	Vmpp (V)	Isc (A)	Voc (V)	Imp/Isc	Vmpp/Voc
149	6,32	23,60	6,96	30,00	0,908	0,787
104,4	6,13	20,70	6,82	33,40	0,902	0,799
170,4	6,28	27,10	6,73	33,50	0,933	0,809
174,2	6,37	27,40	6,80	33,70	0,937	0,813
176,4	6,37	27,70	6,84	33,70	0,931	0,822
180,4	6,50	27,80	6,96	33,90	0,934	0,820
236	6,92	34,10	7,42	42,00	0,933	0,812
240	6,98	34,40	7,46	42,20	0,936	0,815
243	7,04	34,60	7,51	42,30	0,937	0,818
180,8	6,54	27,64	6,94	34,06	0,942	0,812
184,37	6,58	28,00	7,10	34,50	0,927	0,812
188,26	6,63	28,37	7,18	34,96	0,923	0,811
218,8	6,70	32,70	7,16	41,70	0,936	0,784
222,5	6,76	32,90	7,22	41,90	0,936	0,785
226,1	6,82	33,10	7,27	42,10	0,938	0,786
229,8	6,85	33,60	7,37	42,20	0,929	0,796
233,4	6,91	33,80	7,42	42,50	0,931	0,795
183	6,54	28,00	7,05	35,10	0,928	0,798
187	6,64	28,20	7,16	35,40	0,927	0,797
191	6,73	28,40	7,26	35,70	0,927	0,796

Σχήμα 8.4: Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά στις NOCT συνθήκες

Επίσης παρακάτω παρουσιάζεται ένας ενδεικτικός πίνακας αποδόσεων των φωτοβολταϊκών πλαισίων και των κυψελίδων από φωτοβολταϊκά πλαίσια από τη βάση δεδομένων:

PV technology	Cell conversion efficiency(%)	Module conversion efficiency(%)
Monocrystalline	25,43	17,25
Polycrystalline	17,4	15,8
Bifacial	21,47	18,5
Half-cut	20,76	18,7
Thin film	19,14	18,4
PERC	22,68	20,58
HJT	23,89	21,05

Σχήμα 8.5: Ενδεικτικός πίνακας αποδόσεων

8.3.Μηχανικά χαρακτηριστικά

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πλαισίων στη βάση δεδομένων αποτελούνται κυρίως από τις διαστάσεις που αφορούν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο αλλά και από κάποια στοιχεία για τις κυψελίδες του φωτοβολταϊκού πλαισίου. Παρακάτω παρουσιάζονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά ως έχουν στη βάση δεδομένων:

- i. Length(Το μήκος του φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου μετριέται σε mm)
- ii. Width(Το πλάτος του φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου μετριέται σε mm)
- iii. Weight(Το βάρος του φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου μετριέται σε kg)
- iv. Cable-(Το μήκος του αρνητικού καλωδίου εξόδου του φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου μετριέται σε mm)
- v. Cable+(Το μήκος του θετικού καλωδίου εξόδου του φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου μετριέται σε mm)
- vi. No of cells(Τον αριθμό των κυψελίδων του φωτοβολταϊκού πλαισίου)
- vii. Cell dimens.X(Το μήκος της κυψελίδας του φωτοβολταϊκού πλαισίου)
- viii. Cell dimens.Y(Το ύψος της κυψελίδας του φωτοβολταϊκού πλαισίου)

MANUFACTURER	TYPE	MODEL	Length (mm)	Width (mm)	Weight (kg)	Cable- (mm)	Cable+ (mm)	Guarantee 80% (years)	No of cells	Cell dimens. X (mm)	Cell dimens. Y (mm)
KYOCERA	Polycrystalline	KD210GH-2PU	1675	1001	21,2	950	950	25	60	156	156
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 230	1675	1001	21,2	950	950	25	60	156	156
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 235	1675	1001	21,2	950	950	25	60	156	156
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 240	1675	1001	21,2	950	950	25	60	156	156
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 245	1675	1001	21,2	950	950	25	60	156	156
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 250	1675	1001	21,2	950	950	25	60	156	156
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-320	1960	992	22	1200	1200	25	72	156,75	156,75
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-325	1960	992	22	1200	1200	25	72	156,75	156,75
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-330	1960	992	22	1200	1200	25	72	156,75	156,75
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 250	1655	992	20	1000	1000	25	60	156	156
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 255	1655	992	20	1000	1000	25	60	156	156
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 260	1655	992	20	1000	1000	25	60	156	156
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL300P-35b	1960	990	25,5	1100	1100	25	72	156	156
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL305P-35b	1960	990	25,5	1100	1100	25	72	156	156
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL310P-35b	1960	990	25,5	1100	1100	25	72	156	156
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL315P-35b	1960	990	25,5	1100	1100	25	72	156	156
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL320P-35b	1960	990	25,5	1100	1100	25	72	156	156
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HS160P6-PC-1-250	1670	1000	18,5	1000	1000	25	60	156	156
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HS160P6-PC-1-255	1670	1000	18,5	1000	1000	25	60	156	156
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HS160P6-PC-1-260	1670	1000	18,5	1000	1000	25	60	156	156
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HS160P6-PC-1-265	1670	1000	18,5	1000	1000	25	60	156	156

Σχήμα 8.6: Τα μηχανικά χαρακτηριστικά στη βάση δεδομένων

8.4.Θερμοκρασιακοί συντελεστές

Οι θερμοκρασιακοί συντελεστές των φωτοβολταϊκών πλαισίων στη βάση δεδομένων είναι όλα τα δεδομένα τα οποία εξαρτώνται μόνο από την θερμοκρασία στην οποία λειτουργεί το φωτοβολταϊκό πλαίσιο και επηρεάζουν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά και την απόδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου. Παρακάτω παρουσιάζονται οι θερμοκρασιακοί συντελεστές ως έχουν στη βάση δεδομένων:

- i. NOCT(Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου στις συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψελίδας όπου μετριέται σε °C)
- ii. α(Ο θερμοκός συντελεστής του ρεύματος βραχυκύκλωσης όπου μετριέται σε %/°C)
- iii. β(Ο θερμοκός συντελεστής τάσης ανοιχτού κυκλώματος όπου μετριέται σε %/°C)
- iv. γ(Ο θερμοκός συντελεστής μέγιστης ισχύος όπου μετριέται σε %/°C)

MANUFACTURER	TYPE	MODEL	NOCT (°C)	Perror- (%)	Perr+ (%)	θ Voc	α Isc	γ Pmpp	Ε
SILFAB SOLAR	Monocrystalline	SLA285M	45	-5,00%	5,00%	-0,30%	0,03%	-0,38%	
SILFAB SOLAR	Monocrystalline	SLA290M	45	-5,00%	5,00%	-0,30%	0,03%	-0,38%	
SILFAB SOLAR	Monocrystalline	SLA295M	45	-5,00%	5,00%	-0,30%	0,03%	-0,38%	
SILFAB SOLAR	Monocrystalline	SLA300M	45	-5,00%	5,00%	-0,30%	0,03%	-0,38%	
Q CELLS	Polycrystalline	Q.PRO BFR-G4 255	45	-3,00%	3,00%	-0,30%	0,04%	-0,41%	
Q CELLS	Polycrystalline	Q.PRO BFR-G4 260	45	-3,00%	3,00%	-0,30%	0,04%	-0,41%	
Q CELLS	Polycrystalline	Q.PRO BFR-G4 265	45	-3,00%	3,00%	-0,30%	0,04%	-0,41%	
JA SOLAR	Monocrystalline	JAM6(K)-72-335/PR	45	0,00%	5,00%	-0,30%	0,06%	0,39%	
JA SOLAR	Monocrystalline	JAM6(K)-72-340/PR	45	0,00%	5,00%	-0,30%	0,06%	0,39%	
JA SOLAR	Monocrystalline	JAM6(K)-72-345/PR	45	0,00%	5,00%	-0,30%	0,06%	0,39%	
JA SOLAR	Monocrystalline	JAM6(K)-72-350/PR	45	0,00%	5,00%	-0,30%	0,06%	0,39%	
JA SOLAR	Monocrystalline	JAM6(K)-72-355/PR	45	0,00%	5,00%	-0,30%	0,06%	0,39%	
MISSION SOLAR	Monocrystalline	MSE290SQ5T	44	0,00%	3,00%	-0,32%	0,04%	-0,43%	
MISSION SOLAR	Monocrystalline	MSE295SQ5T	44	0,00%	3,00%	-0,32%	0,04%	-0,43%	
MISSION SOLAR	Monocrystalline	MSE300SQ5T	44	0,00%	3,00%	-0,32%	0,04%	-0,43%	
Q CELLS	Monocrystalline	Q.PEAK-G4.1 300	45	0,00%	5,00%	-0,28%	0,04%	-0,39%	
Q CELLS	Monocrystalline	Q.PEAK-G4.1 305	45	-5,00%	5,00%	-0,28%	0,04%	-0,39%	
SILFAB SOLAR	Monocrystalline	SLA-M 320	45	-5,00%	5,00%	-0,30%	0,03%	-0,38%	
AE SOLAR	Bifacial	AE535MD-144BD	45	0,00%	5,00%	-0,275	0,05%	-0,35%	
AE SOLAR	Bifacial	AE540MD-144BD	45	0,00%	5,00%	-0,275	0,05%	-0,35%	
AE SOLAR	Bifacial	AE545MD-144BD	45	0,00%	5,00%	-0,275	0,05%	-0,35%	
AE SOLAR	Bifacial	AE550MD-144BD	45	0,00%	5,00%	-0,275	0,05%	-0,35%	

Σχήμα 8.7: Οι θερμοκρασιακοί συντελεστές στη βάση δεδομένων

8.5.Χαρακτηριστικά επίδοσης

Τα χαρακτηριστικά επίδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων στη βάση δεδομένων αποτελούν τα δεδομένα τα οποία παρουσιάζουν τις παραμέτρους που επηρεάζουν τόσο την επίδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου όσο και της φωτοβολταϊκής κυψελίδας. Παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά επίδοσης ως έχουν στη βάση δεδομένων:

- i. Fill factor(Ο παράγων πλήρωσης όπου μετριέται σε %)
- ii. Perror-(Η αρνητική τιμή τις απόκλισης της μέγιστης ισχύος του φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου μετριέται σε %)
- iii. Perror+(Η θετική τιμή της απόκλισης της μέγιστης ισχύος του φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου μετριέται σε %)
- iv. Eff.Reduction(Το ποσοστό μείωσης της απόδοσης του φωτοβολταϊκού από την πτώσης της ακτινοβολίας των 1000 W/m² στα 200 W/m² όπου μετριέται σε %)
- v. Guarantee 80%(Τα χρόνια ζωής του φωτοβολταϊκού πλαισίου αν η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από το 80% των δυνατοτήτων του φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου μετριέται σε years)

MANUFACTURER	TYPE	MODEL	Fill Factor (%)	NOCT (°C)	Perror- (%)	Perr+ (%)	β Voc	α Isc	γ Pmp	Eff. Reduction (%)	Len
JINERGY	Monocrystalline	JNMM72-395L	77,97%	45	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,40%	19,7	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-430	78,04%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	19,9	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-435	78,08%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	20,2	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-440	78,19%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	20,4	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-445	78,34%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	20,6	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-450	78,36%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	19,7	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-435L	78,08%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	20,2	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-440L	78,19%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	20,4	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-445L	78,34%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	20,6	
JINERGY	Monocrystalline/Half-cut	JNMM144-450L	78,36%	43	0,00%	5,00%	-0,29%	0,04%	-0,37%	16,7	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-330	77,01%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	17	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-335	76,79%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	17,2	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-340	76,79%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	17,5	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-345	76,78%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	17,8	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-350	76,78%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	16,7	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-330L	77,01%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	17	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-335L	76,79%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	17,2	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-340L	76,79%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	17,5	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-345L	76,78%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	17,8	
JINERGY	Polycrystalline	JNMP72-350L	76,78%	45	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,41%	16,7	
JINERGY	Polycrystalline/Half-cut	JNMP144-335	76,79%	44	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,38%	16,9	
JINERGY	Polycrystalline/Half-cut	JNMP144-340	76,79%	44	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,38%	17,2	
JINERGY	Polycrystalline/Half-cut	JNMP144-345	76,78%	44	0,00%	5,00%	-0,31%	0,05%	-0,38%		

Σχήμα 8.8: Τα χαρακτηριστικά επίδοσης στη βάση δεδομένων 1/2

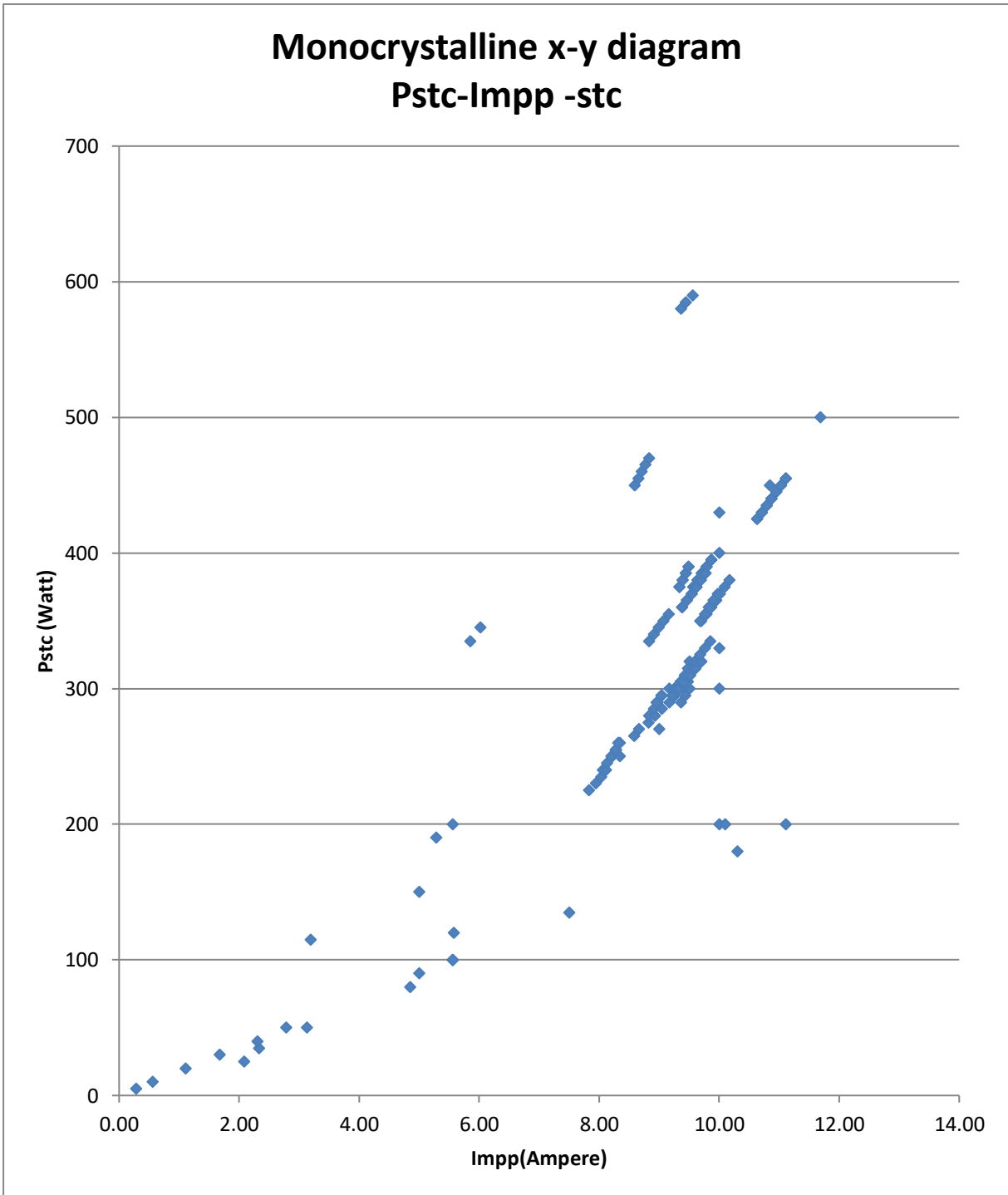
MANUFACTURER	TYPE	MODEL	Cable+ (mm)	Guarantee 80% (years)	No of cells
KYOCERA	Polycrystalline	KD210GH-2PU	950	25	54
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 230	950	25	60
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 235	950	25	60
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 240	950	25	60
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 245	950	25	60
SOLARWORLD	Polycrystalline	SUNMODULE+ SW 250	950	25	60
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-320	1200	25	72
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-325	1200	25	72
TALESUN	Polycrystalline	TP672P-330	1200	25	72
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 250	1000	25	60
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 255	1000	25	60
MAGE SOLAR	Monocrystalline	MAGE POWERTEC PLUS 260	1000	25	60
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL300P-35b	1100	25	72
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL305P-35b	1100	25	72
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL310P-35b	1100	25	72
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL315P-35b	1100	25	72
YINGLI SOLAR	Polycrystalline	YL320P-35b	1100	25	72
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-250	1000	25	60
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-255	1000	25	60
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-260	1000	25	60
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-265	1000	25	60
HANWHA SOLAR	Polycrystalline	HSL60P6-PC-1-270	1000	25	60

Σχήμα 8.9: Τα χαρακτηριστικά επίδοσης στη βάση δεδομένων 2/2

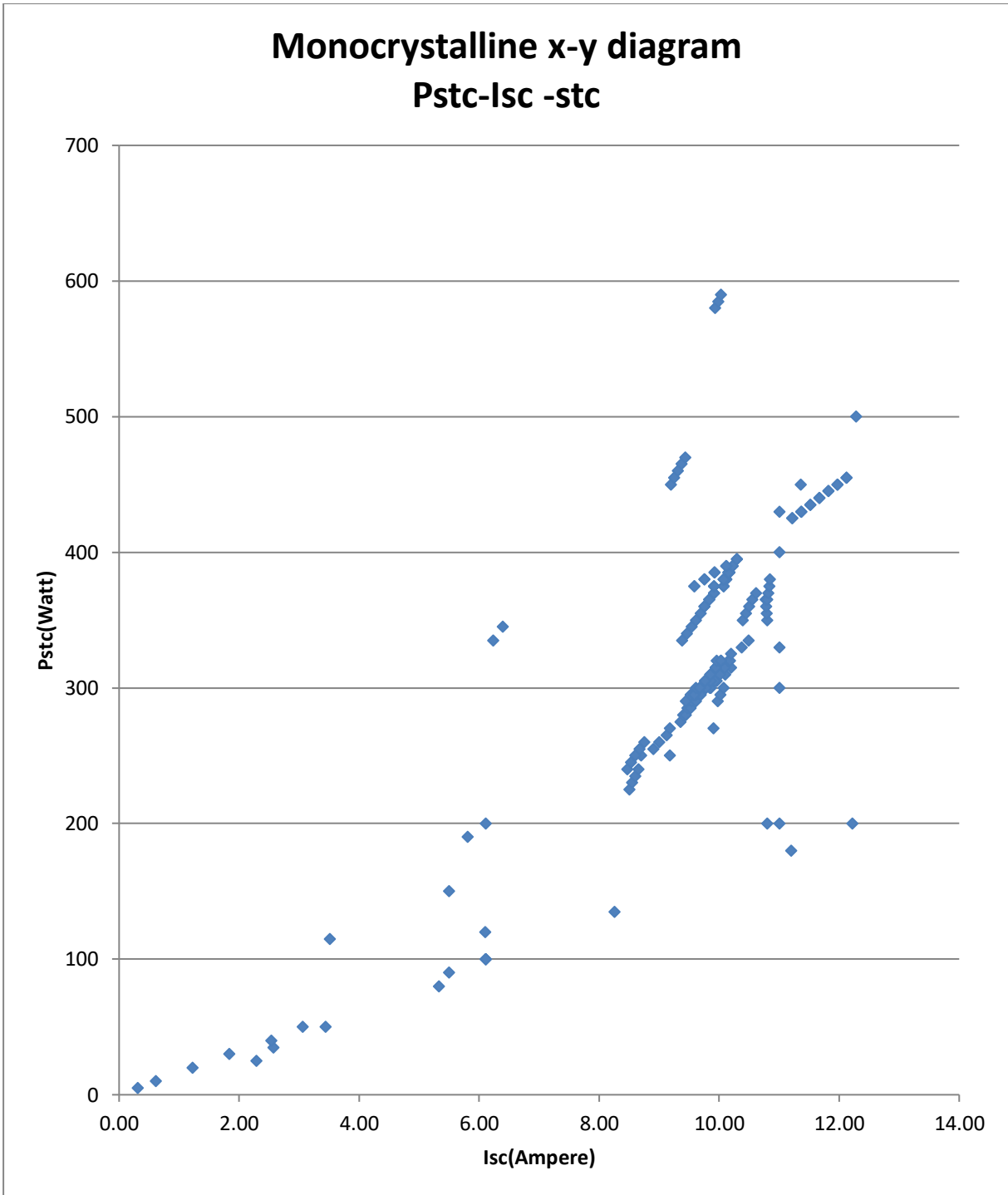
9. Αποτελέσματα

9.1. Monocrystalline

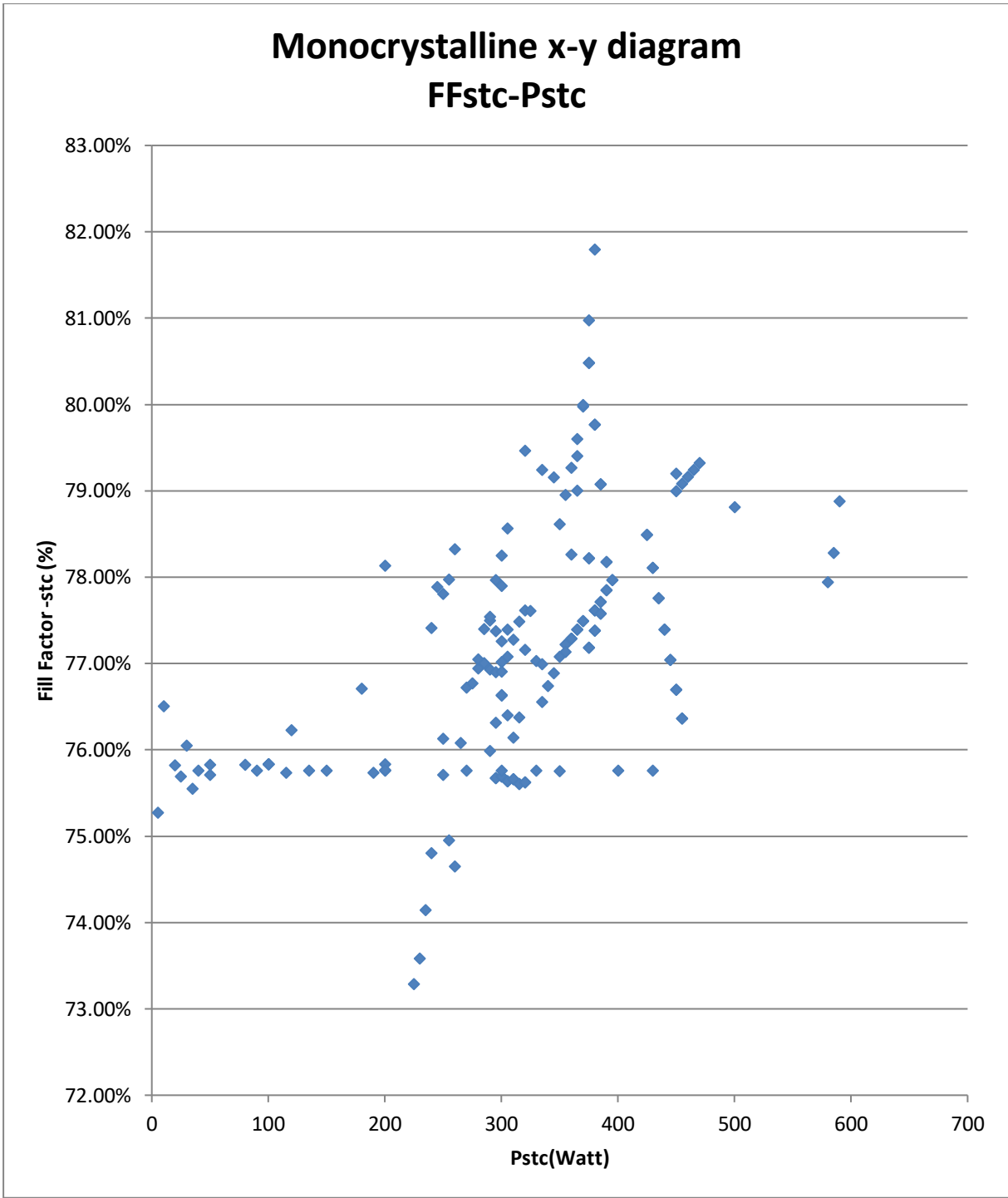
Με τη συμπλήρωση των δεδομένων για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια στη βάση δεδομένων δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα:



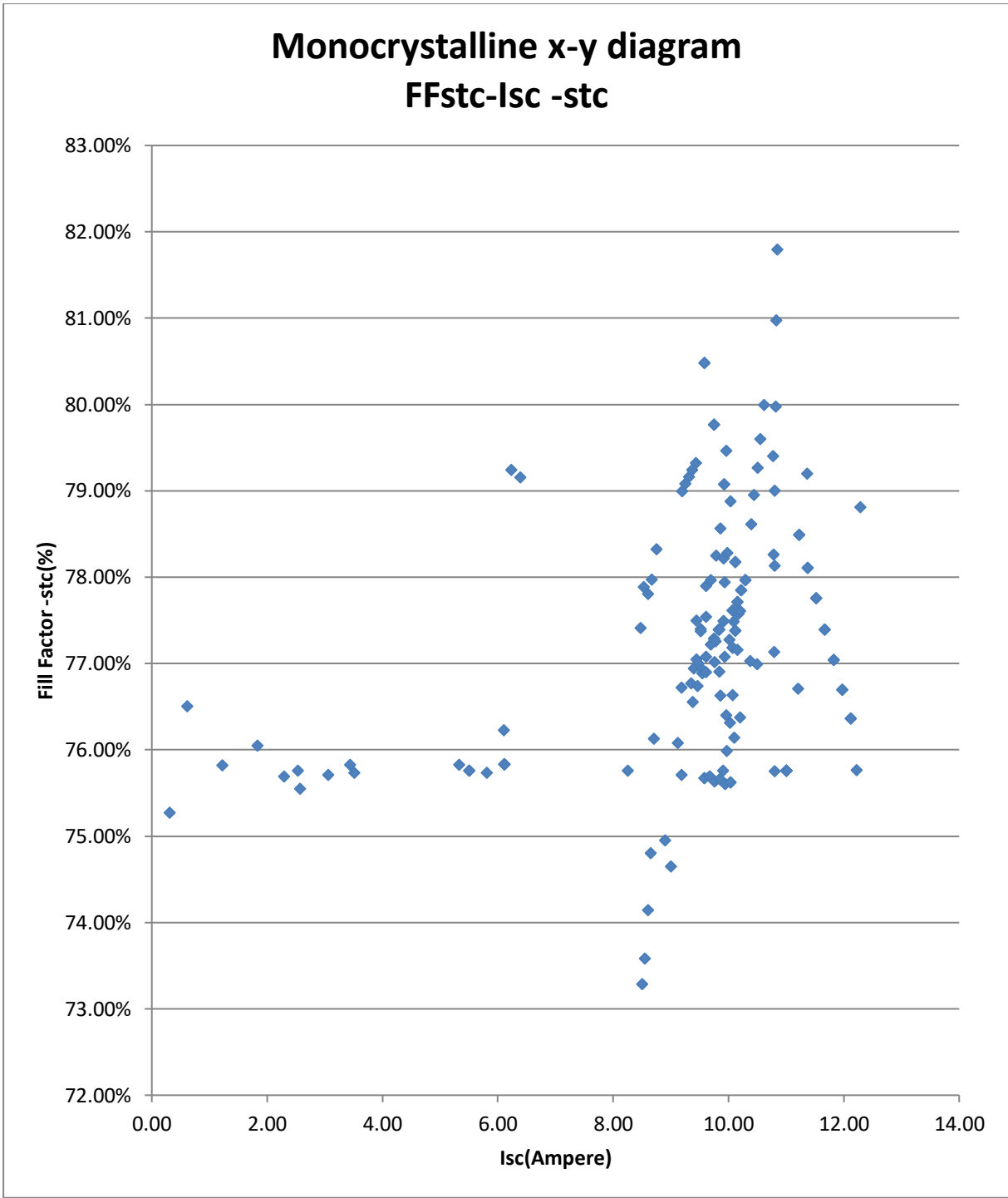
Σχήμα 9.1: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



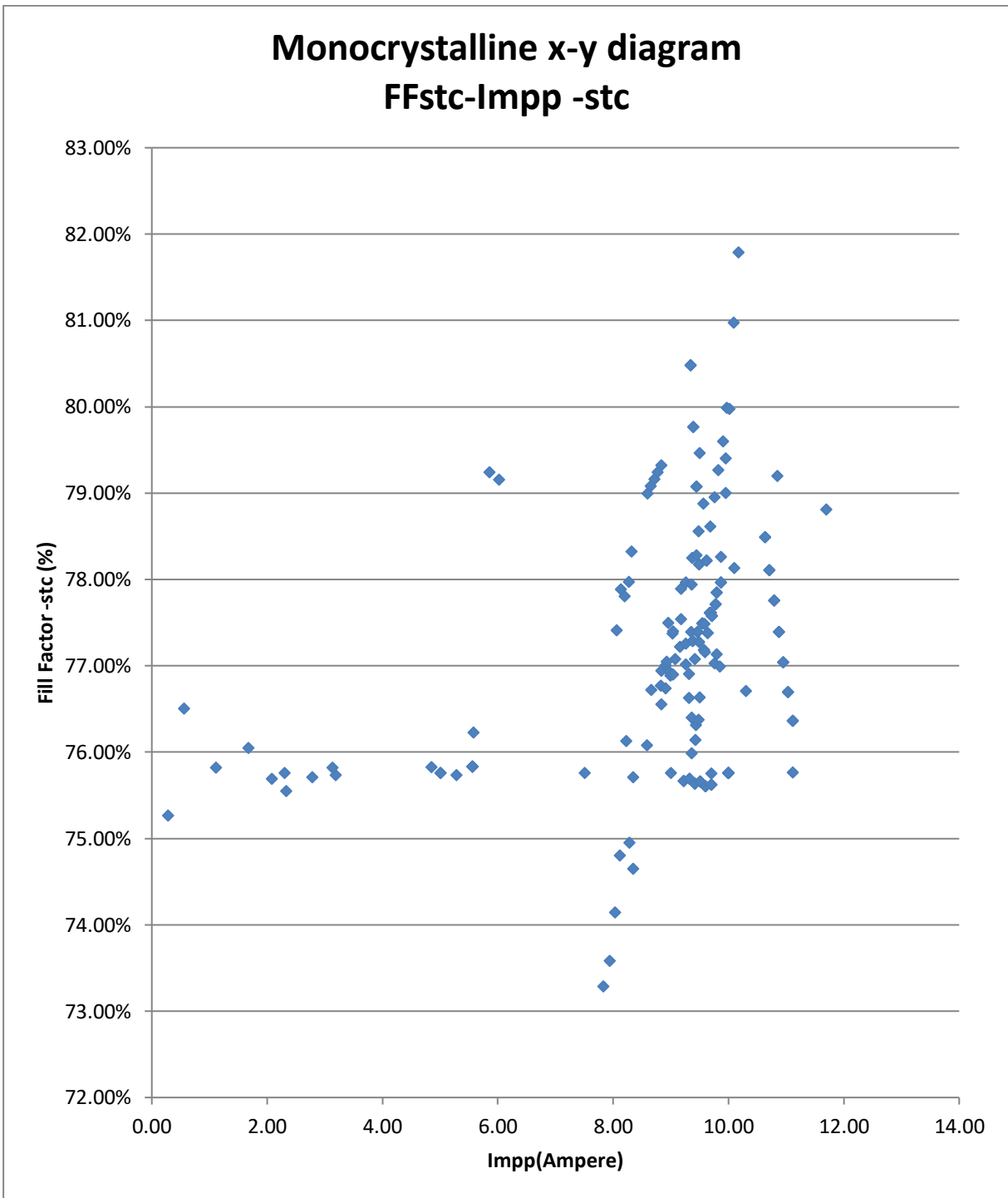
Σχήμα 9.2: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



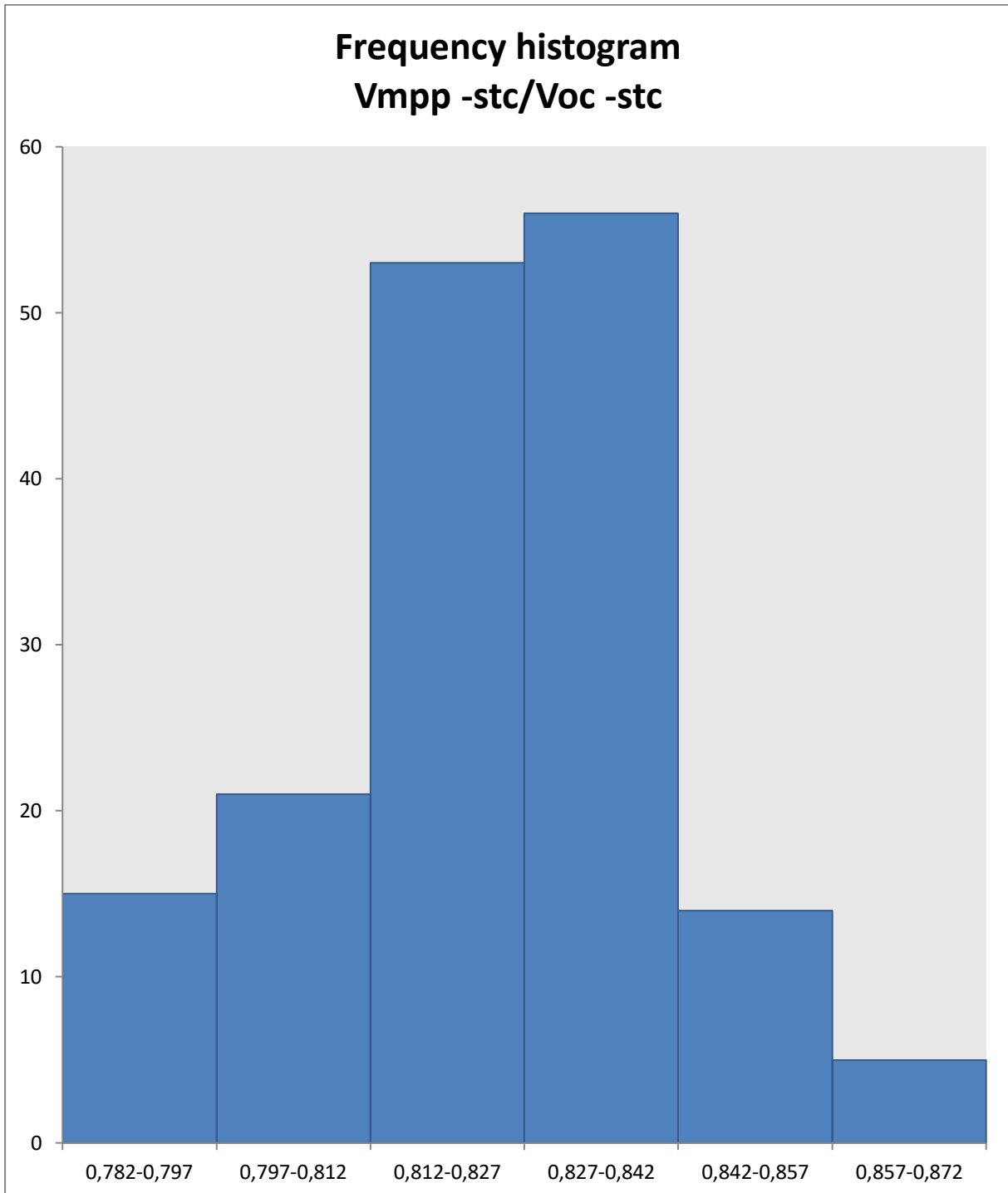
Σχήμα 9.3: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά μέγιστη ισχύ για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



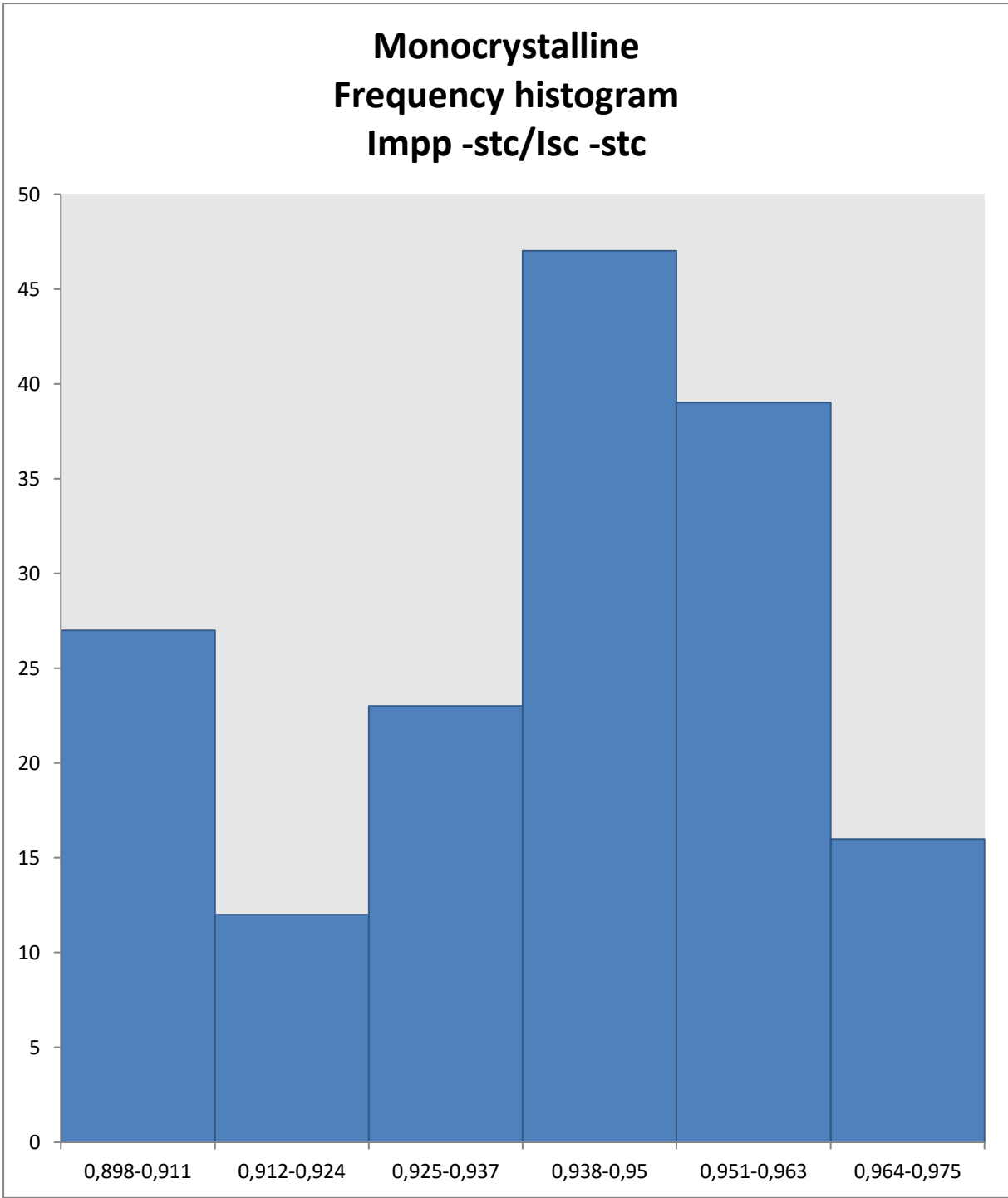
Σχήμα 9.4: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



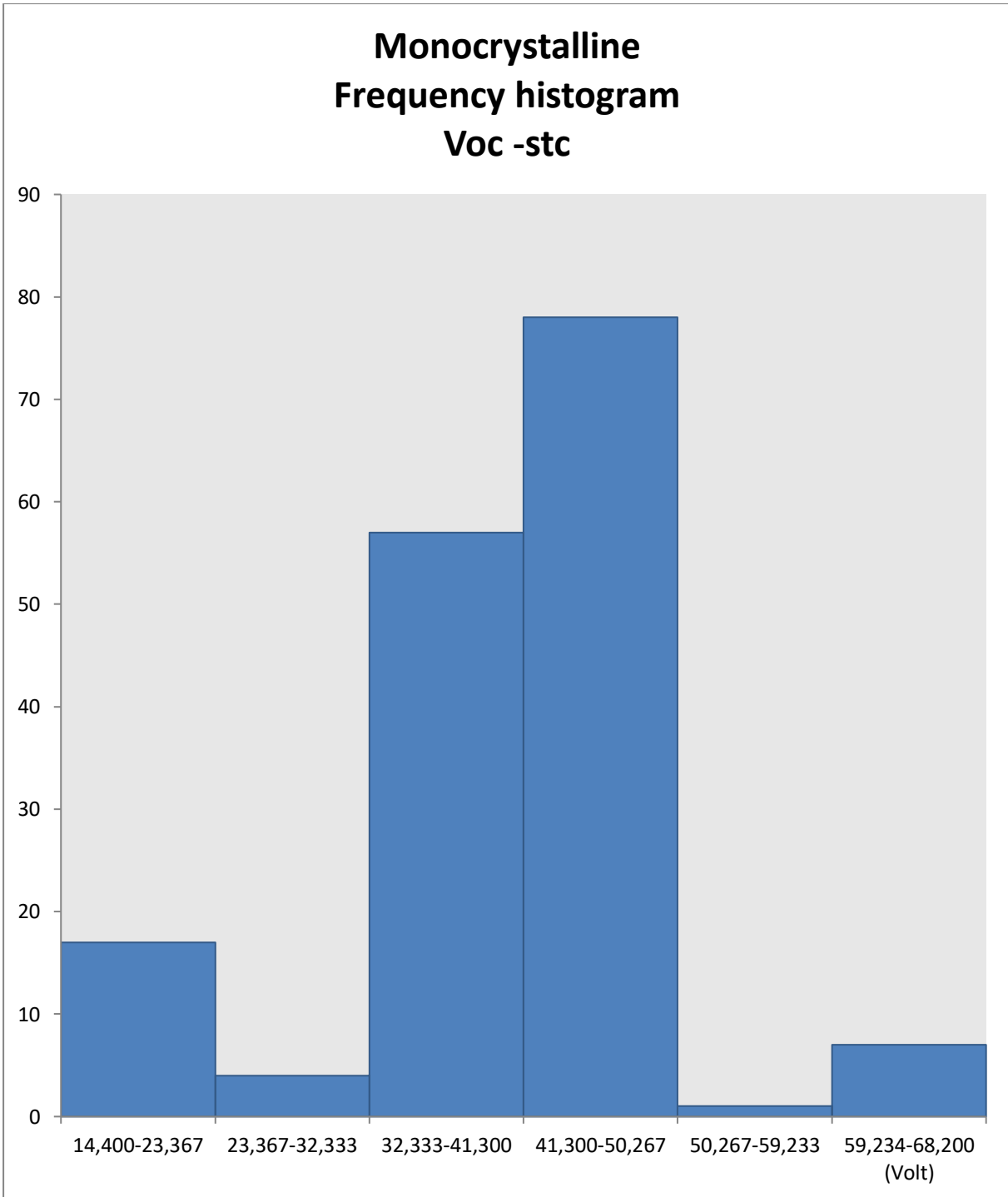
Σχήμα 9.5: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



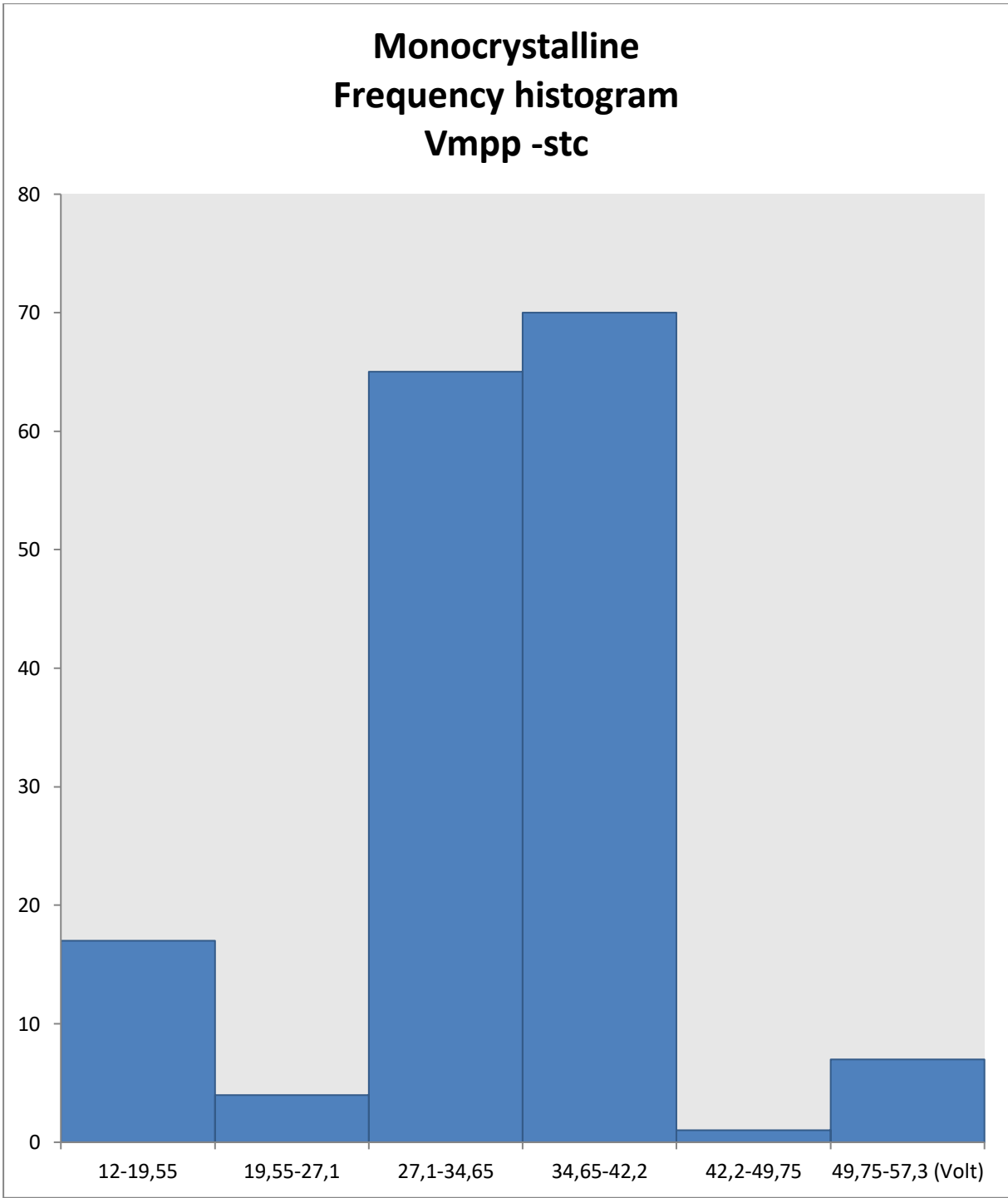
Σχήμα 9.6: Ιστόγραμμα συχνότητων ηλικίου τάσης στη μέγιστη ισχύ και τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



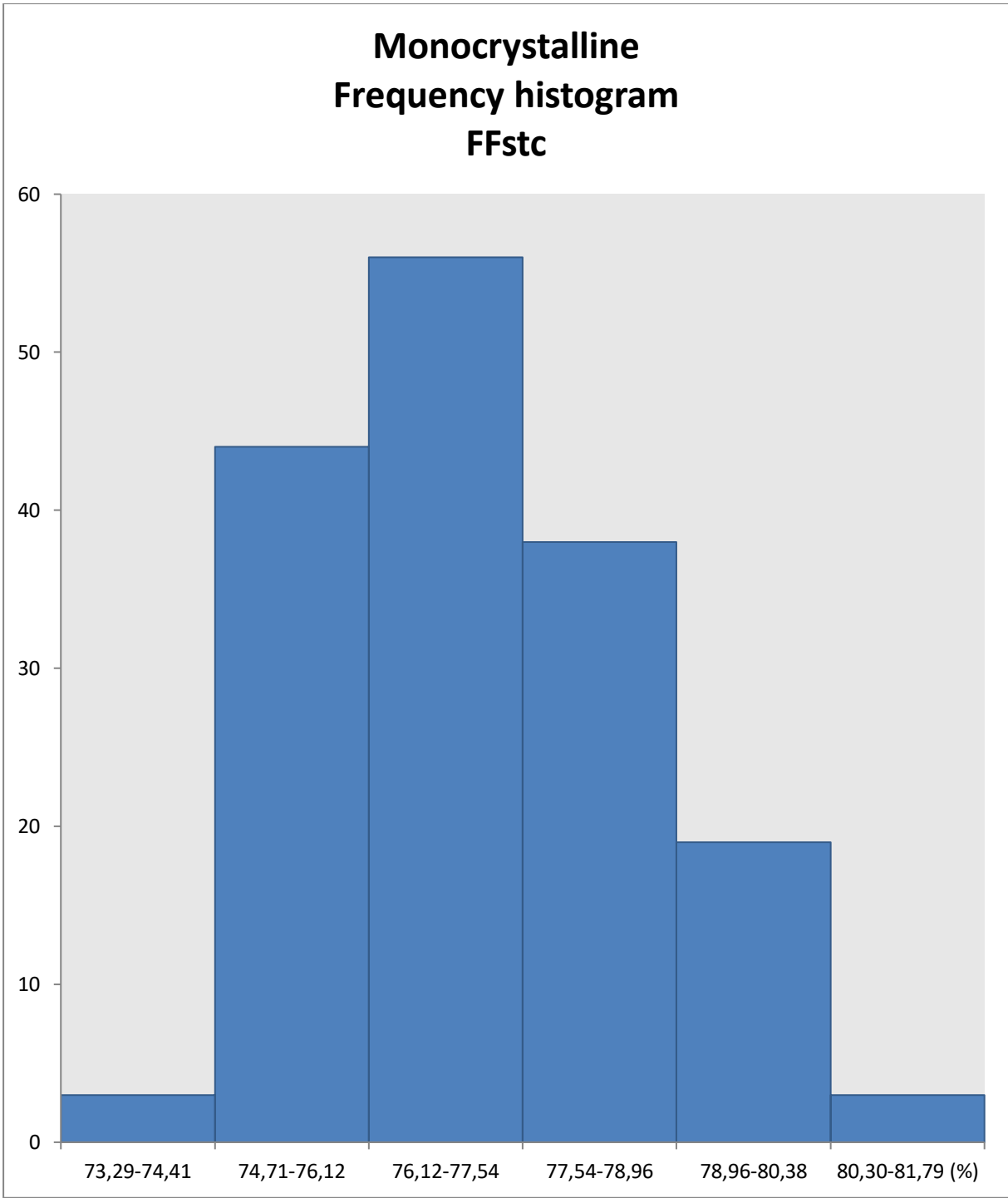
Σχήμα 9.7: Ιστόγραμμα συχνοτήτων ηηλικού τιμής ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.8: Ιστόγραμμα συχνότητων τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

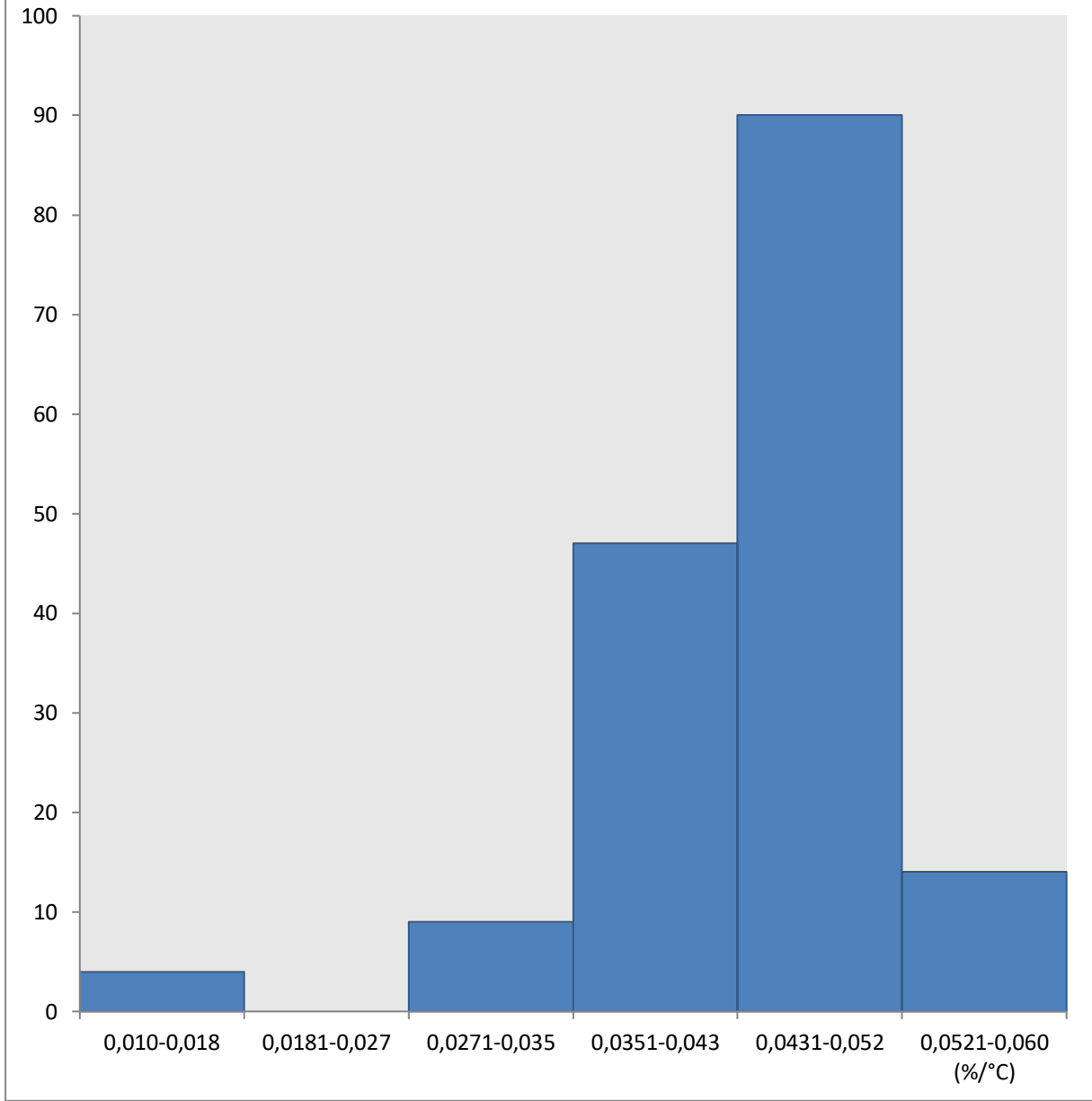


Σχήμα 9.9: Ιστόγραμμα συχνότητων τάσης στη μέγιστη ισχύ για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



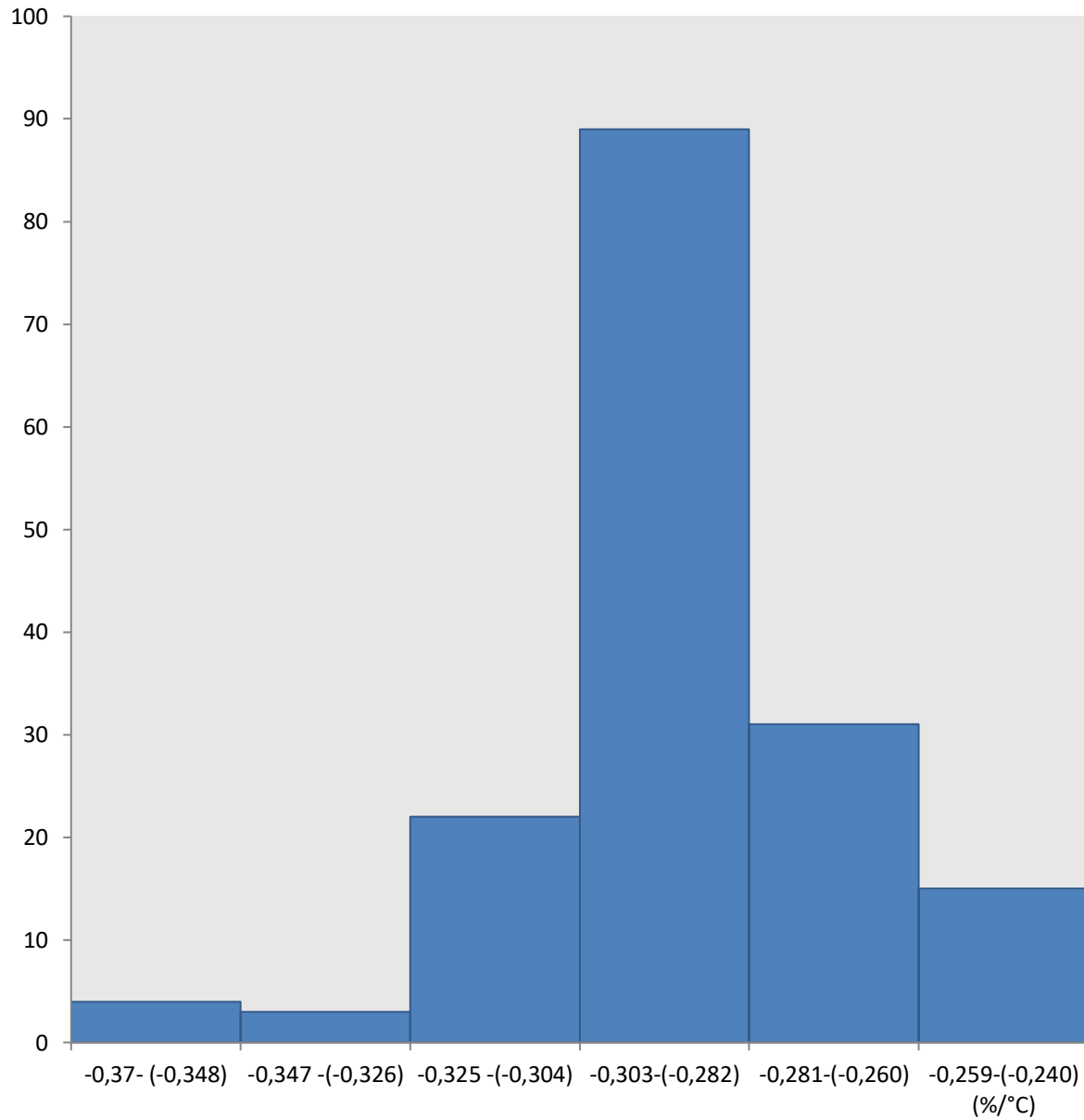
Σχήμα 9.10: Ιστόγραμμα συχνοτήτων παράγοντα πλήρωσης για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Monocrystalline Frequency histogram α Isc



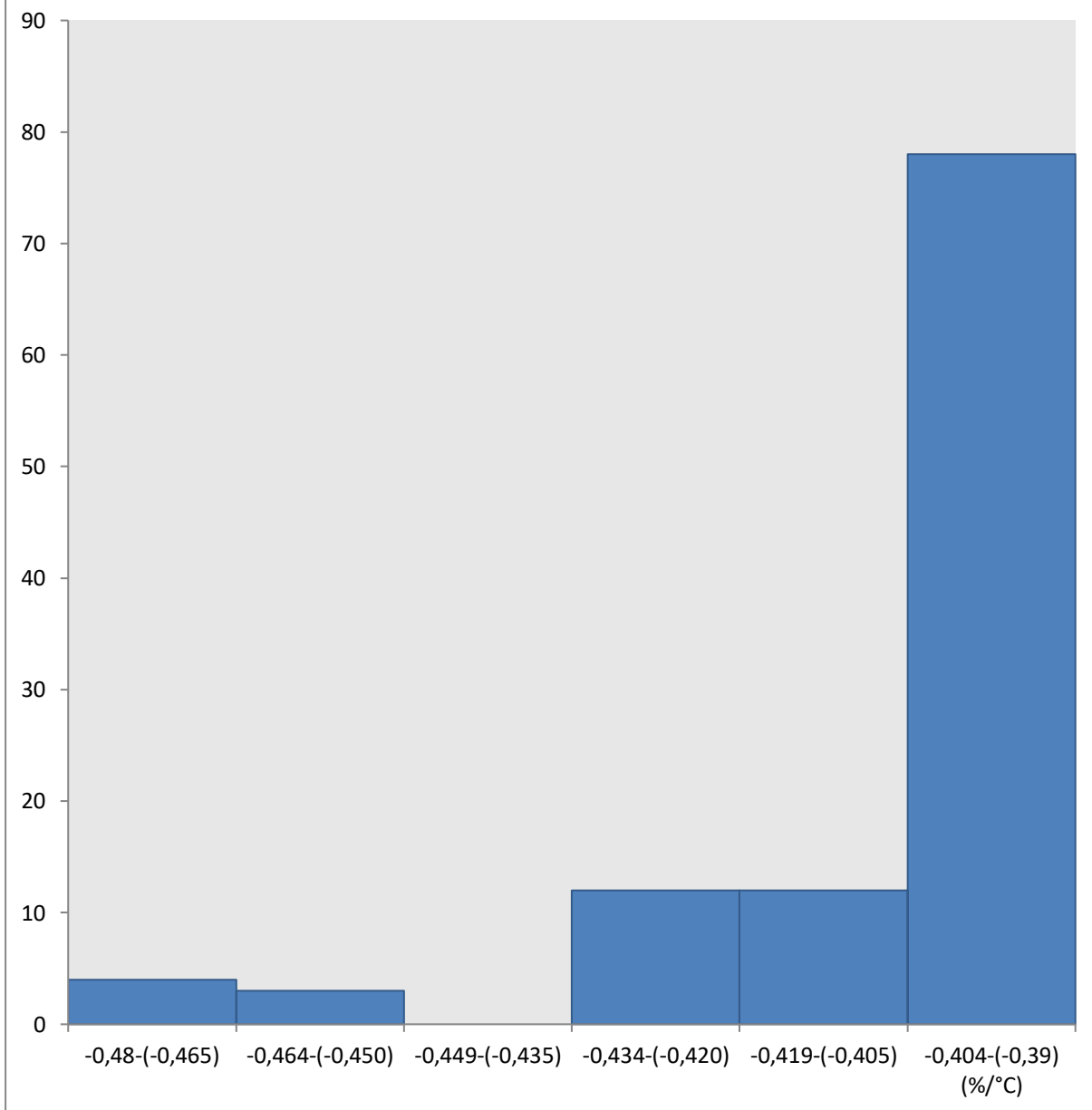
Σχήμα 9.11: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Monocrystalline Frequency histogram β Voc

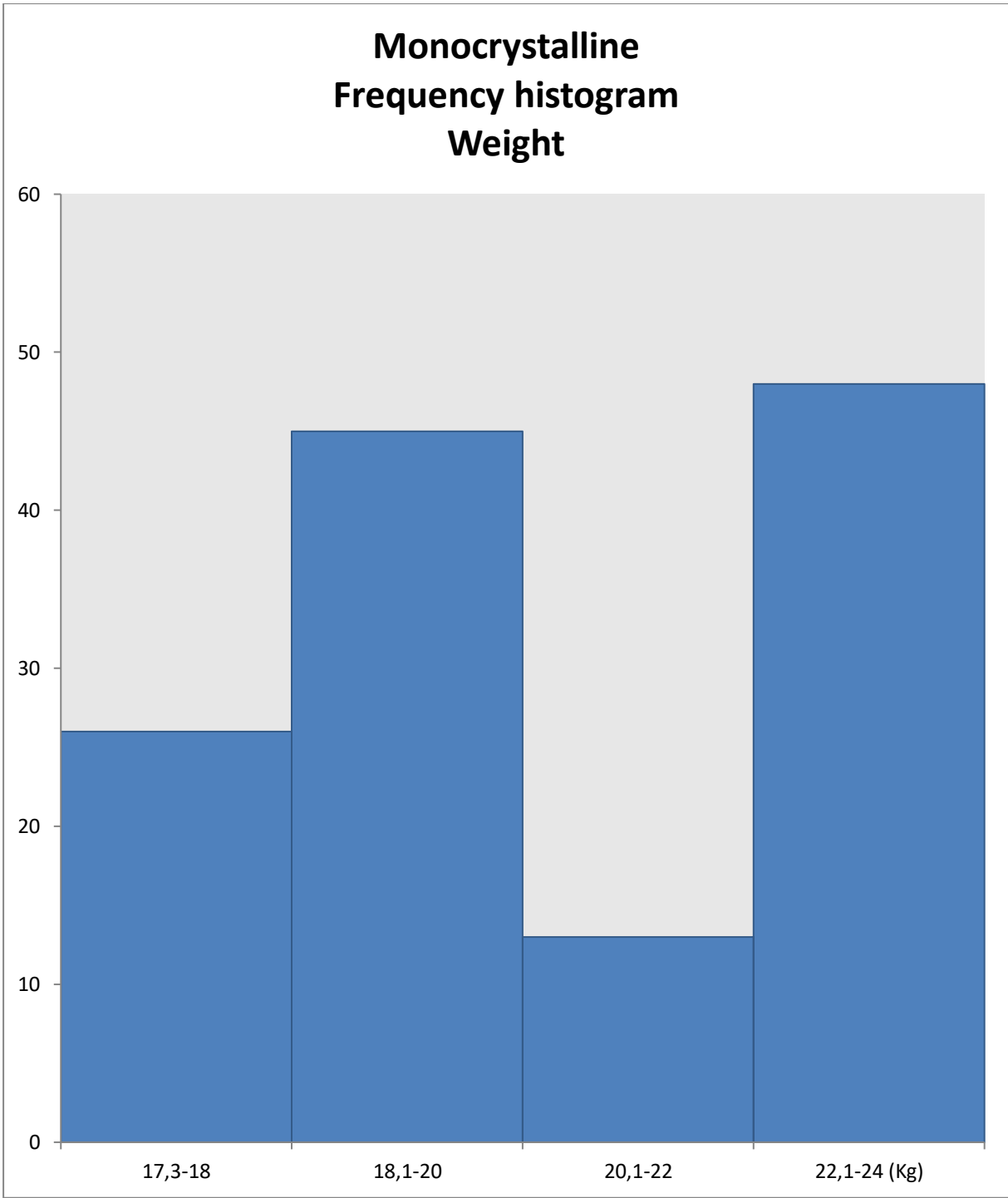


Σχήμα 9.12: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Monocrystalline Frequency histogram γ Pmpp

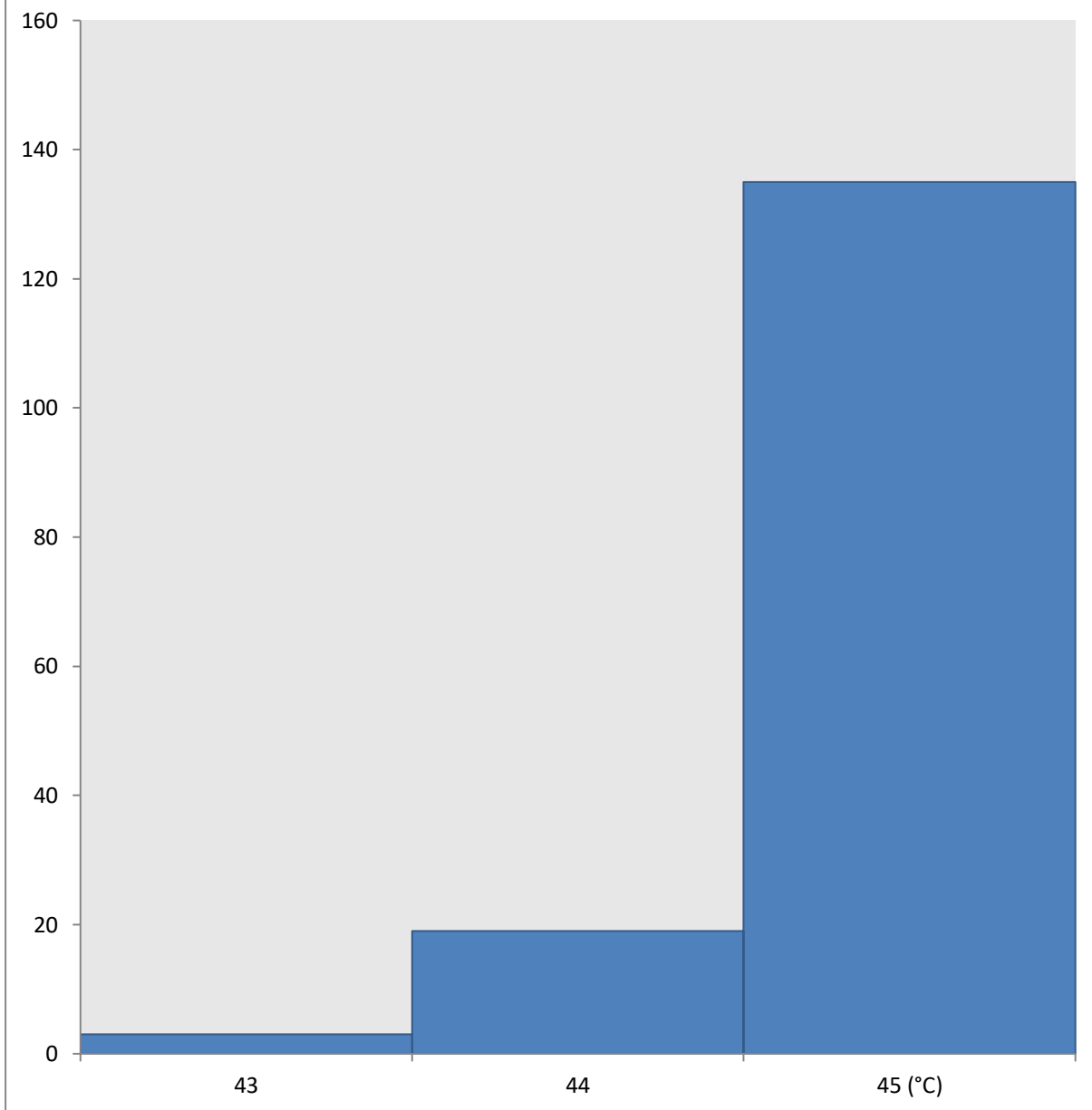


Σχήμα 9.13: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή μέγιστης ισχύος για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

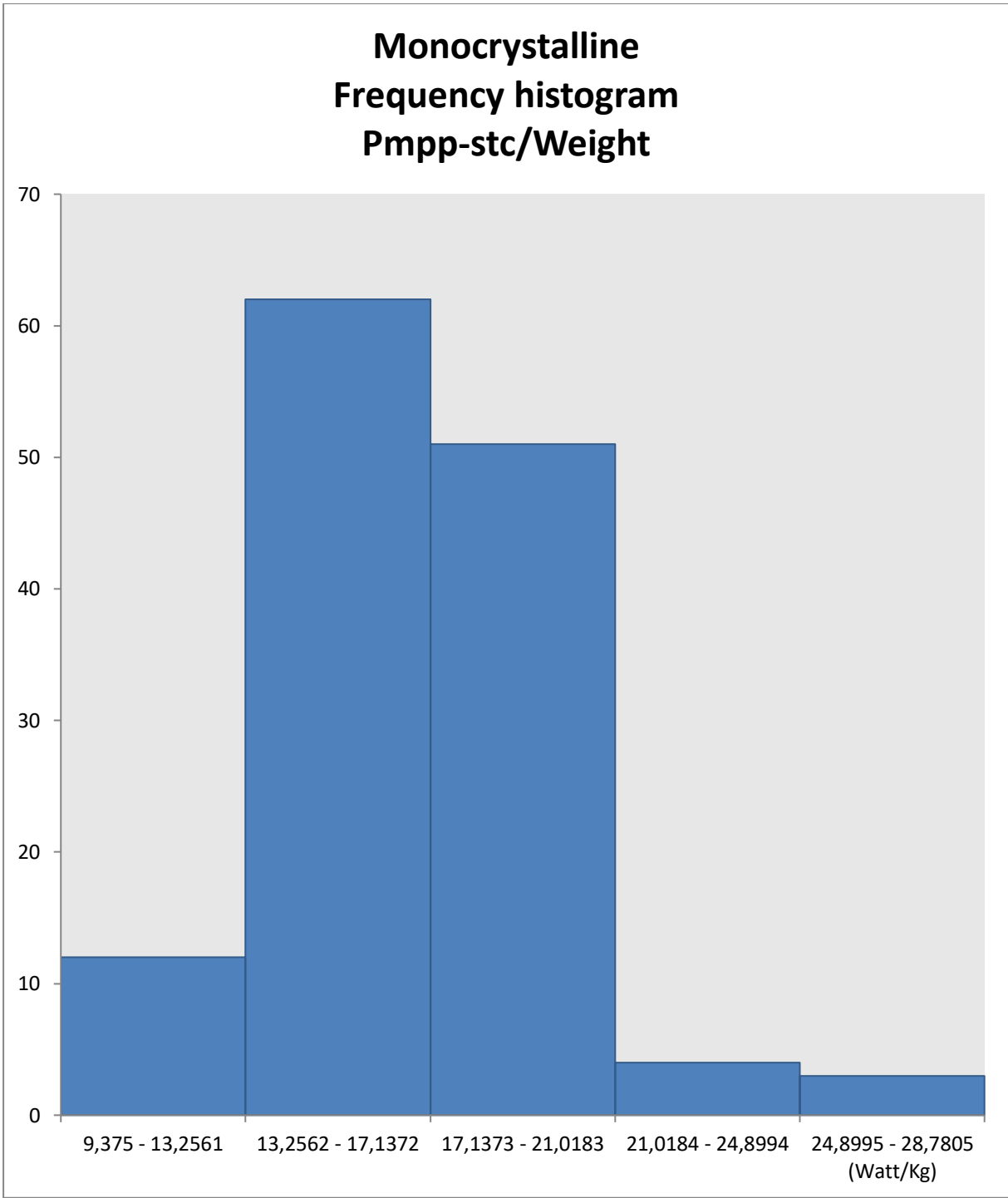


Σχήμα 9.14: Ιστόγραμμα συχνοτήτων βάρους για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Monocrystalline Frequency histogram NOCT



Σχήμα 9.15: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμοκρασίας στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου στις συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψελίδας για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.16: Ιστόγραμμα συχνότητας ηλικίου μέγιστης ισχύος και βάρους για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

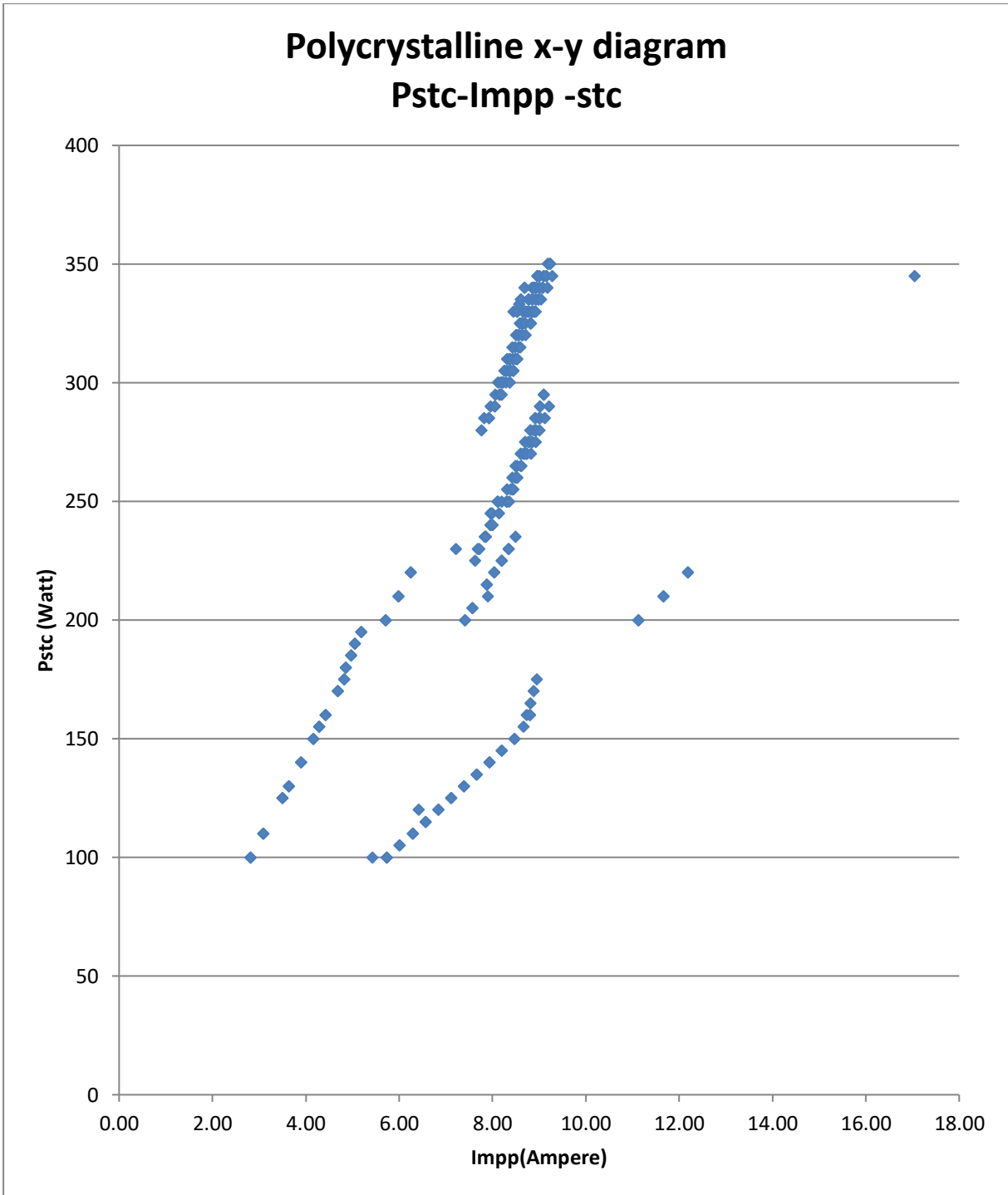
Επίσης παρουσιάζεται και ο πίνακας με τη μέση τιμή και τη διασπορά των τιμών της βάσης δεδομένων για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια:

Τύπος πλαισίου: Monocrystalline	V_{mpp,stc}/V_{oc,stc}	I_{mpp,stc}/I_{sc,stc}	V_{oc,stc}(V)	V_{mpp,stc}(V)	FF_{stc}(%)
Μέση τιμή :	0,822	0,940	41,565	34,154	77,20%
Διασπορά :	0,00031584	0,00035967	94,866	66,386	0,0002047874
	α(%/°C)	β(%/°C)	γ(%/°C)	NOCT(°C)	Weight(Kg)
Μέση τιμή :	0,05%	-0,29%	-0,38%	44,841	20,461
Διασπορά :	0,0000000082	0,0000000547	0,0000001376	0,17210	5,233

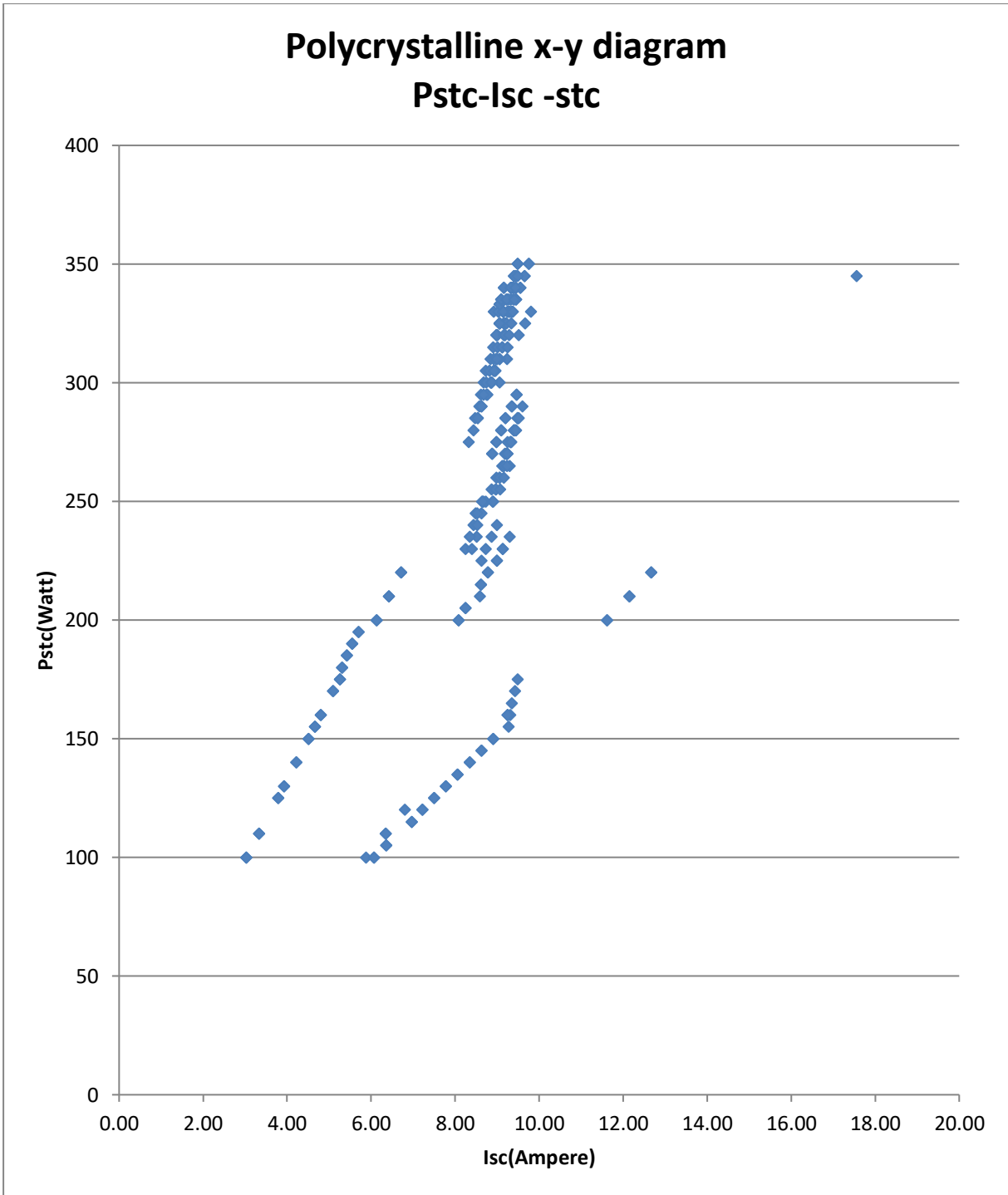
Σχήμα 9.17: Πίνακας μέσης τιμής και διασποράς τιμών της βάσης δεδομένων για τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

9.2.Polycrystalline

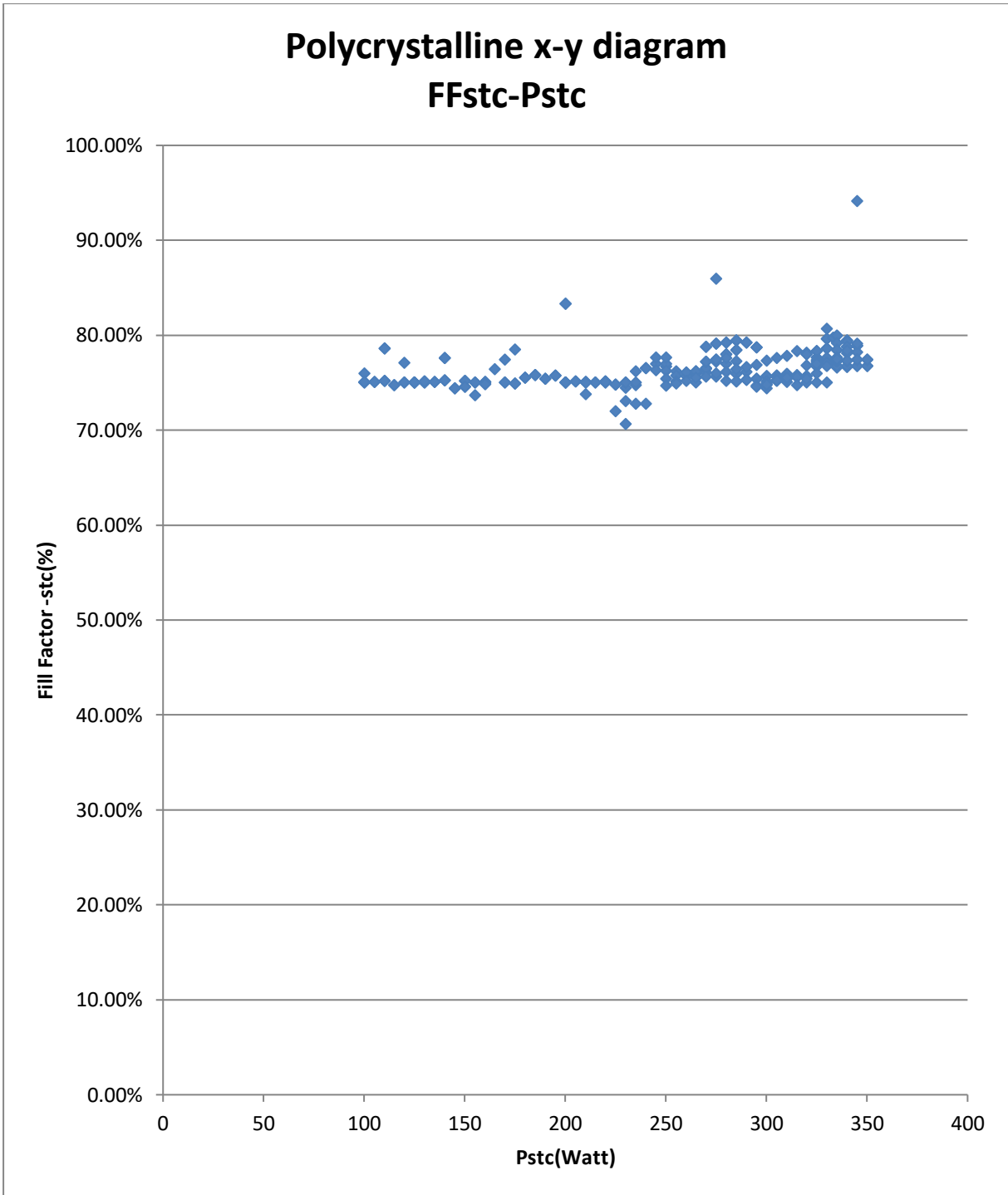
Με τη συμπλήρωση των δεδομένων για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια στην βάση δεδομένων δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα:



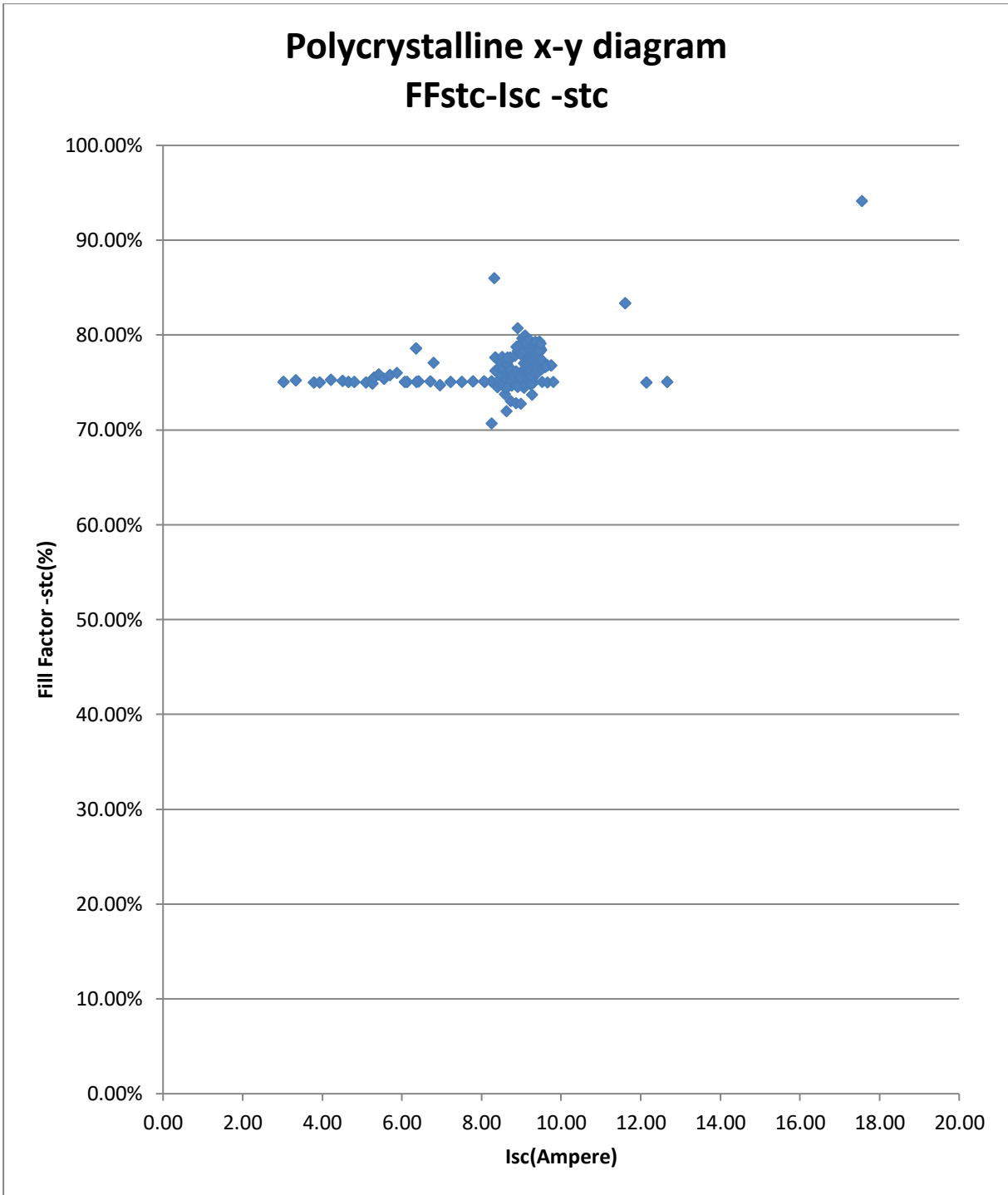
Σχήμα 9.18: Χ-Υ διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



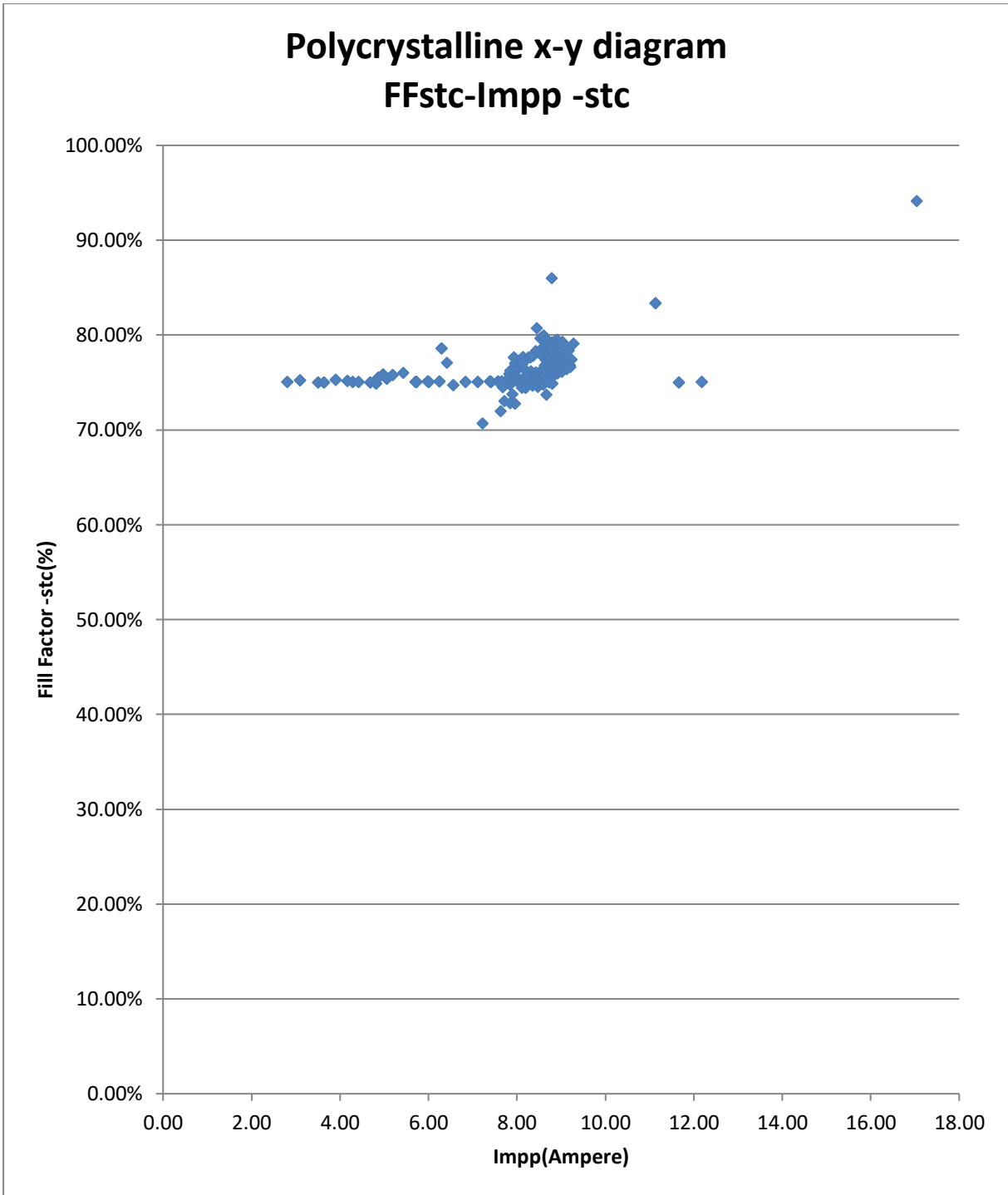
Σχήμα 9.19: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά ρεύμα θραχυκύκλωσης για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.20: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά μέγιστη ισχύ για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

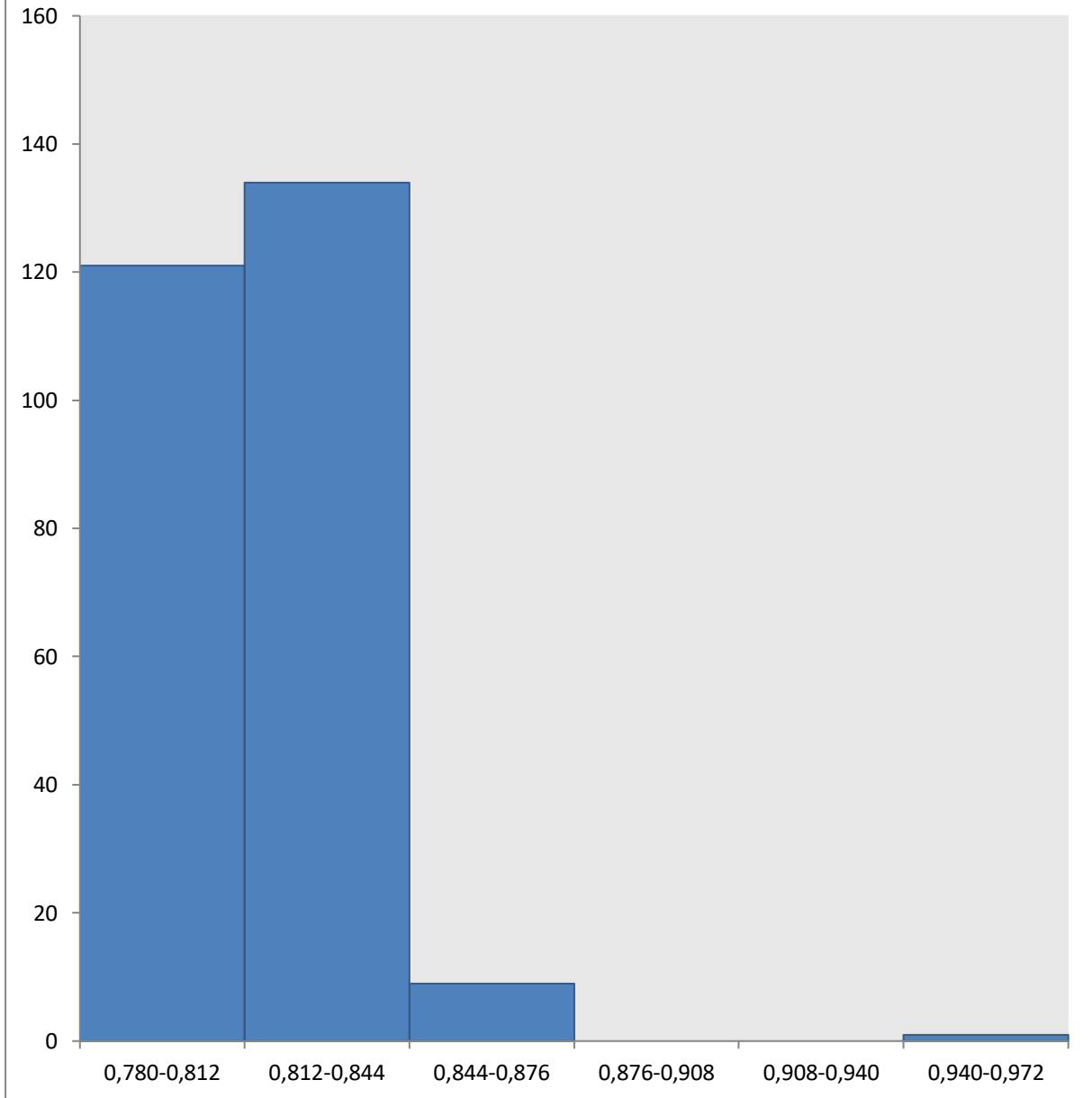


Σχήμα 9.21: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



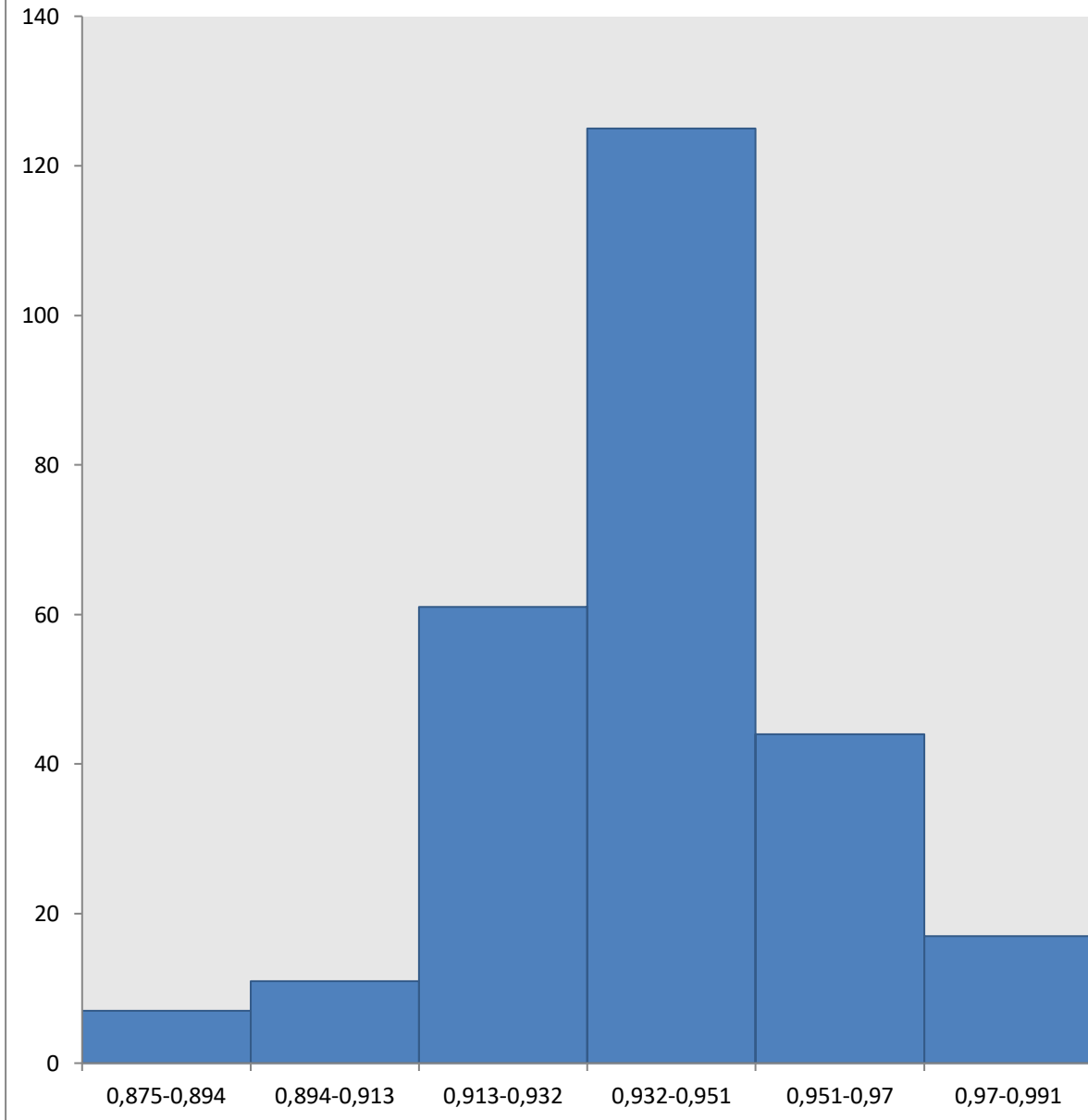
Σχήμα 9.22: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Polycrystalline Frequency histogram $V_{mpp-stc}/V_{oc-stc}$



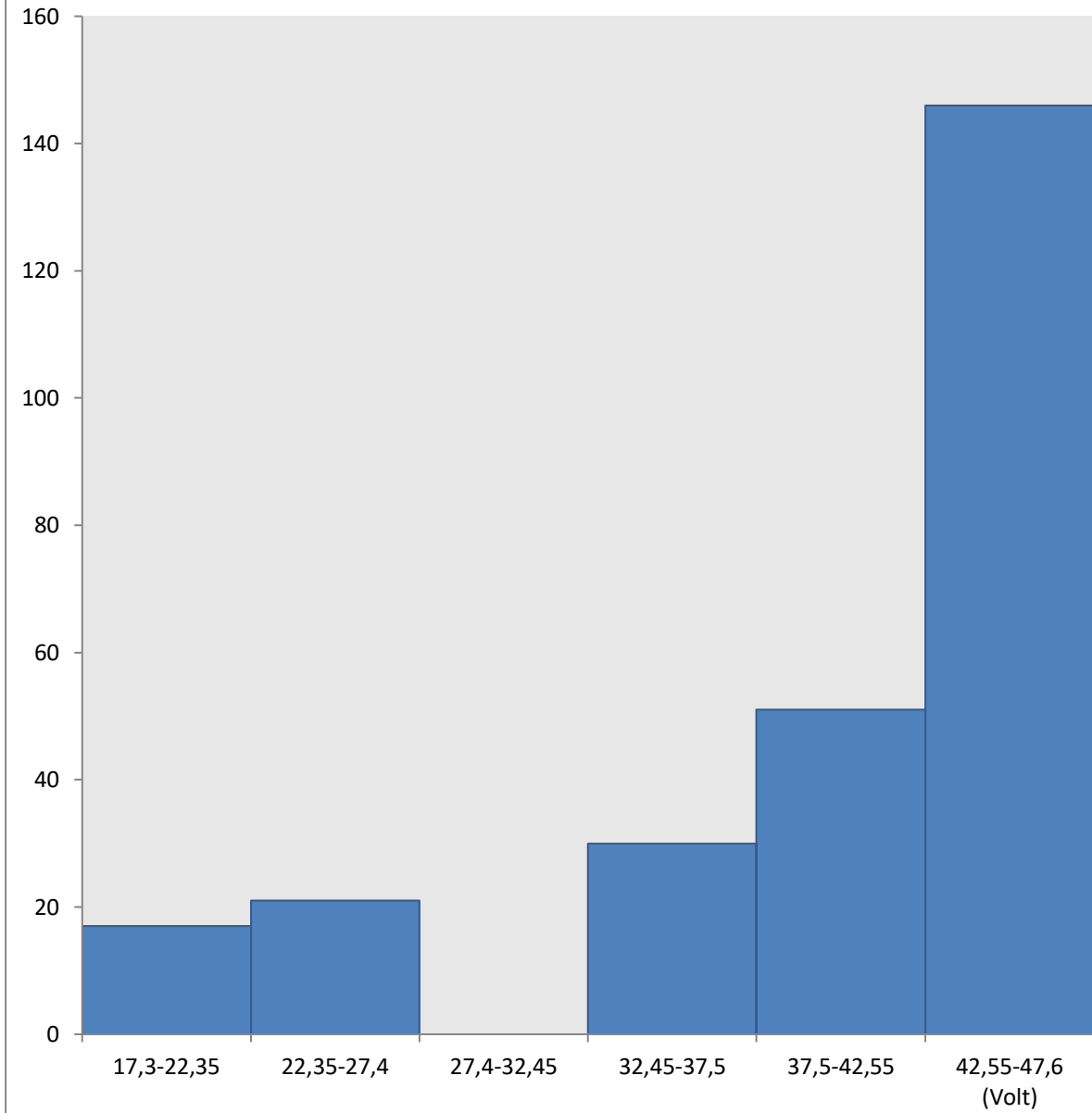
Σχήμα 9.23: Ιστόγραμμα συχνότητας ηλικίου τάσης στη μέγιστη ισχύ και τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Polycrystalline Frequency histogram Imp_{pp} -stc/Isc -stc

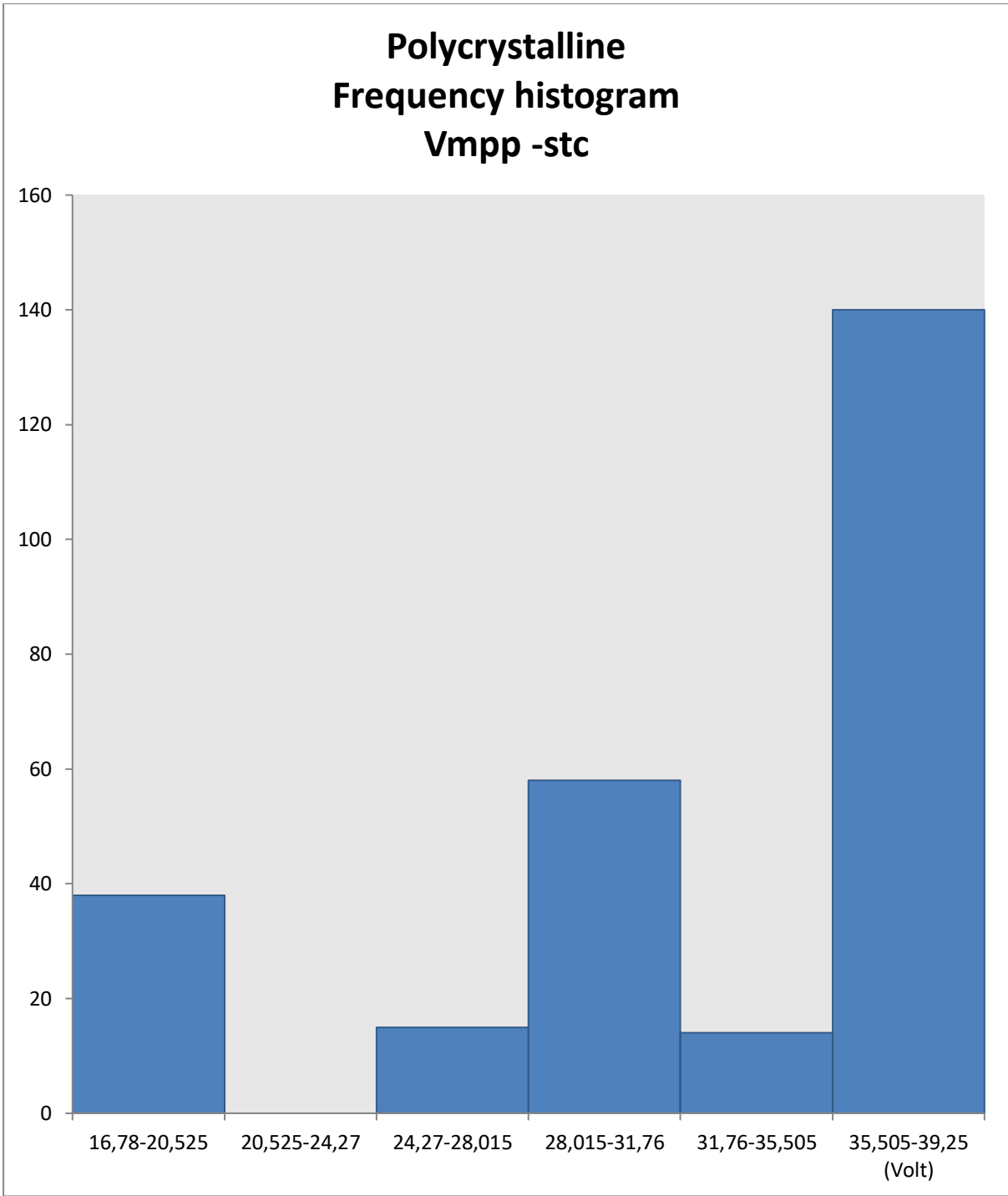


Σχήμα 9.24: Ιστόγραμμα συχνότητων πηλίκου τιμής ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Polycrystalline Frequency histogram Voc -stc

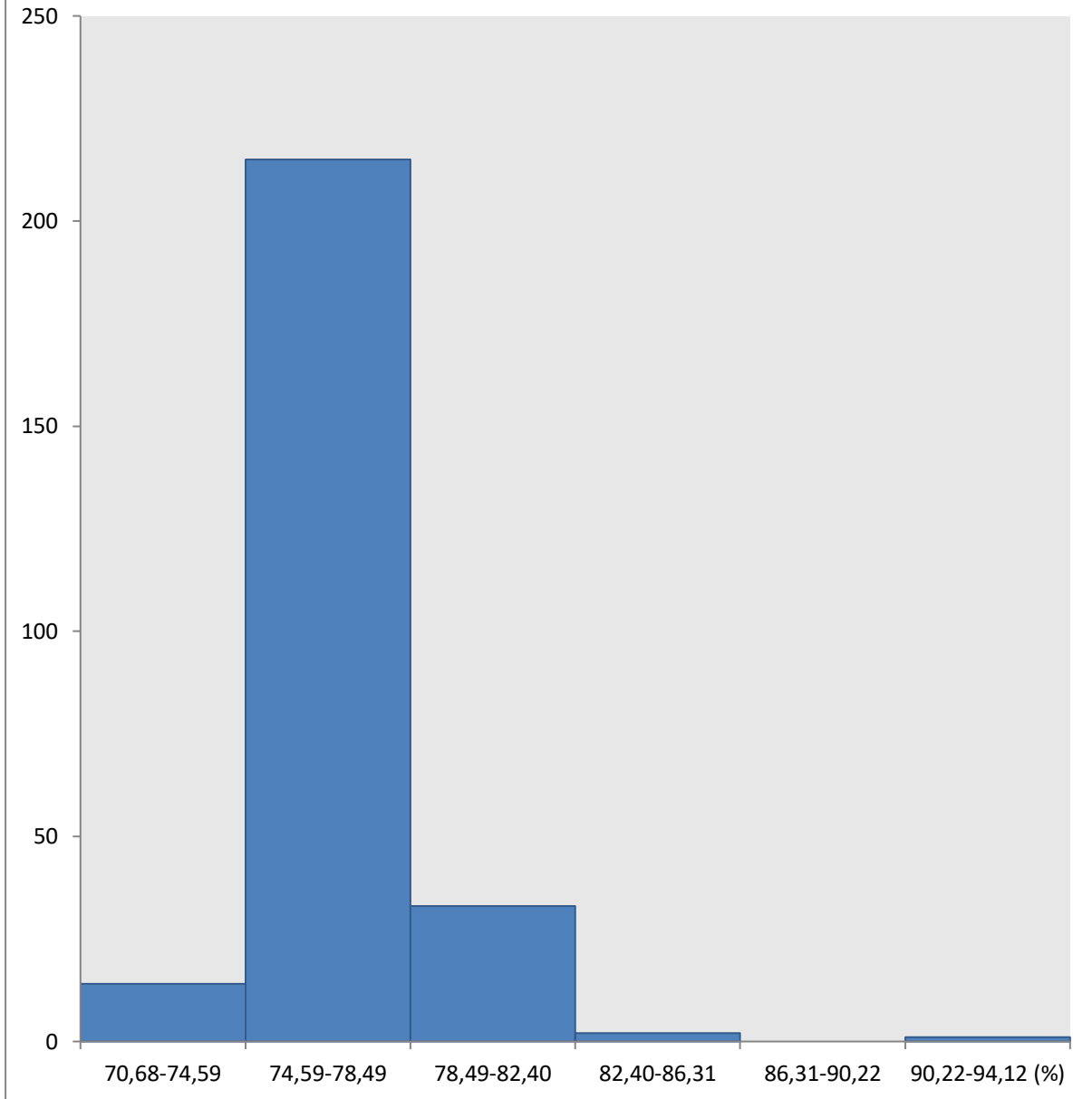


Σχήμα 9.25: Ιστόγραμμα συχνοτήτων τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

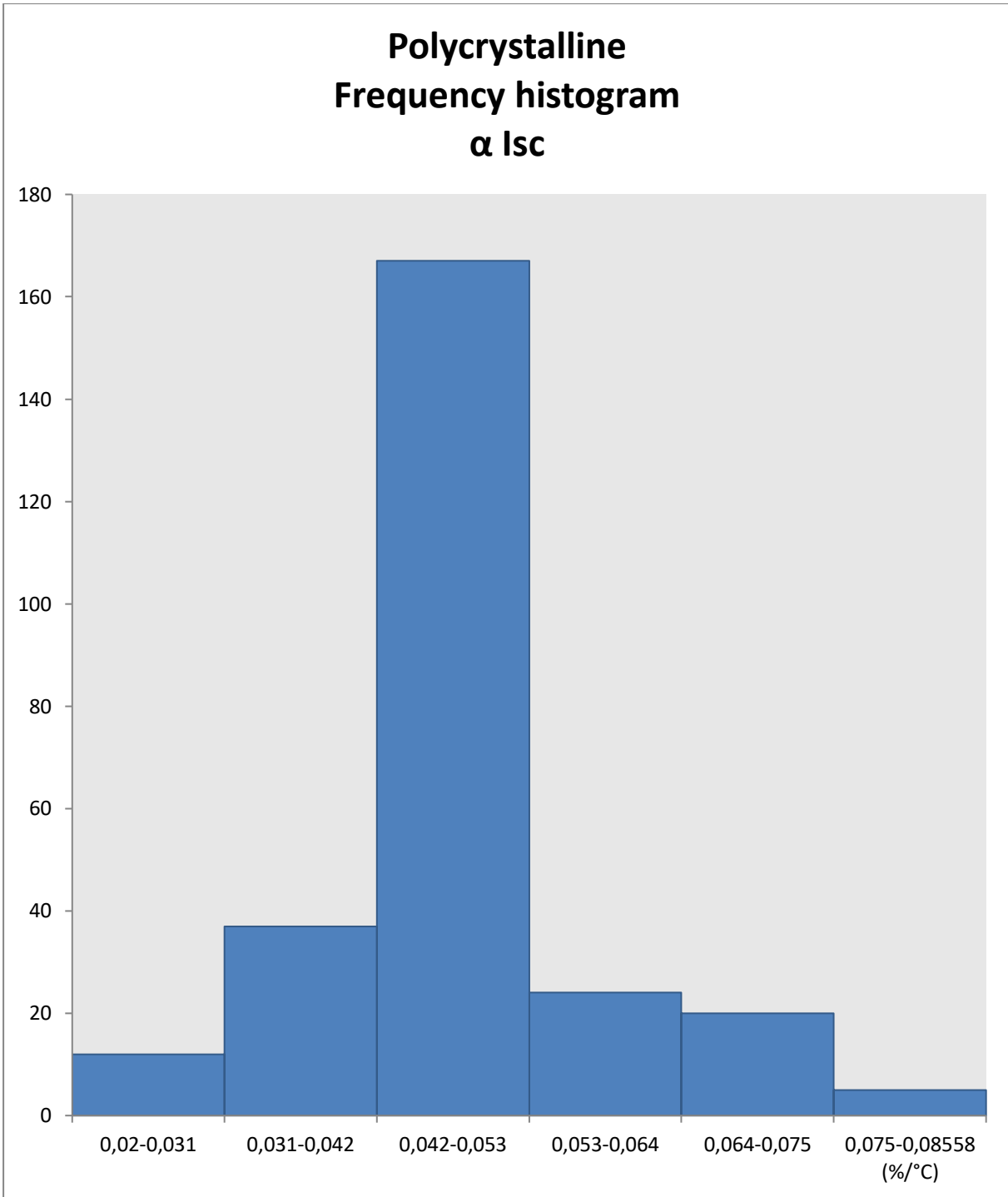


Σχήμα 9.26: Ιστόγραμμα συχνότητας τάσης στη μέγιστη ισχύ για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

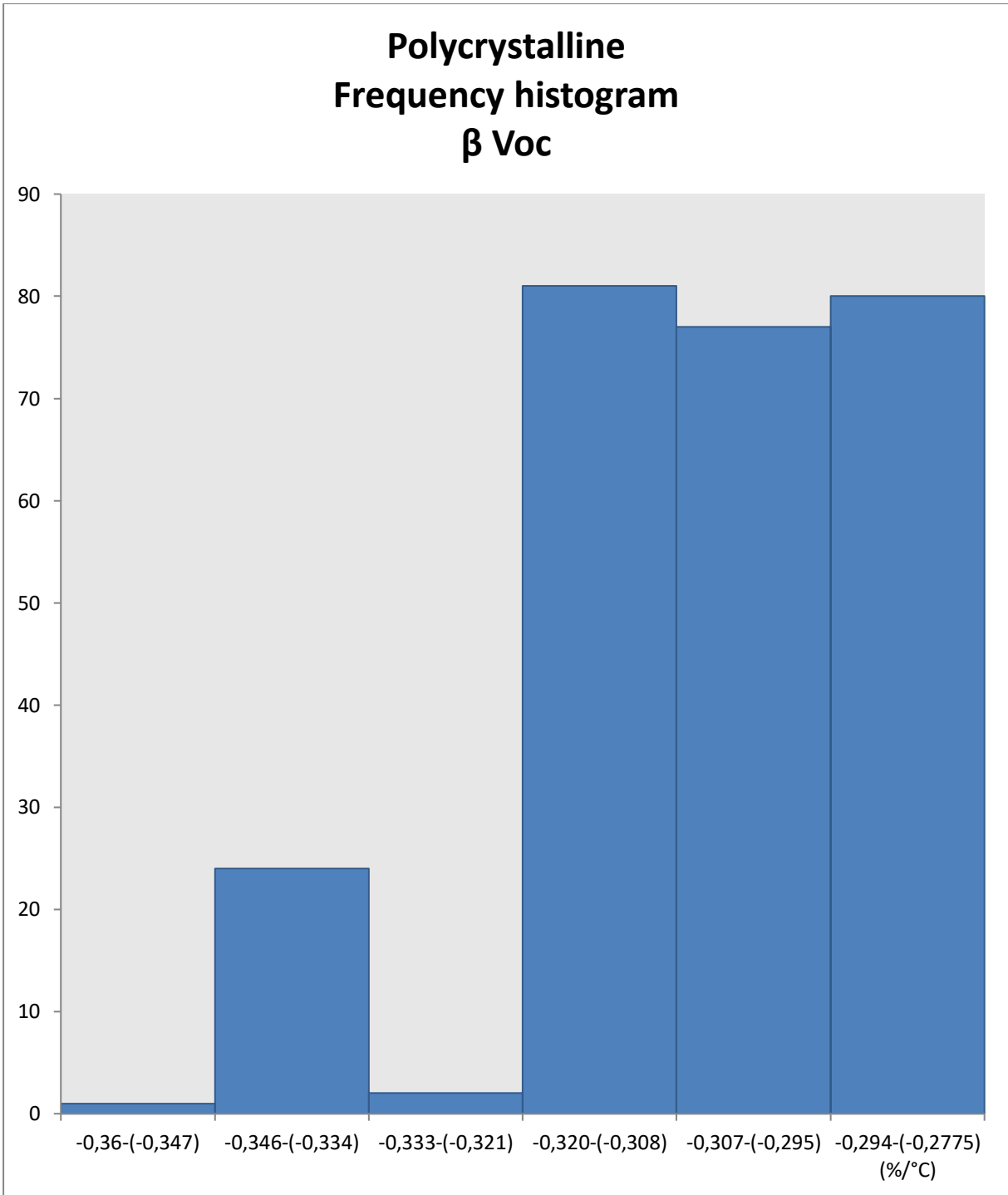
Polycrystalline Frequency histogram FFstc



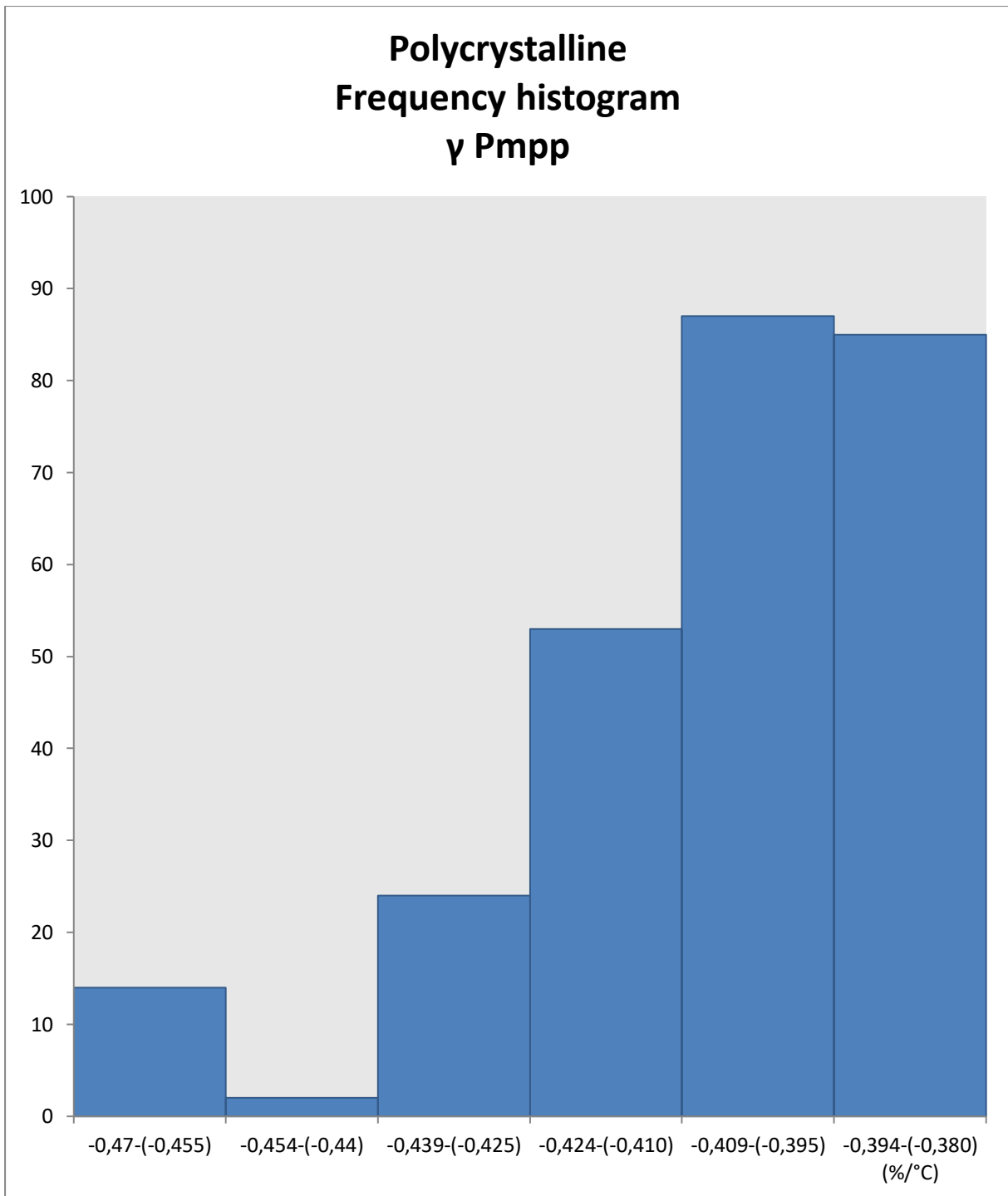
Σχήμα 9.27: Ιστόγραμμα συχνοτήτων παράγοντα πλήρωσης για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.28: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

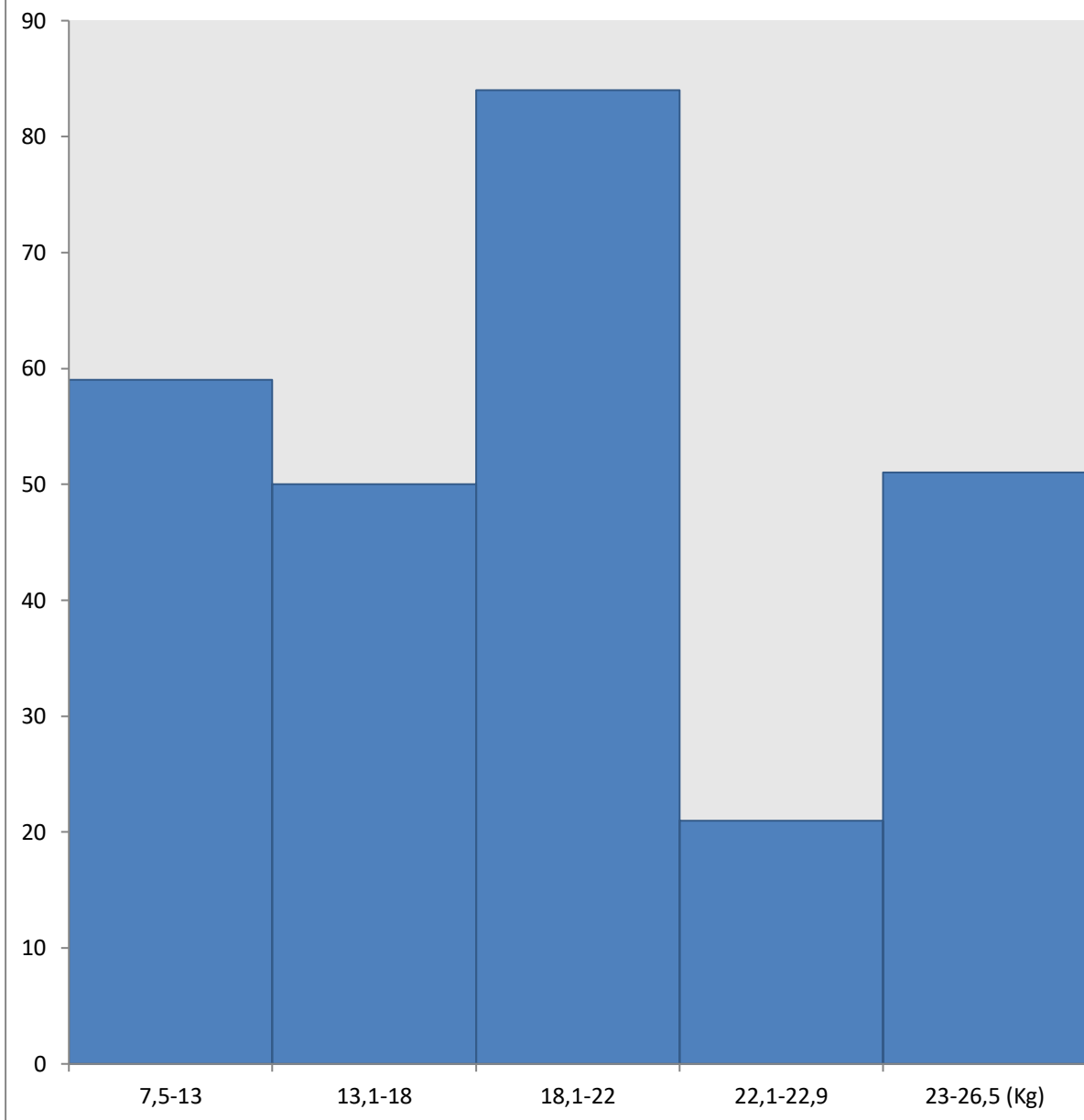


Σχήμα 9.29: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



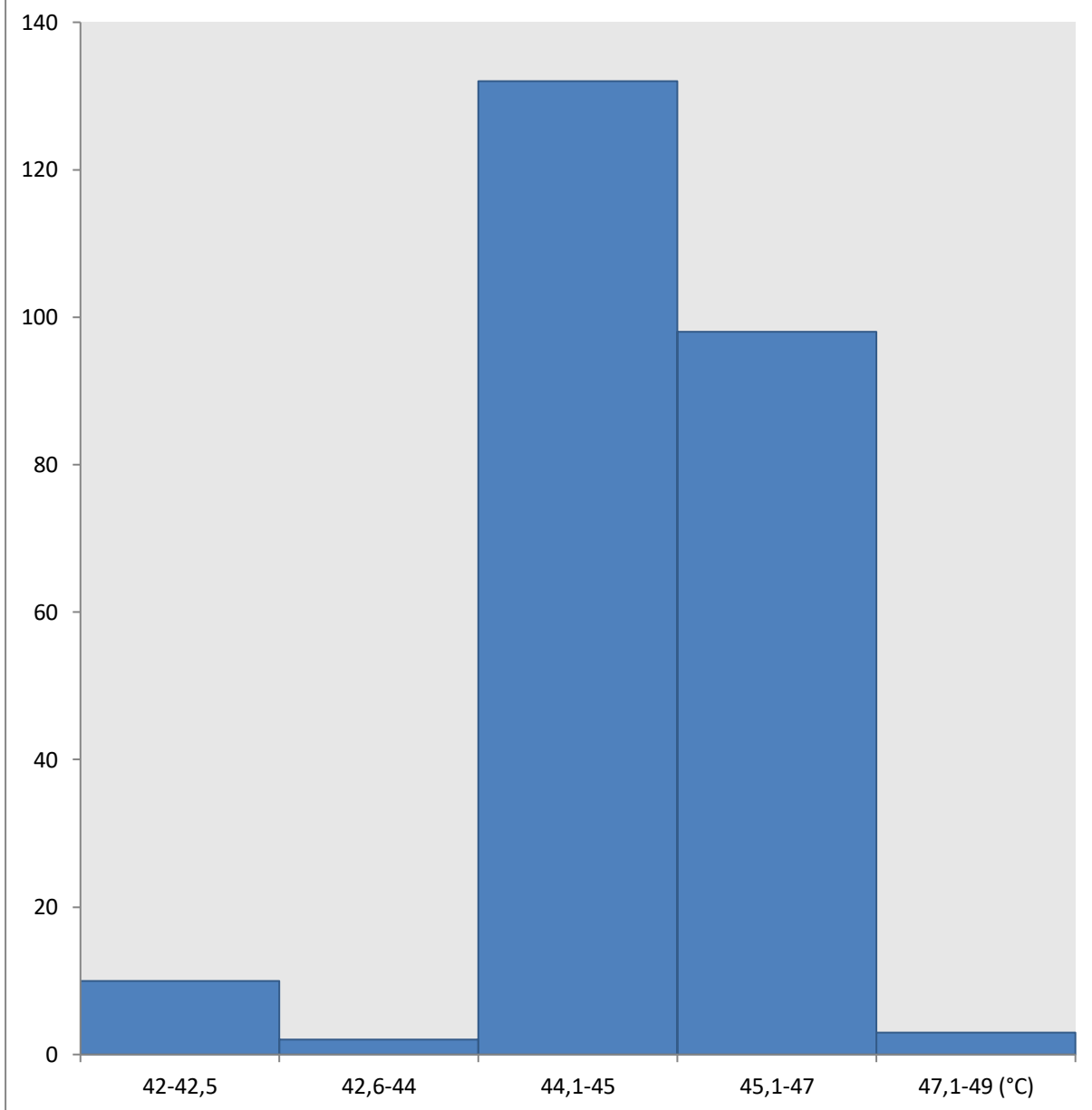
Σχήμα 9.30: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή μέγιστης ισχύος για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Polycrystalline Frequency histogram Weight

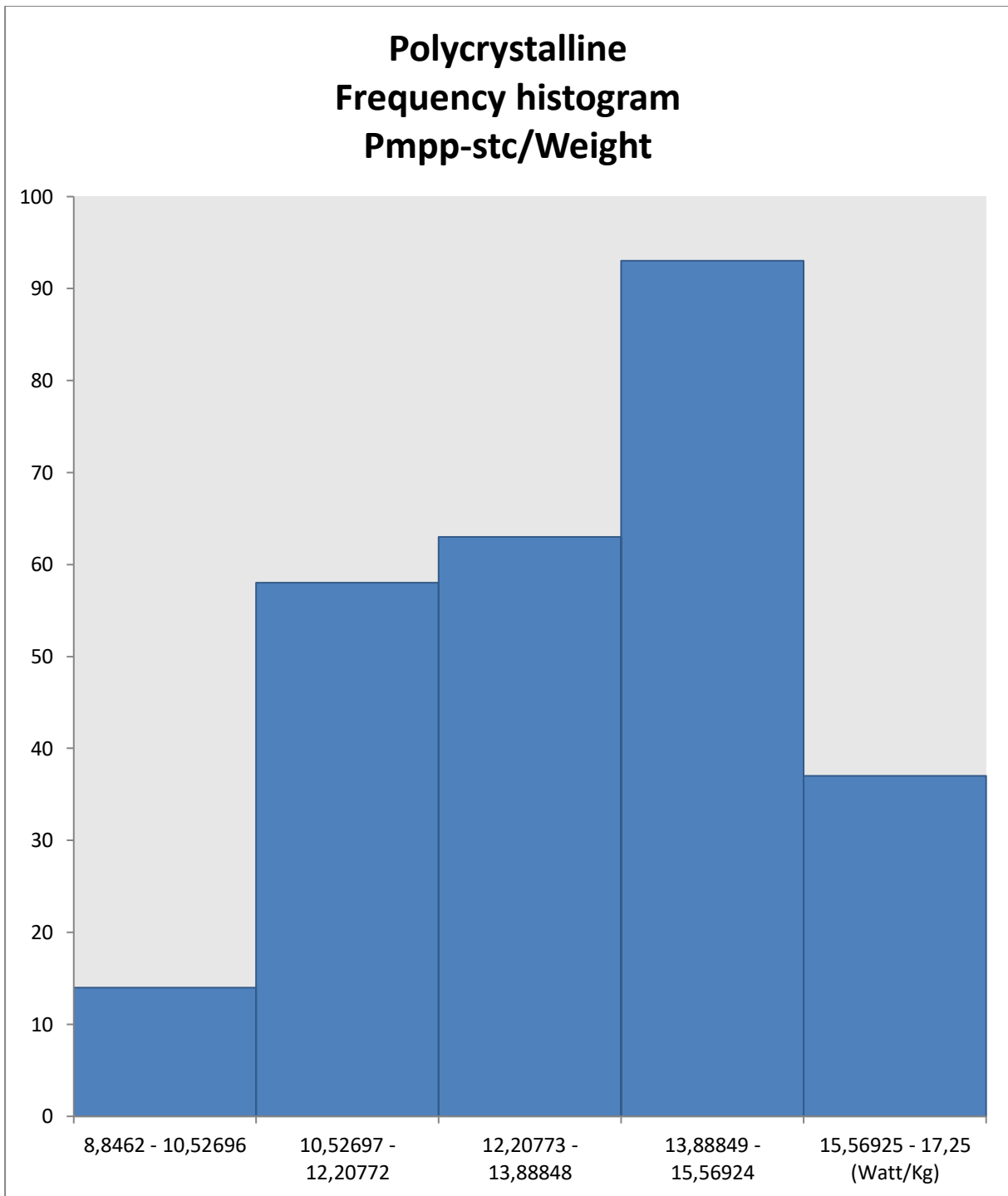


Σχήμα 9.31: Ιστόγραμμα συχνοτήτων βάρους για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Polycrystalline Frequency histogram NOCT



Σχήμα 9.32: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμοκρασίας στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου στις συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψελίδας για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.33: Ιστόγραμμα συχνότητας ηλίκου μέγιστης ισχύος και βάρους για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

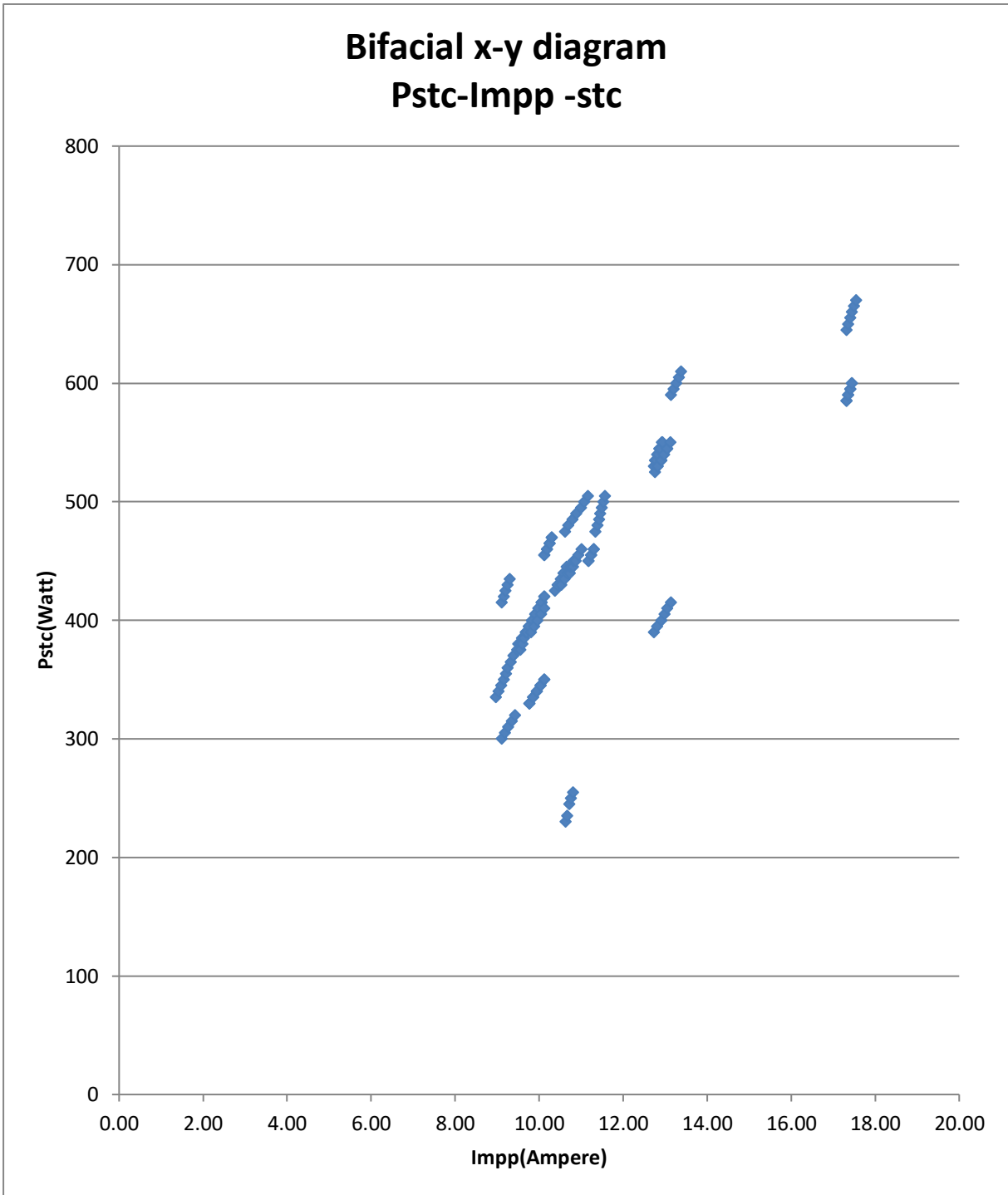
Επίσης παρουσιάζεται και ο πίνακας με τη μέση τιμή και τη διασπορά των τιμών της βάσης δεδομένων για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια:

Τύπος πλαισίου: Polycrystalline	V_{mpp,stc}/V_{oc,stc}	I_{mpp,stc}/I_{sc,stc}	V_{oc,stc}(V)	V_{mpp,stc}(V)	FF_{stc}(%)
Μέση τιμή :	0,813	0,940	39,663	32,272	76,45%
Διασπορά :	0,00031369	0,00036238	64,506	44,095	0,0004064331
	α(%/°C)	β(%/°C)	γ(%/°C)	NOCT(°C)	Weight(Kg)
Μέση τιμή :	0,05%	-0,30%	-0,40%	45,371	18,838
Διασπορά :	0,0000000112	0,0000000412	0,0000000432	0,91510	19,901

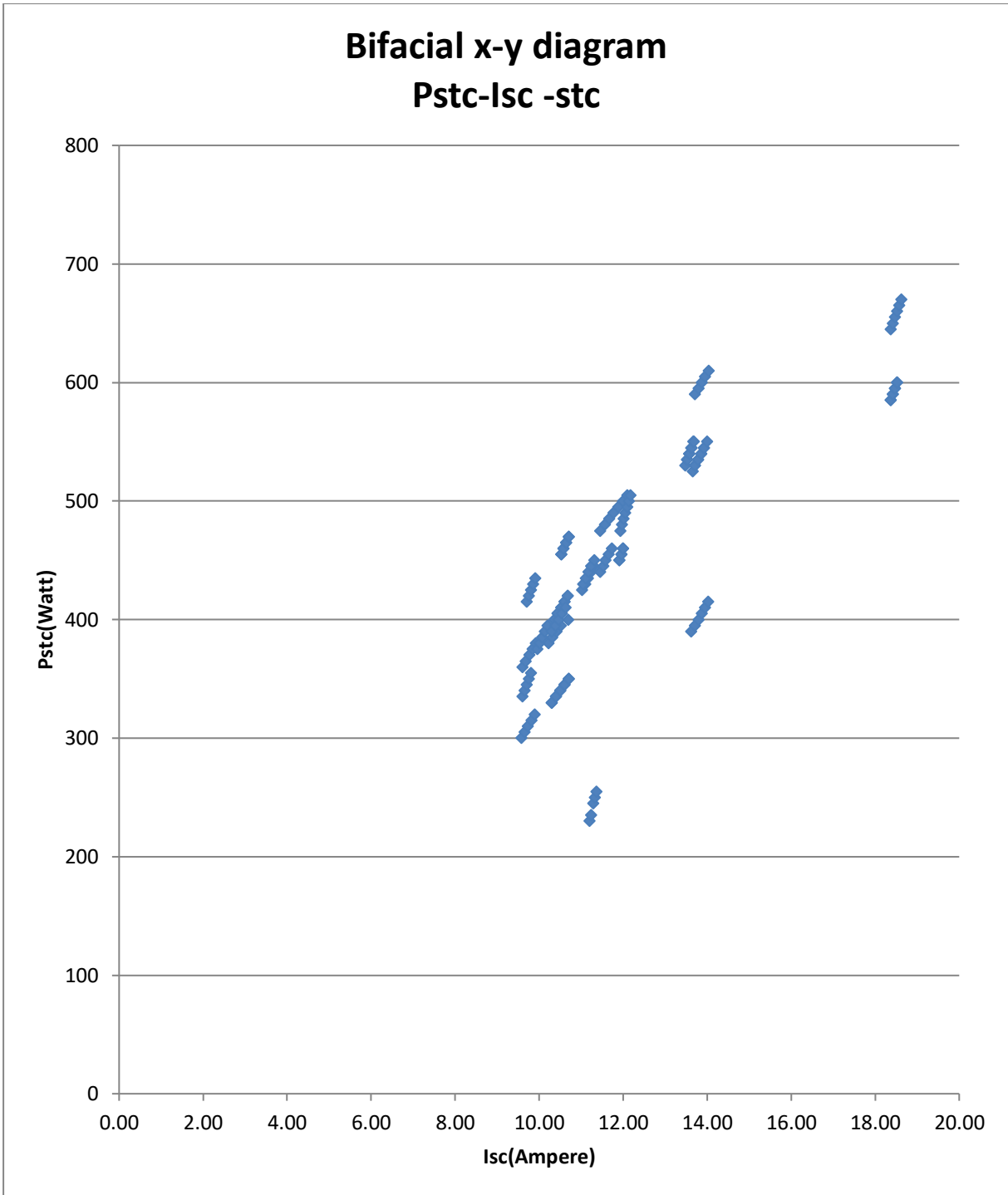
Σχήμα 9.34: Πίνακας μέσης τιμής και διασποράς τιμών της βάσης δεδομένων για τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

9.3.Bifacial

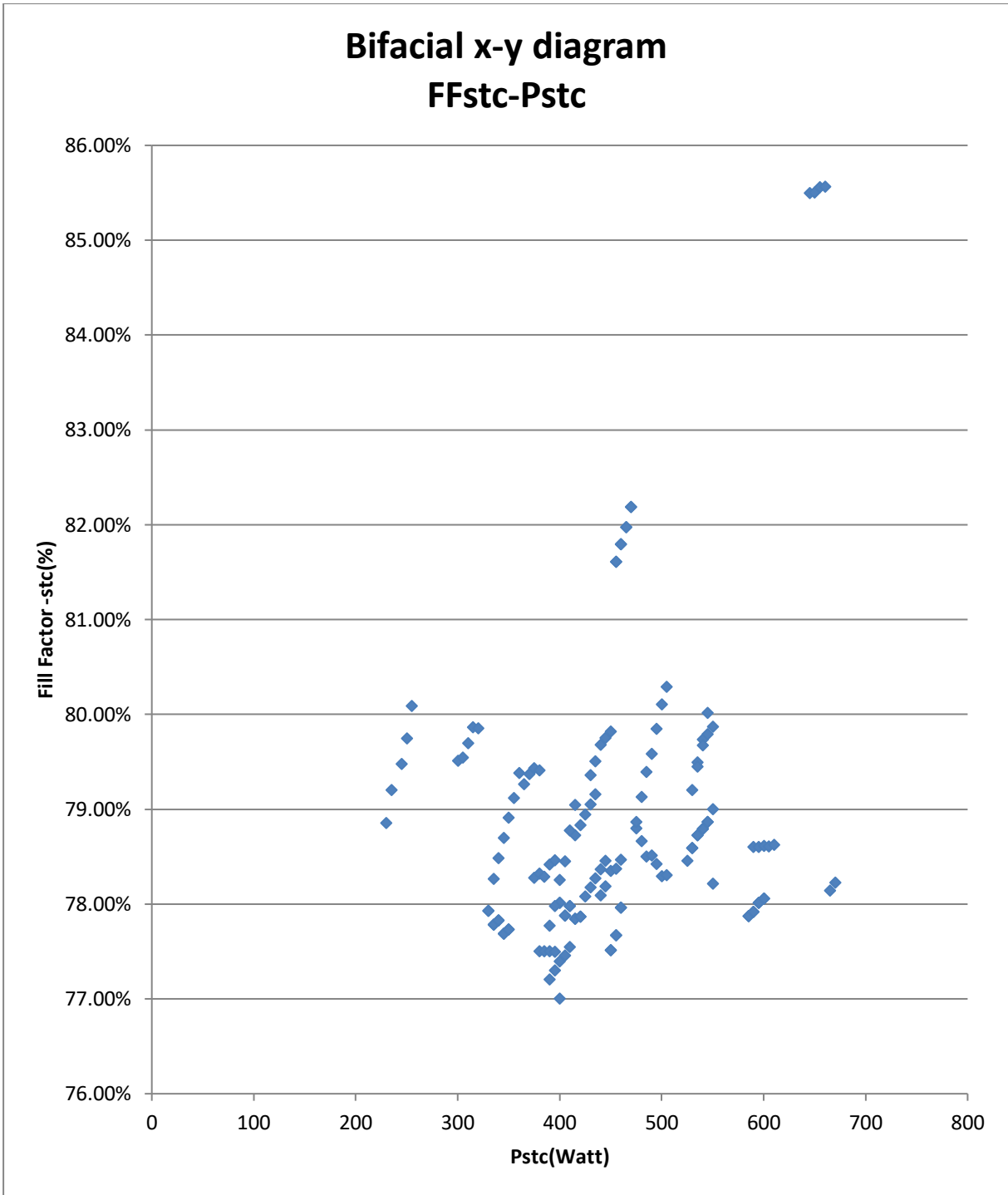
Με τη συμπλήρωση των δεδομένων για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια στη βάση δεδομένων δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα:



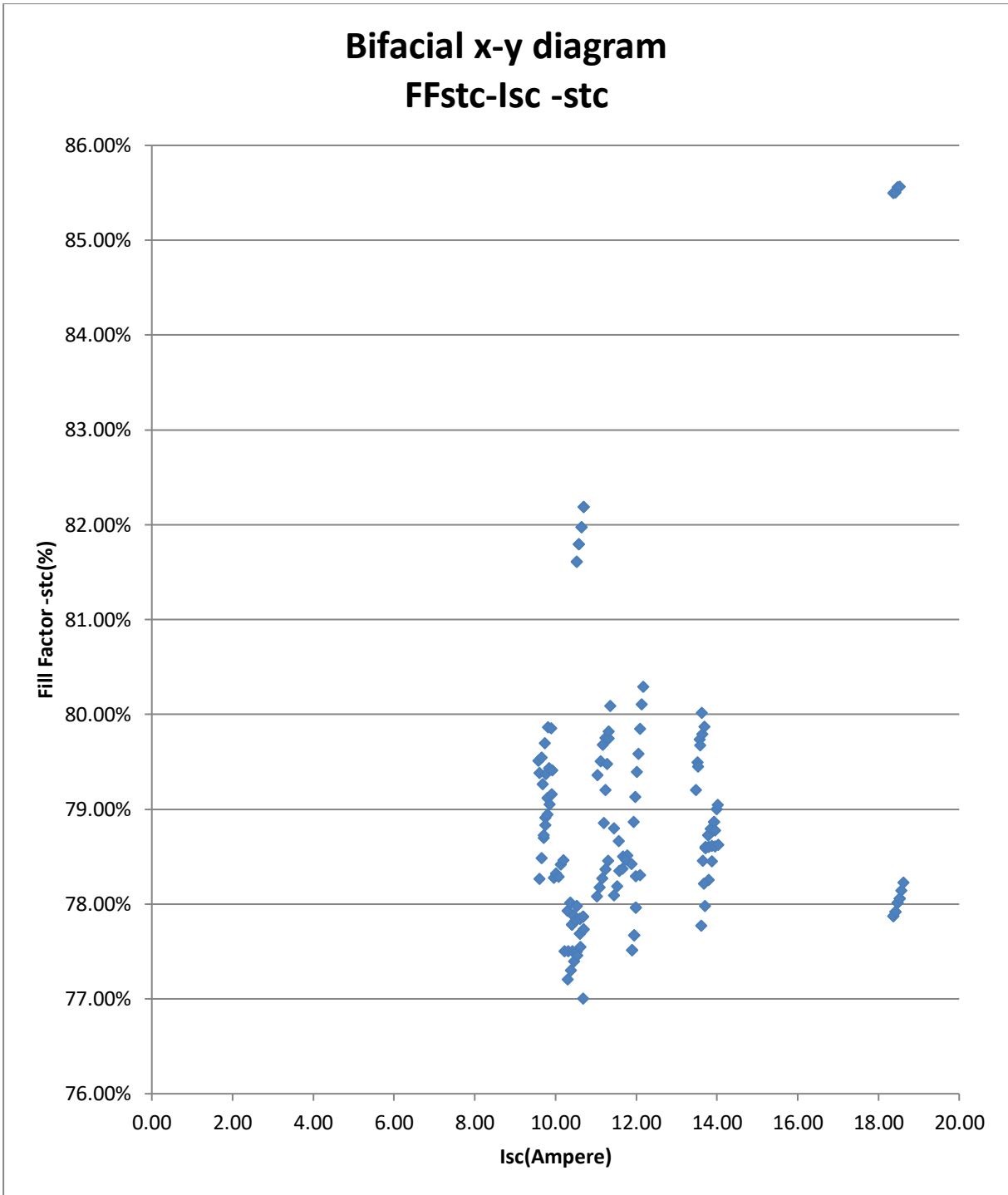
Σχήμα 9.35: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



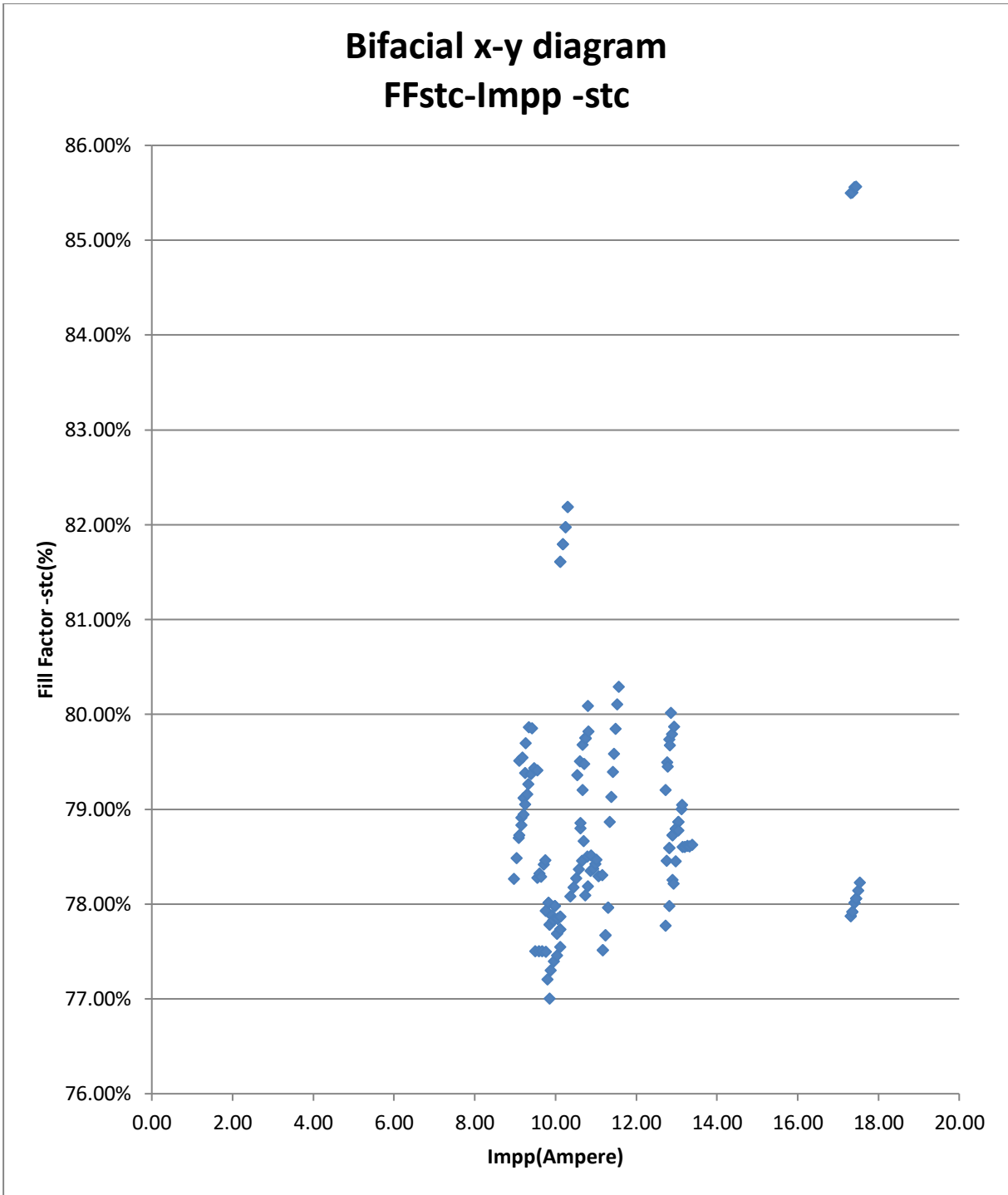
Σχήμα 9.36: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.37: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά μέγιστη ισχύ για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια

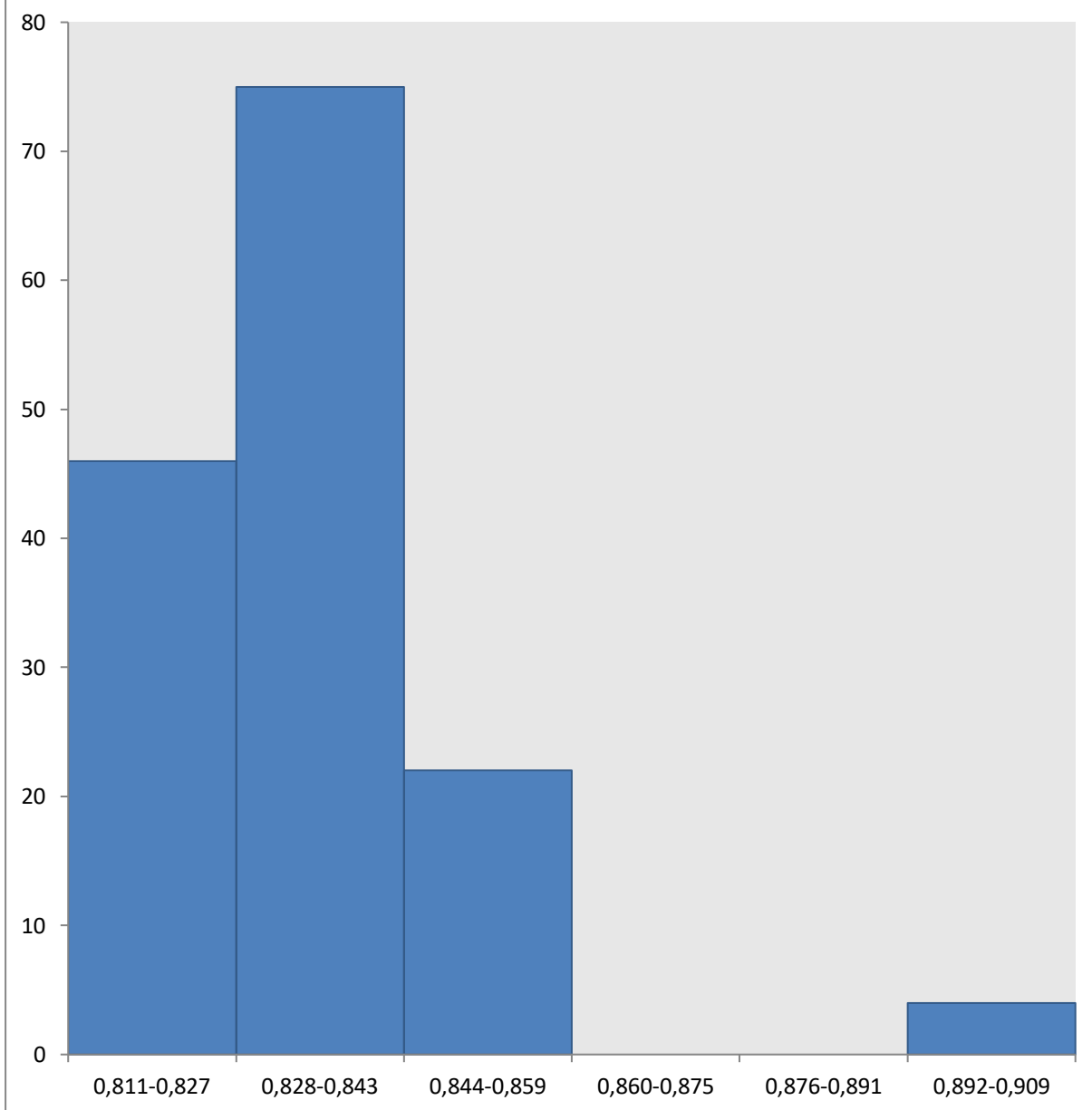


Σχήμα 9.38: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια

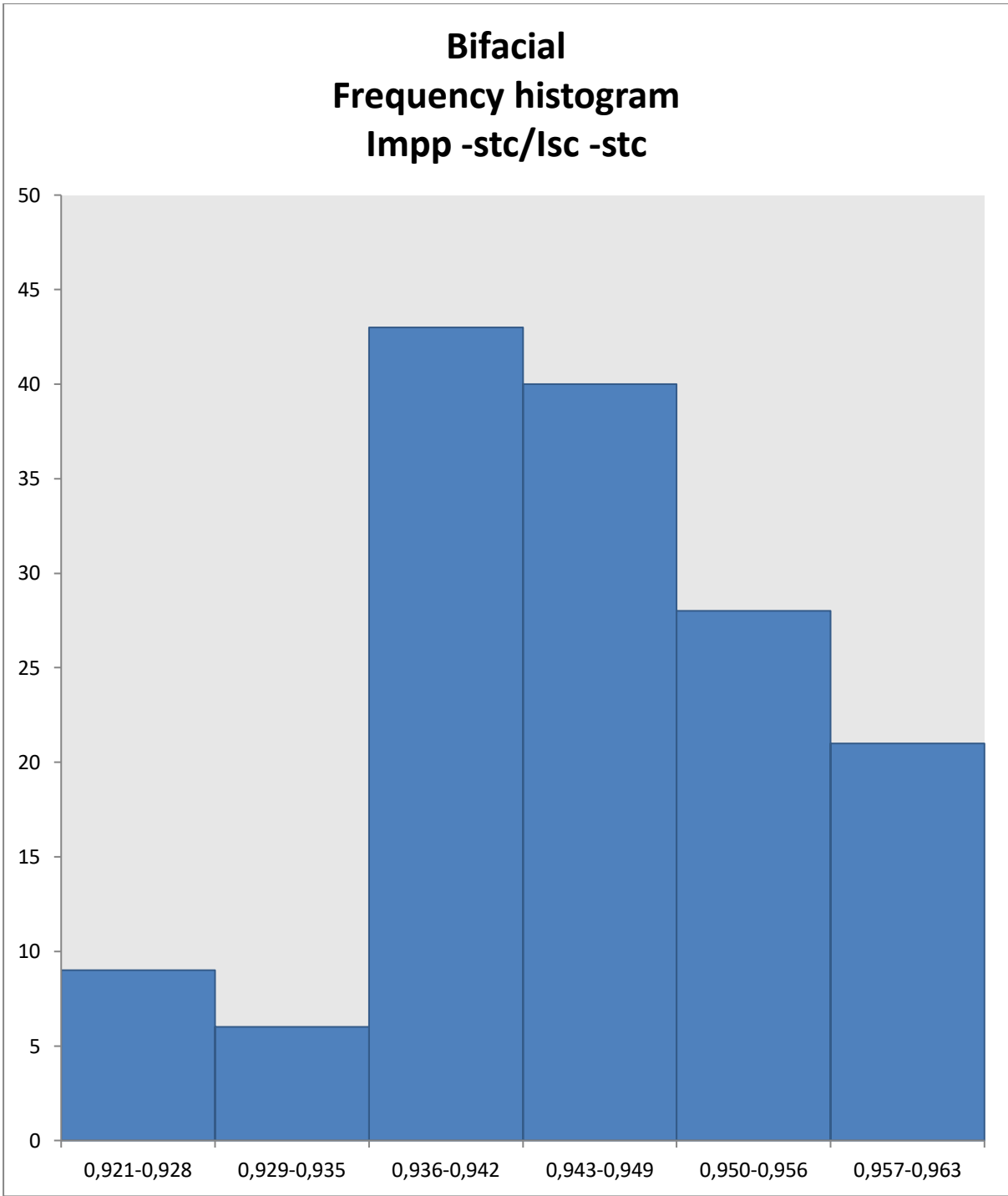


Σχήμα 9.39: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια

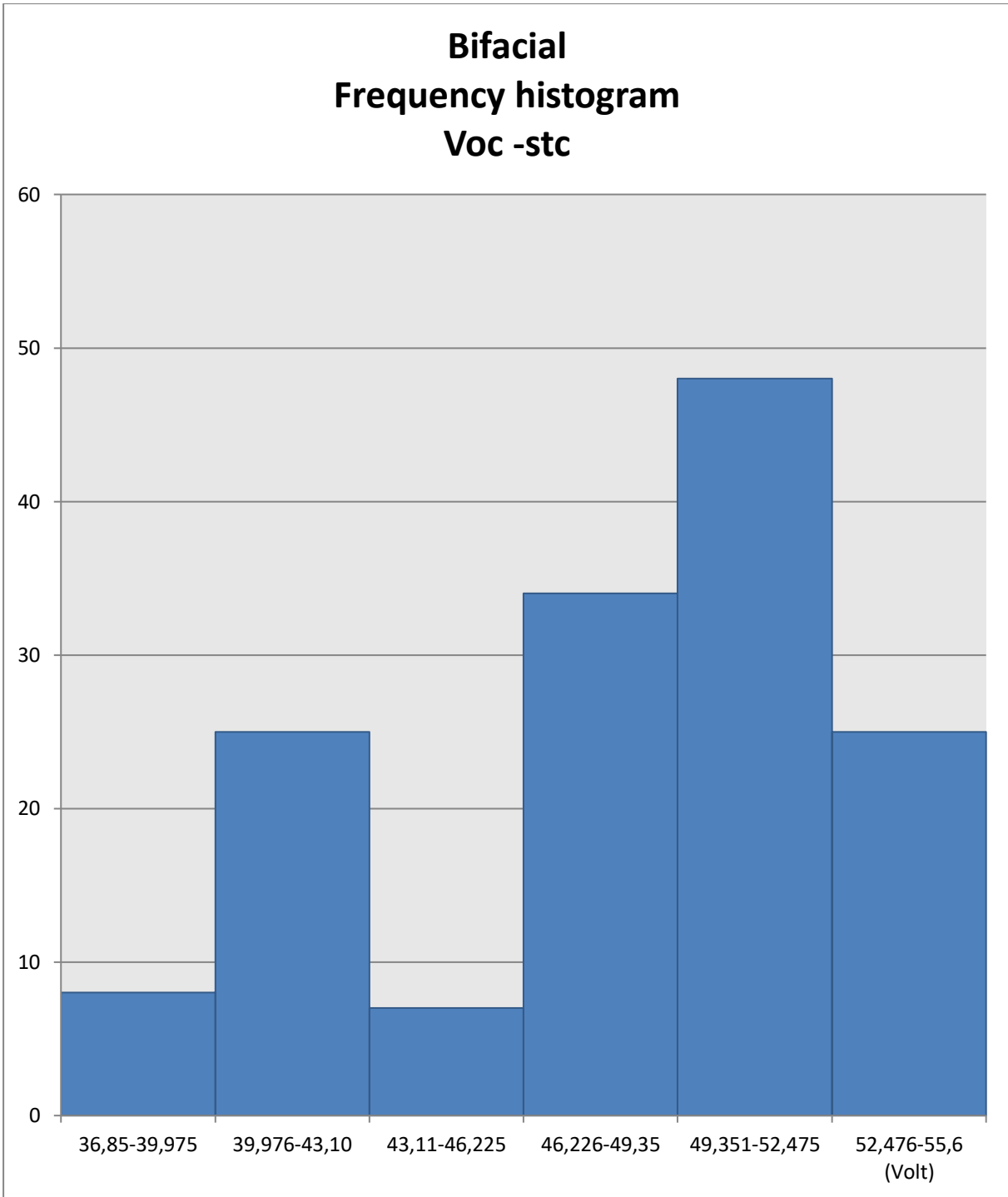
Bifacial Frequency histogram $V_{mpp-stc}/V_{oc-stc}$



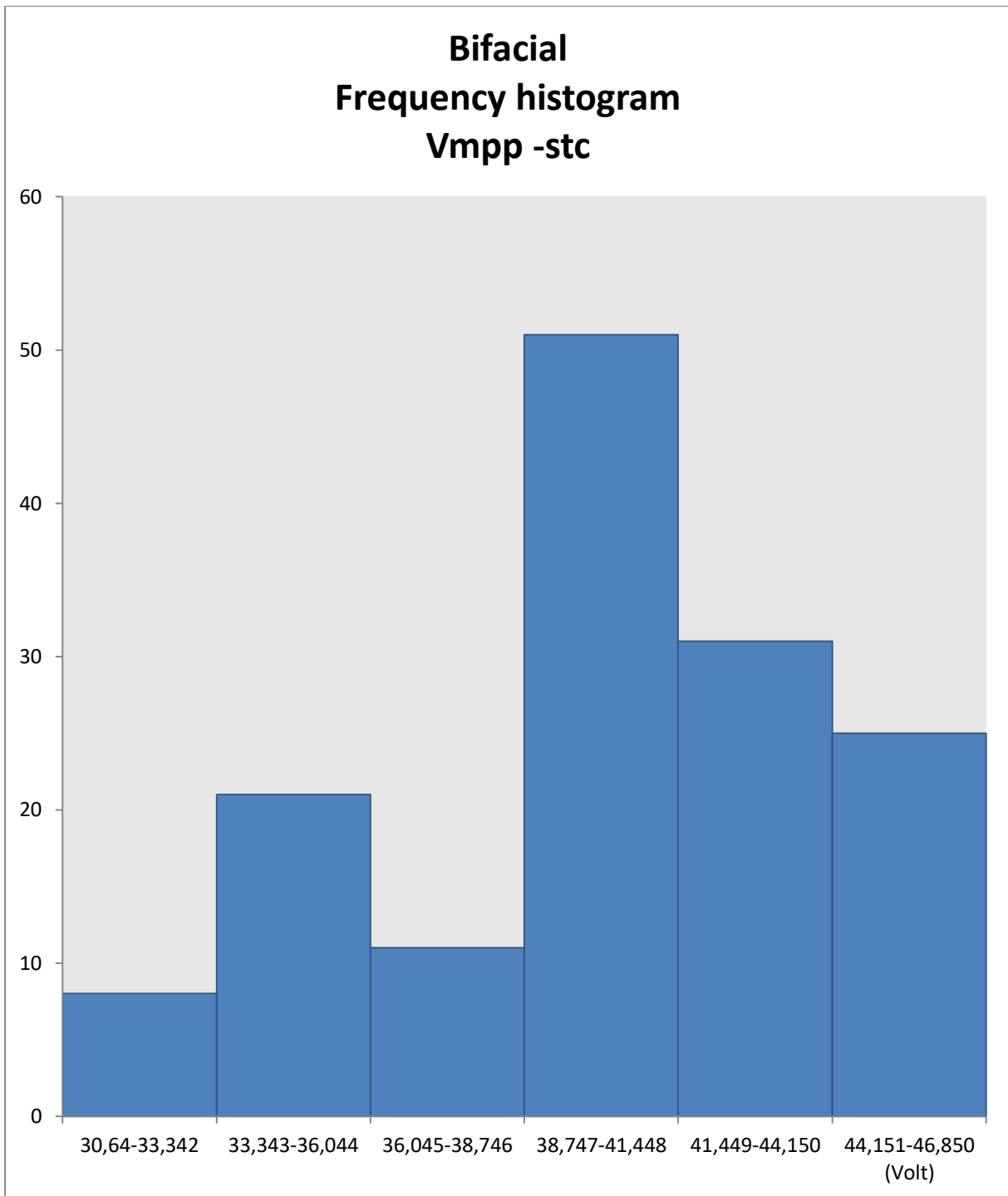
Σχήμα 9.40: Ιστόγραμμα συχνότητας ηηλικού τάσης στη μέγιστη ισχύ και τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



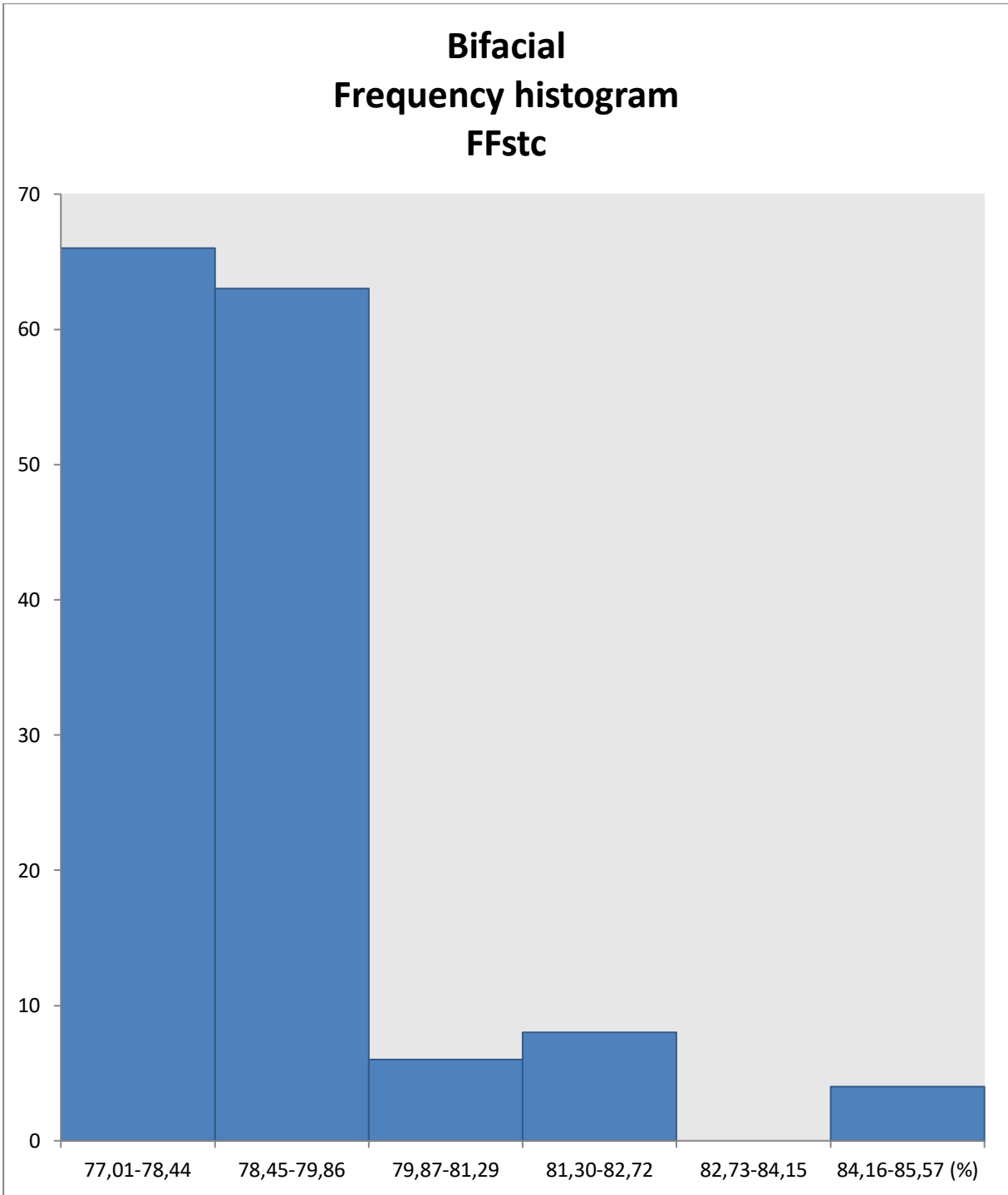
Σχήμα 9.41: Ιστόγραμμα συχνότητων ηηλίκου τιμής ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



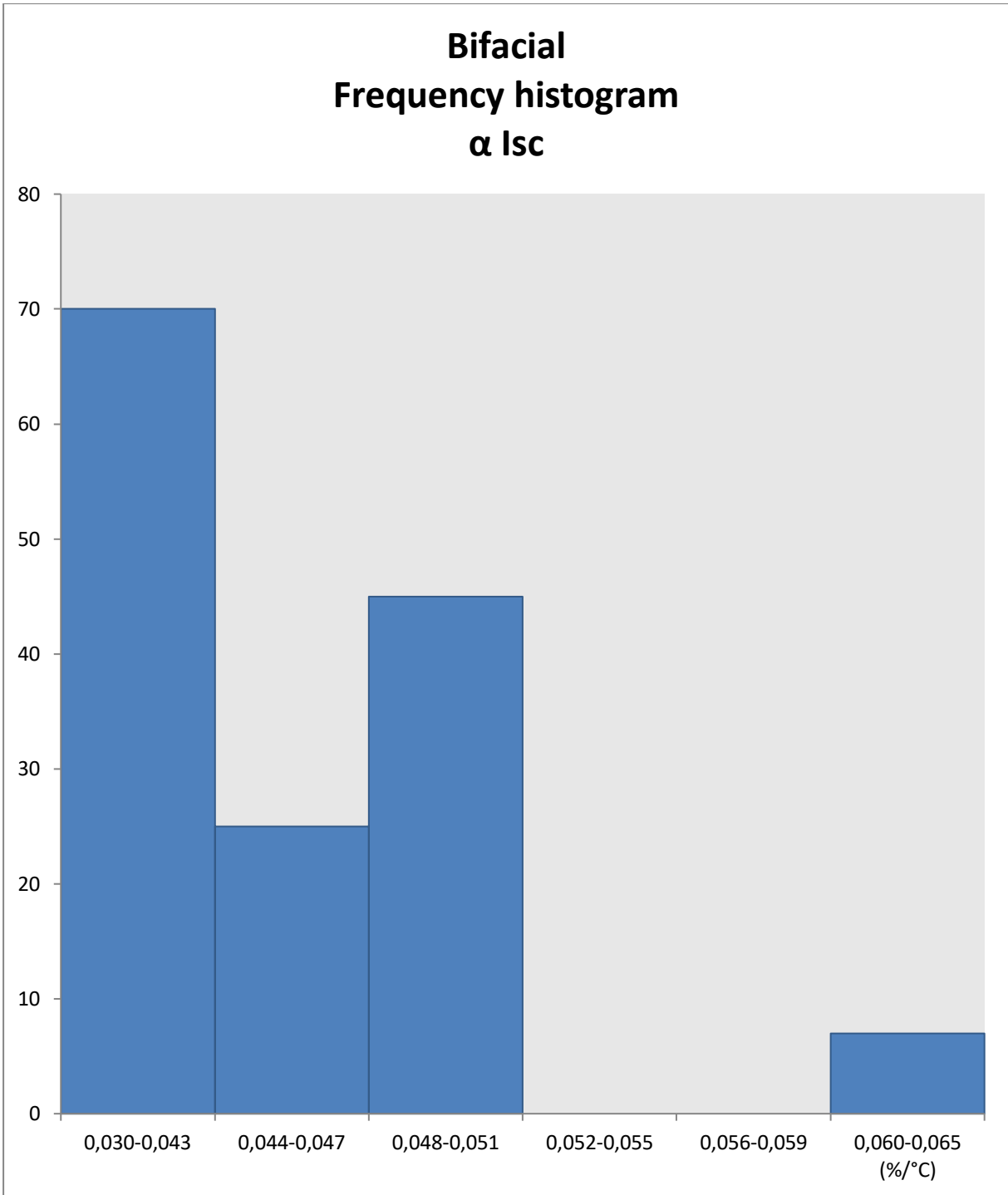
Σχήμα 9.42: Ιστόγραμμα συχνότητων ηηλικίου τιμής ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



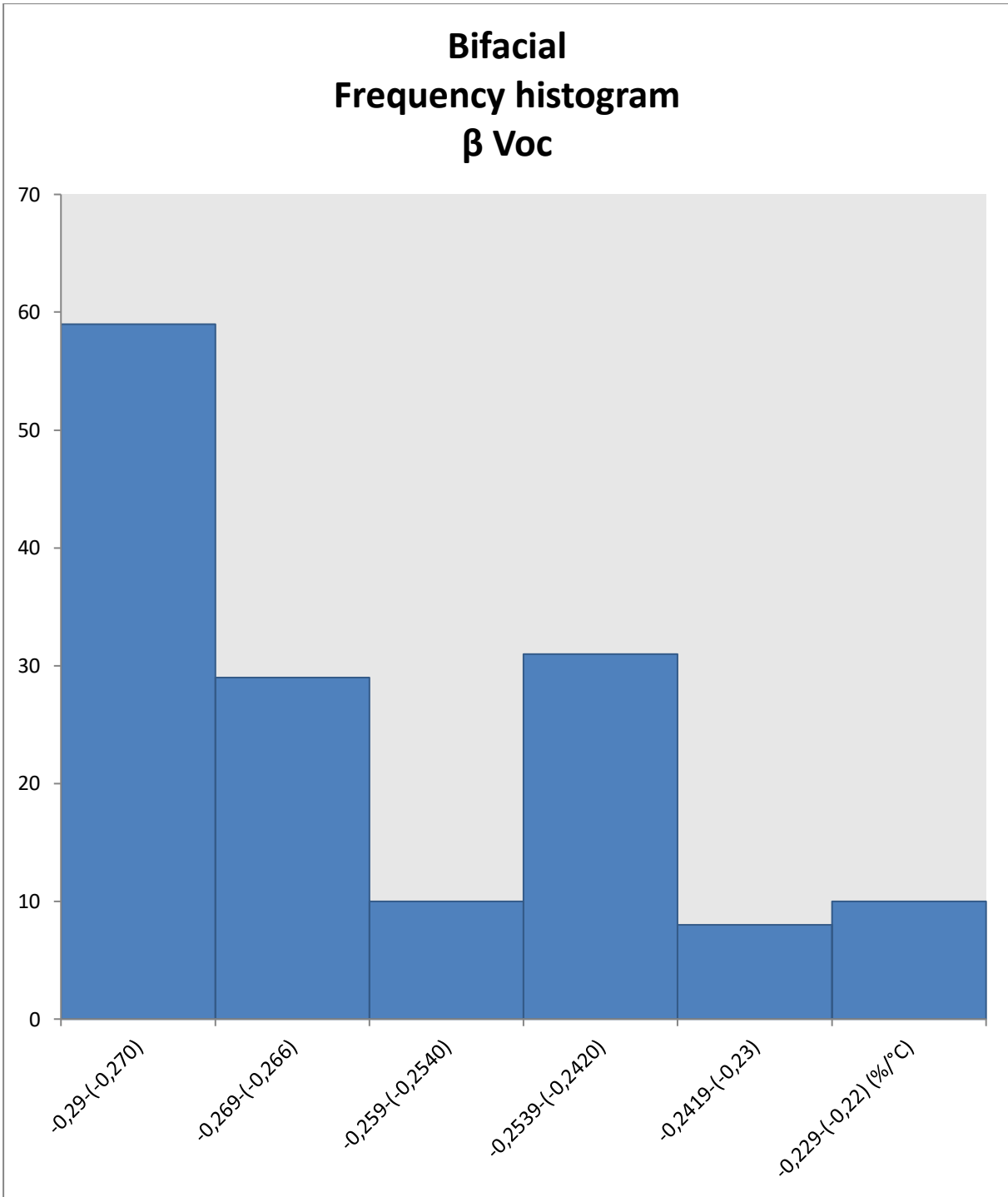
Σχήμα 9.43: Ιστόγραμμα συχνότητων τάσης στη μέγιστη ισχύ για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



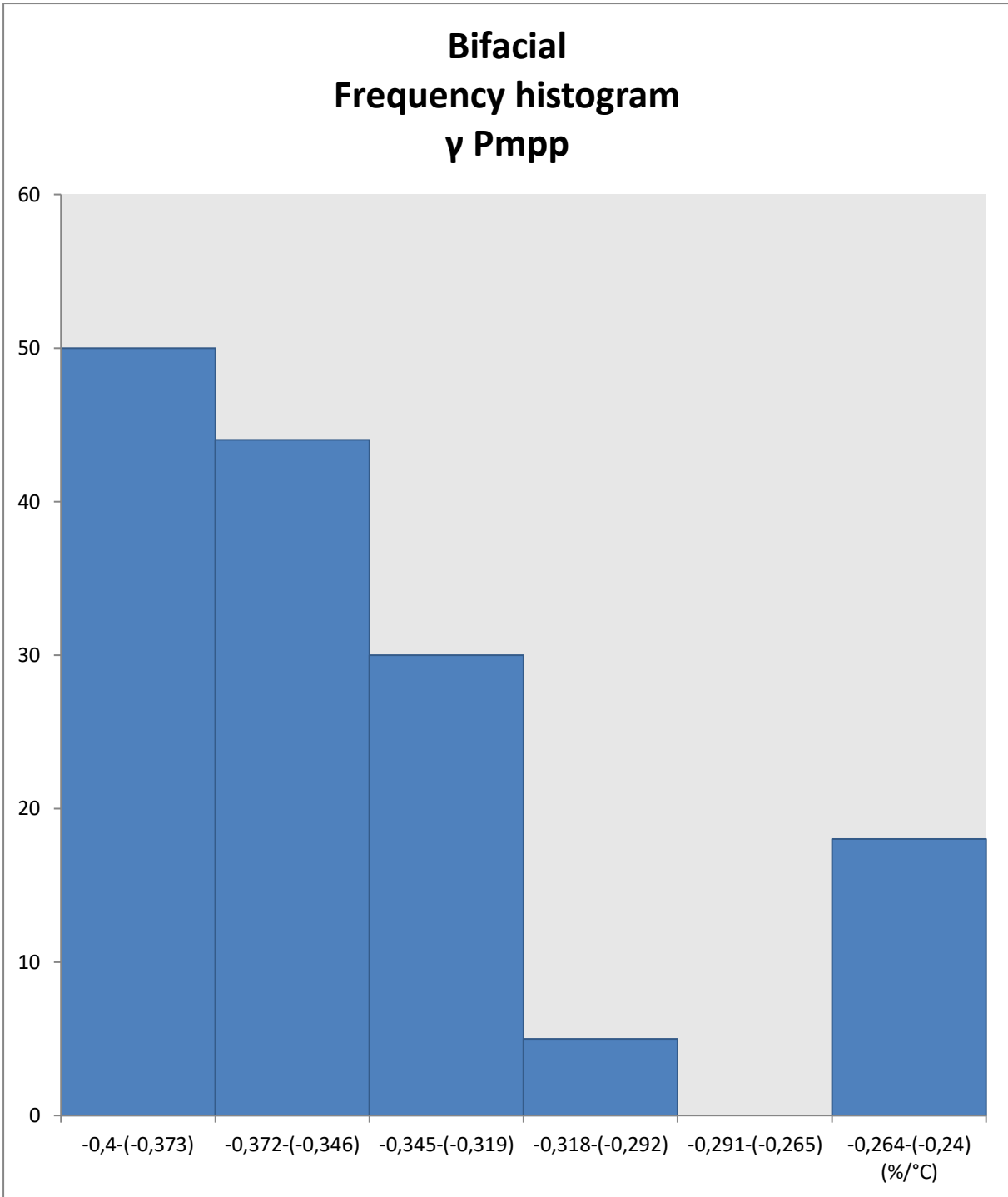
Σχήμα 9.44: Ιστόγραμμα συχνότητας παράγοντα πλήρωσης για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



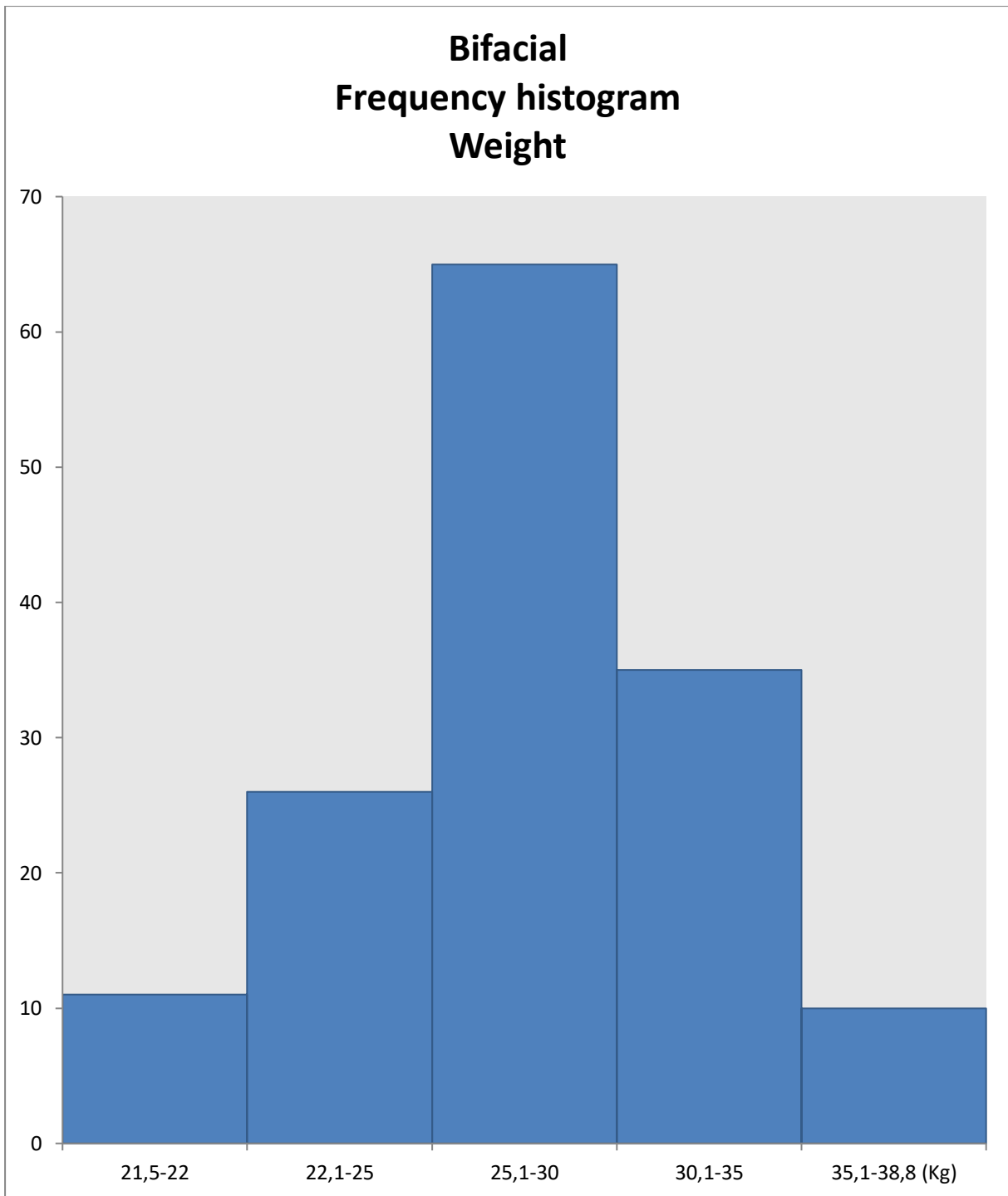
Σχήμα 9.45: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμοκoύ συντελεστή ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.46: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια

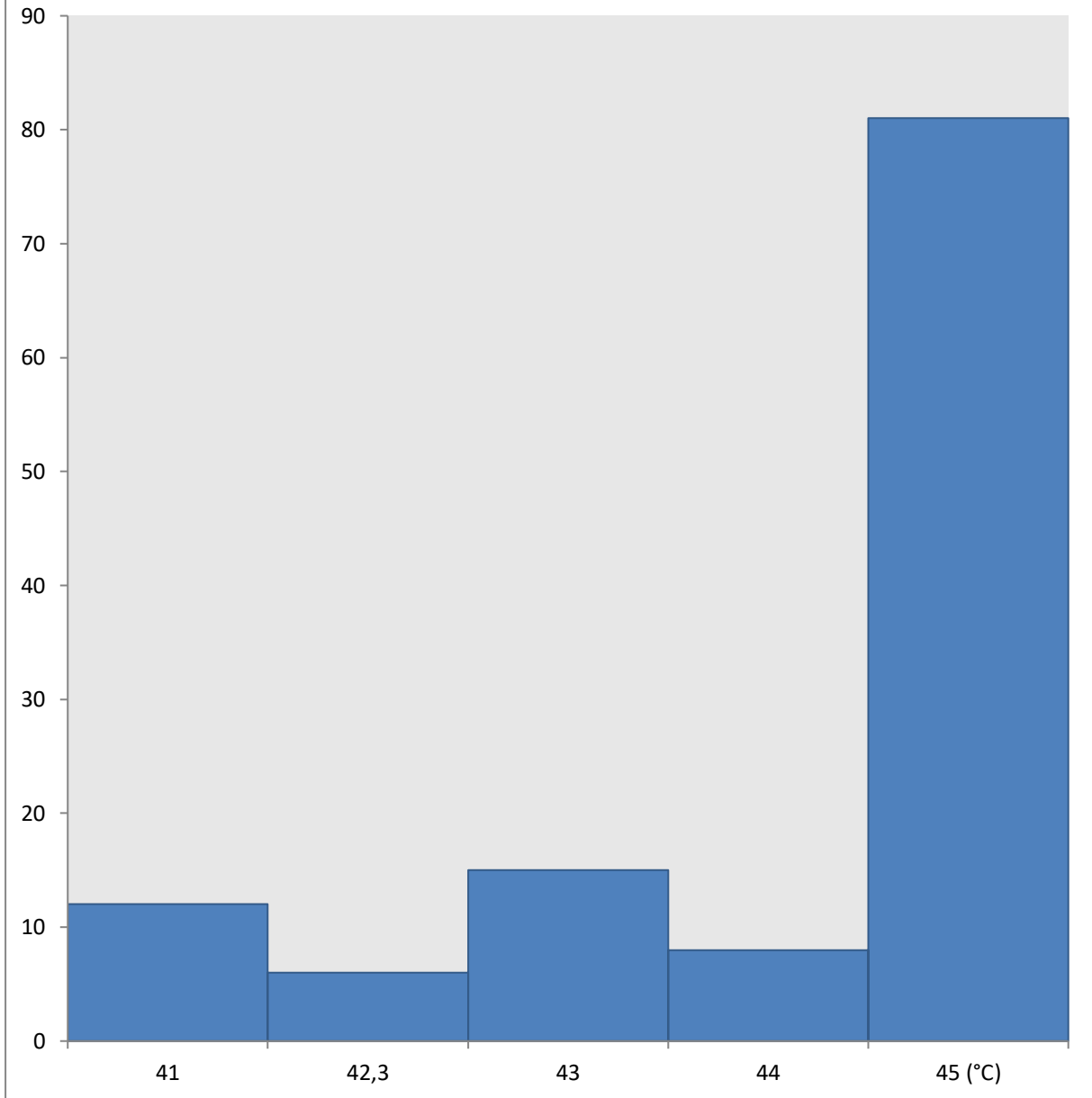


Σχήμα 9.47: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή μέγιστης ισχύος για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια

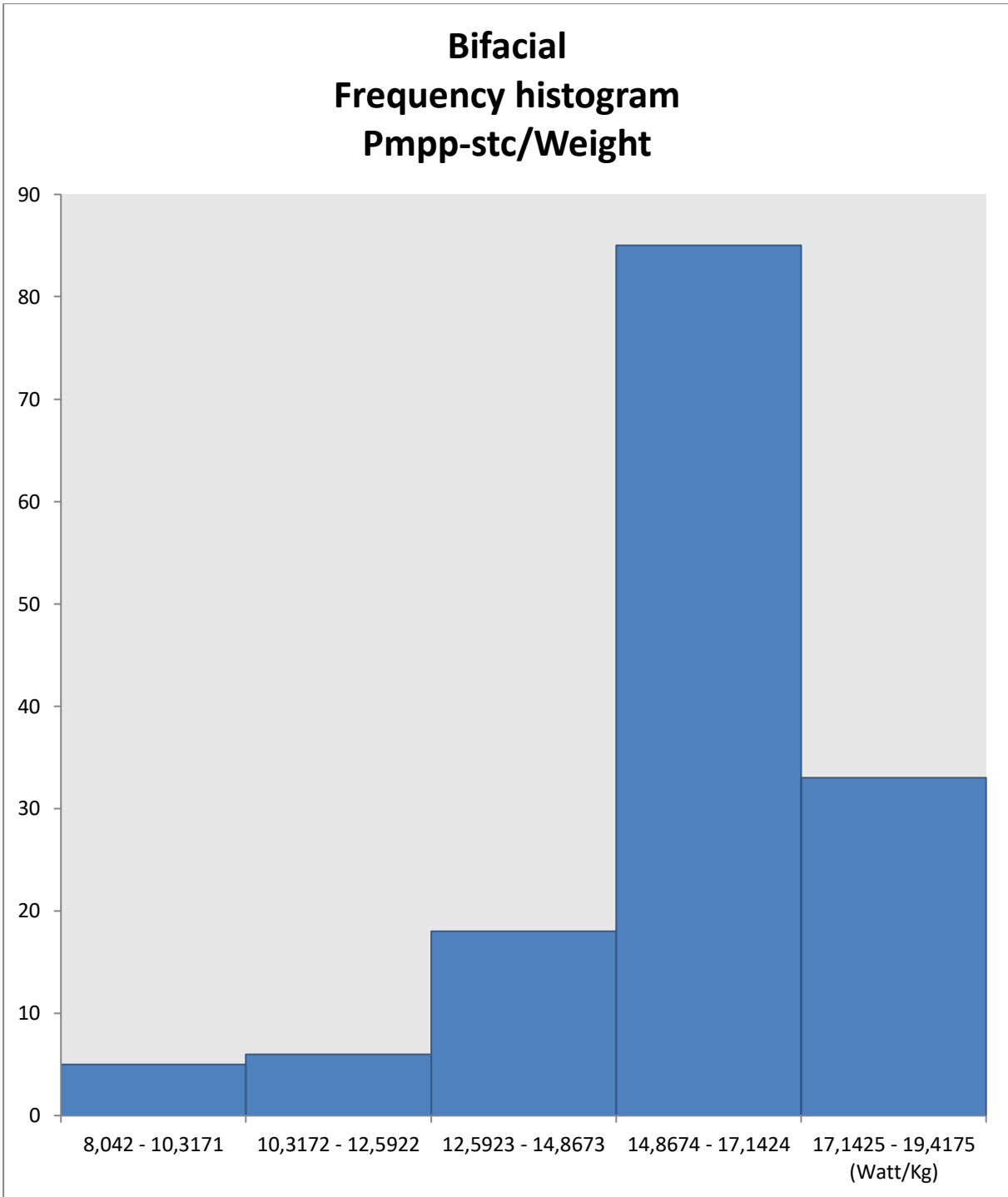


Σχήμα 9.48: Ιστόγραμμα συχνότητων θάρους για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια

Bifacial Frequency histogram NOCT



Σχήμα 9.49: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμοκρασίας στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου στις συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψελίδας για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.50: Ιστόγραμμα συχνοτήτων ηηλικού μέγιστης ισχύος και βάρους για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια

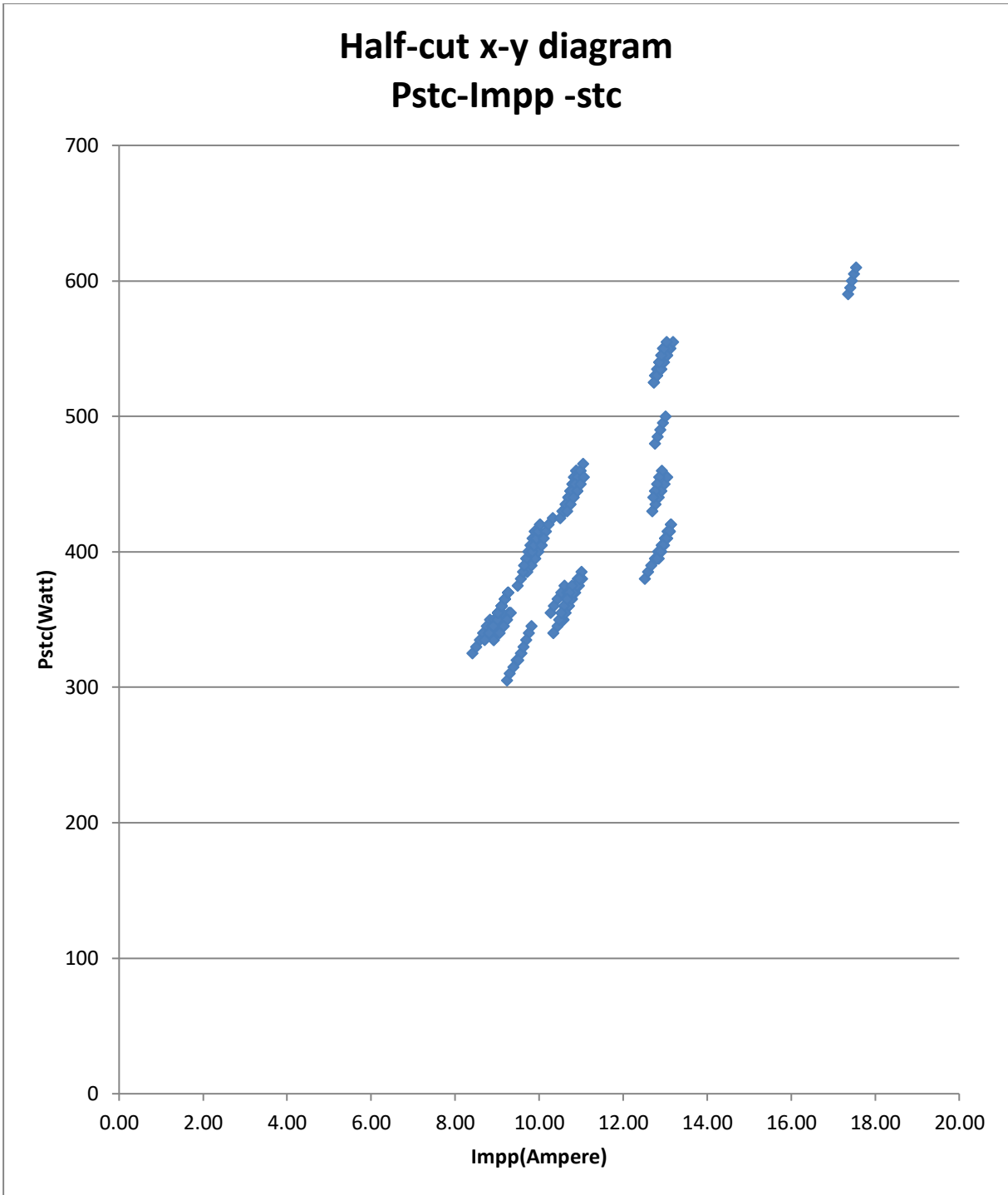
Επίσης παρουσιάζεται και ο πίνακας με τη μέση τιμή και τη διασπορά των τιμών της βάσης δεδομένων για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια:

Τύπος πλαισίου: Bifacial	Vmp_{pp, stc}/Voc_{stc}	Im_{pp, stc}/Isc_{stc}	Voc_{stc}(V)	Vmp_{pp, stc}(V)	FF_{stc}(%)
Μέση τιμή :	0,835	0,945	48,017	40,099	78,92%
Διασπορά :	0,00024887	0,00009423	21,617	15,502	0,0002320061
	α(%/°C)	β(%/°C)	γ(%/°C)	NOCT(°C)	Weight(Kg)
Μέση τιμή :	0,05%	-1,99%	-0,35%	44,162	28,161
Διασπορά :	0,0000000040	0,0045301144	0,0000002080	1,78792	16,669

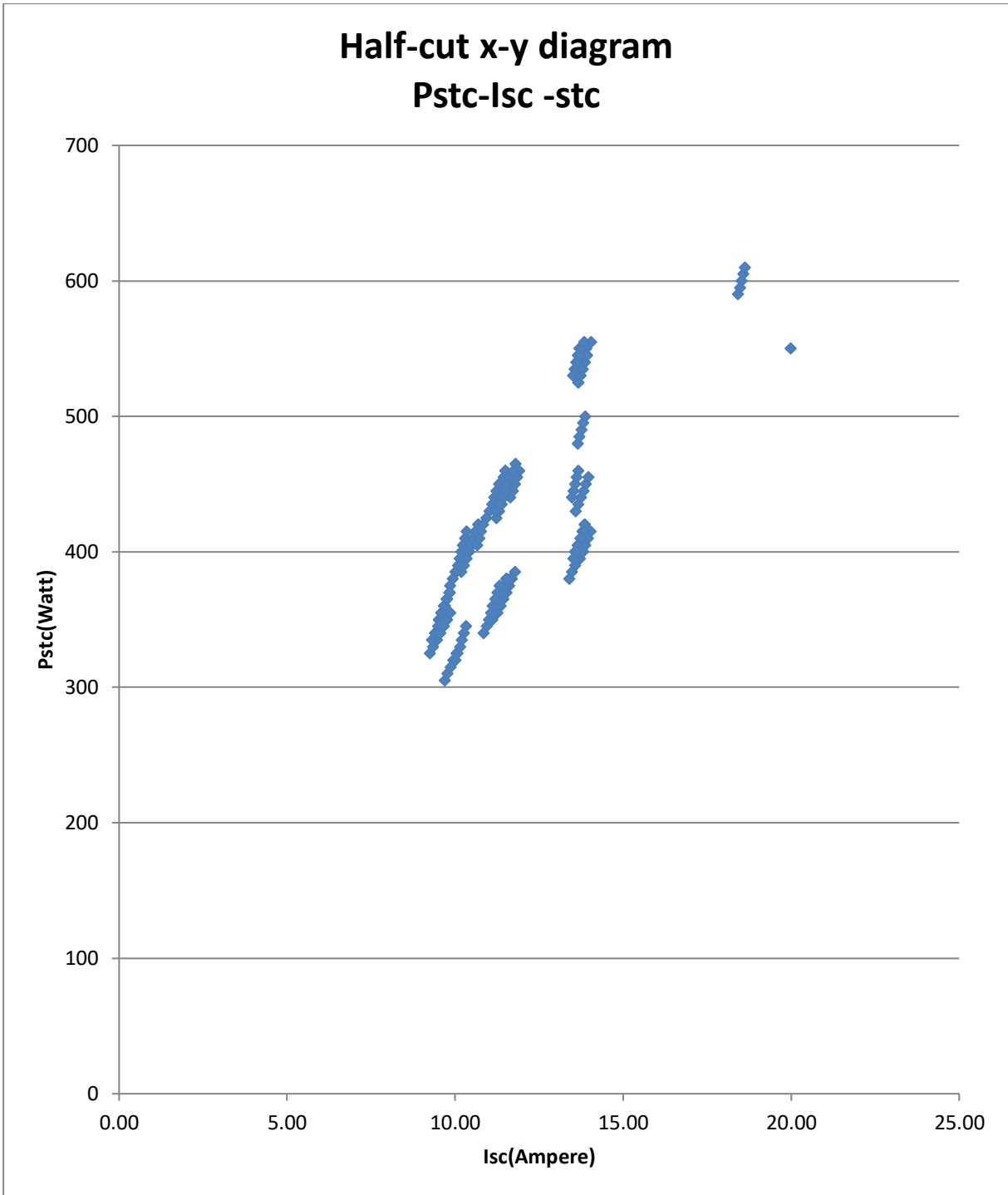
Σχήμα 9.51: Πίνακας μέσης τιμής και διασποράς τιμών της βάσης δεδομένων για τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια

9.4.Half-cut

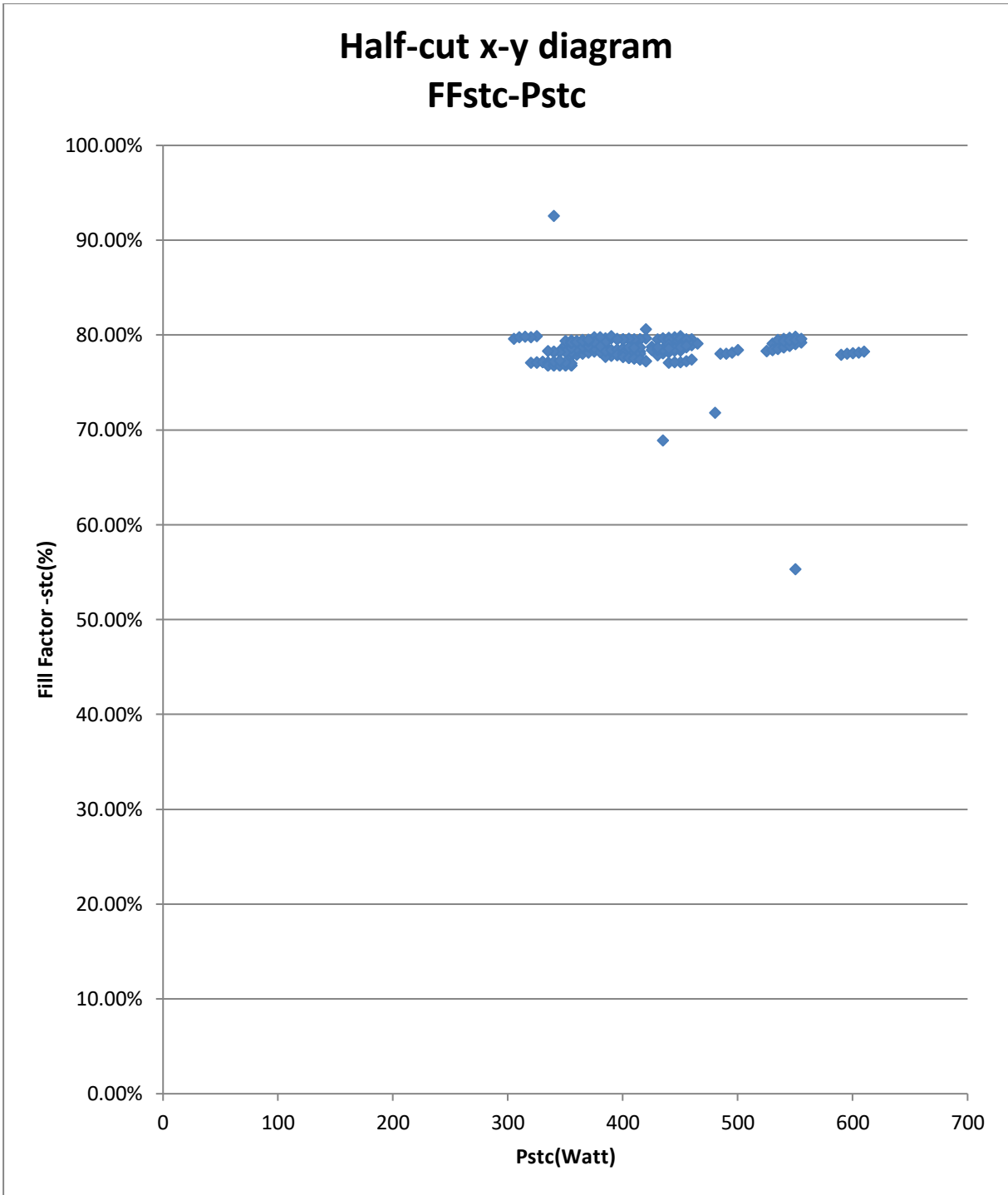
Με τη συμπλήρωση των δεδομένων για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια στη βάση δεδομένων δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα:



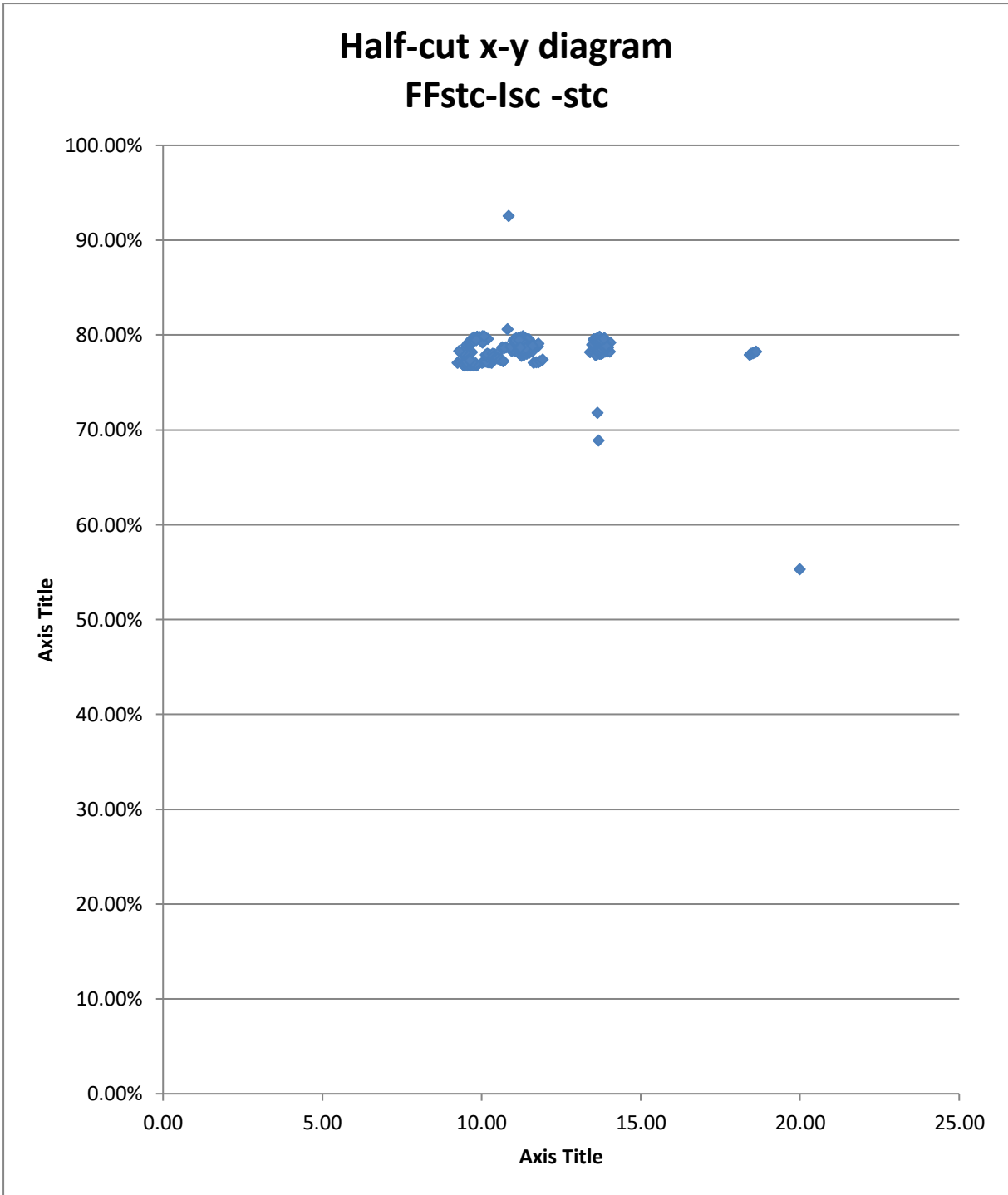
Σχήμα 9.52: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



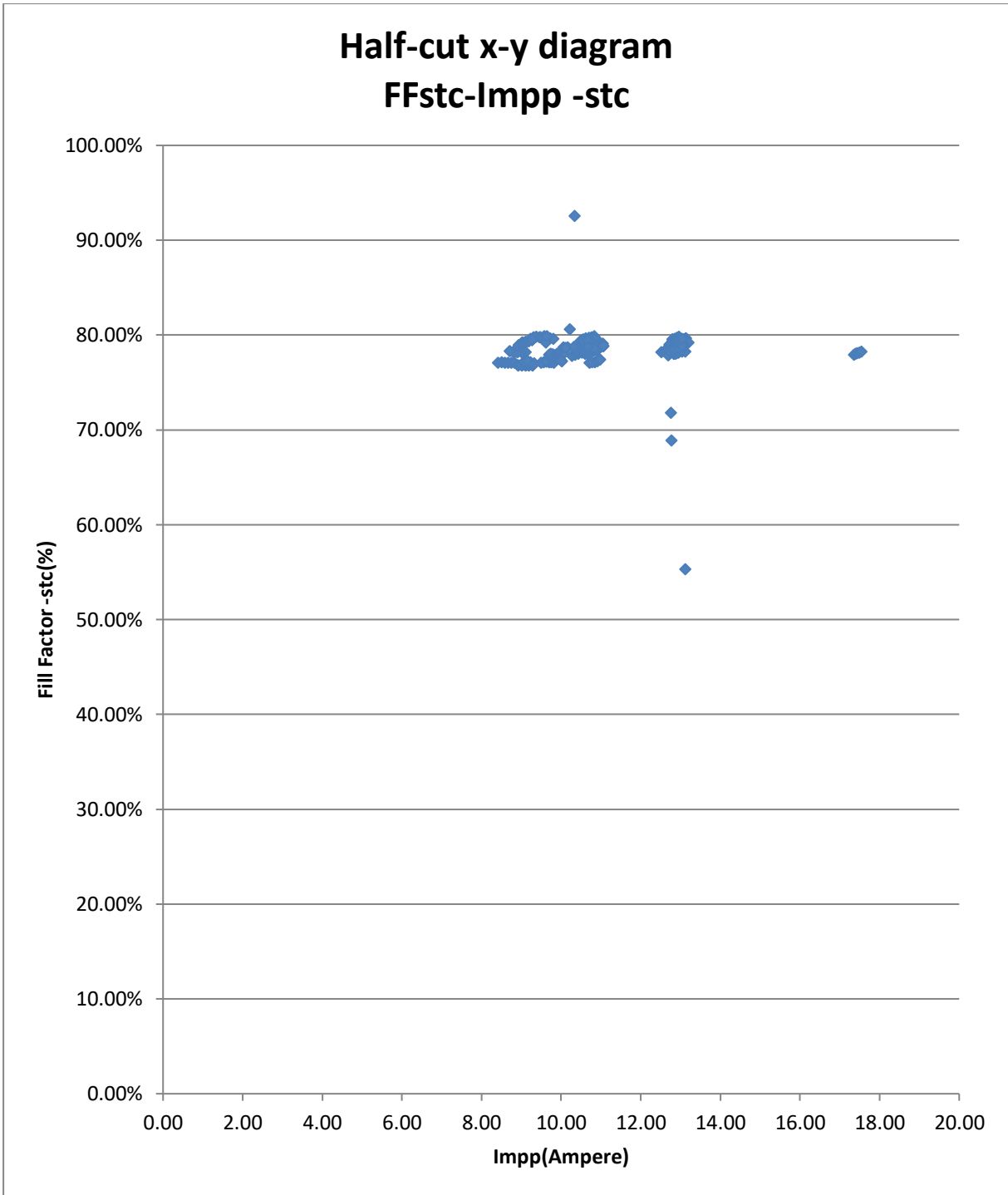
Σχήμα 9.53: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



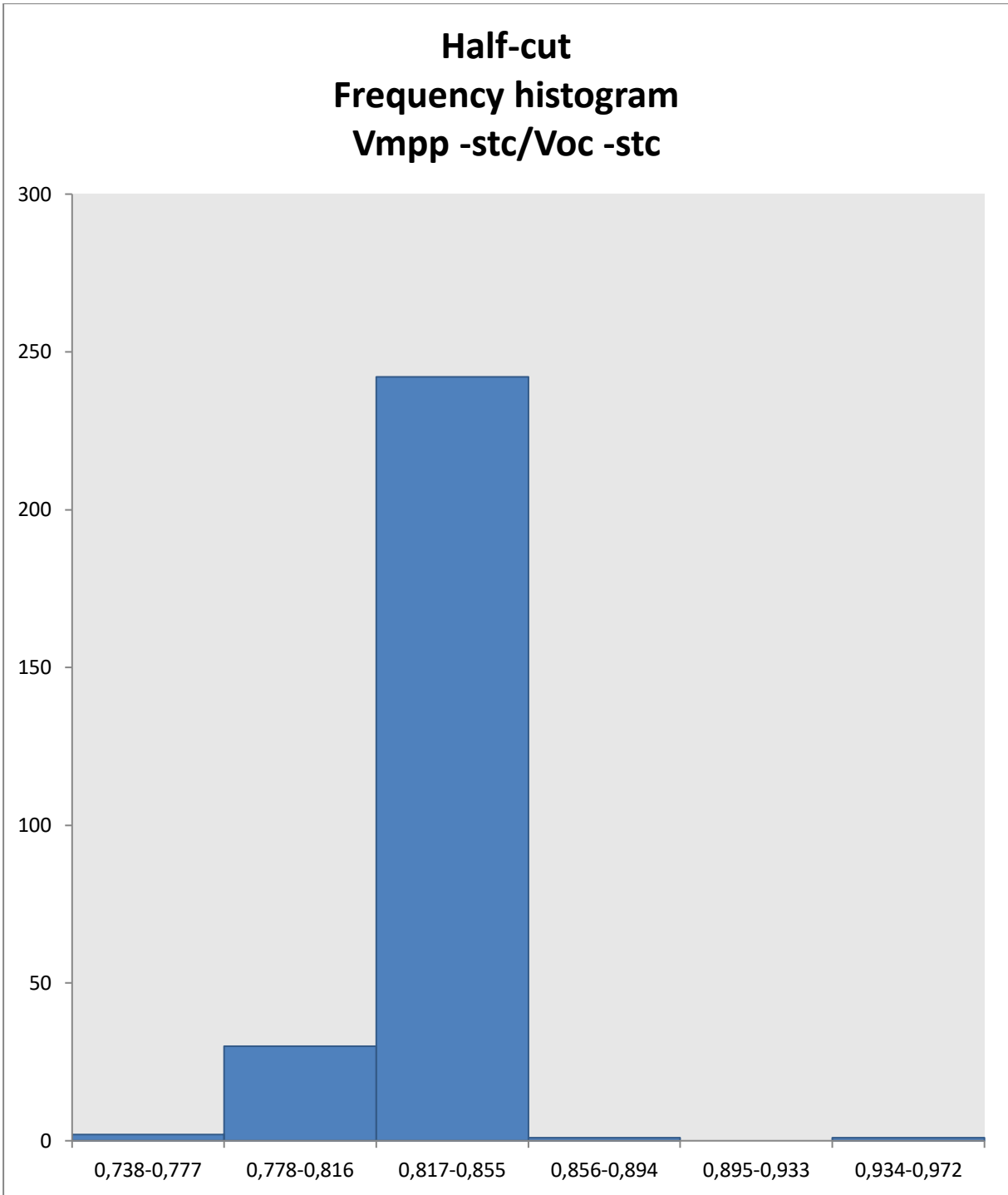
Σχήμα 9.54: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά μέγιστη ισχύ για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



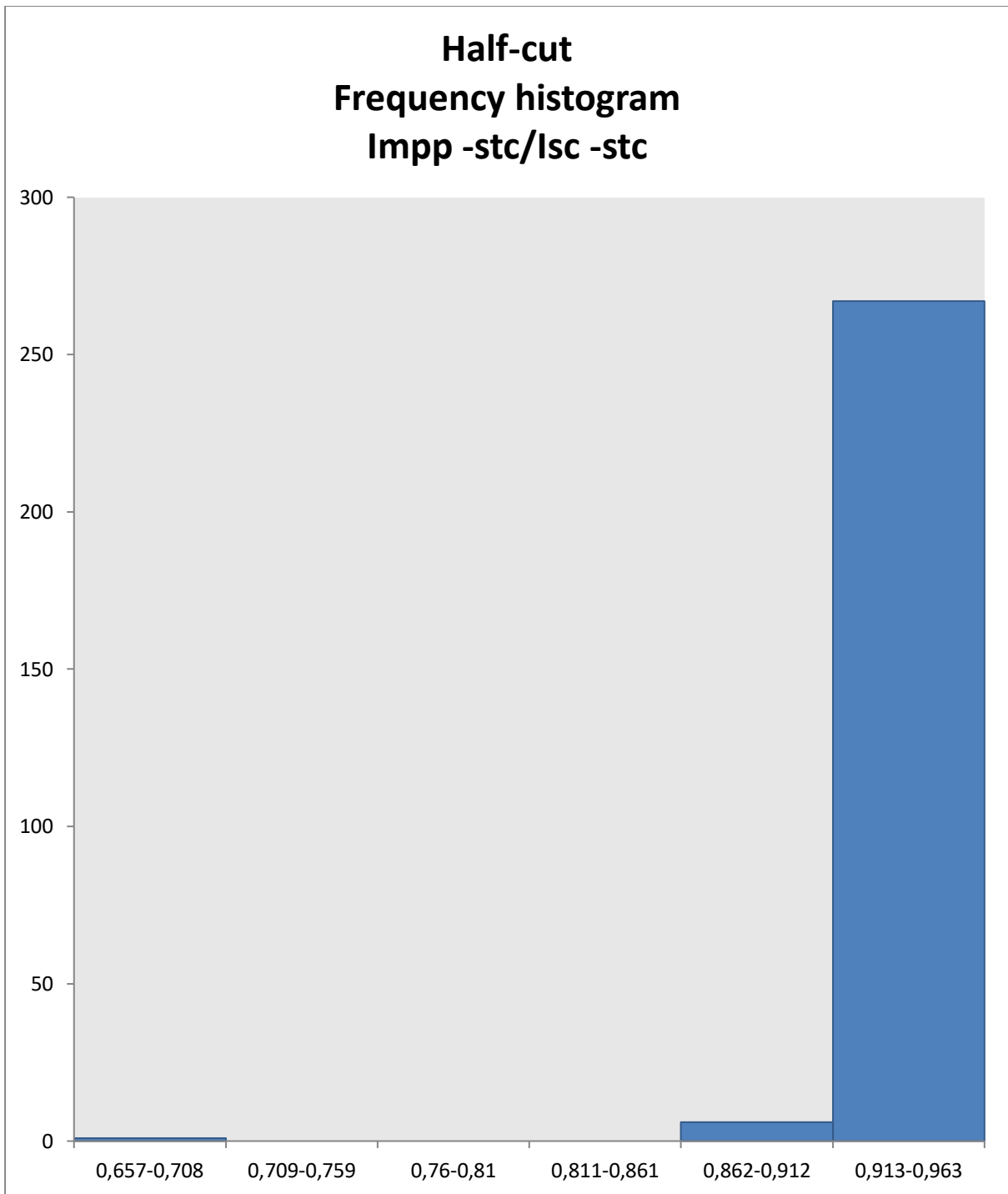
Σχήμα 9.55: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



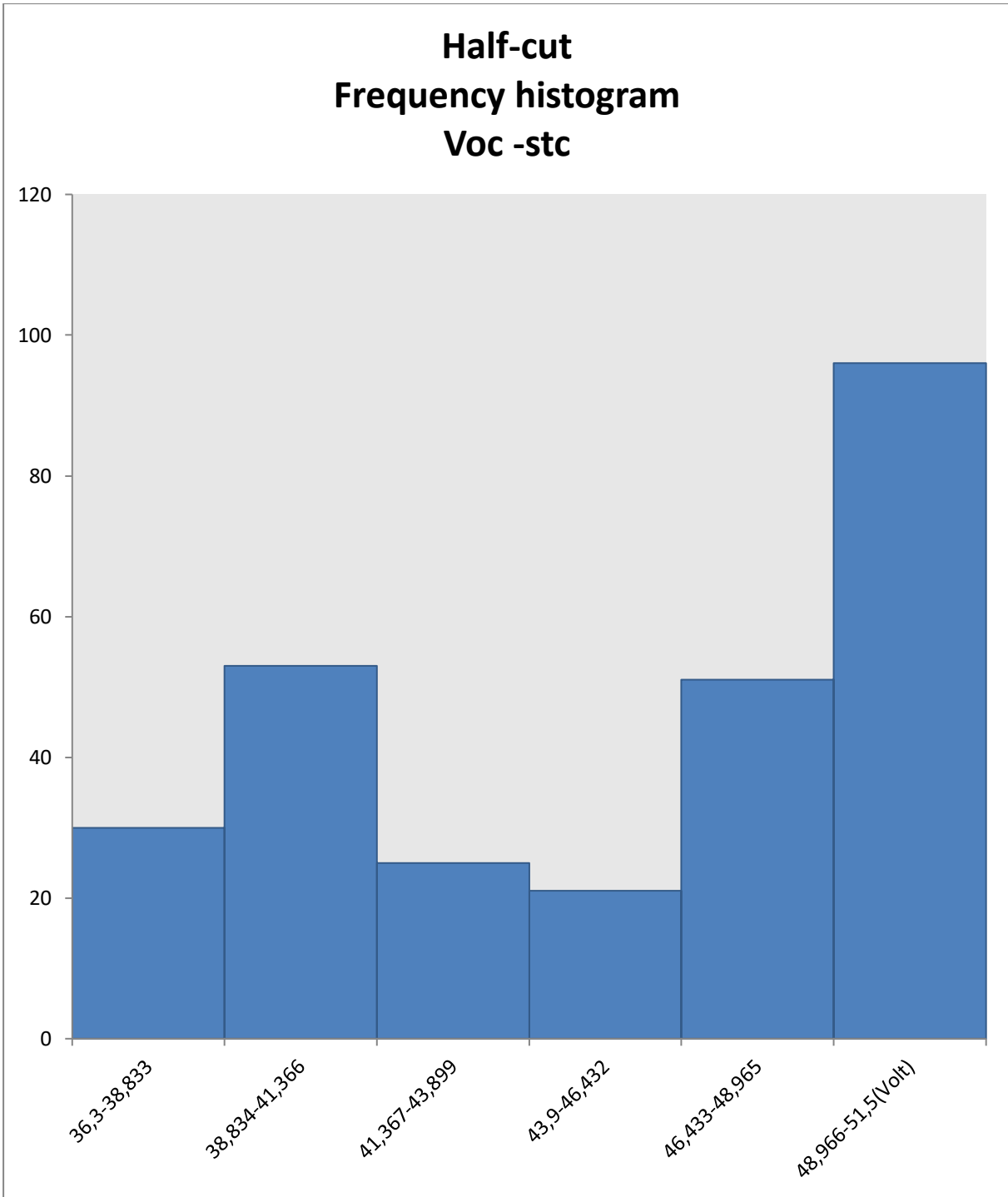
Σχήμα 9.56: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



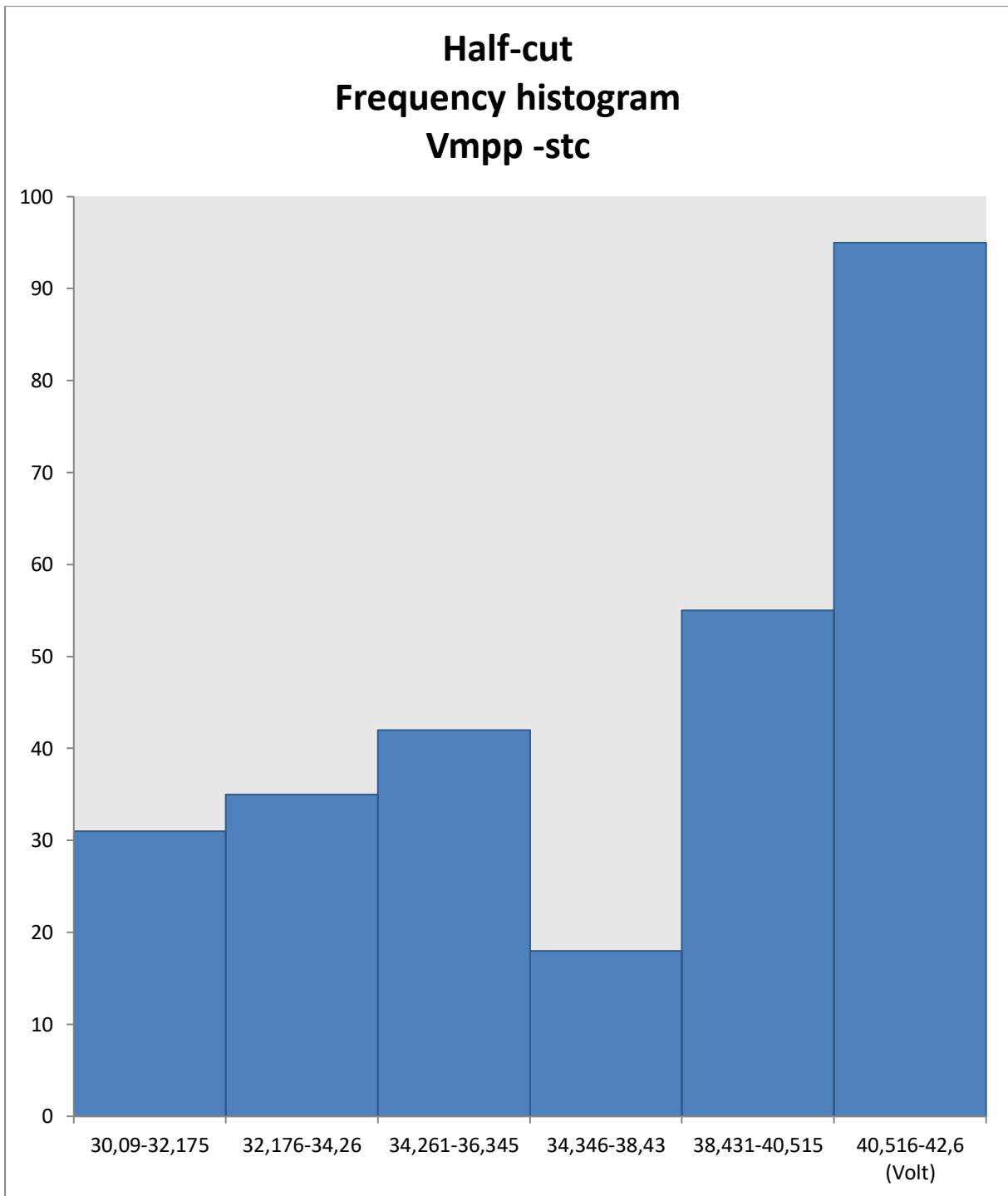
Σχήμα 9.57: Ιστόγραμμα συχνότητων ηηλικού τάσης στη μέγιστη ισχύ και τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



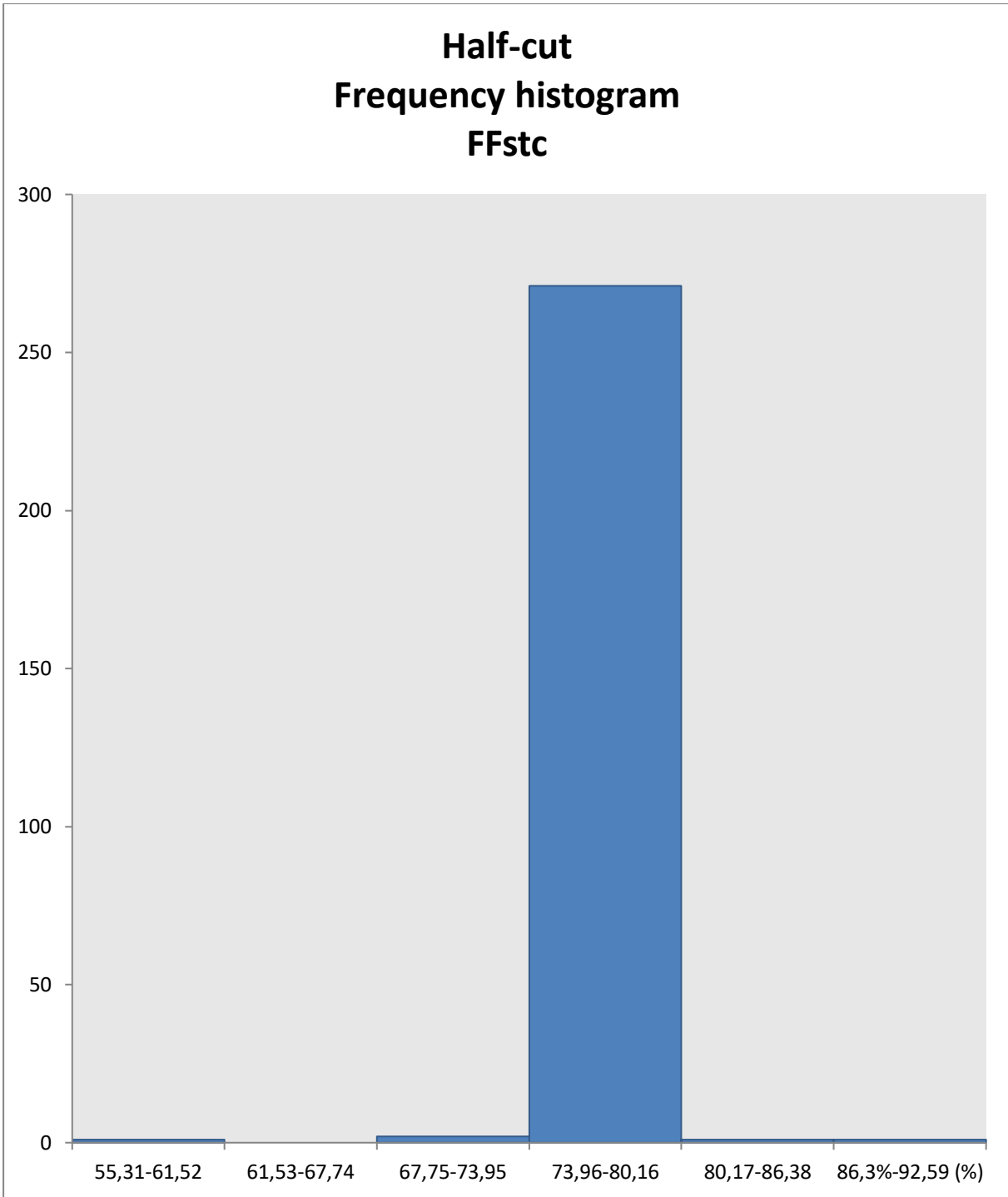
Σχήμα 9.58: Ιστόγραμμα συχνότητων πηλίκου τιμής ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



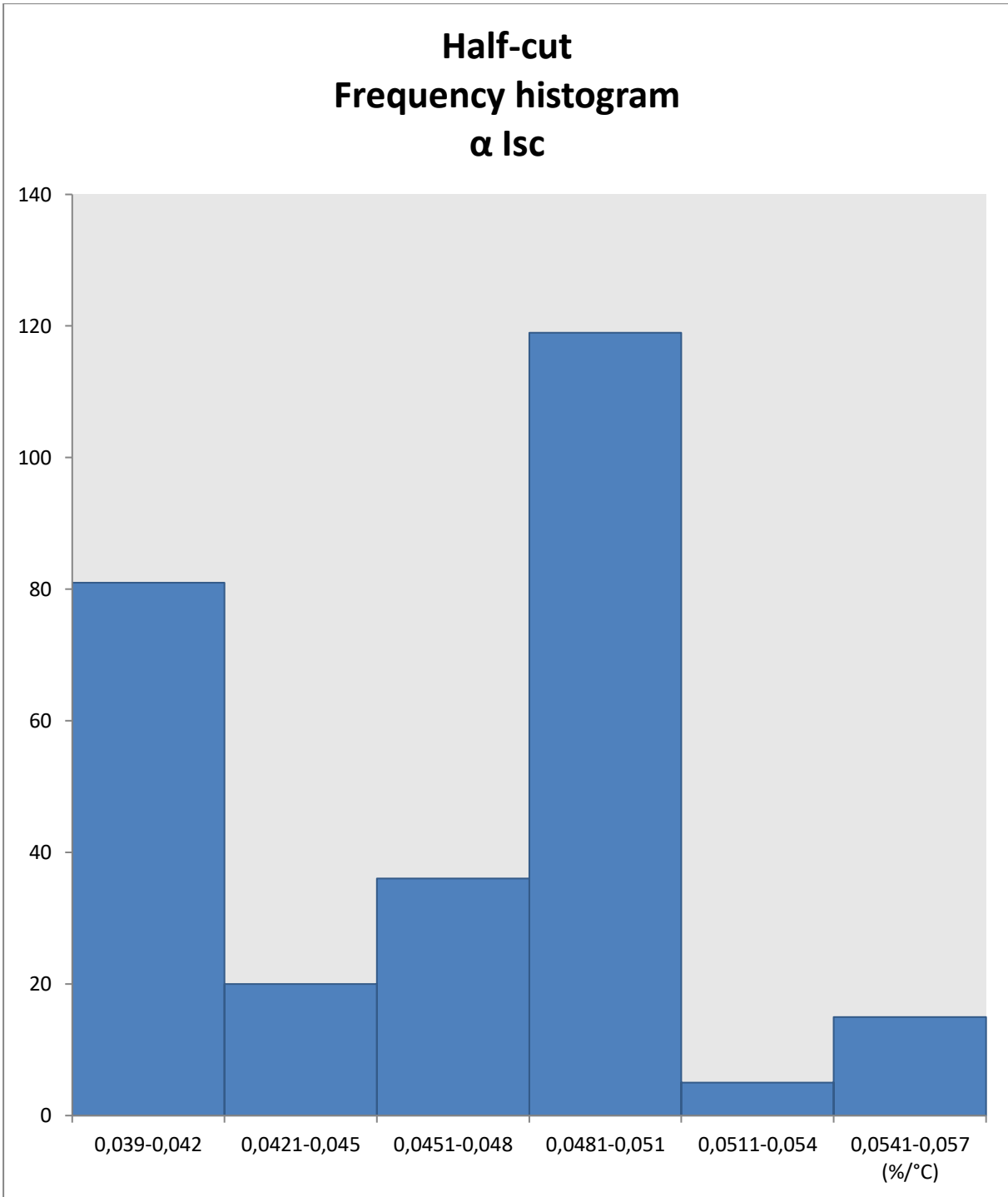
Σχήμα 9.59: Ιστόγραμμα συχνότητων τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



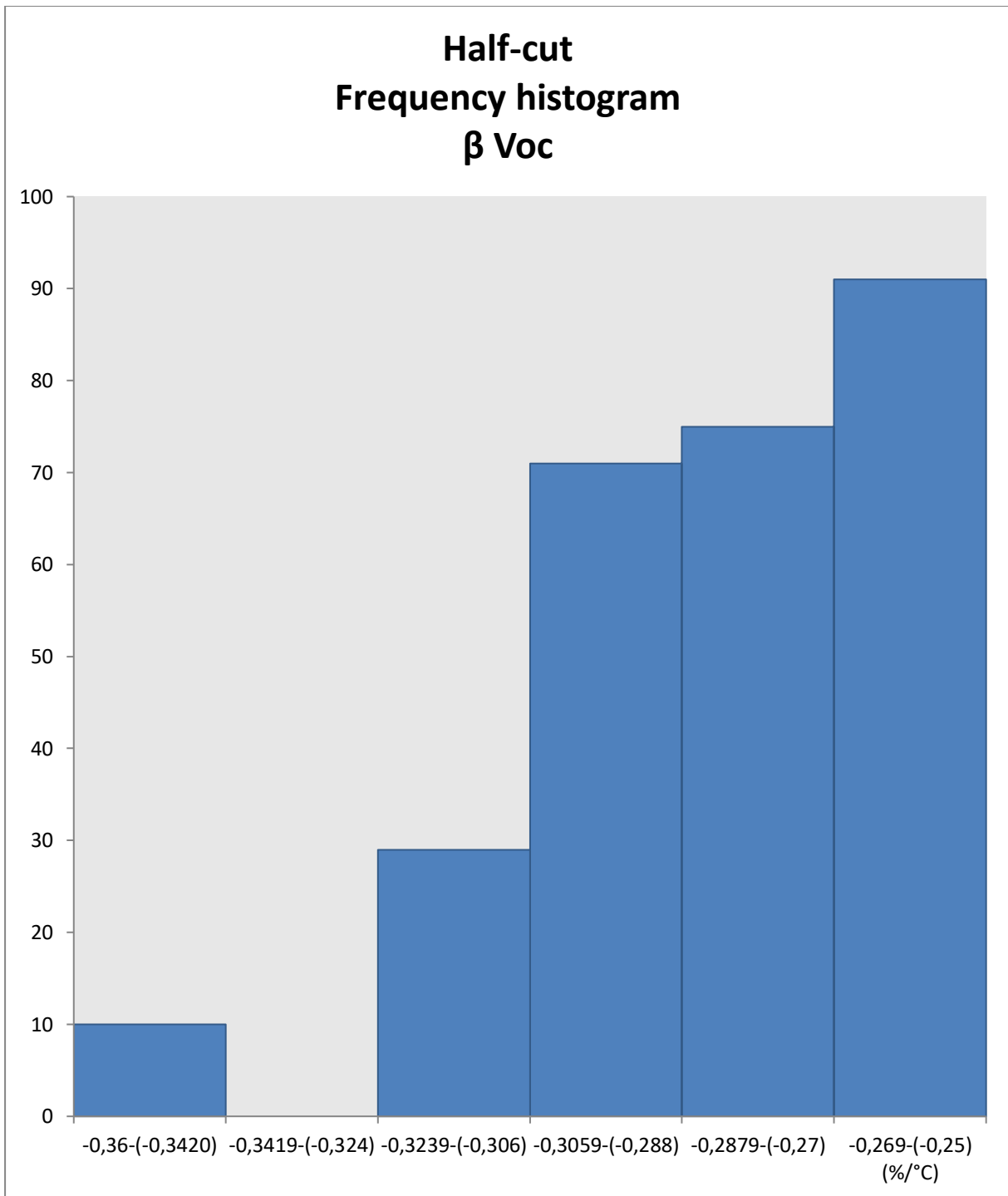
Σχήμα 9.60: Ιστόγραμμα συχνοτήτων τάσης στη μέγιστη ισχύ για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



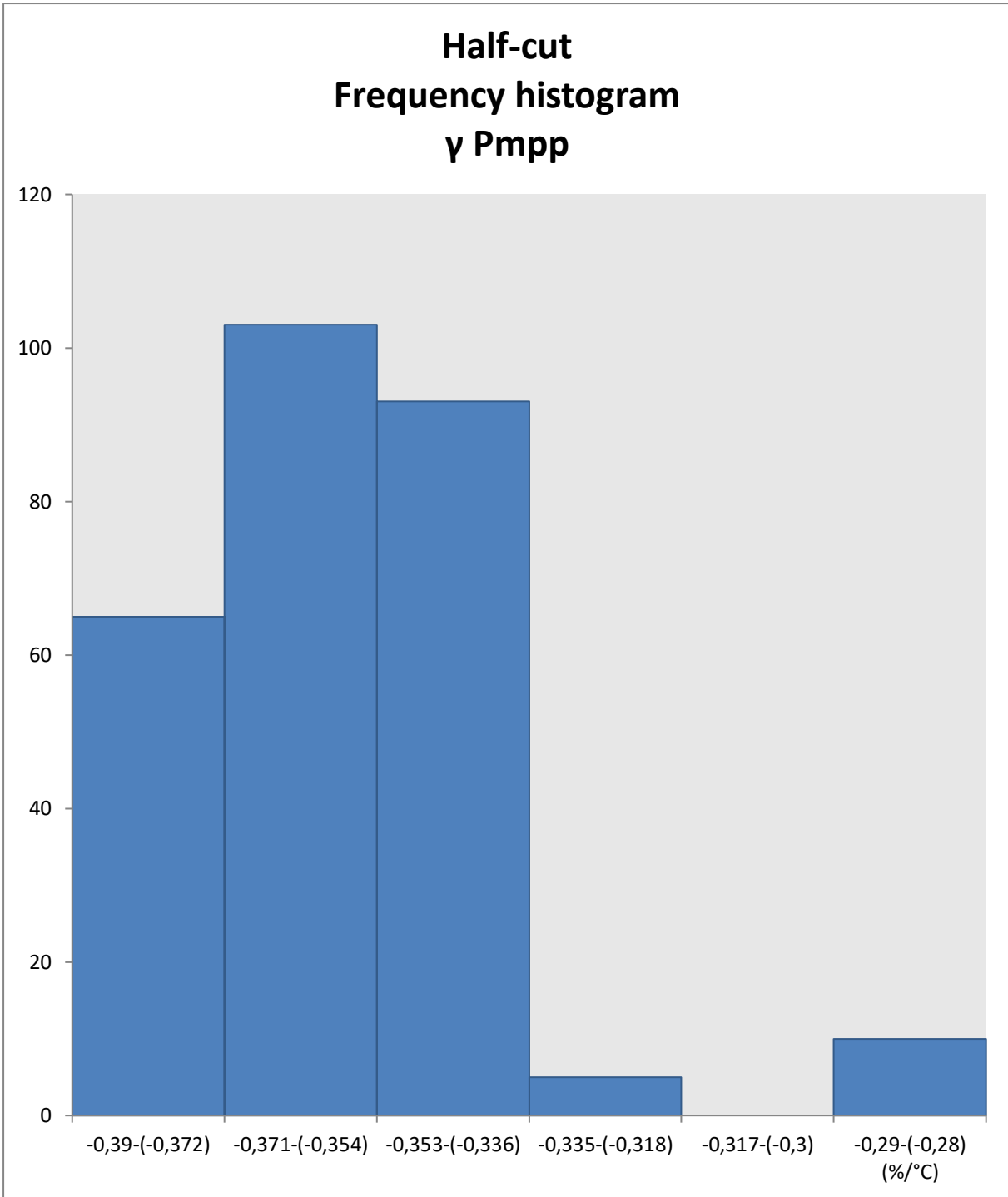
Σχήμα 9.61: Ιστόγραμμα συχνότητων παράγοντα πλήρωσης για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



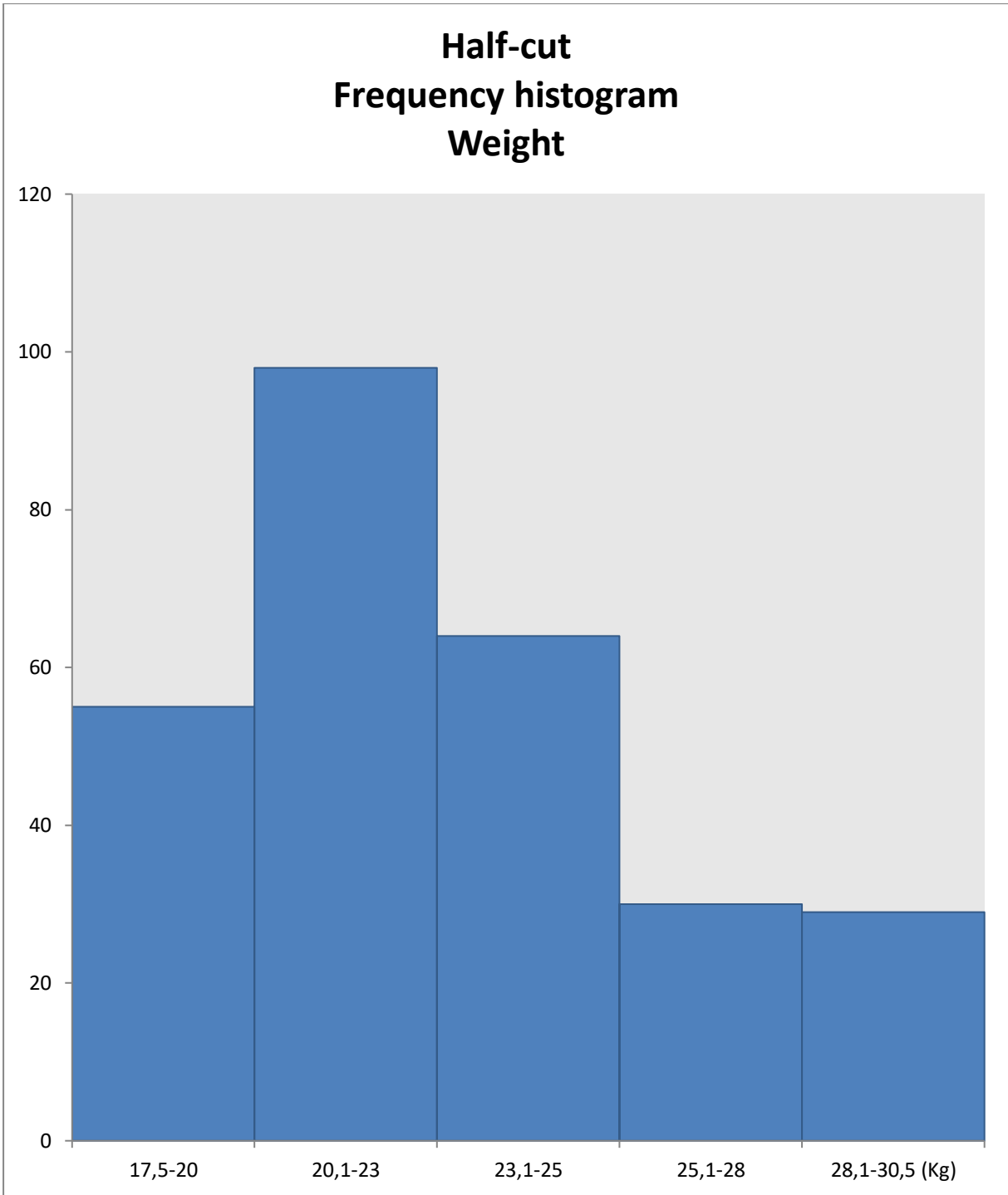
Σχήμα 9.62: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.63: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια

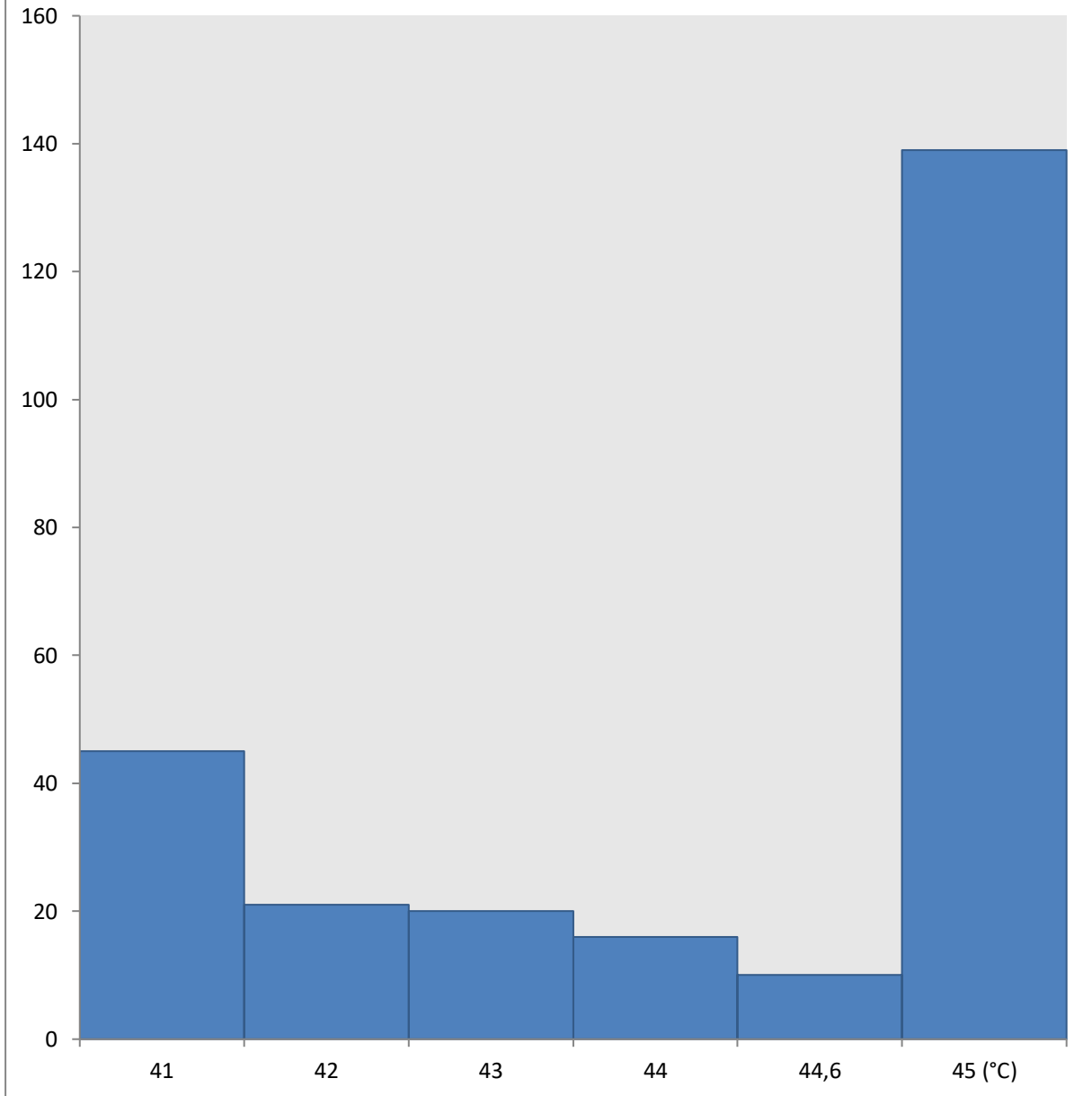


Σχήμα 9.64: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή μέγιστης ισχύος για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια

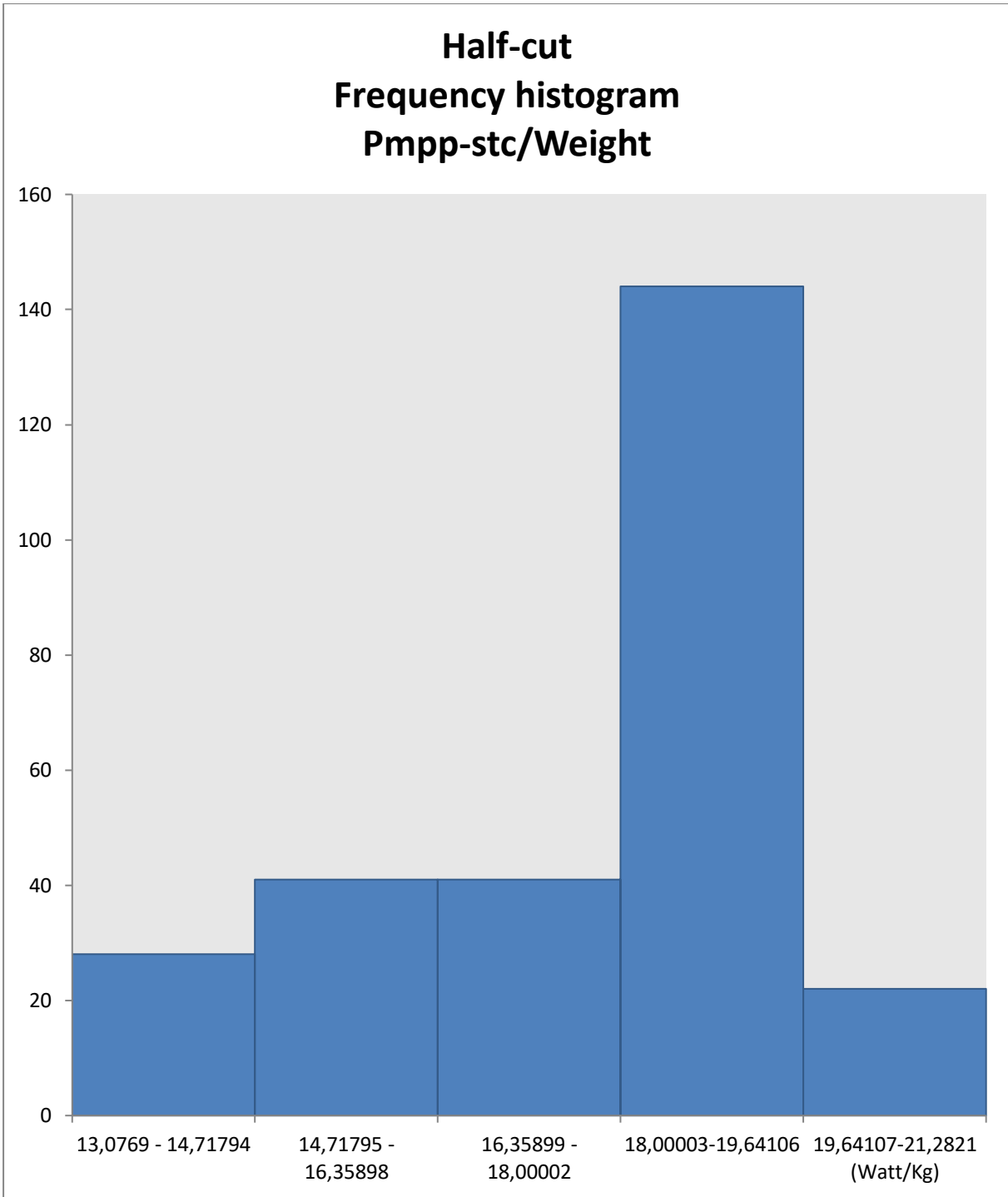


Σχήμα 9.65: Ιστόγραμμα συχνότητων βάρους για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια

Half-cut Frequency histogram NOCT



Σχήμα 9.66: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμοκρασίας στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου στις συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψελίδας για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.67: Ιστόγραμμα συχνότητων πηλίκου μέγιστης ισχύος και βάρους για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια

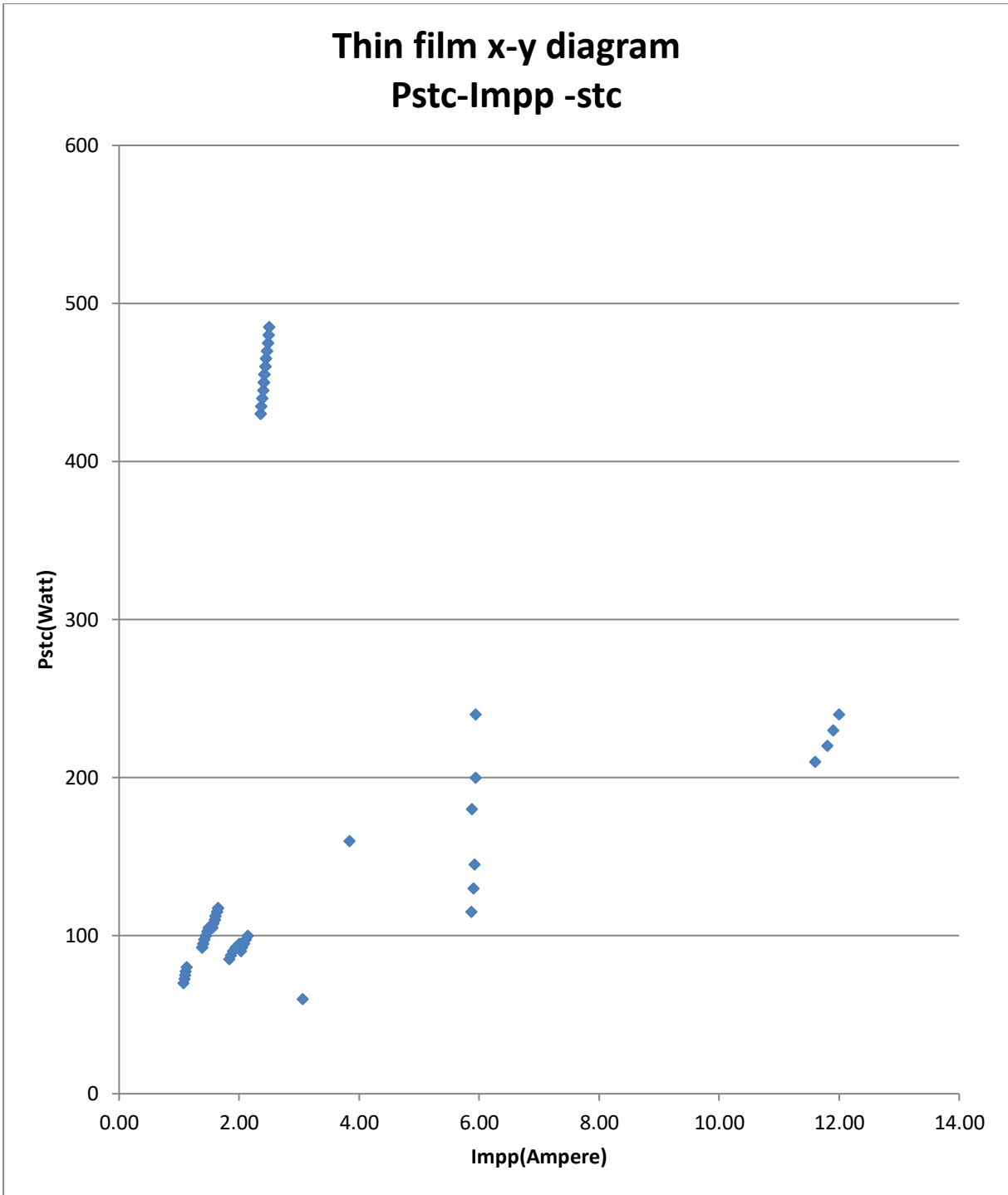
Επίσης παρουσιάζεται και ο πίνακας με τη μέση τιμή και τη διασπορά των τιμών της βάσης δεδομένων για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια:

Τύπος πλαισίου:Half-cut	Vmpp,stc/Voc,stc	Imp,stc/Isc,stc	Voc,stc(V)	Vmpp,stc(V)	FFstc(%)
Μέση τιμή :	0,834	0,942	45,227	37,695	78,51%
Διασπορά :	0,00021798	0,00039866	19,882	13,774	0,0003845272
	α(%/°C)	β(%/°C)	γ(%/°C)	NOCT(°C)	Weight(Kg)
Μέση τιμή :	0,05%	-0,28%	-0,36%	43,793	23,294
Διασπορά :	0,0000000024	0,0000000551	0,0000000495	2,55310	8,640

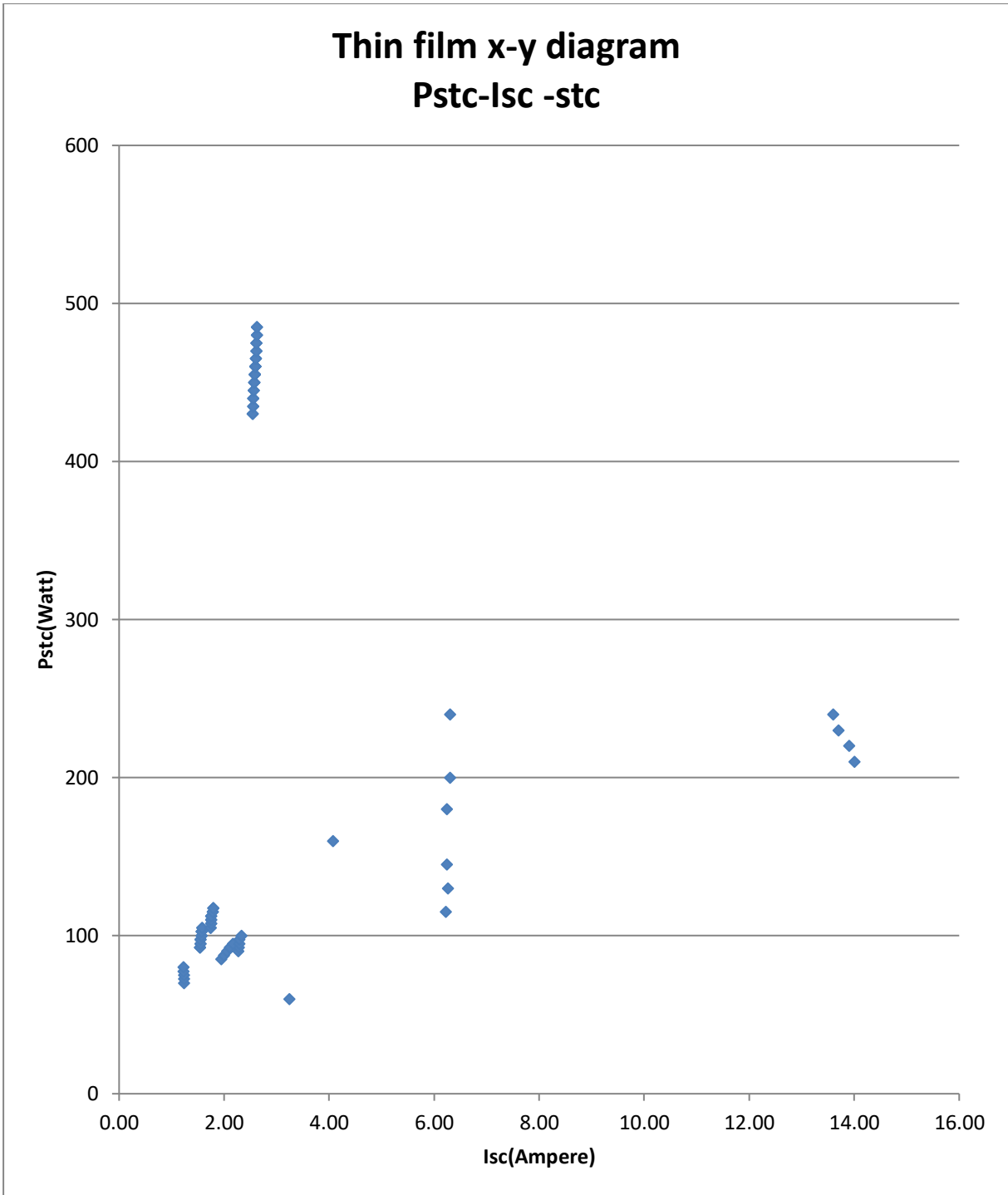
Σχήμα 9.68: Πίνακας μέσης τιμής και διασποράς τιμών της βάσης δεδομένων για τα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια

9.5.Thin film

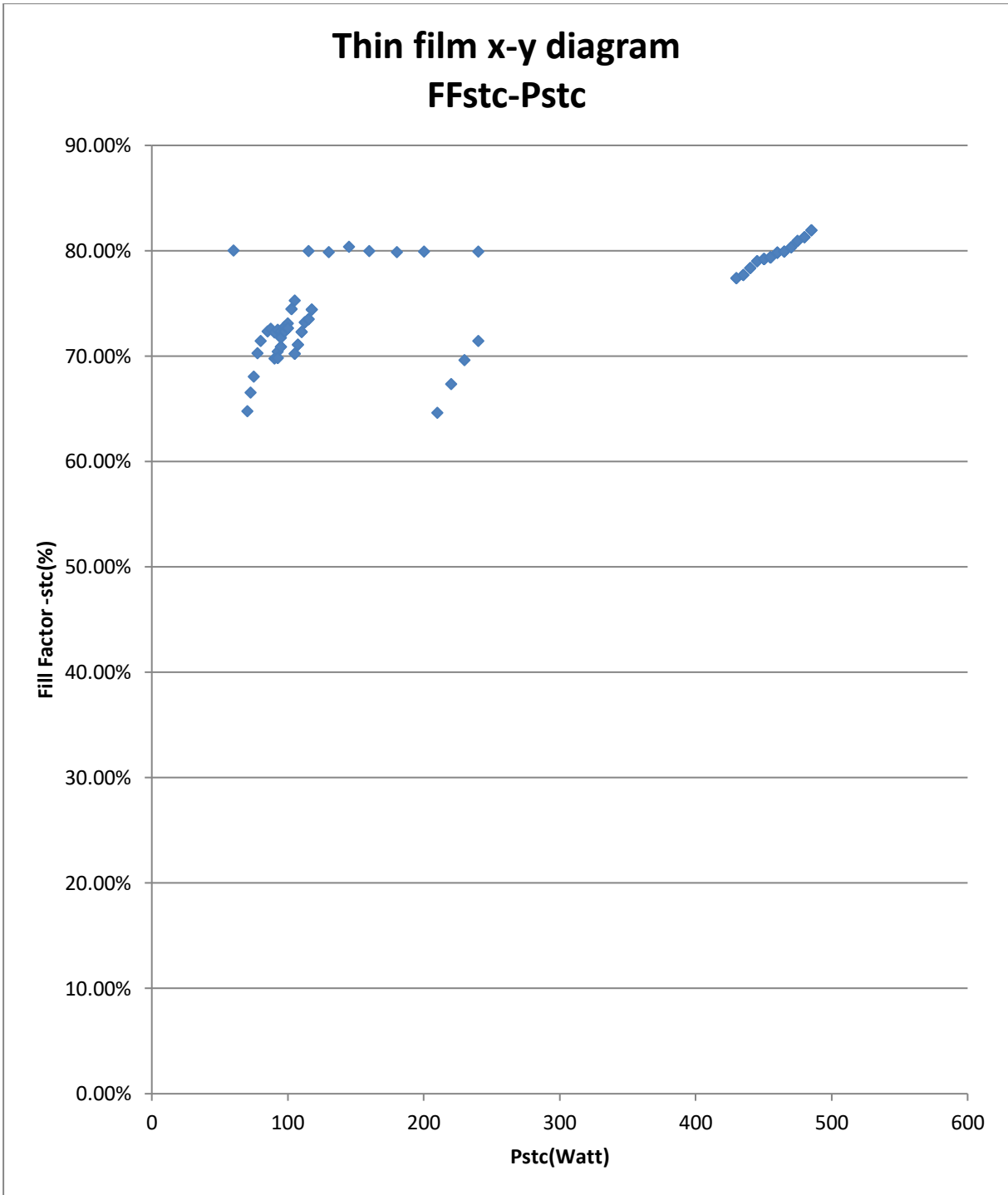
Με τη συμπλήρωση των δεδομένων για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια στη βάση δεδομένων δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα:

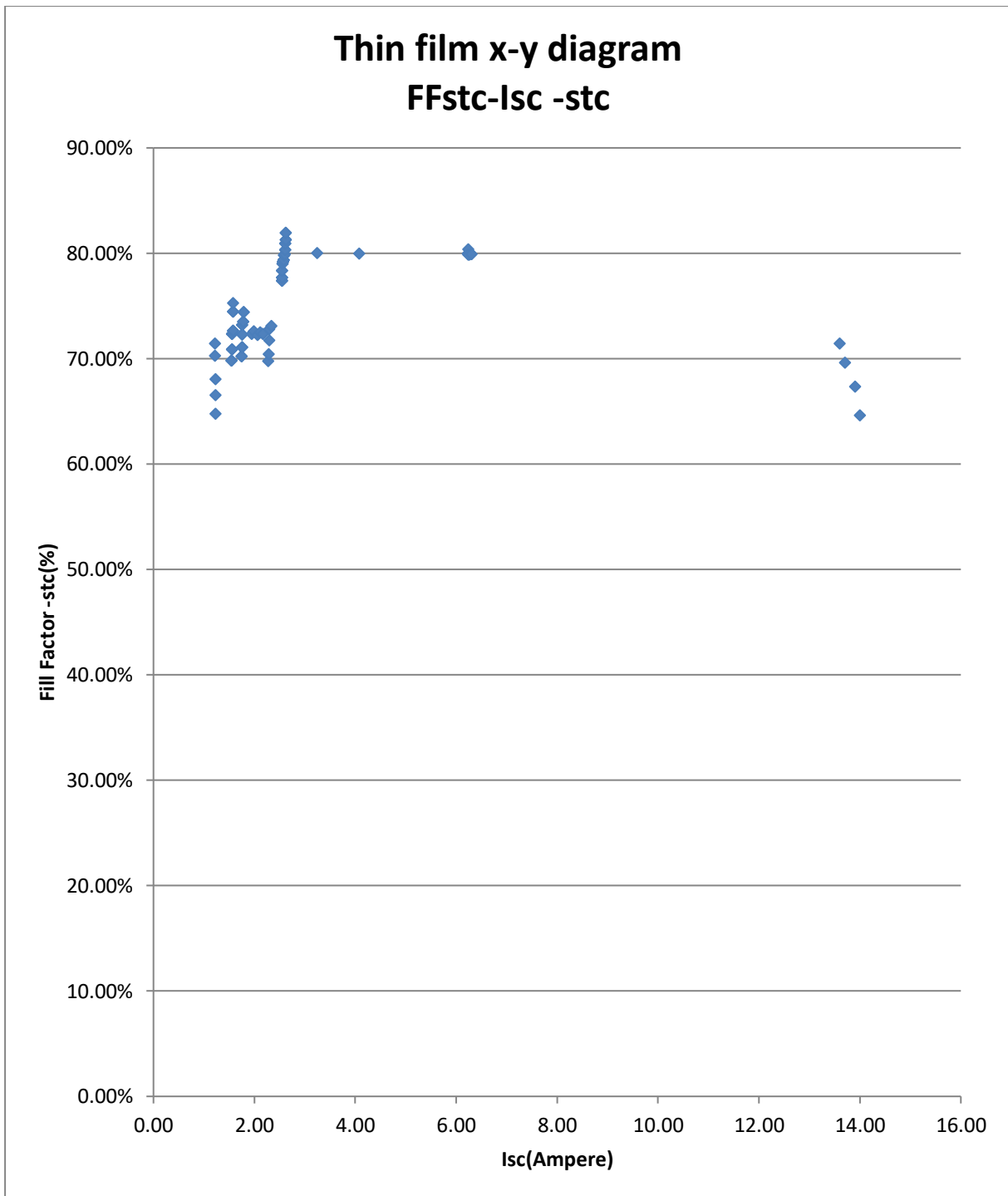


Σχήμα 9.69: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια

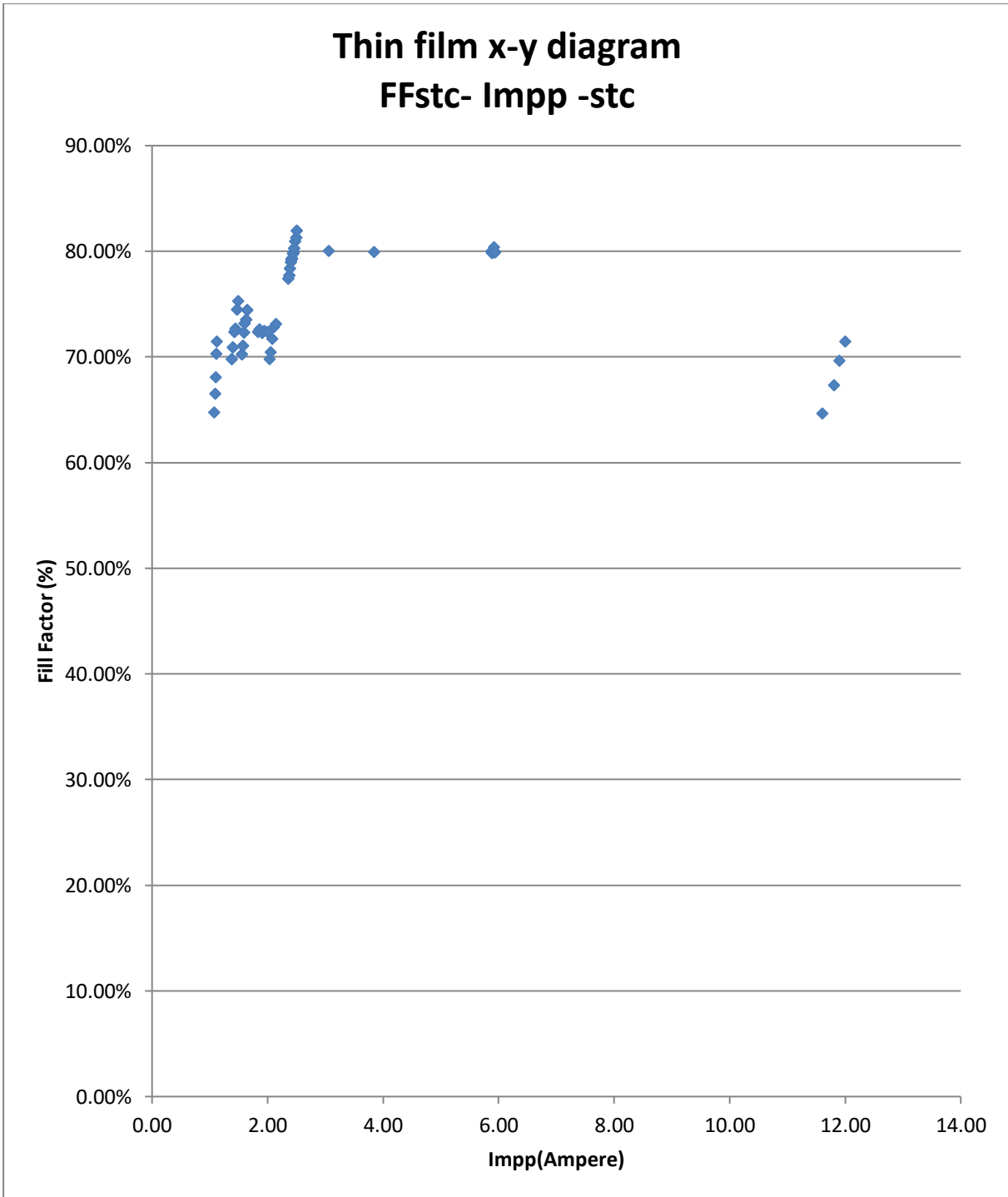


Σχήμα 9.70: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια

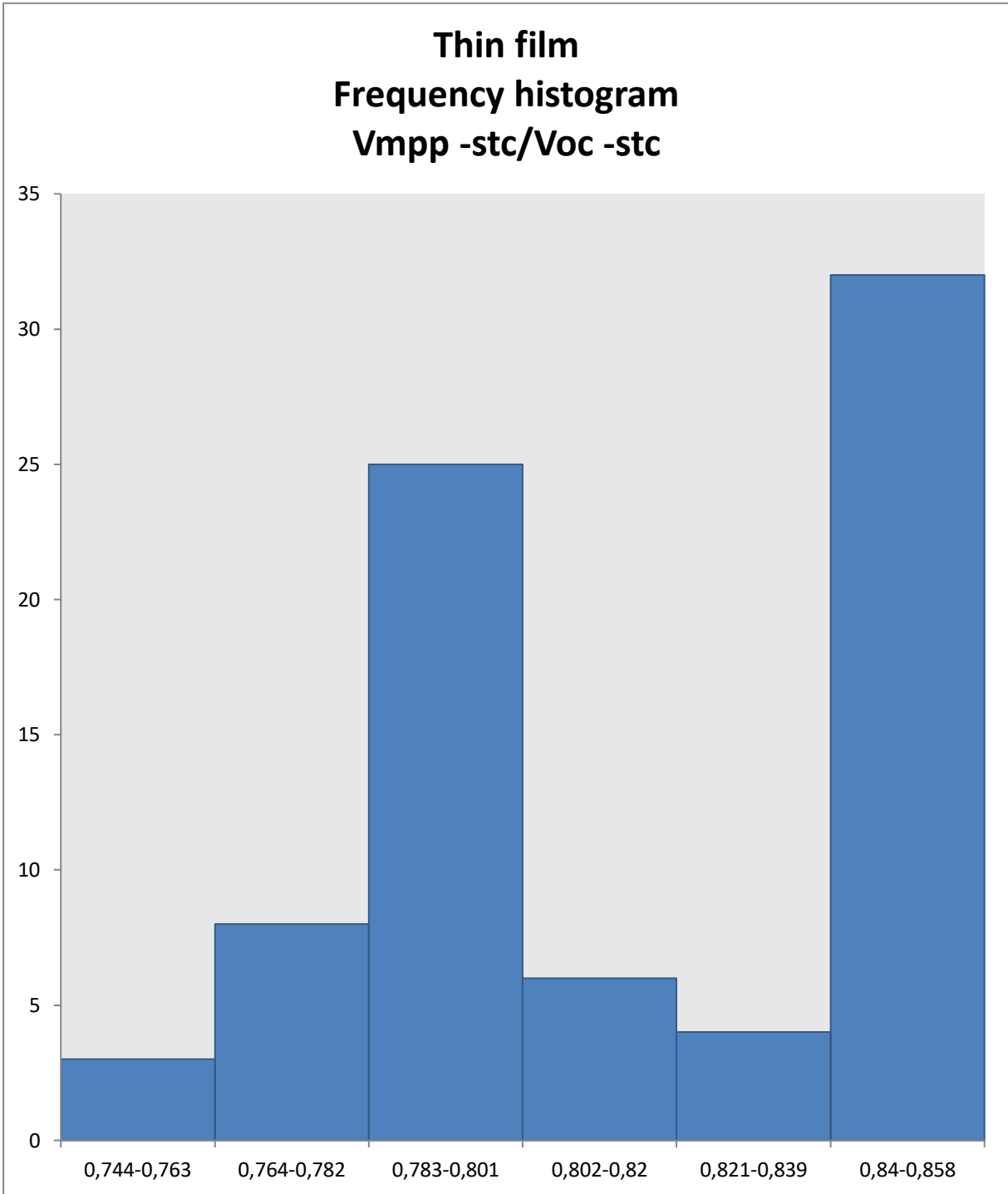




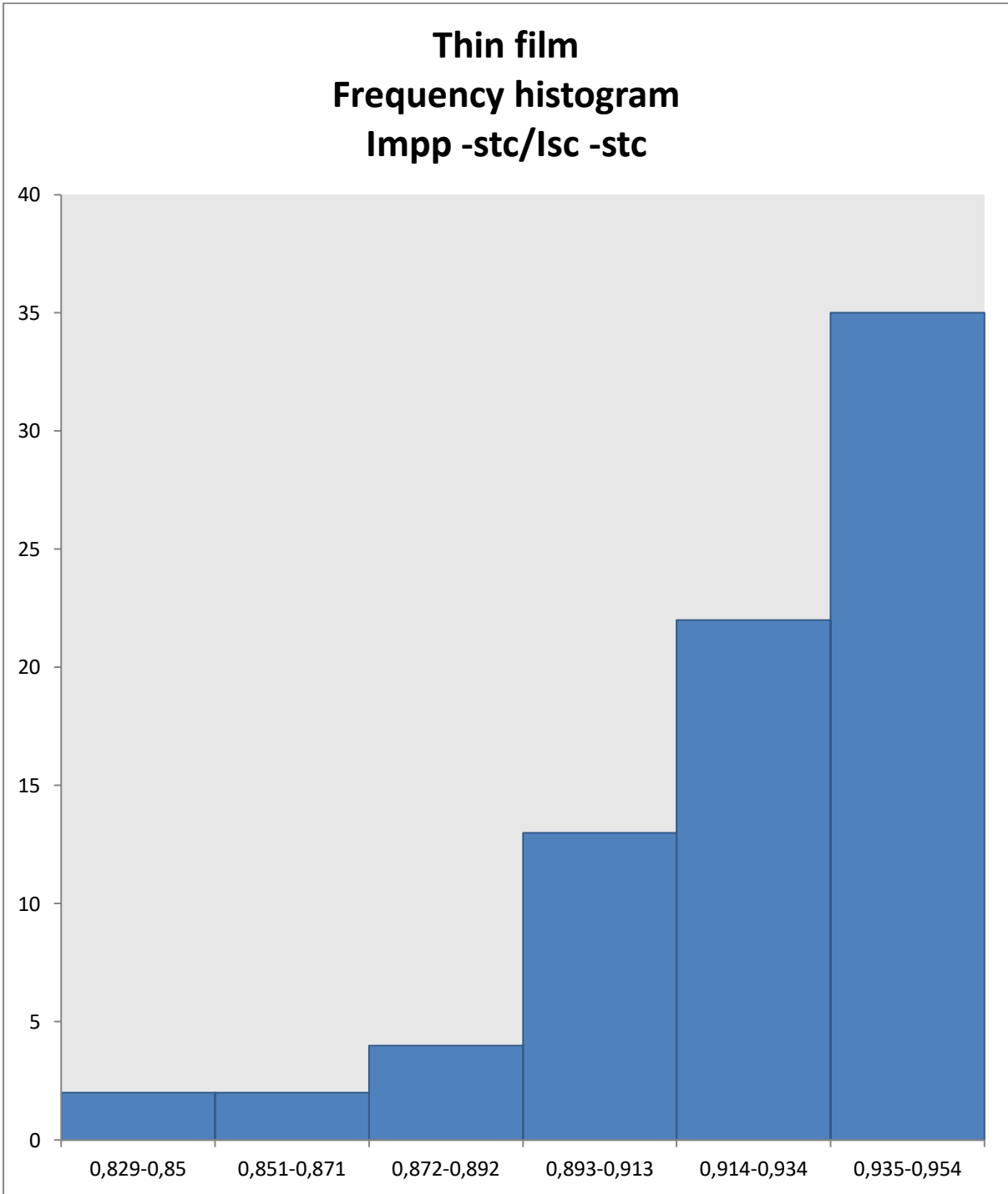
Σχήμα 9.72: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



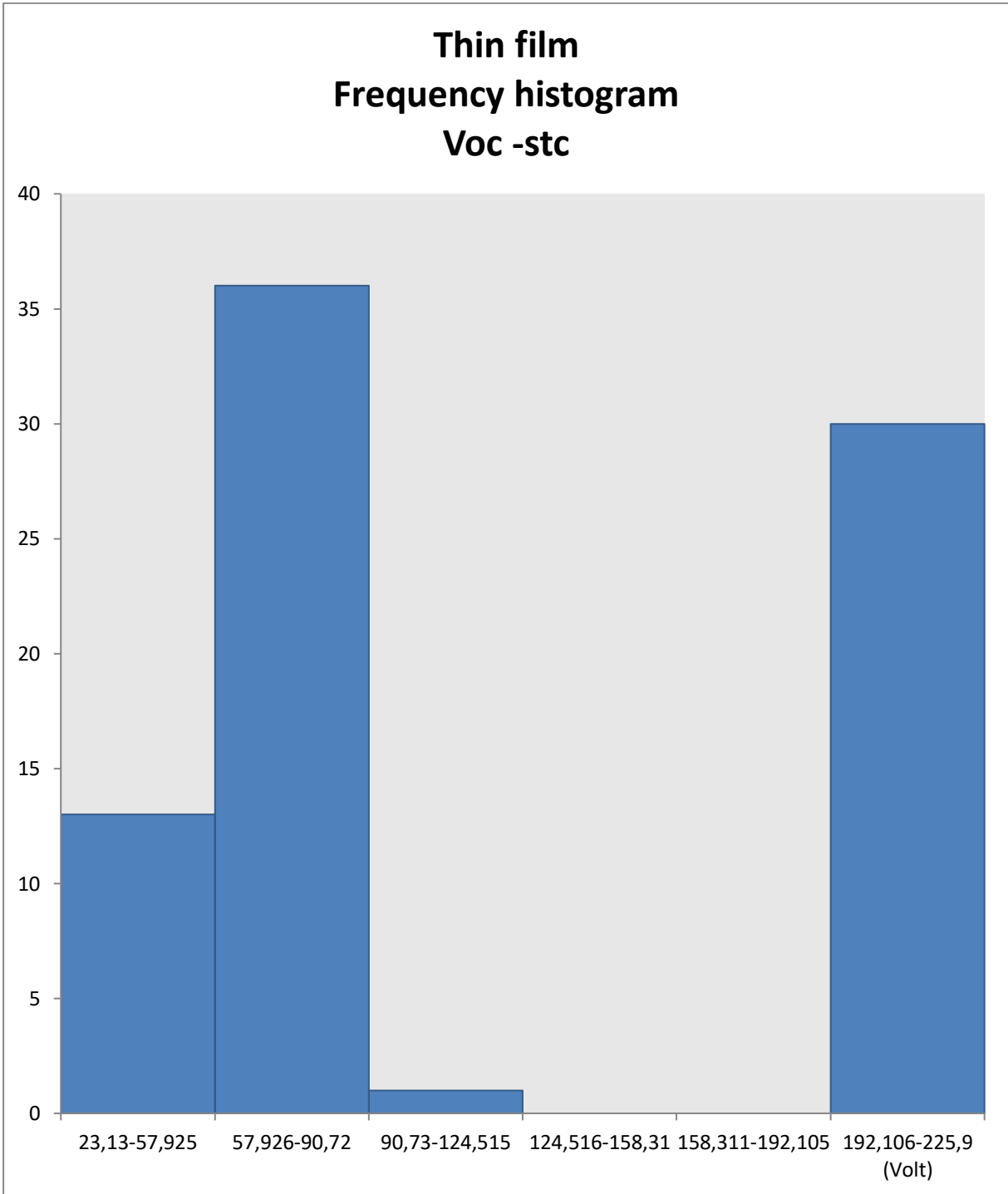
Σχήμα 9.73: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



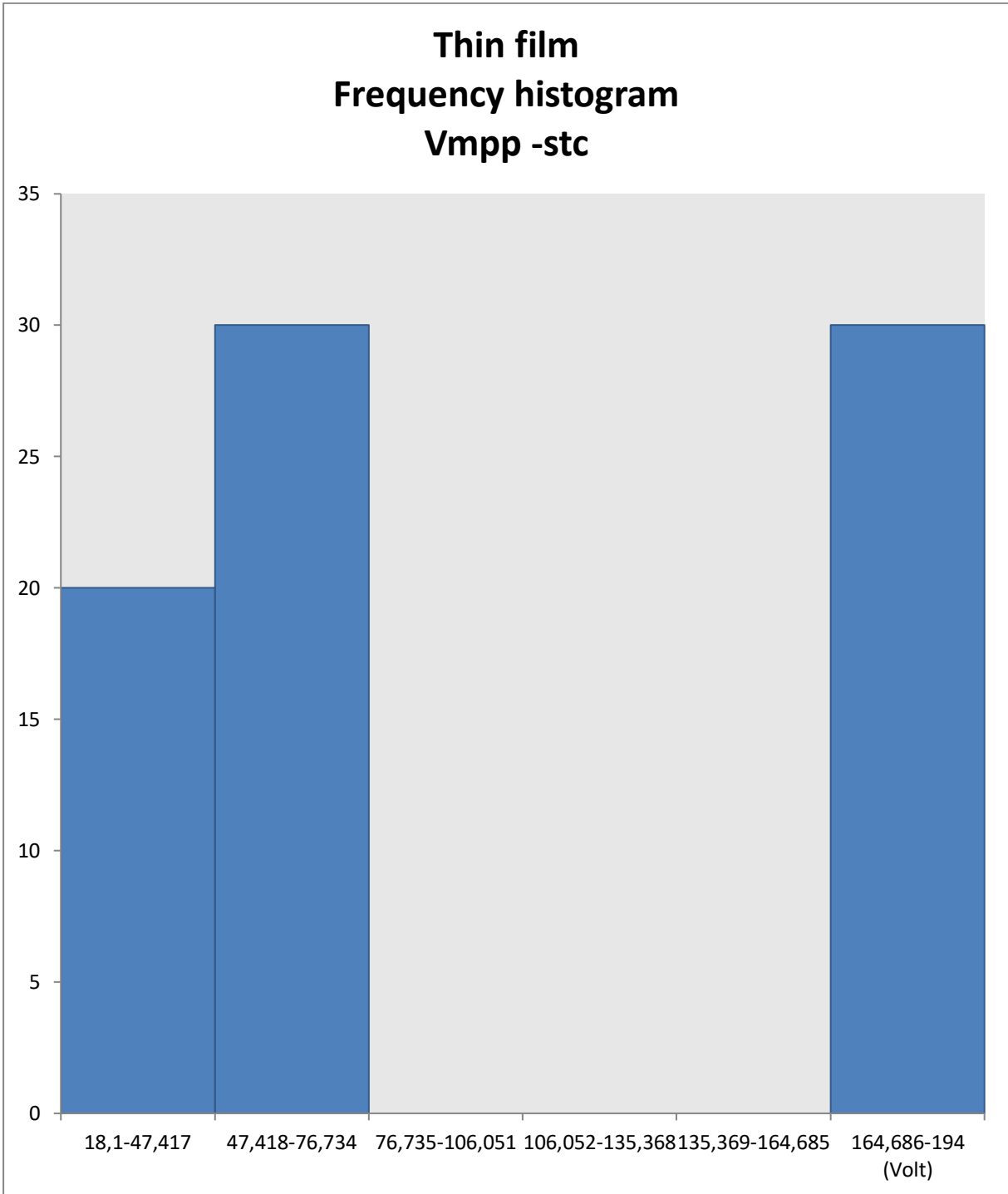
Σχήμα 9.74: Ιστόγραμμα συχνότητων ηηλικού τάσης στη μέγιστη ισχύ και τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



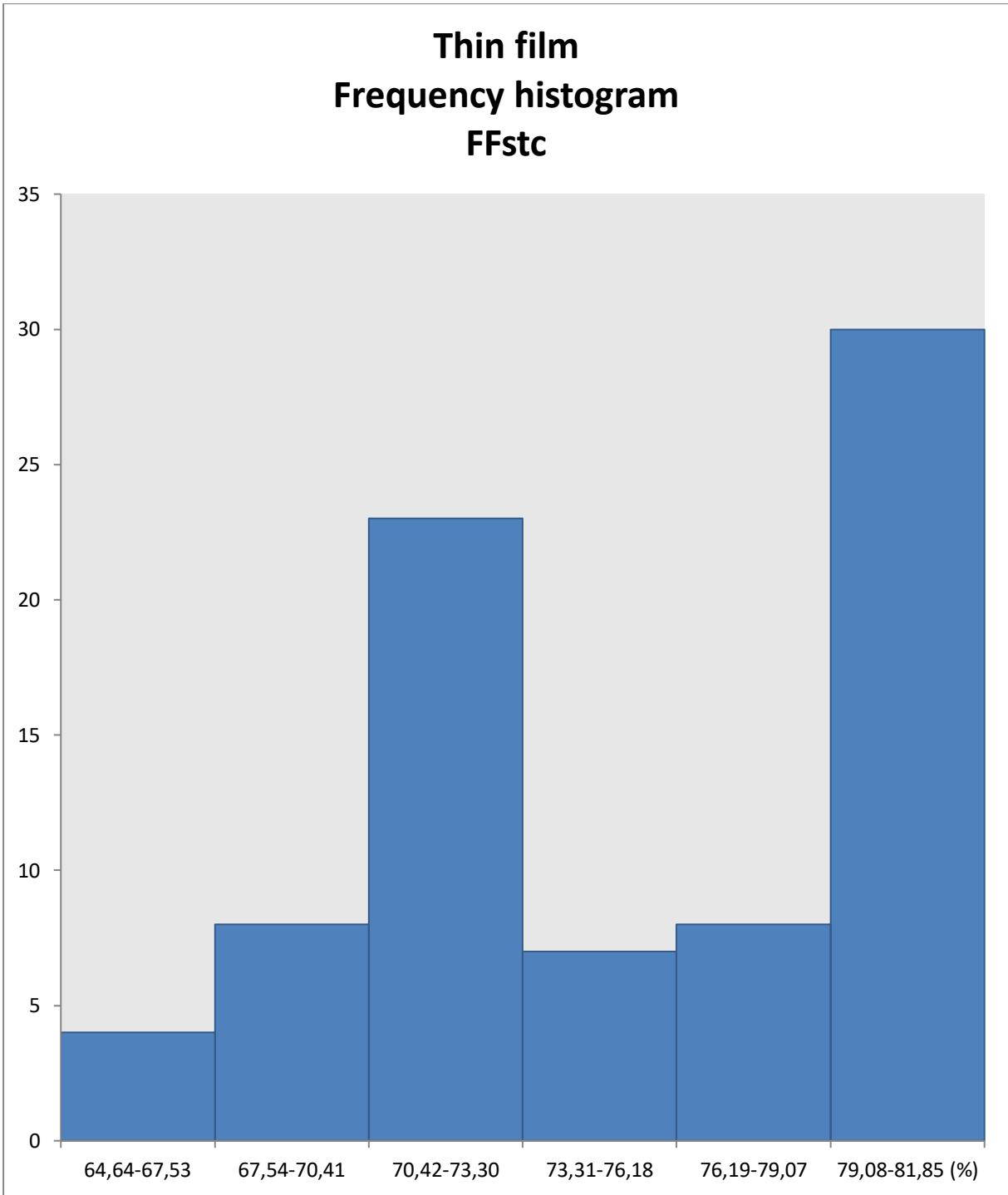
Σχήμα 9.75: Ιστόγραμμα συχνοτήτων ηηλικου τιμής ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



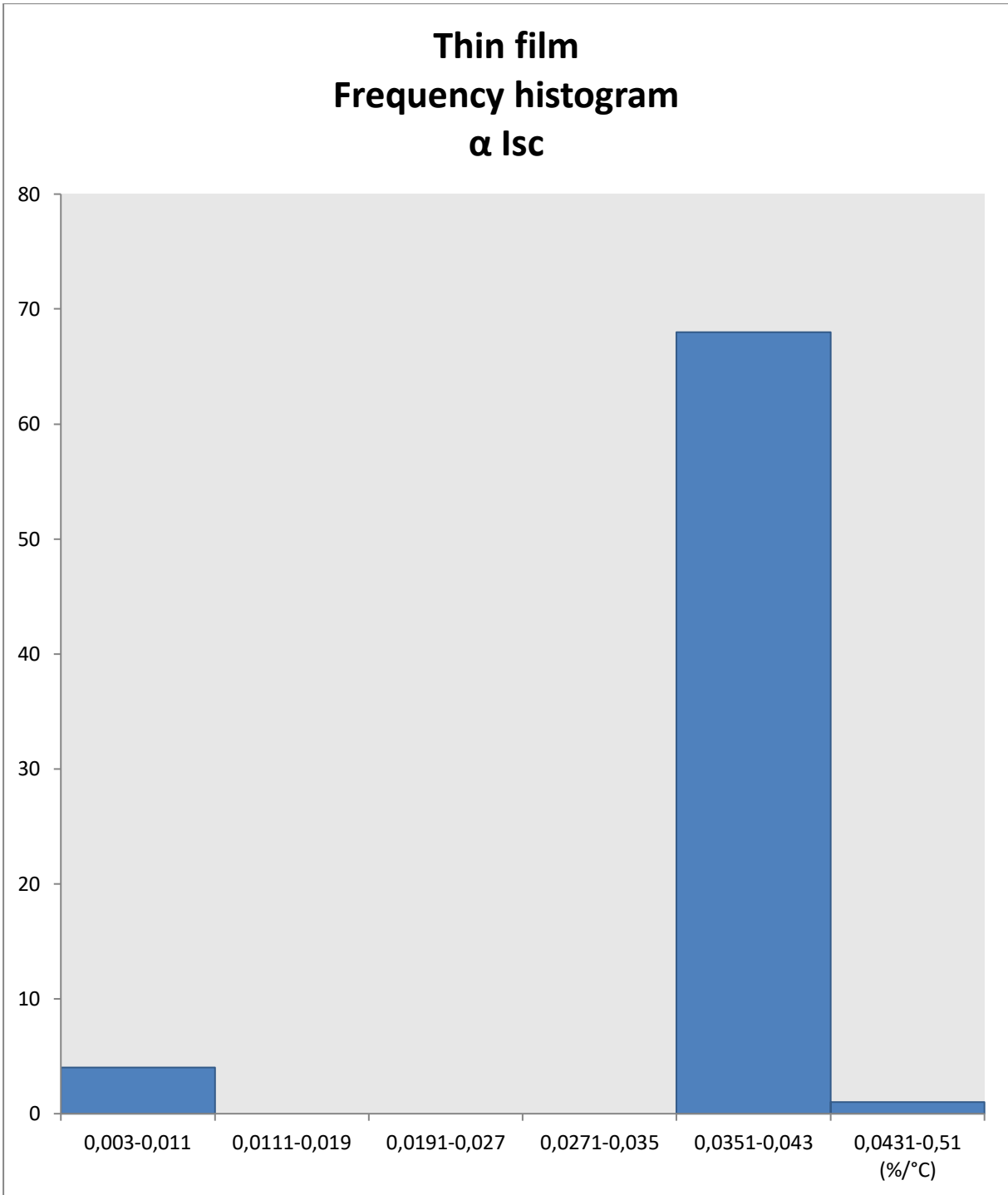
Σχήμα 9.76: Ιστόγραμμα συχνότητων τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



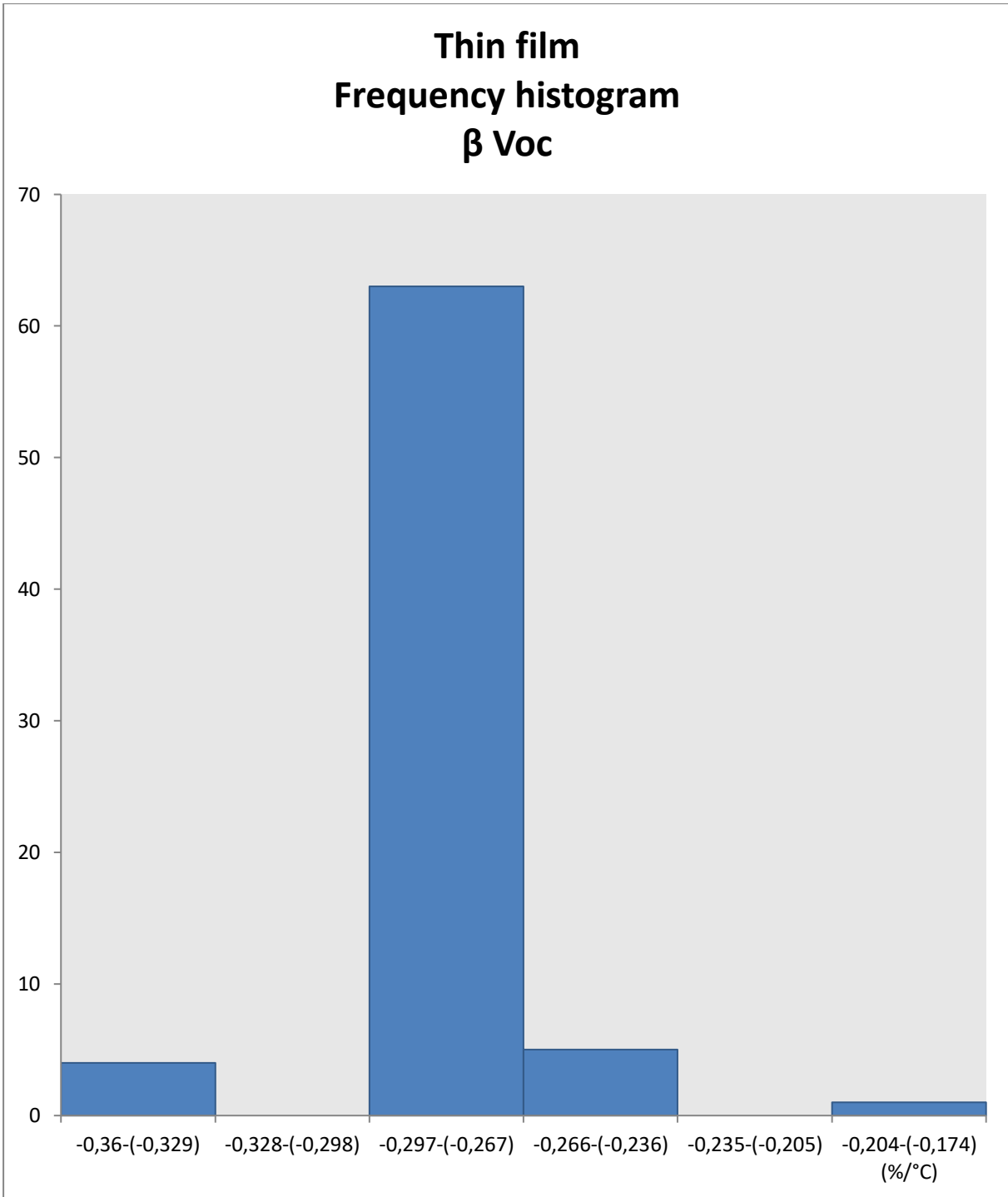
Σχήμα 9.77: Ιστόγραμμα συχνοτήτων τάσης στη μέγιστη ισχύ για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



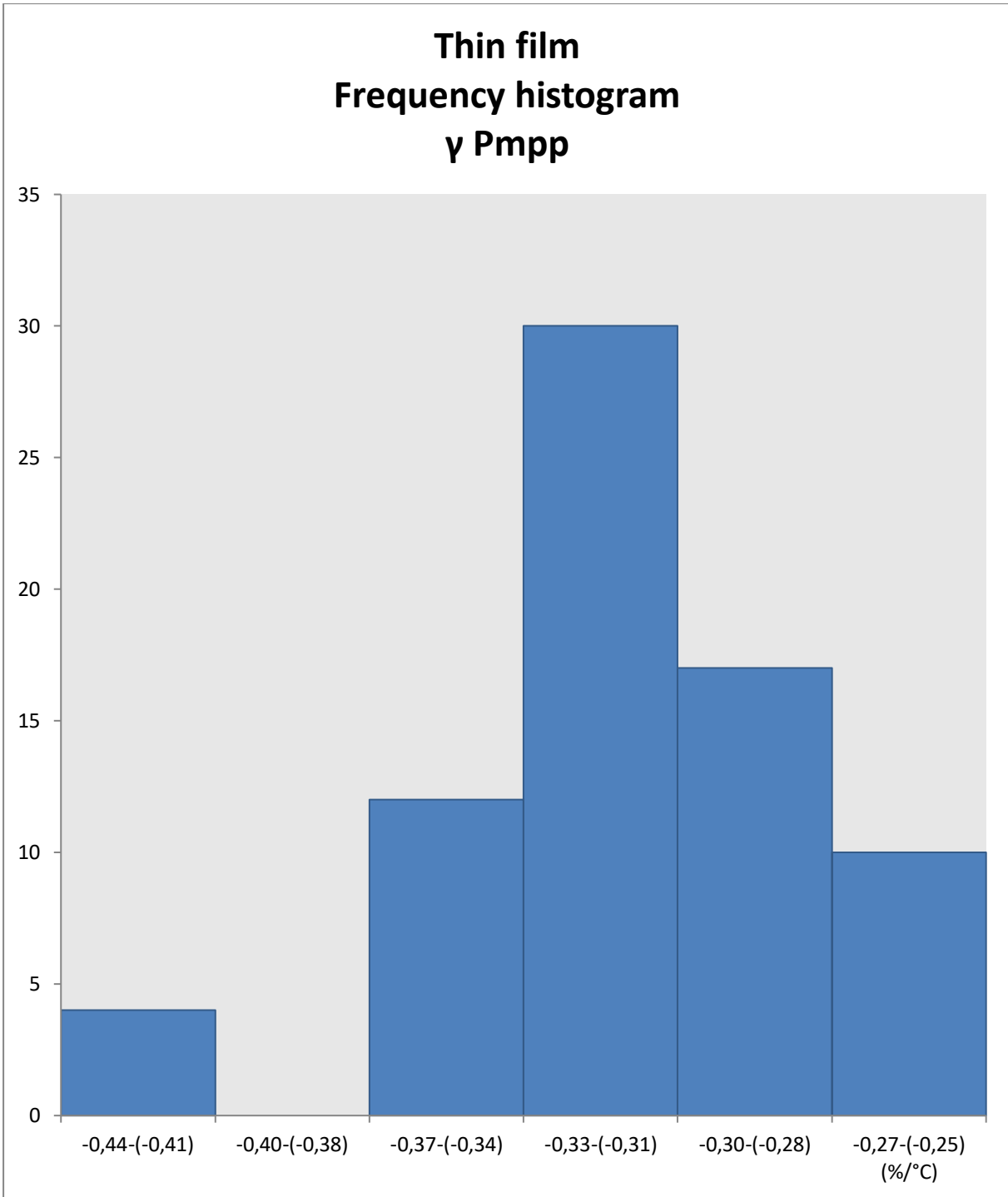
Σχήμα 9.78: Ιστόγραμμα συχνοτήτων παράγοντα πλήρωσης για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



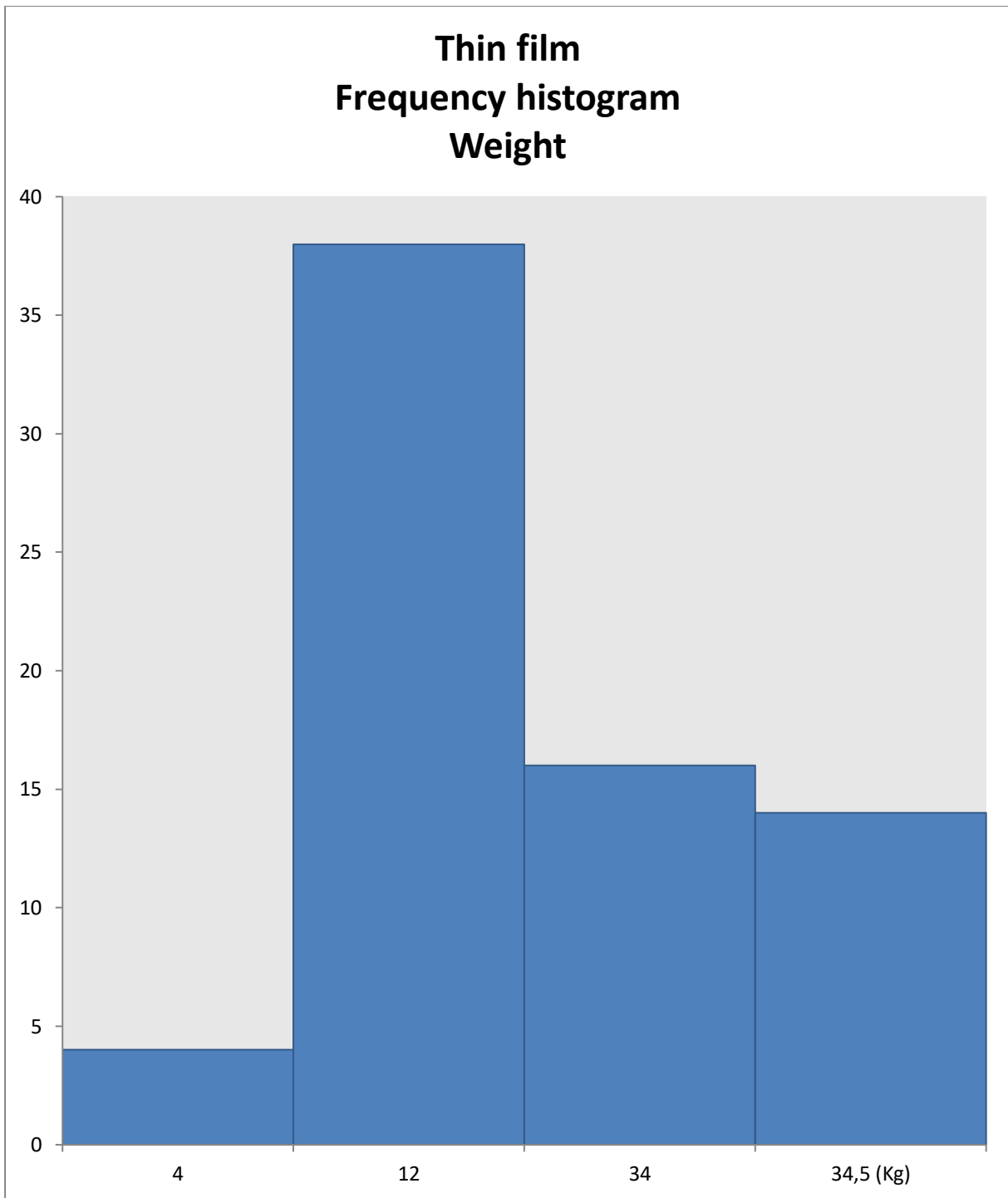
Σχήμα 9.79: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμοκού συντελεστή ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.80: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια

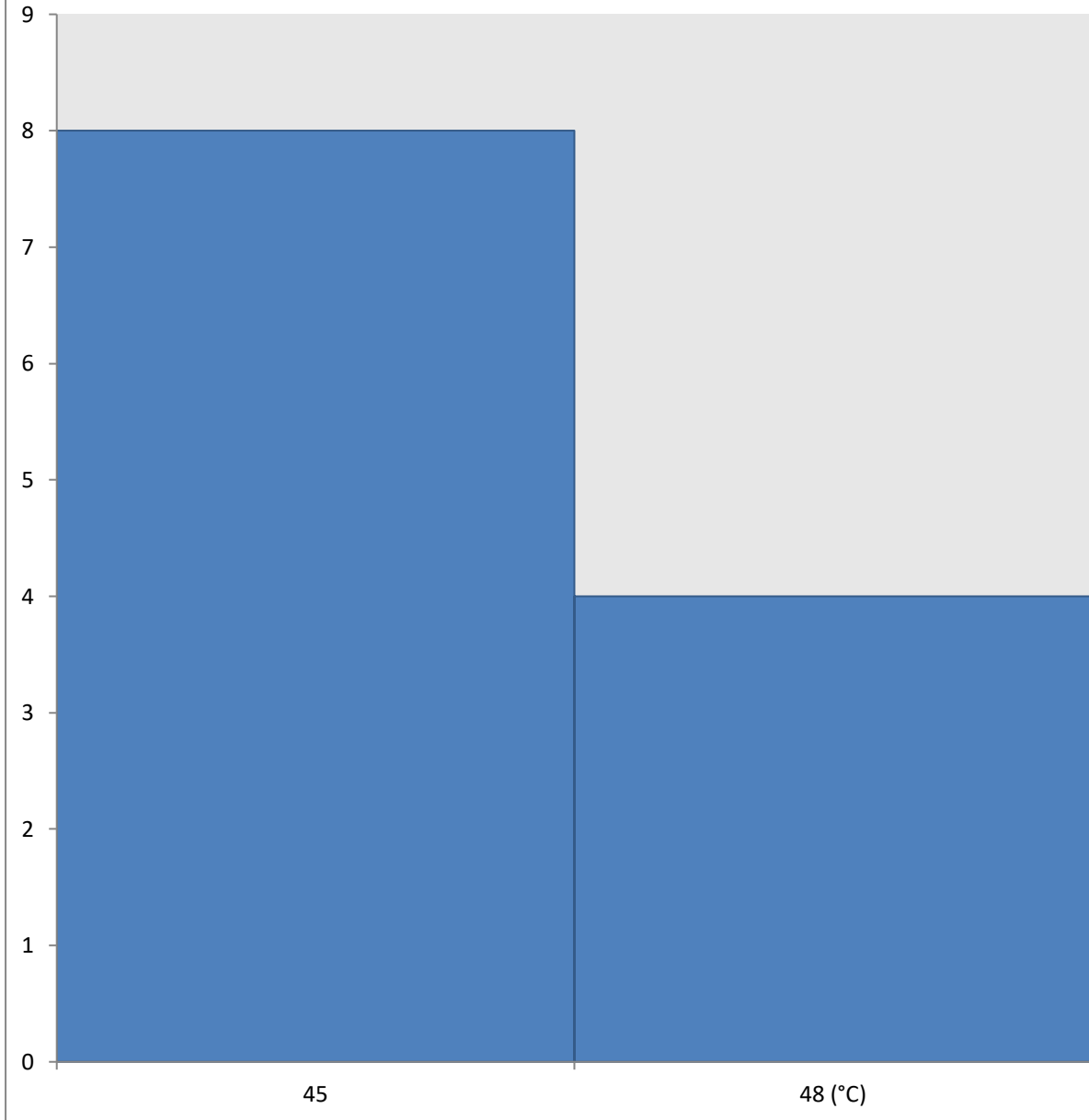


Σχήμα 9.81: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή μέγιστης ισχύος για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια

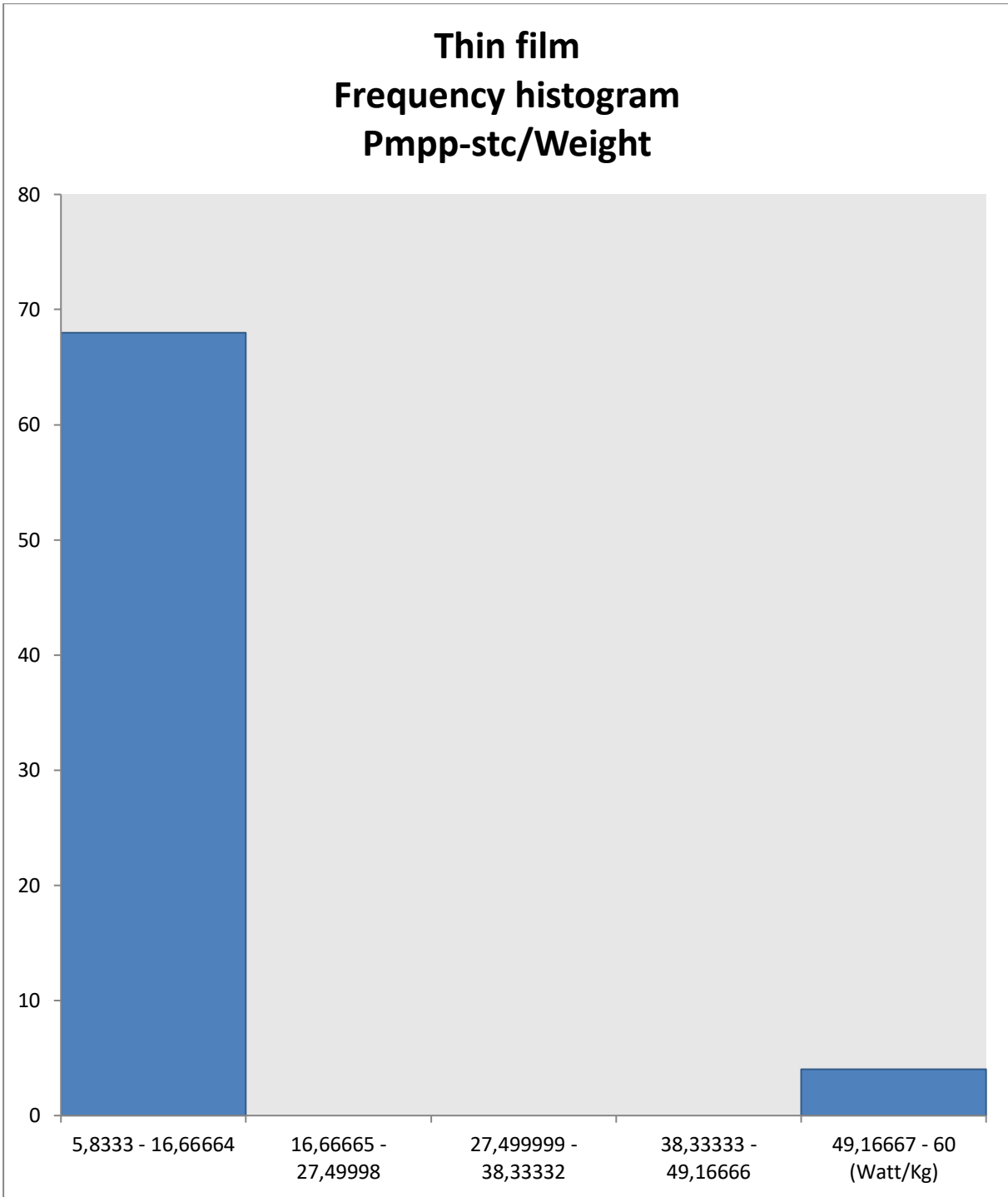


Σχήμα 9.82: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θάρους για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια

Thin film Frequency histogram NOCT



Σχήμα 9.83: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμοκρασίας στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου στις συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψελίδας για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.84: Ιστόγραμμα συχνότητων ηηλικού μέγιστης ισχύος και βάρους για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια

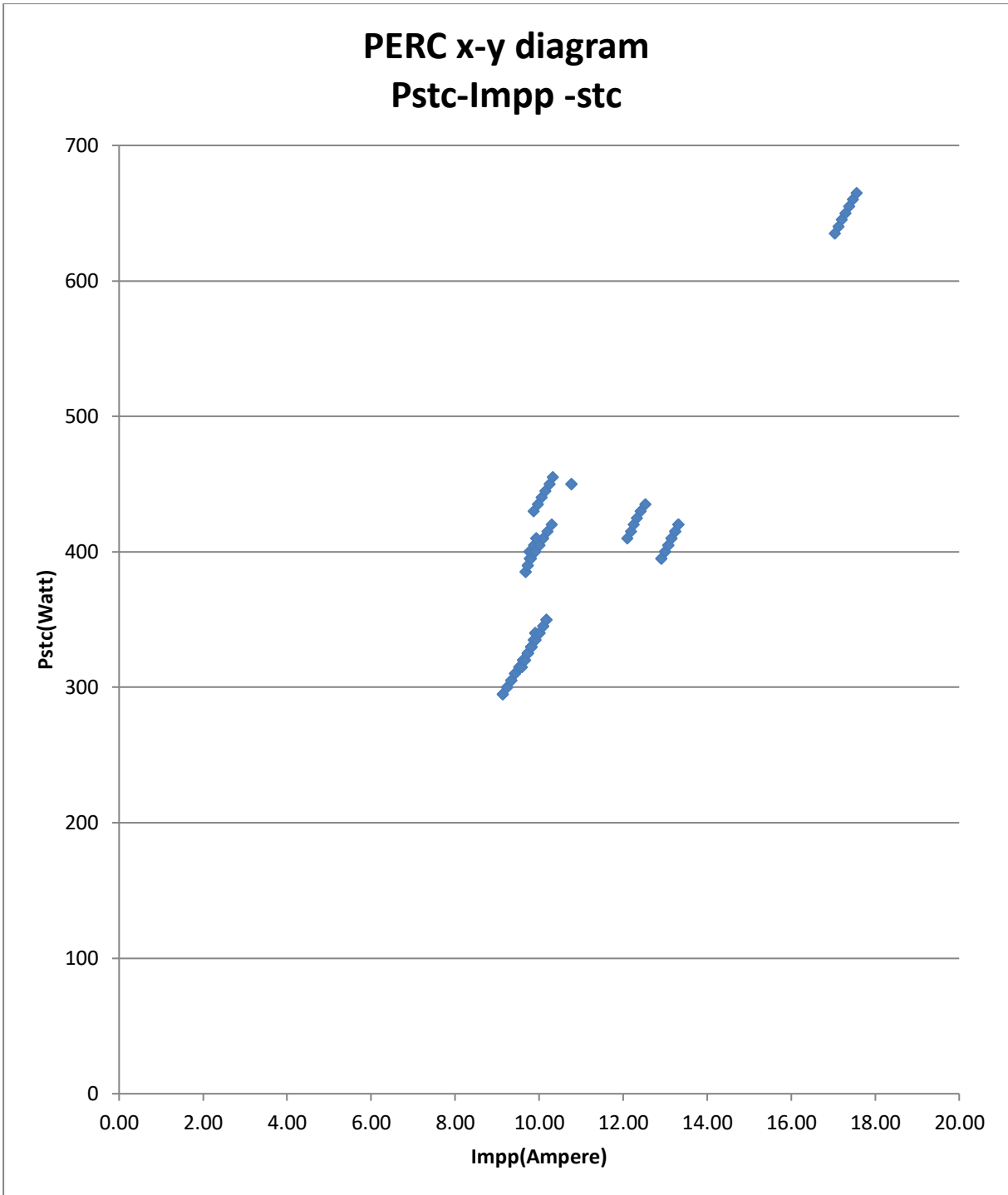
Επίσης παρουσιάζεται και ο πίνακας με τη μέση τιμή και τη διασπορά των τιμών της βάσης δεδομένων για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια:

Τύπος πλαισίου: Thin film	V_{mpp,stc}/V_{oc,stc}	I_{mpp,stc}/I_{sc,stc}	V_{oc,stc}(V)	V_{mpp,stc}(V)	FF_{stc}(%)
Μέση τιμή :	0,816	0,923	125,776	104,131	75,33%
Διασπορά :	0,00097389	0,00059500	5983,798	4471,133	0,0020553989
	α(%/°C)	β(%/°C)	γ(%/°C)	NOCT(°C)	Weight(Kg)
Μέση τιμή :	0,04%	-0,28%	-0,31%	46,000	20,819
Διασπορά :	0,0000000073	0,0000000586	0,0000001686	2,00000	131,766

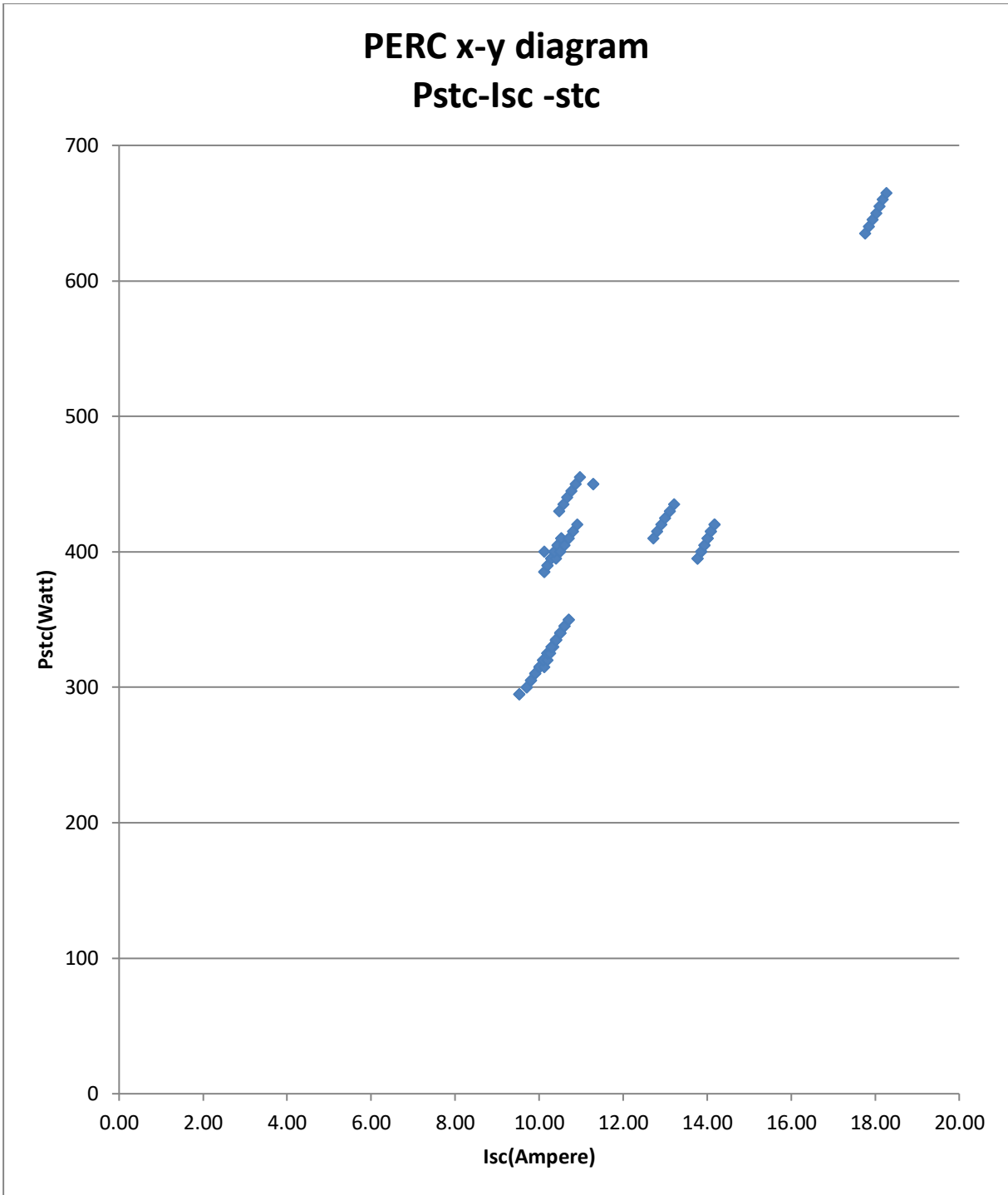
Σχήμα 9.85: Πίνακας μέσης τιμής και διασποράς τιμών της βάσης δεδομένων για τα thin film φωτοβολταϊκά πλαίσια

9.6.PERC (Passivated Emitter Rear Cell)

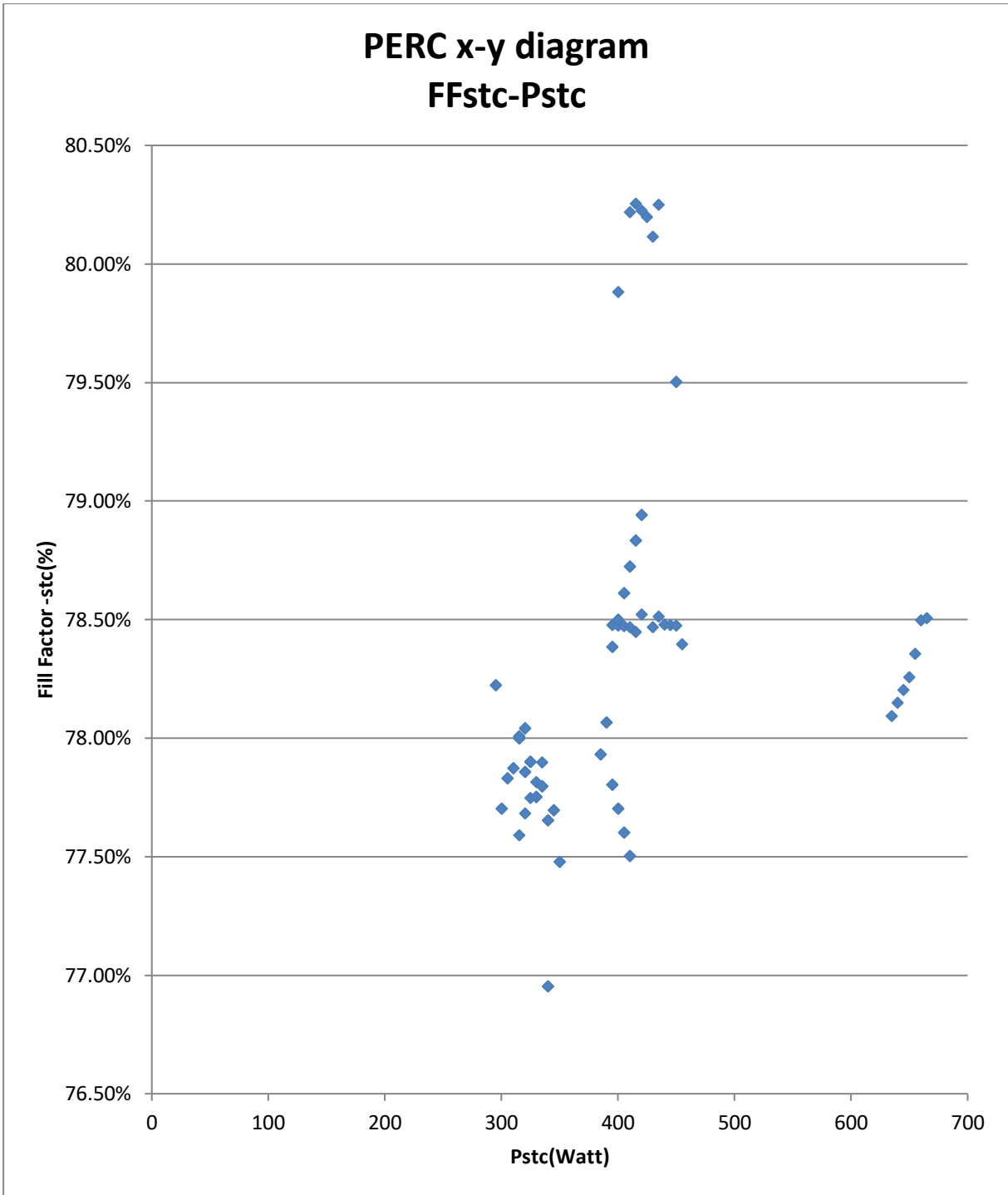
Με τη συμπλήρωση των δεδομένων για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια στη βάση δεδομένων δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα :



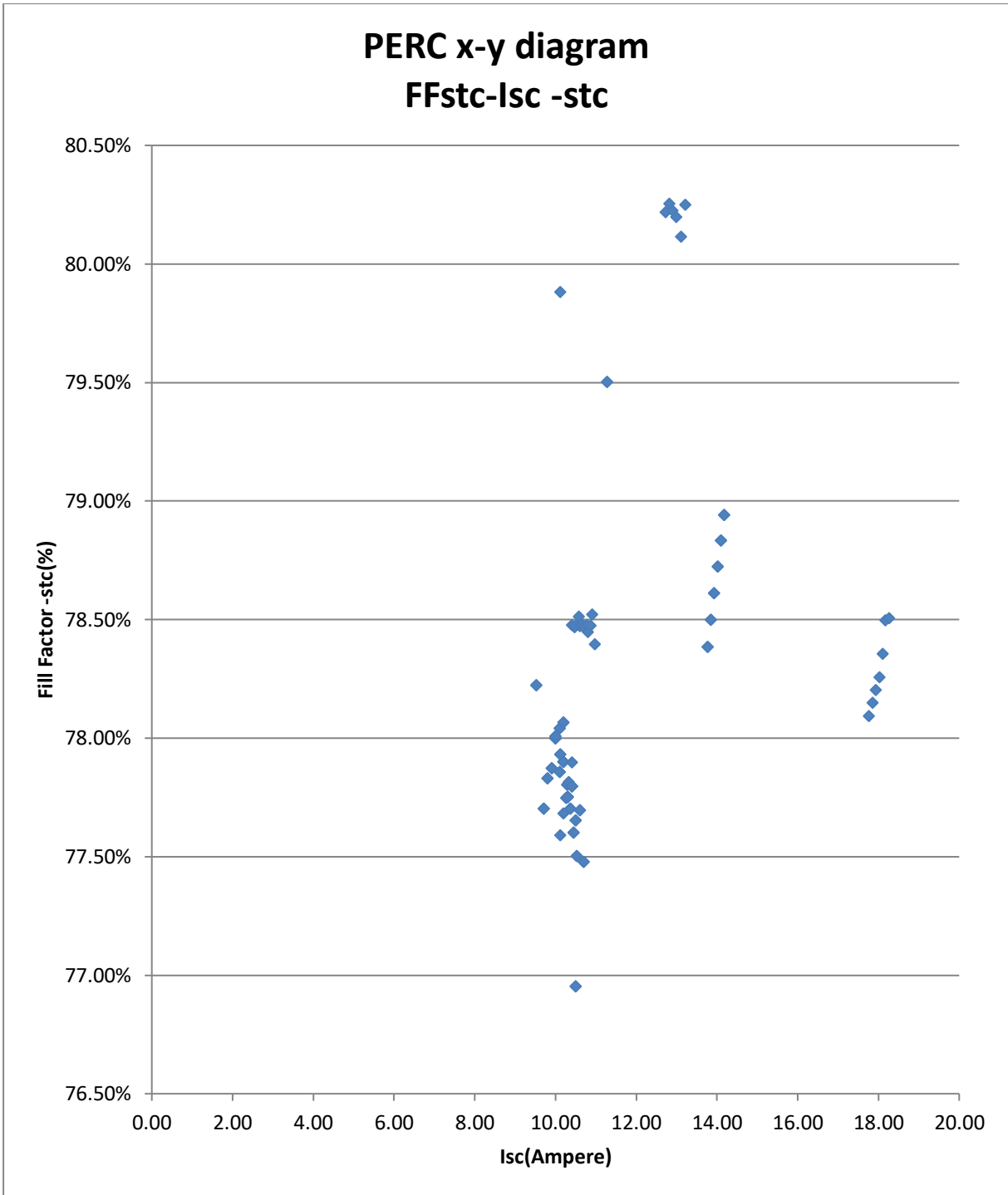
Σχήμα 9.86: Χ-Υ διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



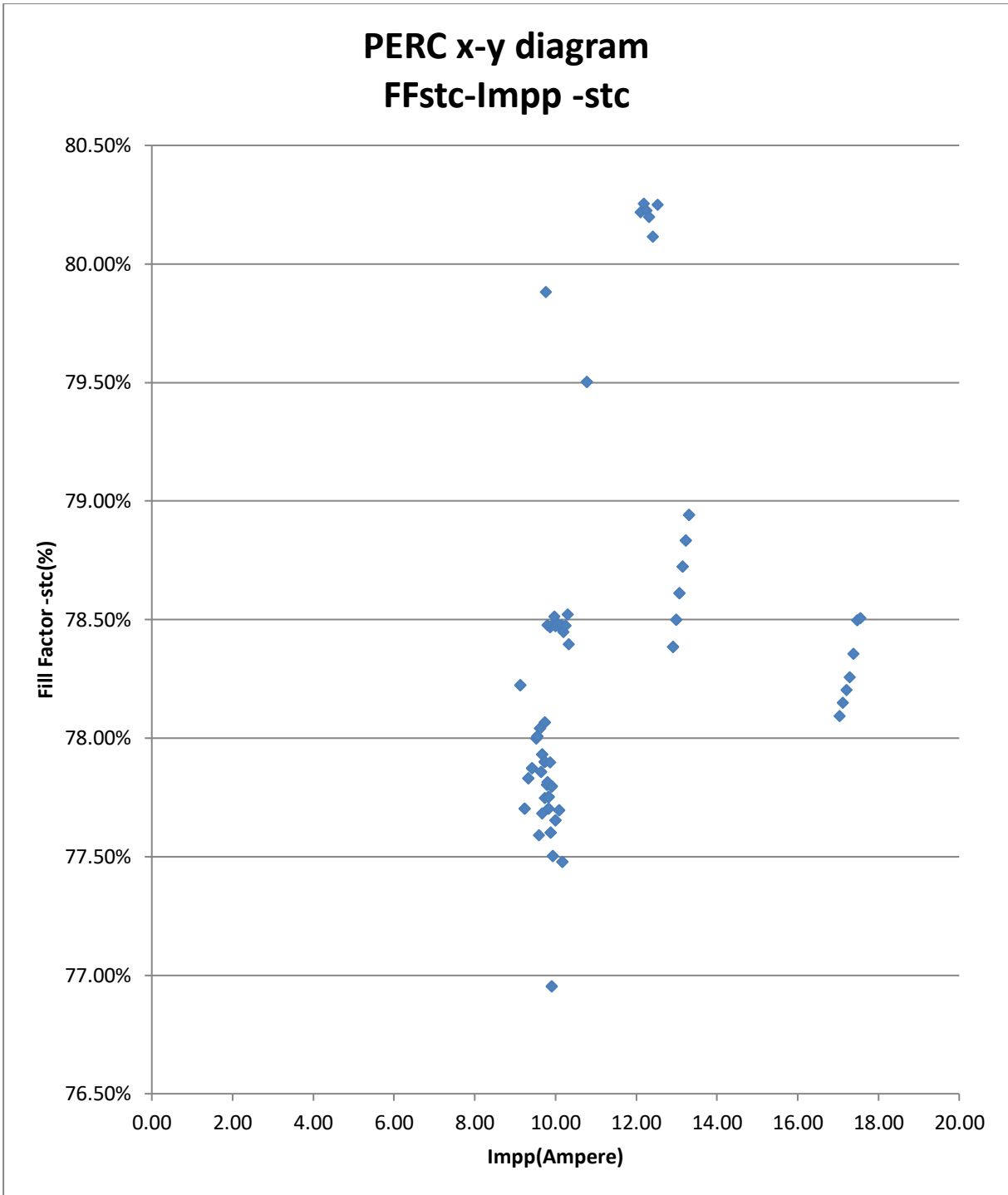
Σχήμα 9.87: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



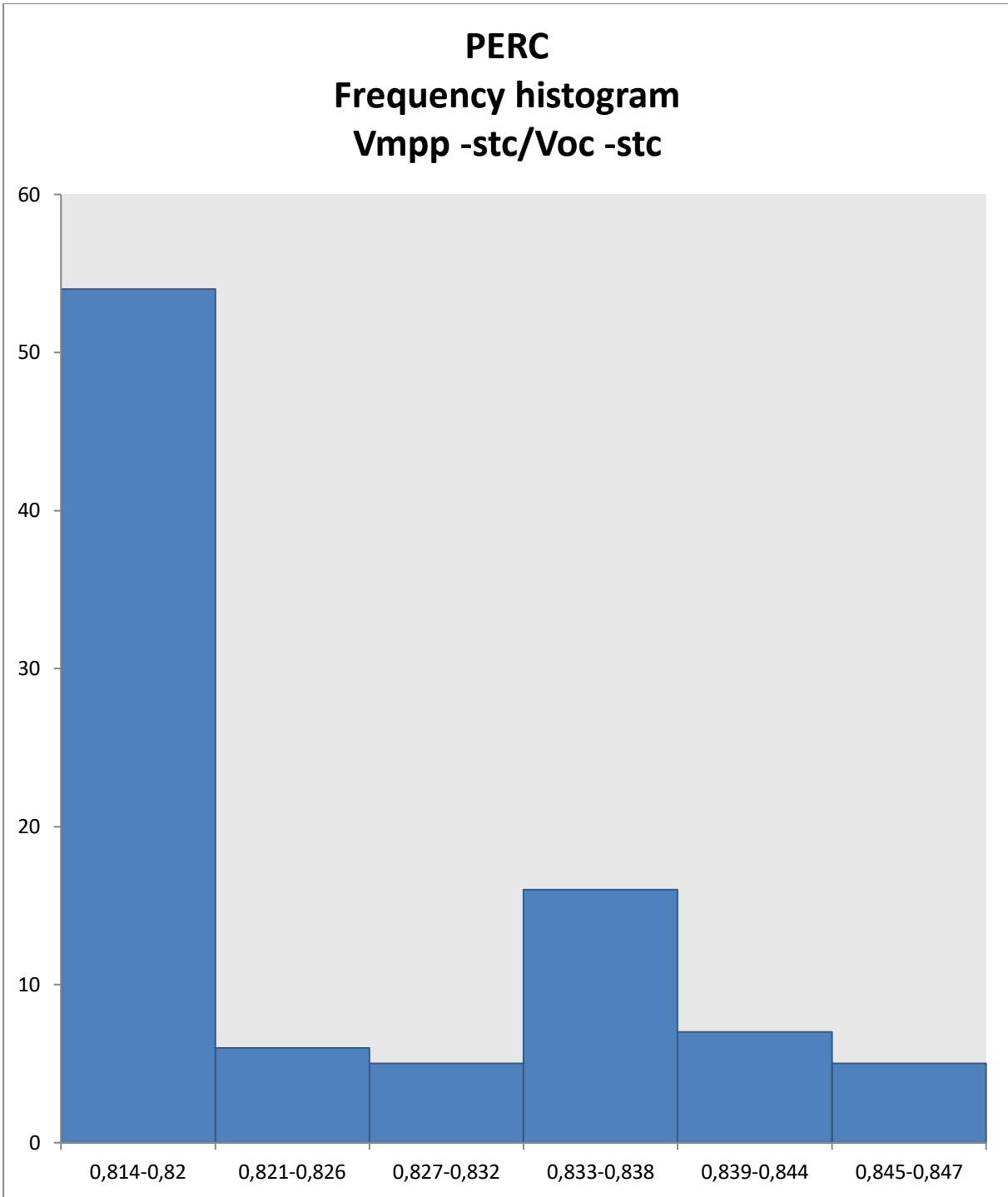
Σχήμα 9.88: X-Y διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά μέγιστη ισχύ για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



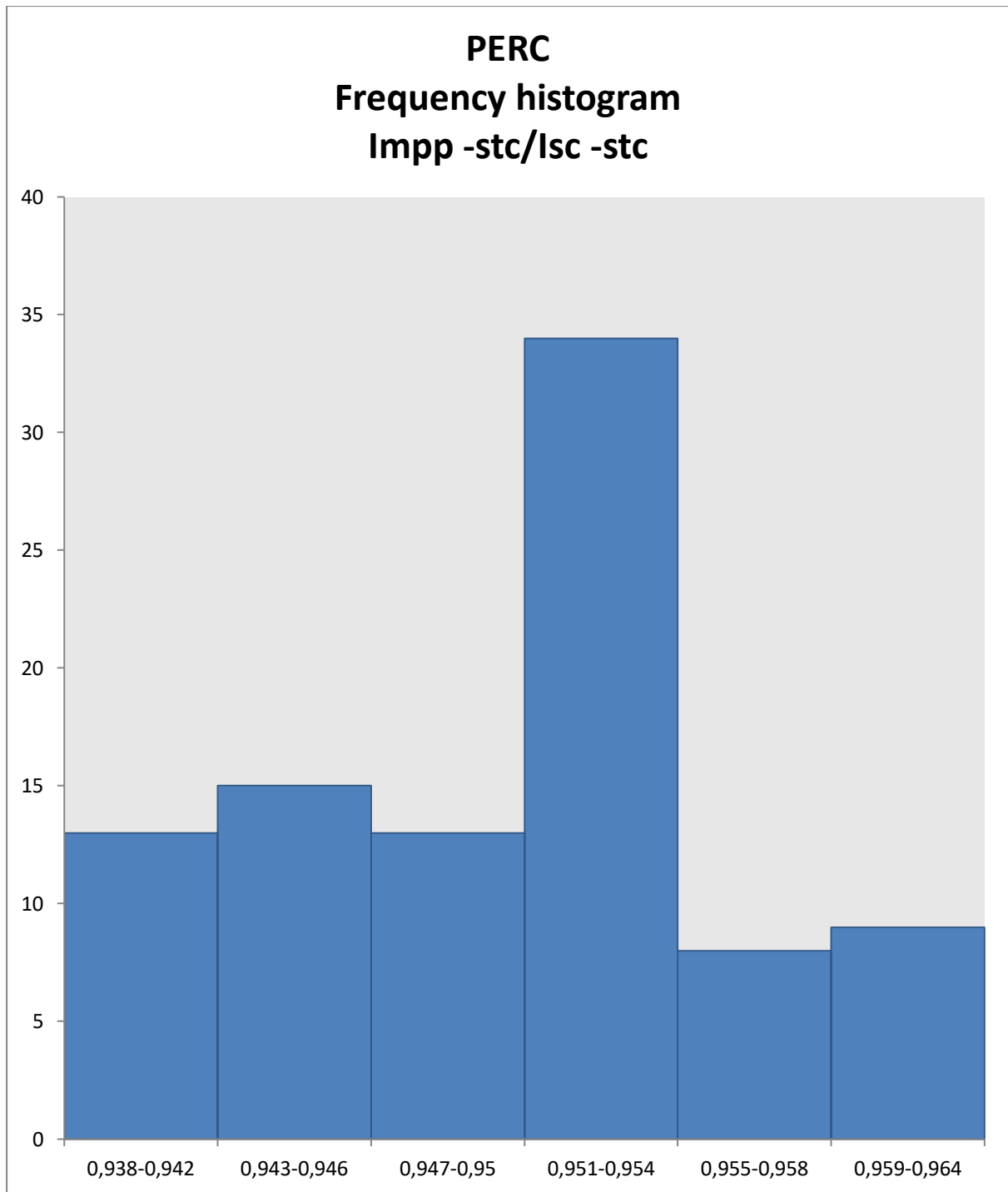
Σχήμα 9.89: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



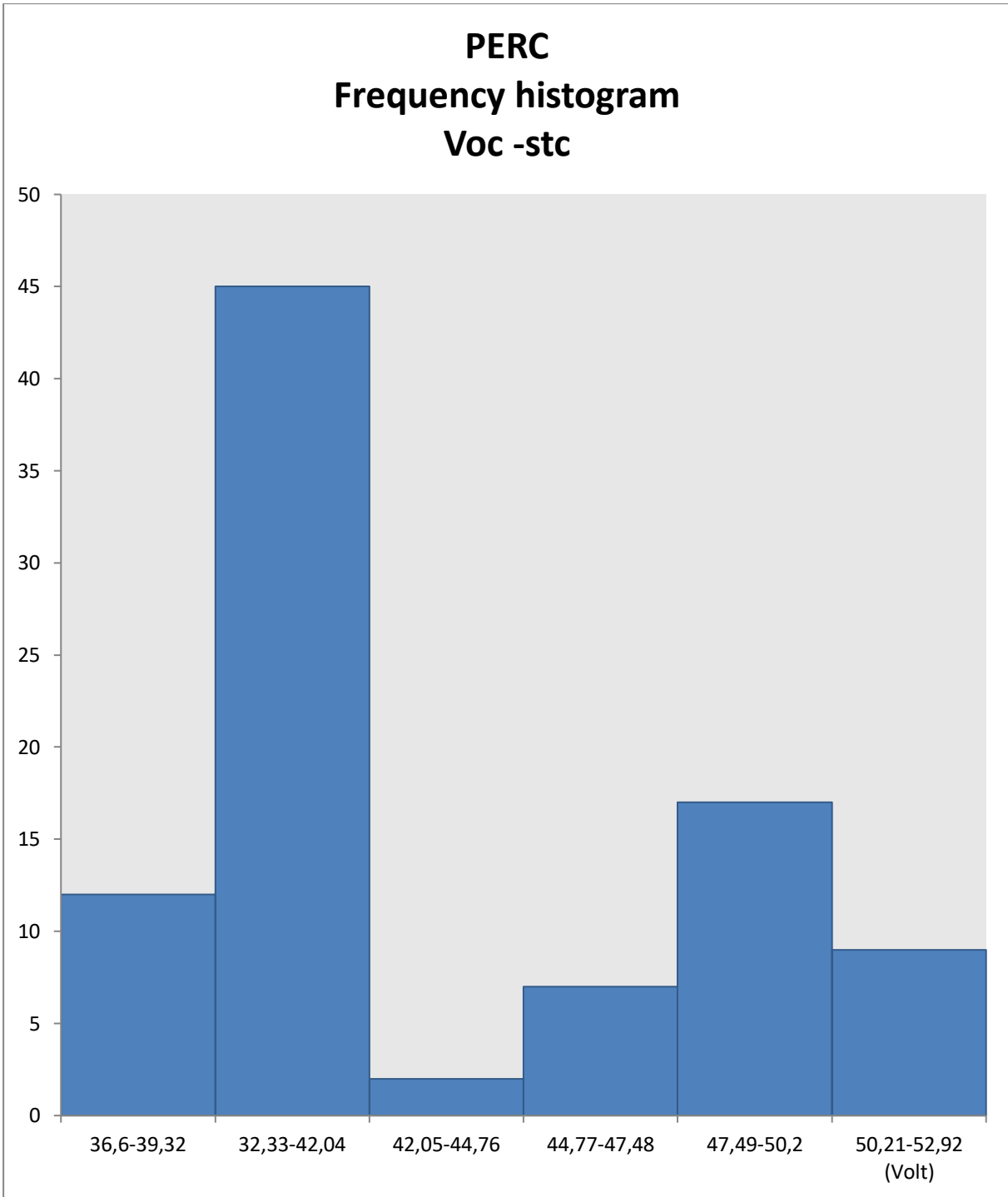
Σχήμα 9.90: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



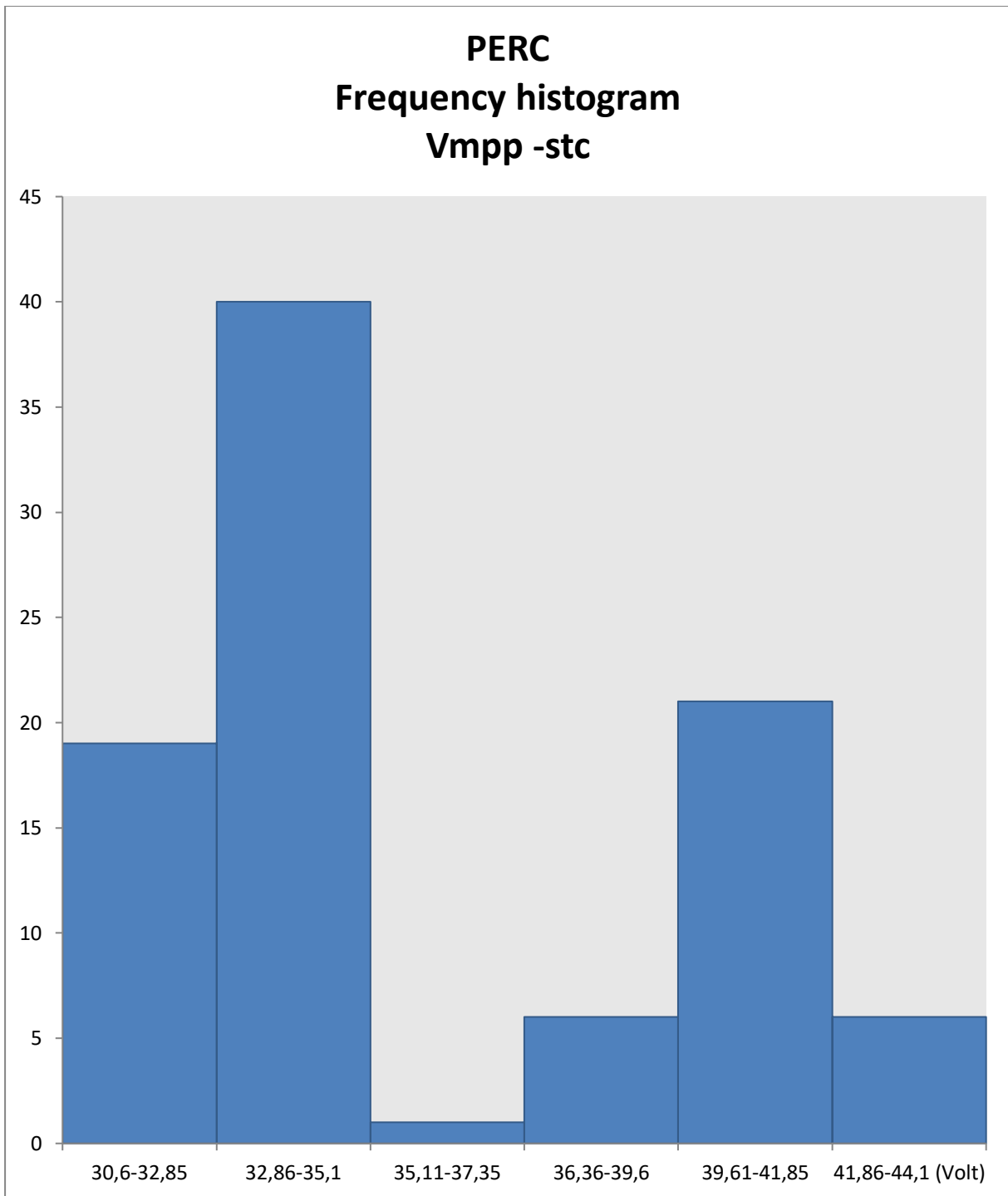
Σχήμα 9.91: Ιστόγραμμα συχνοτήτων ηλικίου τάσης στη μέγιστη ισχύ και τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



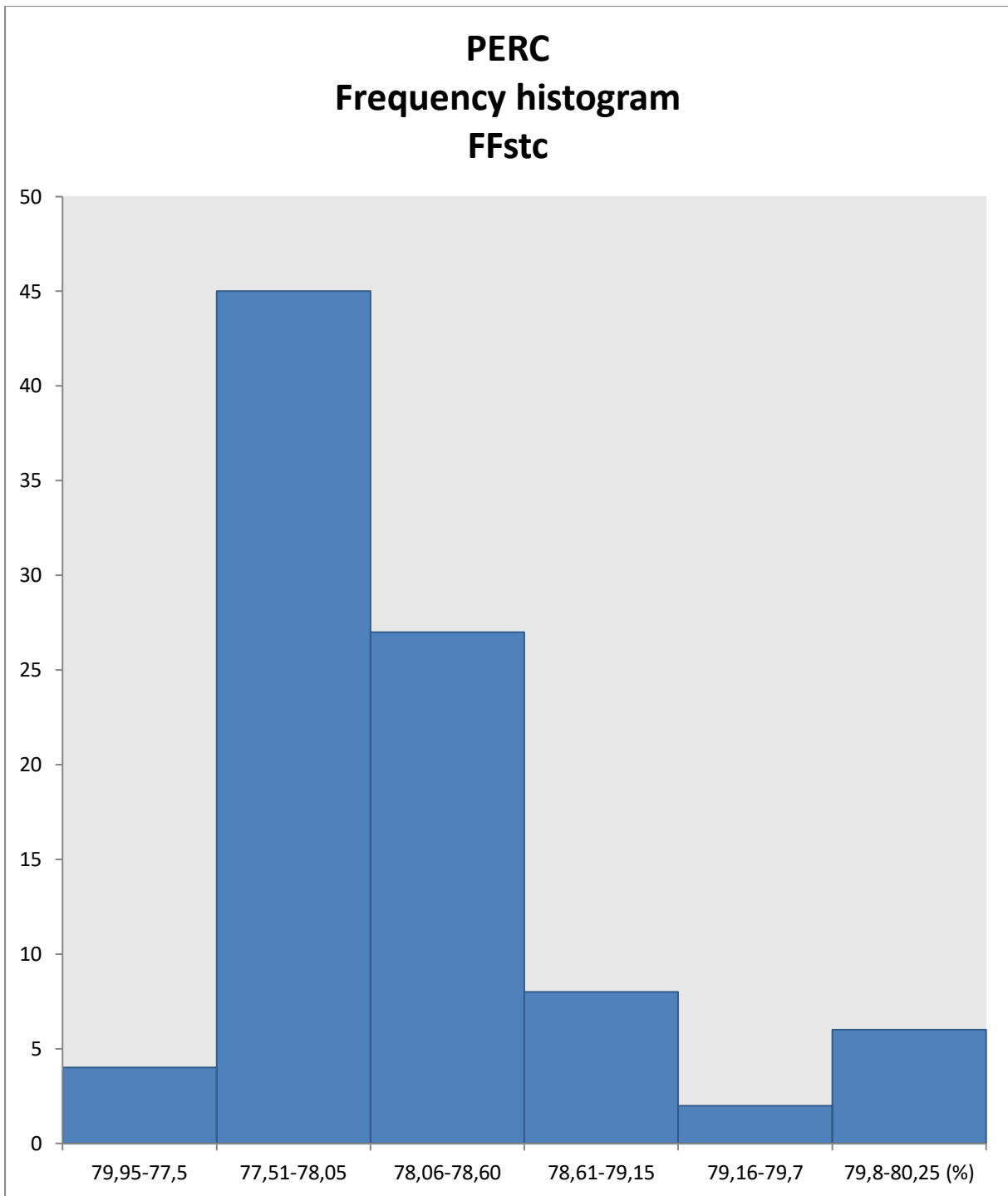
Σχήμα 9.92: Ιστόγραμμα συχνότητων ηηλικού τιμής ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



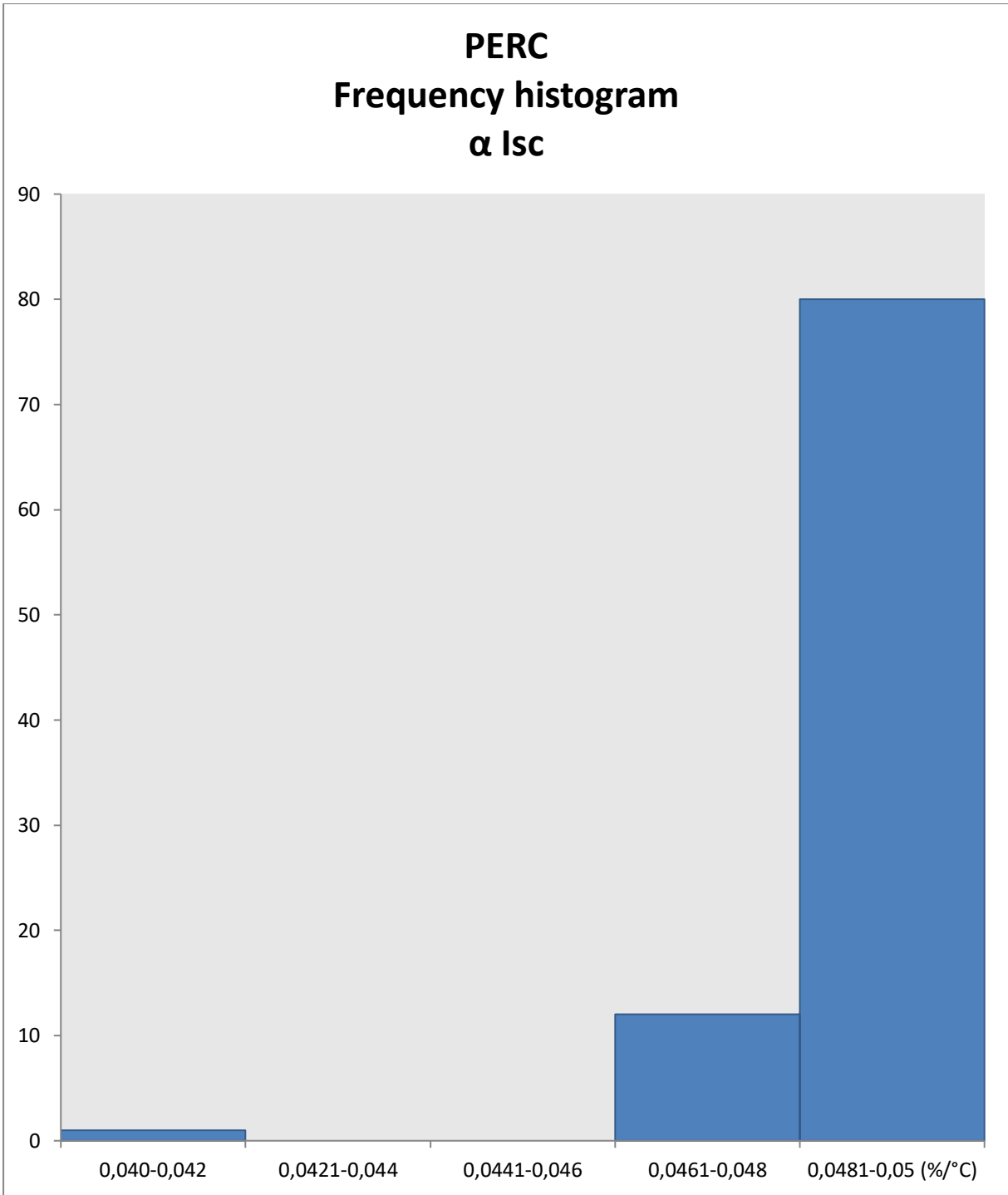
Σχήμα 9.93: Ιστόγραμμα συχνοτήτων τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



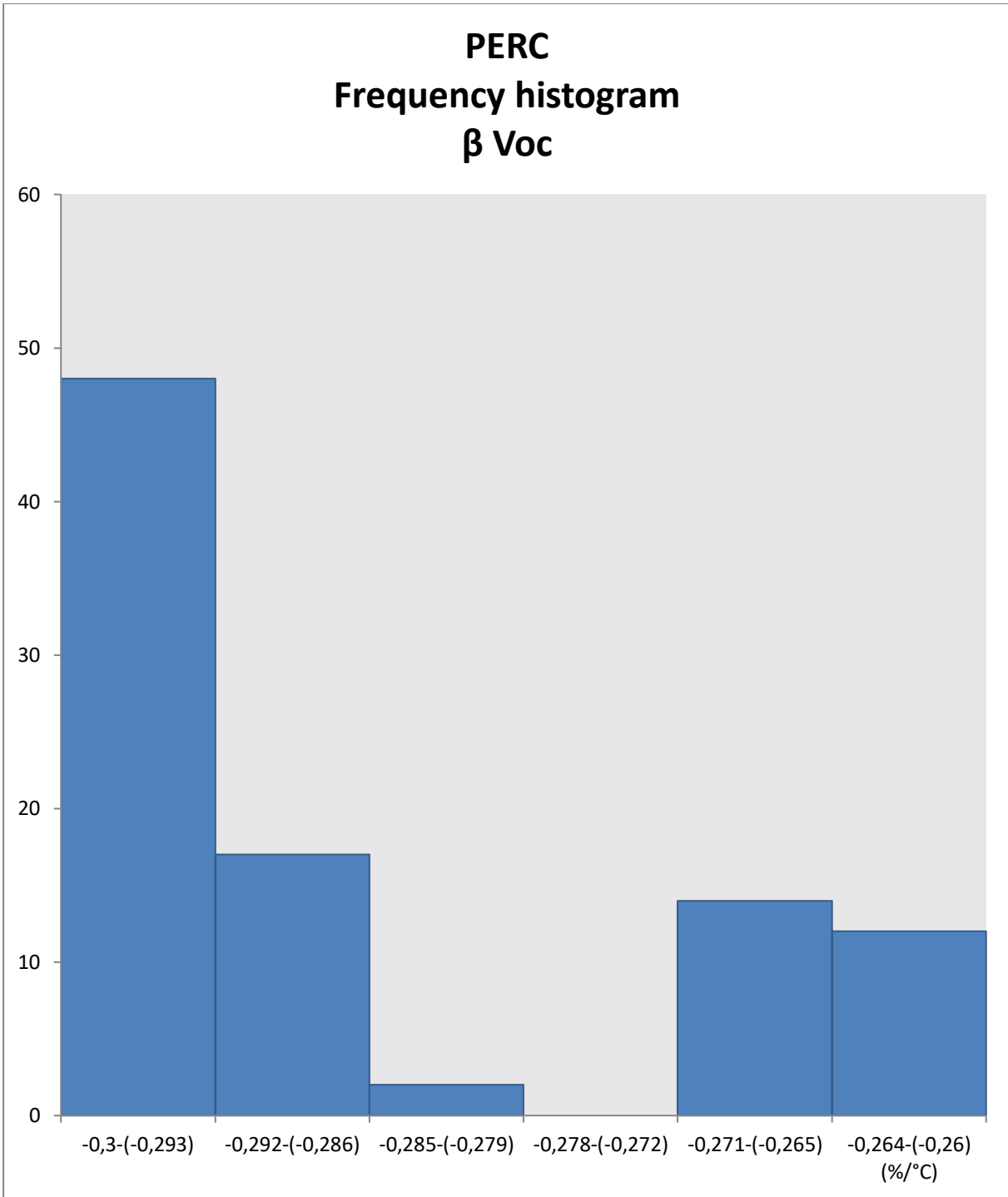
Σχήμα 9.94: Ιστόγραμμα συχνοτήτων τάσης στη μέγιστη ισχύ για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



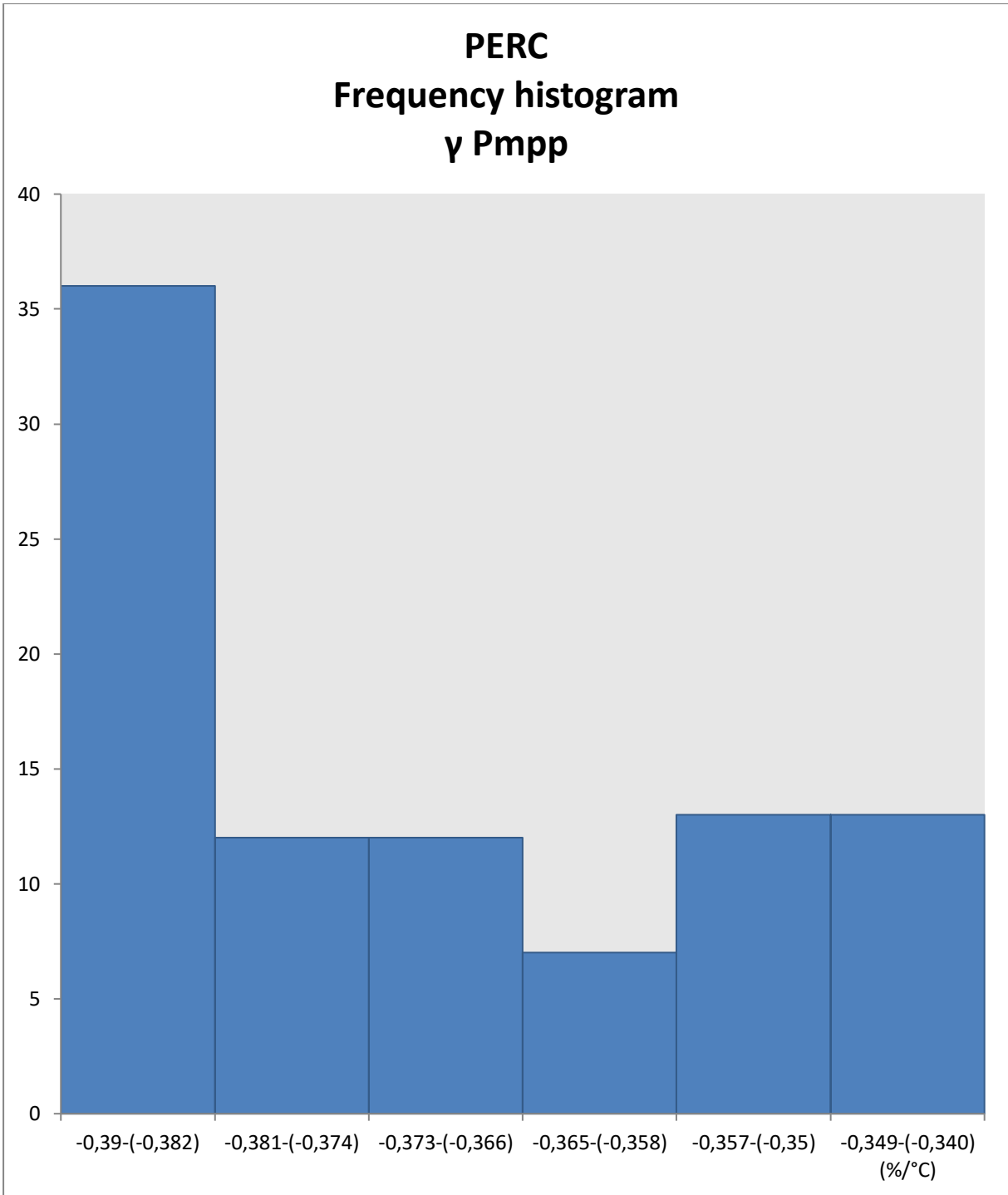
Σχήμα 9.95: Ιστόγραμμα συχνότητων παράγοντα πλήρωσης για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



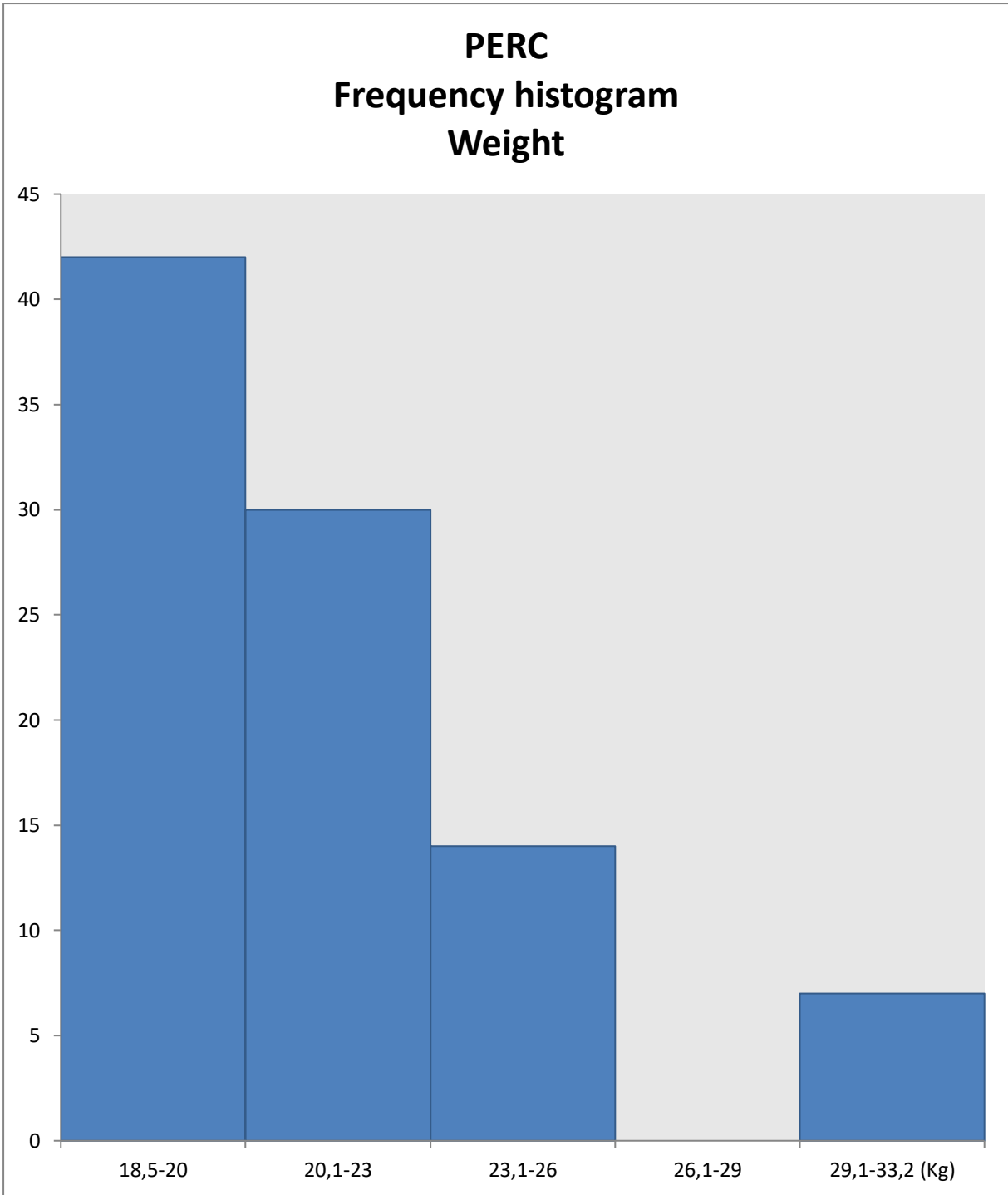
Σχήμα 9.96: Ιστόγραμμα συχνότητας θερμικού συντελεστή ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



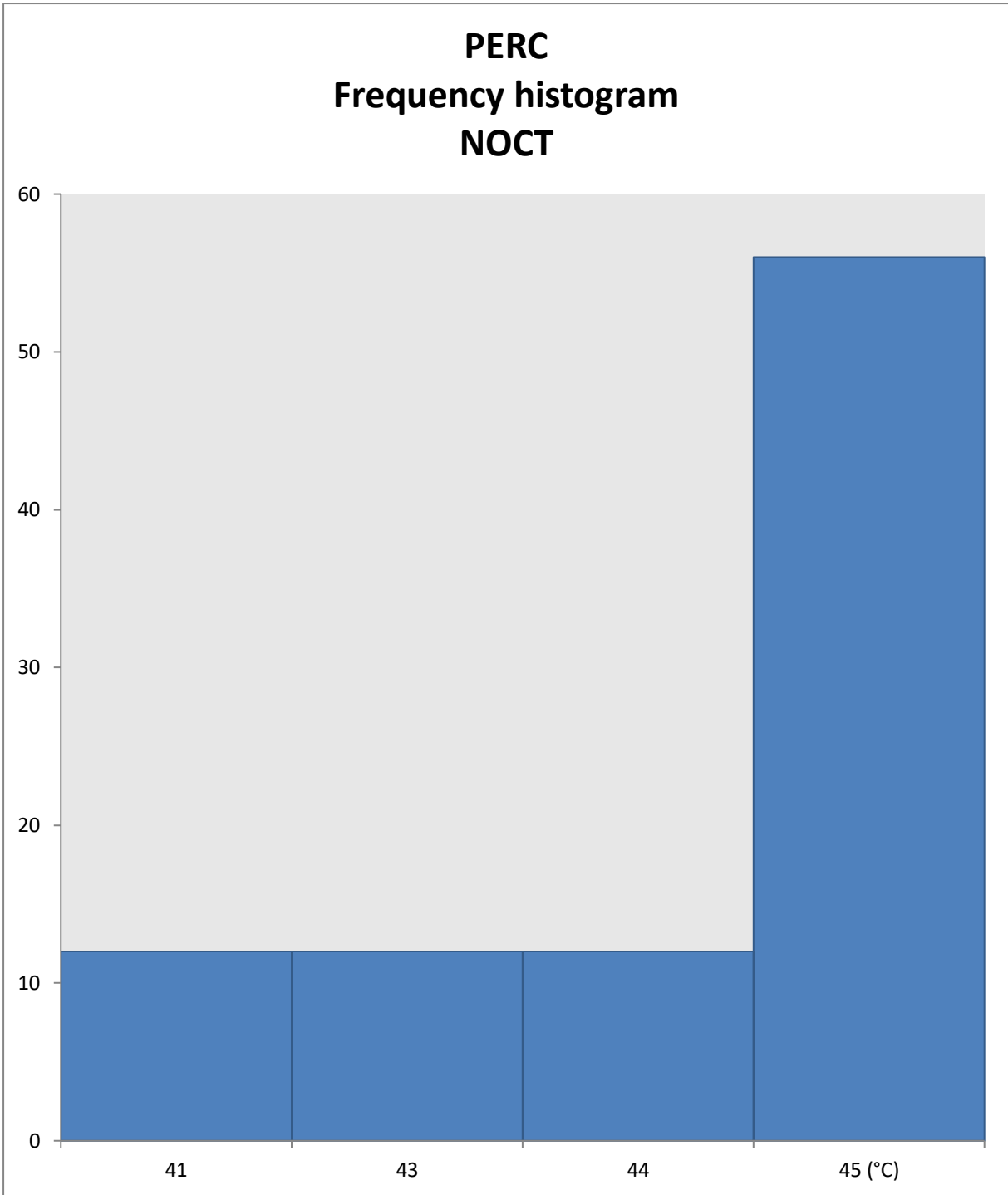
Σχήμα 9.97: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



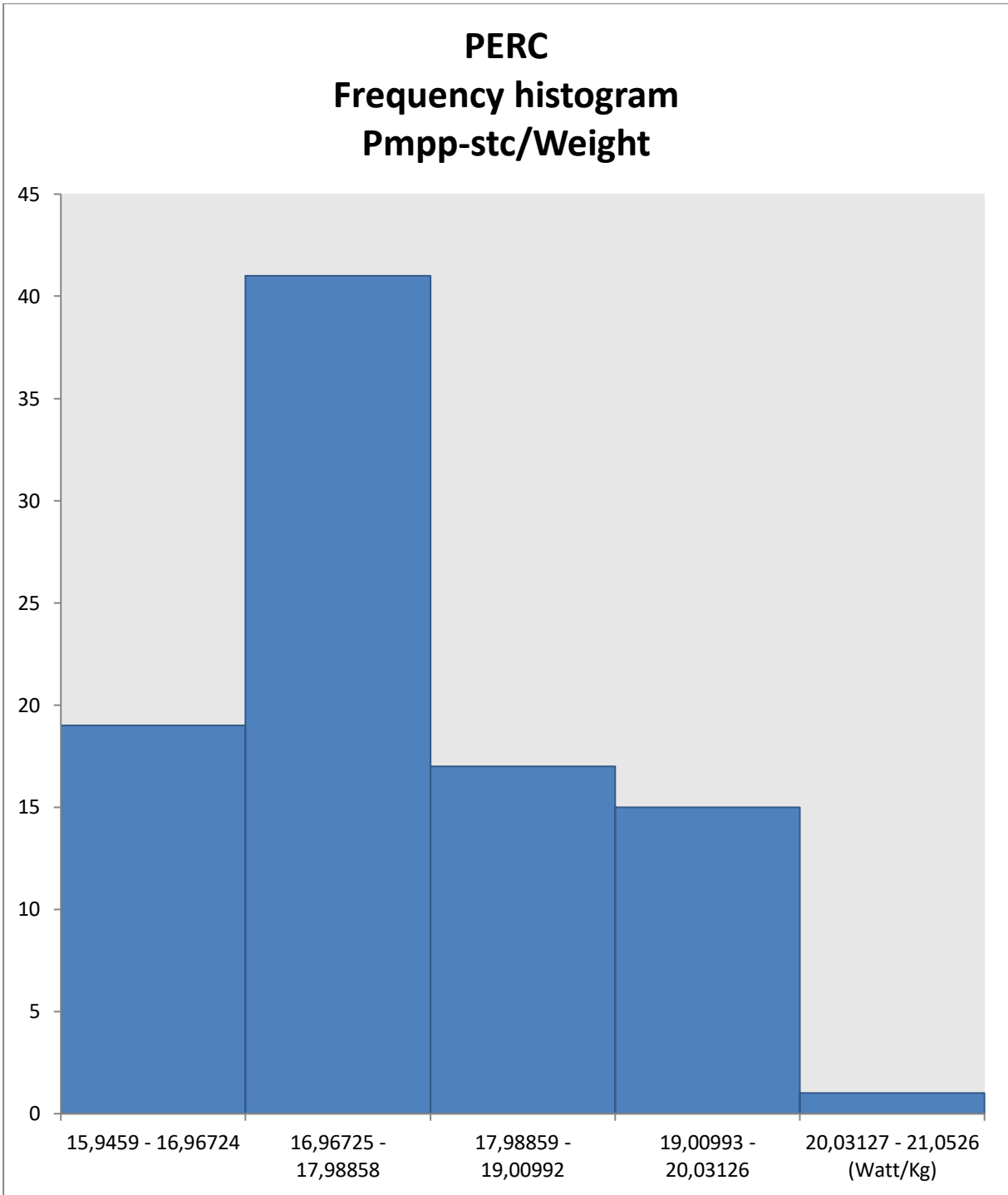
Σχήμα 9.98: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή μέγιστης ισχύος για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.99: Ιστόγραμμα συχνοτήτων βάρους για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.100: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμοκρασίας στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου στις συνθήκες λειτουργίας φωτοβολταϊκής κυψελίδας για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.101: Ιστόγραμμα συχνοτήτων ηηλίκου μέγιστης ισχύος και βάρους για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια

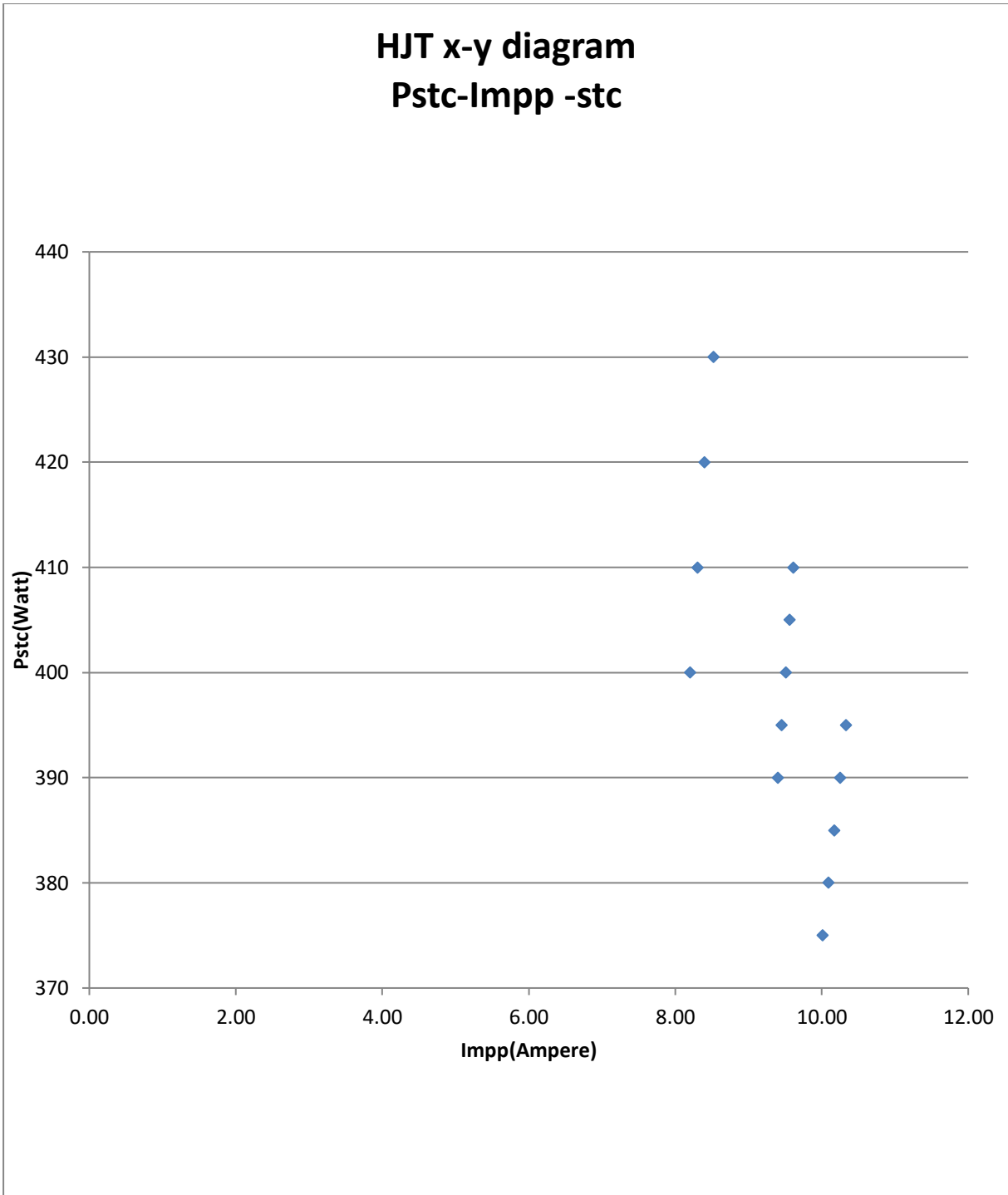
Επίσης παρουσιάζεται και ο πίνακας με τη μέση τιμή και τη διασπορά των τιμών της βάσης δεδομένων για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια:

Τύπος πλαισίου: PERC	V_{mpp,stc}/V_{oc,stc}	I_{mpp,stc}/I_{sc,stc}	V_{oc,stc}(V)	V_{mpp,stc}(V)	FF_{stc}(%)
Μέση τιμή :	0,824	0,949	43,453	35,805	78,24%
Διασπορά :	0,00009807	0,00004185	22,886	15,592	0,0000502709
	α(%/°C)	β(%/°C)	γ(%/°C)	NOCT(°C)	Weight(Kg)
Μέση τιμή :	0,05%	-0,29%	-0,37%	44,087	21,900
Διασπορά :	0,0000000001	0,0000000226	0,0000000355	1,90548	15,489

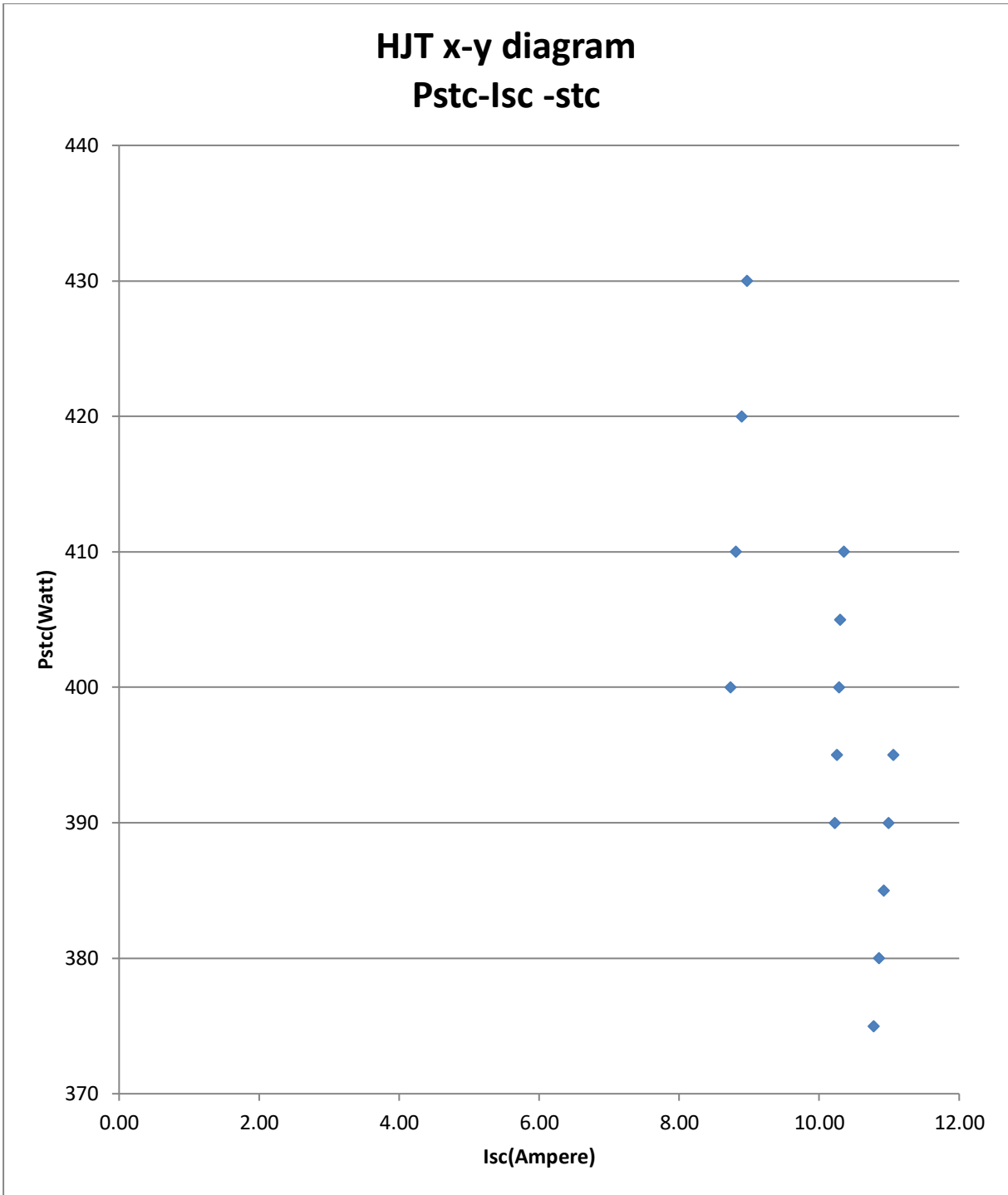
Σχήμα 9.102: Πίνακας μέσης τιμής και διασποράς τιμών της βάσης δεδομένων για τα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια

9.7.HJT (Heterojunction)

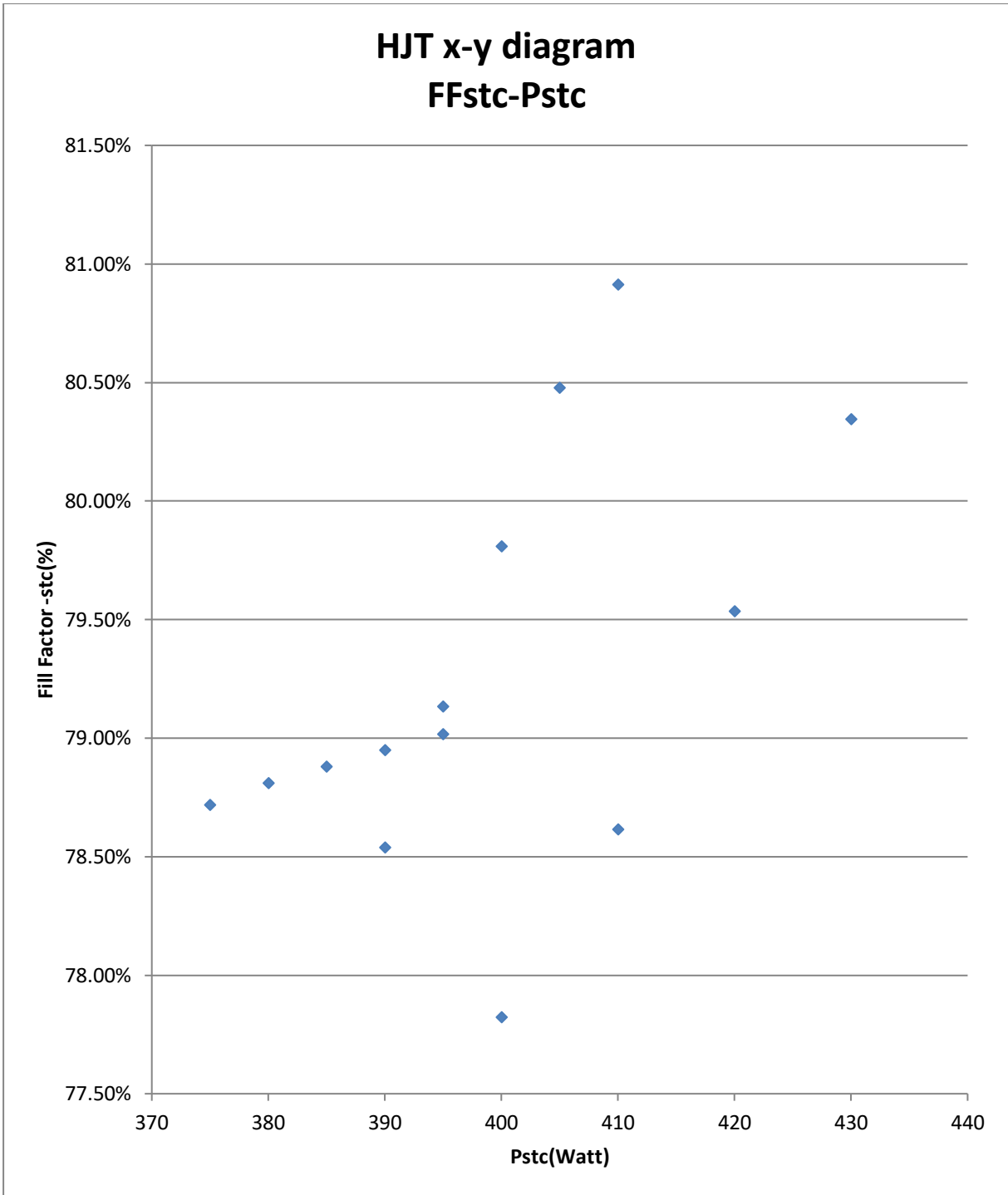
Με τη συμπλήρωση των δεδομένων για τα HJT πλαίσια στη βάση δεδομένων δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα :



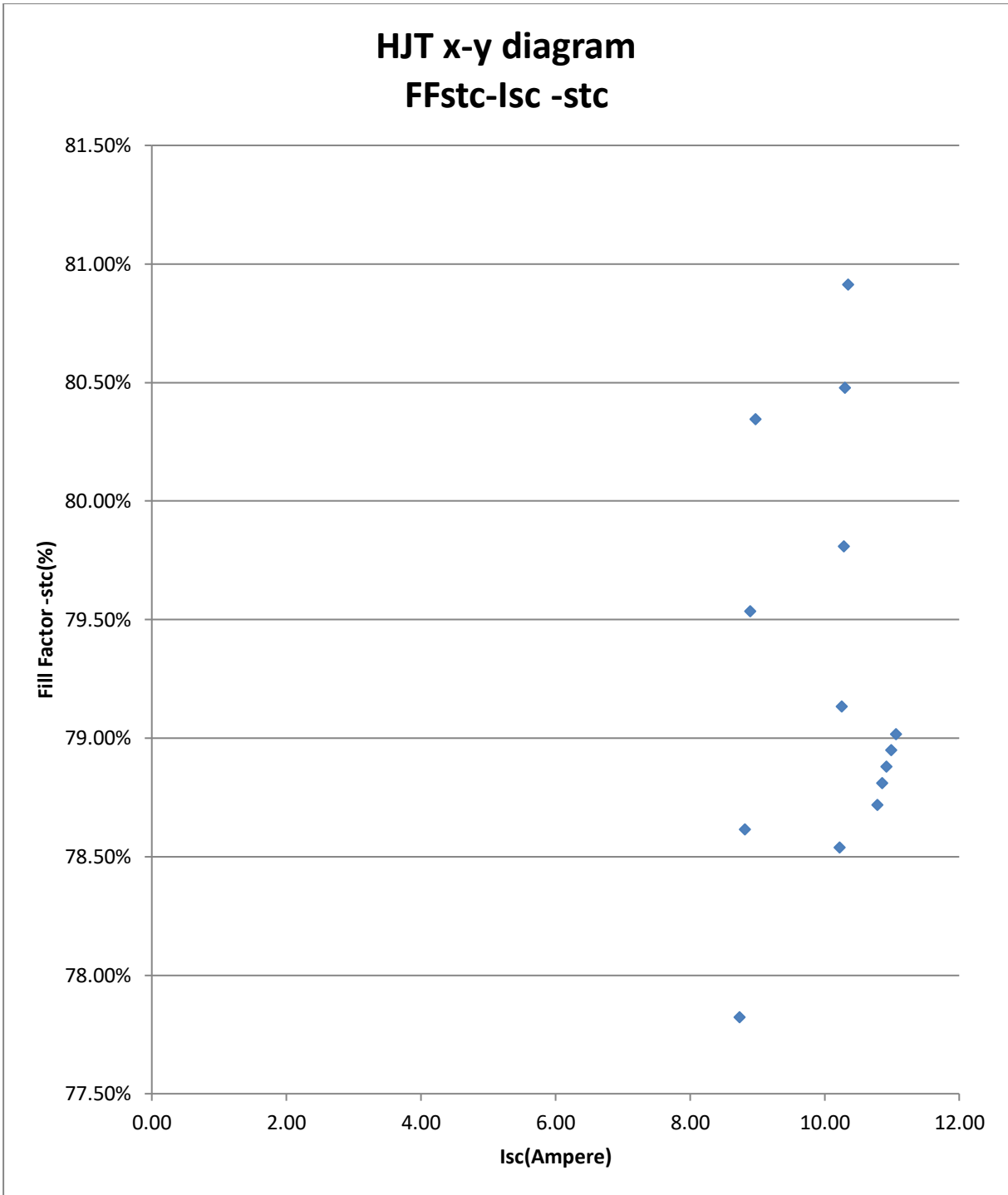
Σχήμα 9.103: Χ-Υ διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



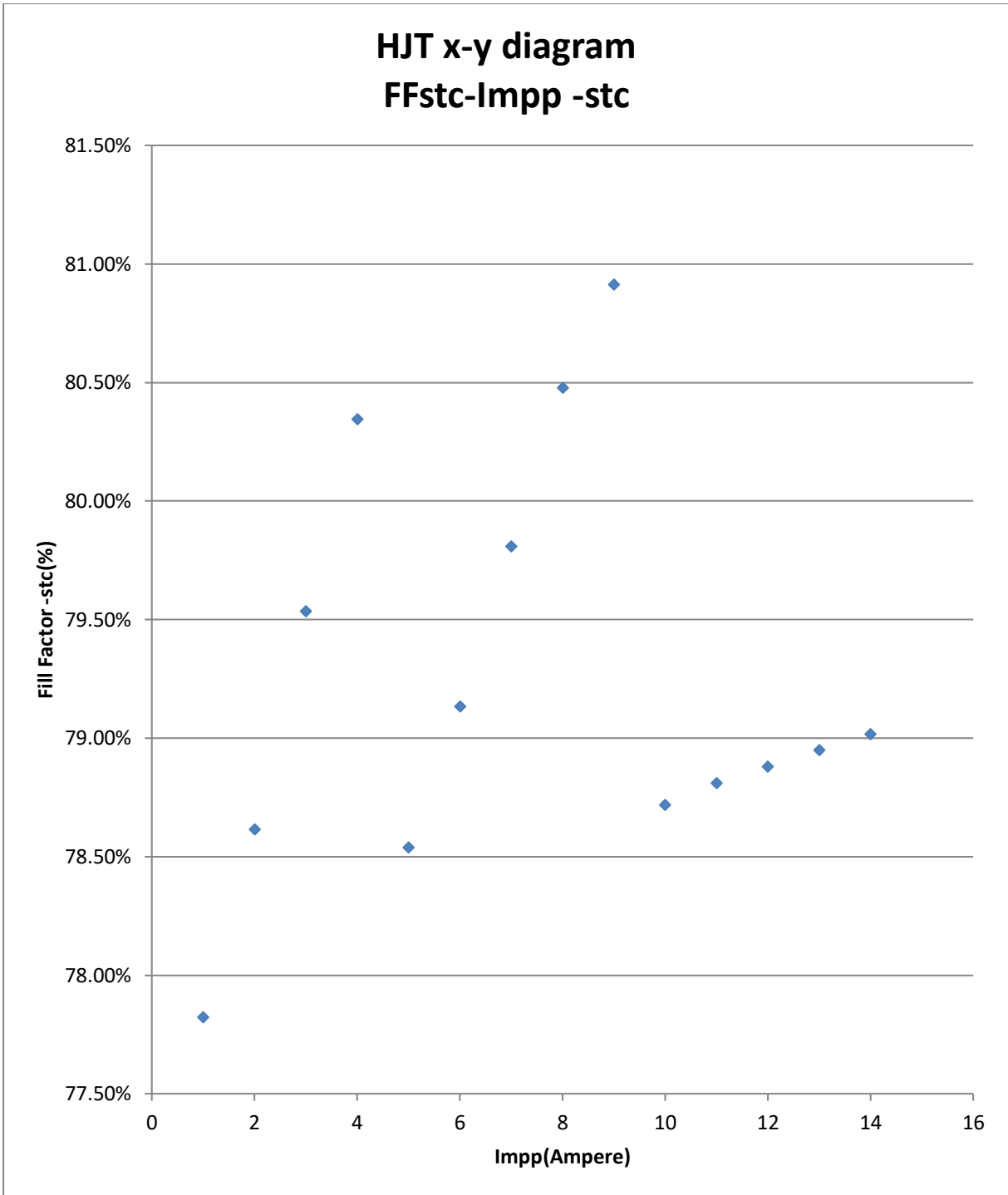
Σχήμα 9.104: X-Y διάγραμμα μέγιστης ισχύος ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



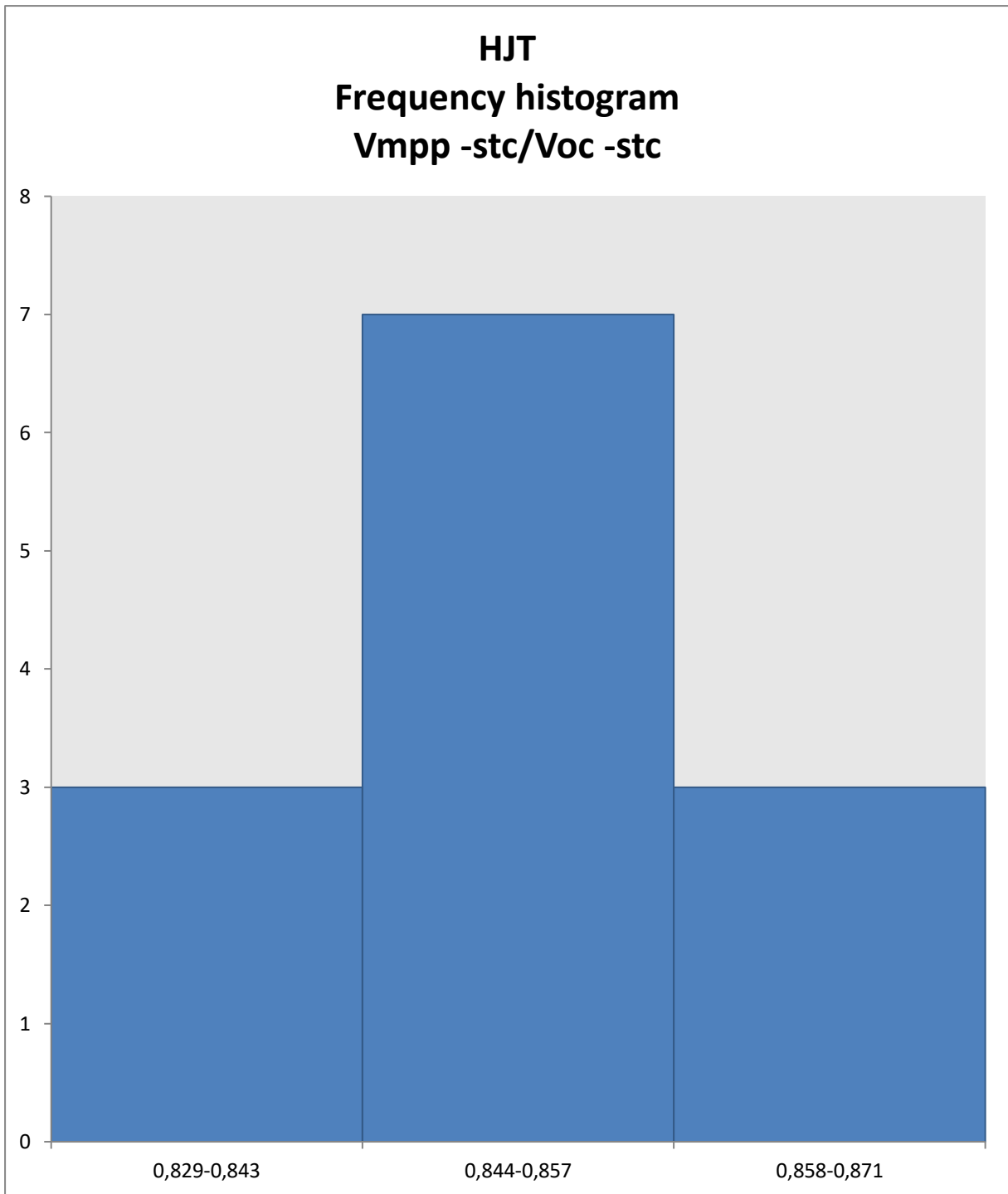
Σχήμα 9.105: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά μέγιστη ισχύ για τα HJT φωτοβολταικά πλαίσια



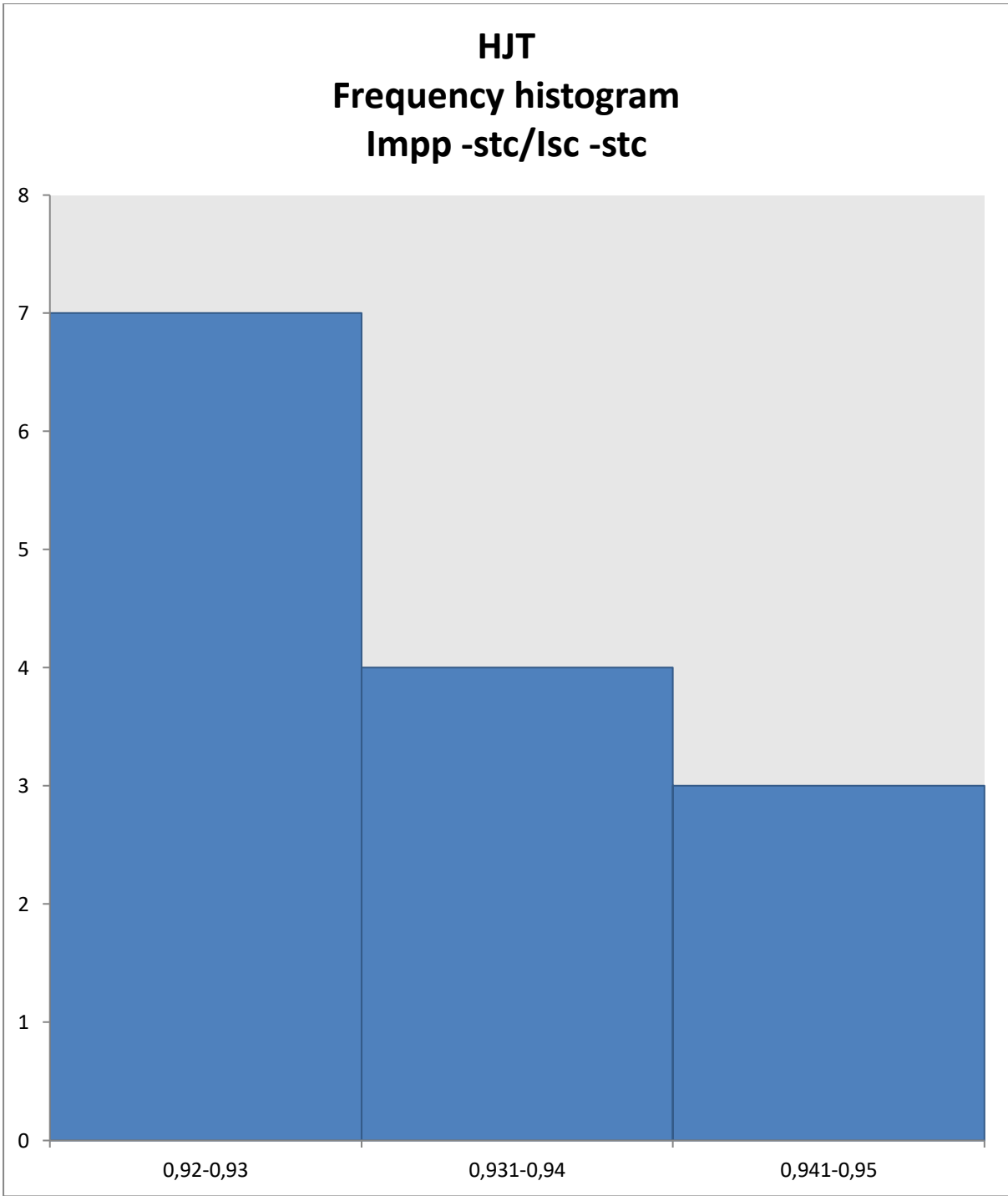
Σχήμα 9.106: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά ρεύμα βραχυκύκλωσης για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



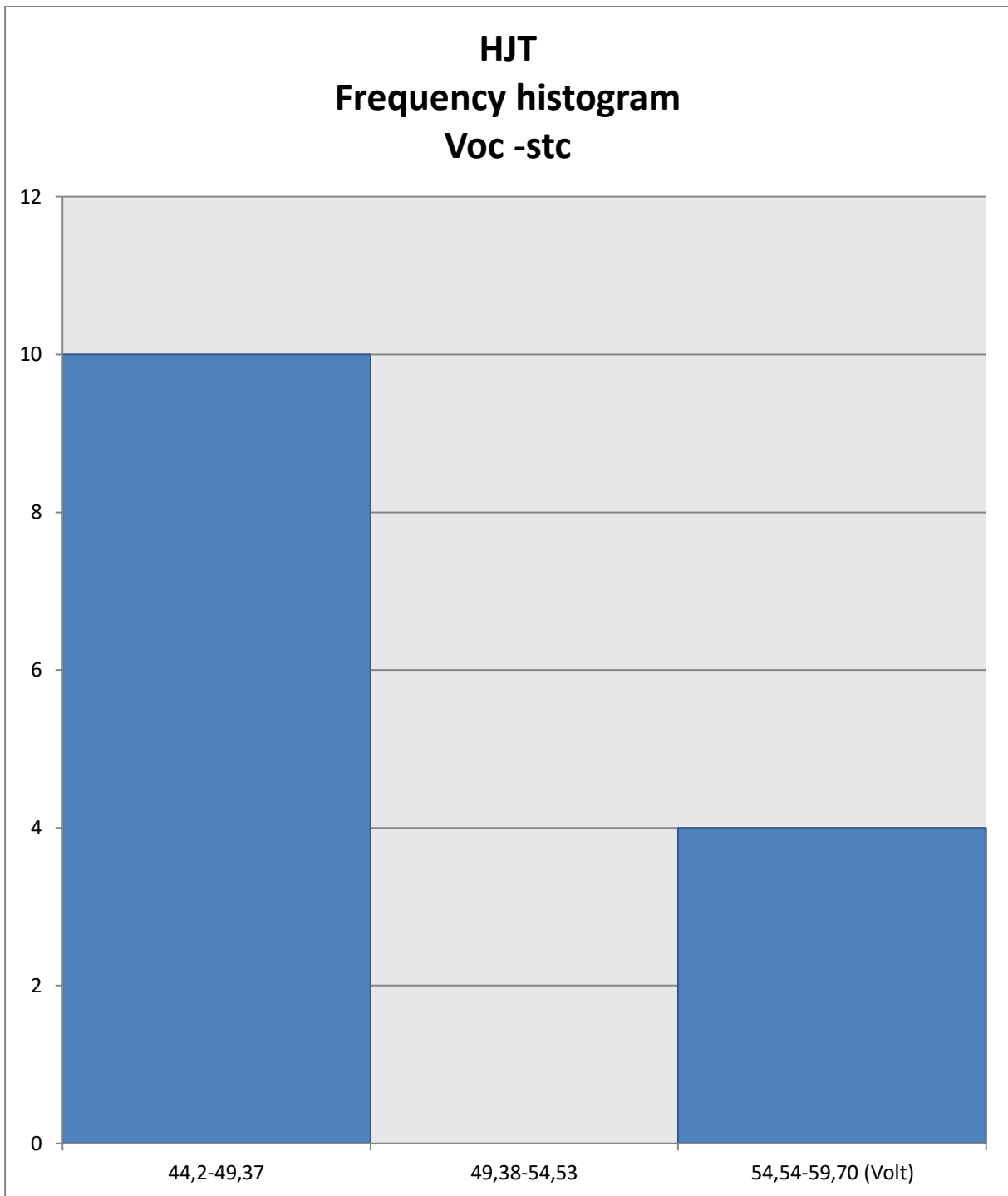
Σχήμα 9.107: Χ-Υ διάγραμμα παράγοντα πλήρωσης ανά τιμή ρεύματος στη μέγιστη ισχύ για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



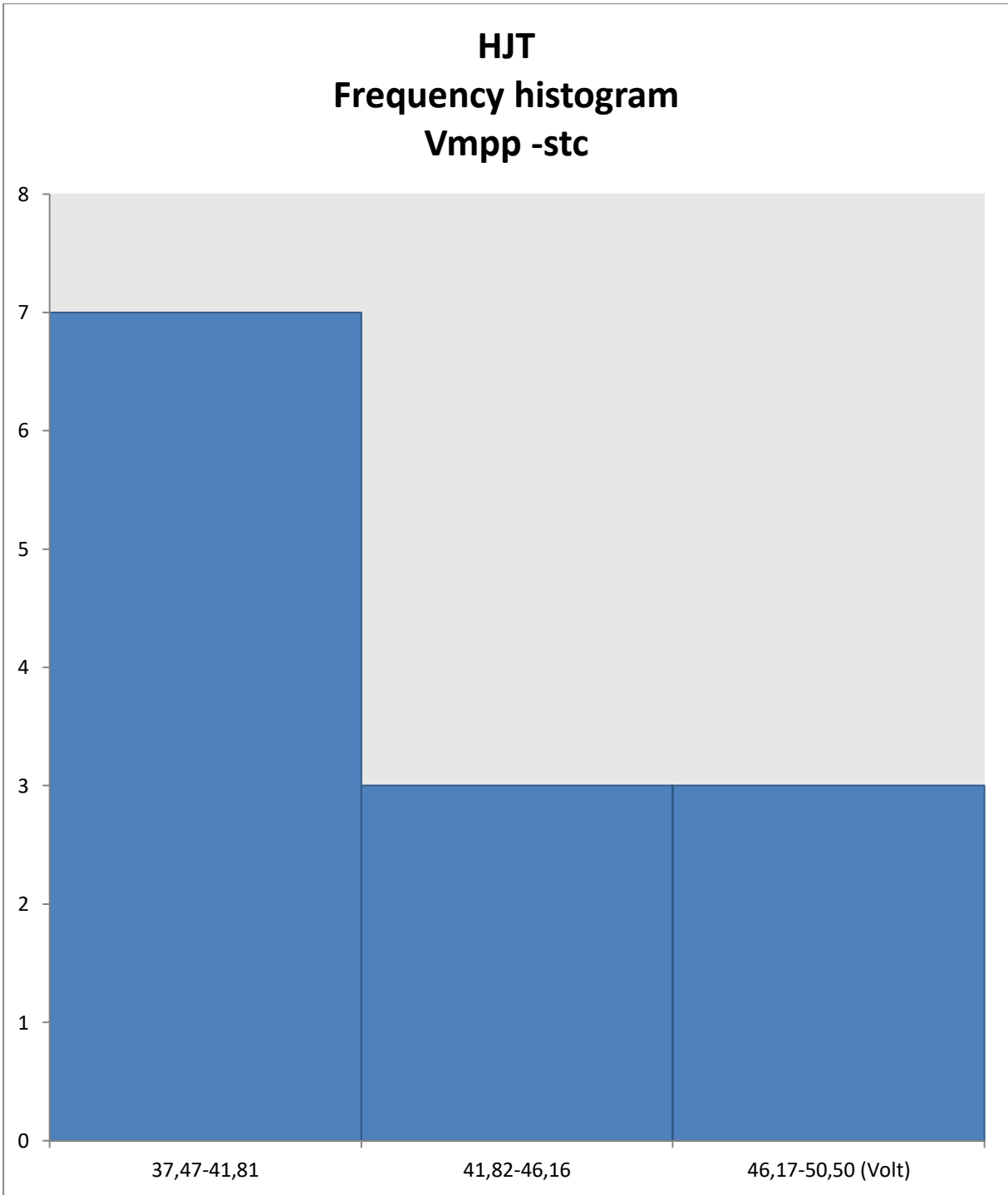
Σχήμα 9.108: Ιστόγραμμα συχνοτήτων ηηλικου τάσης στη μέγιστη ισχύ και τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



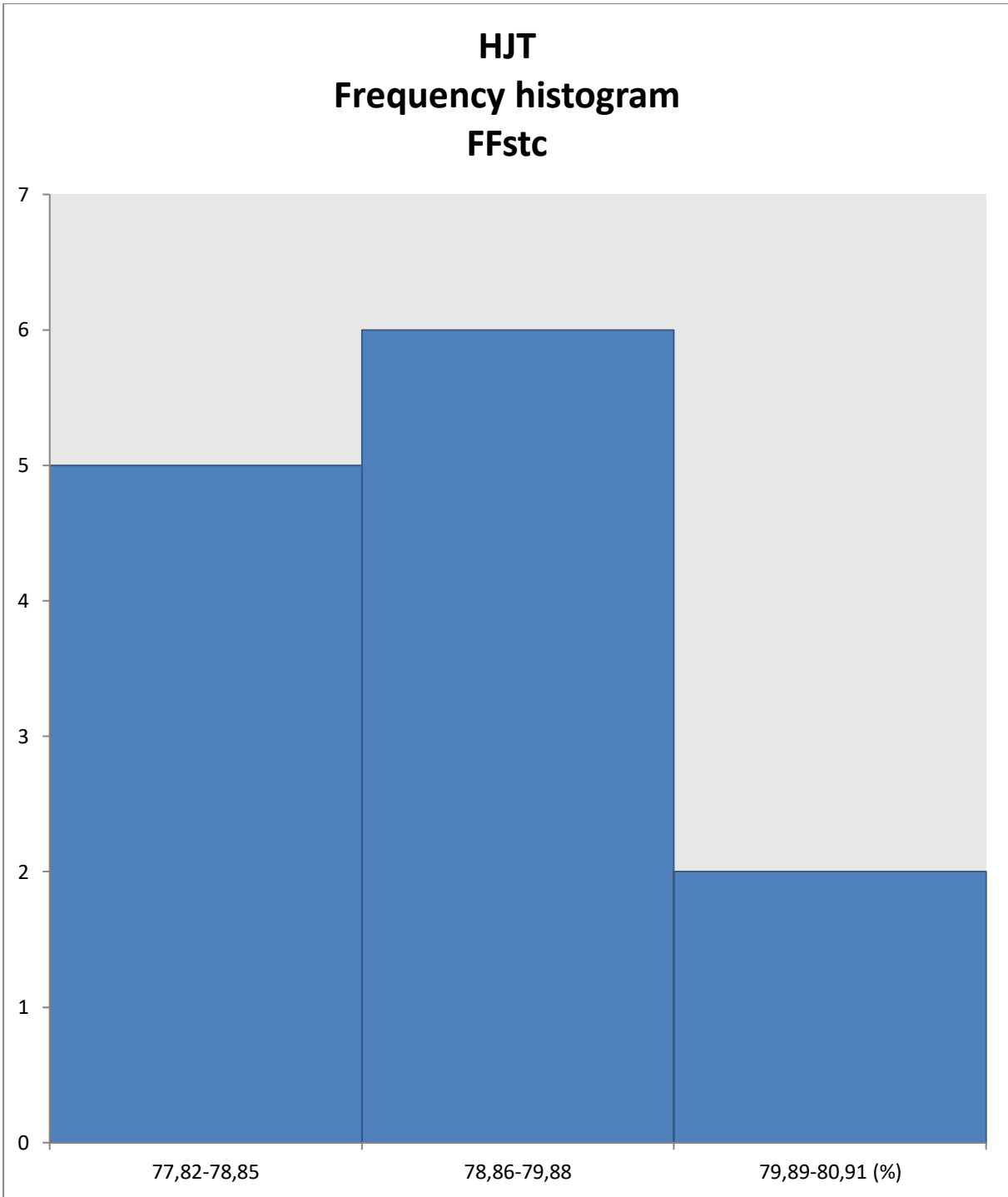
Σχήμα 9.109: Ιστόγραμμα συχνότητων ηηλίκου τιμής ρεύματος στη μέγιστη ισχύ και ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



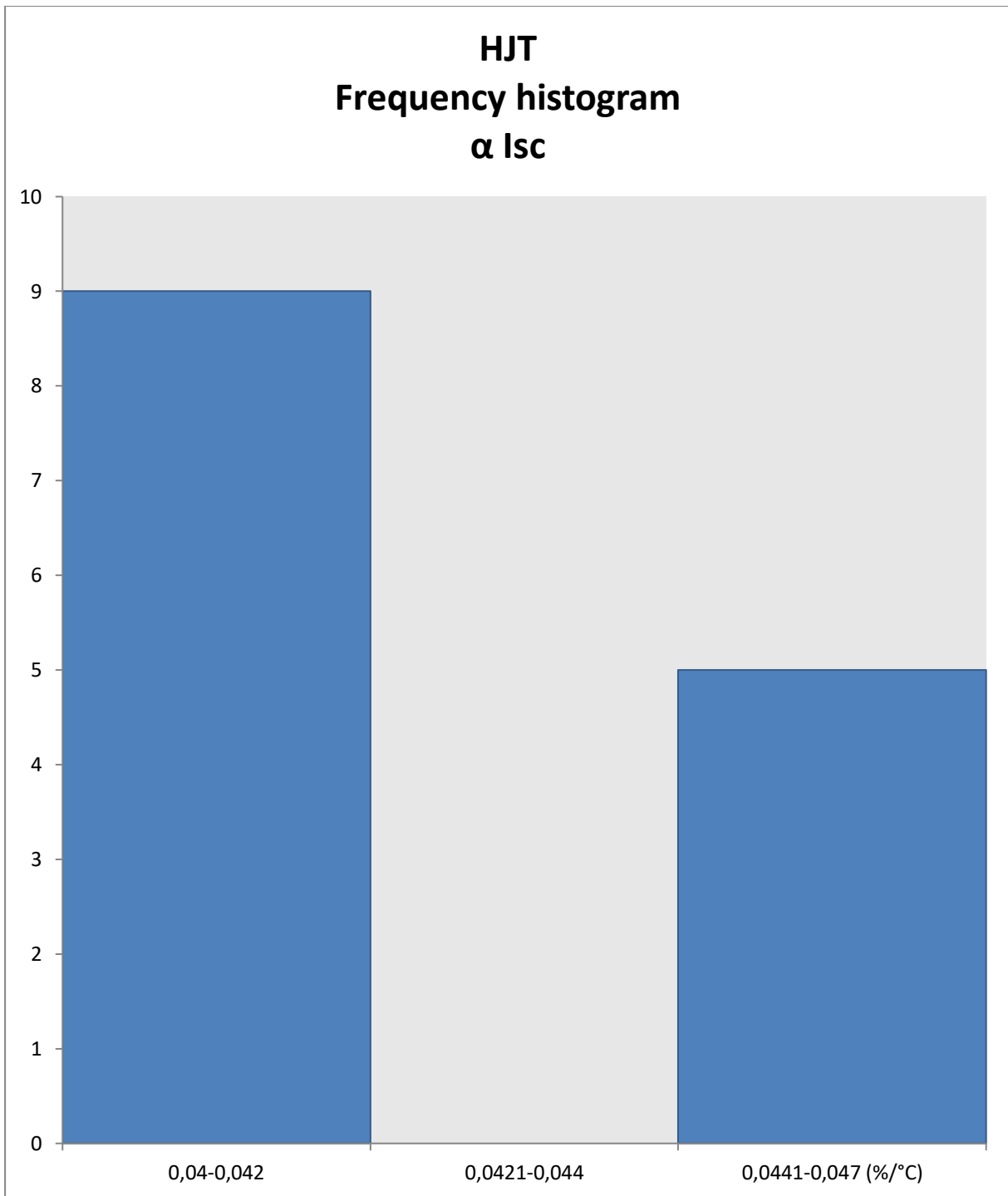
Σχήμα 9.110: Ιστόγραμμα συχνότητων τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



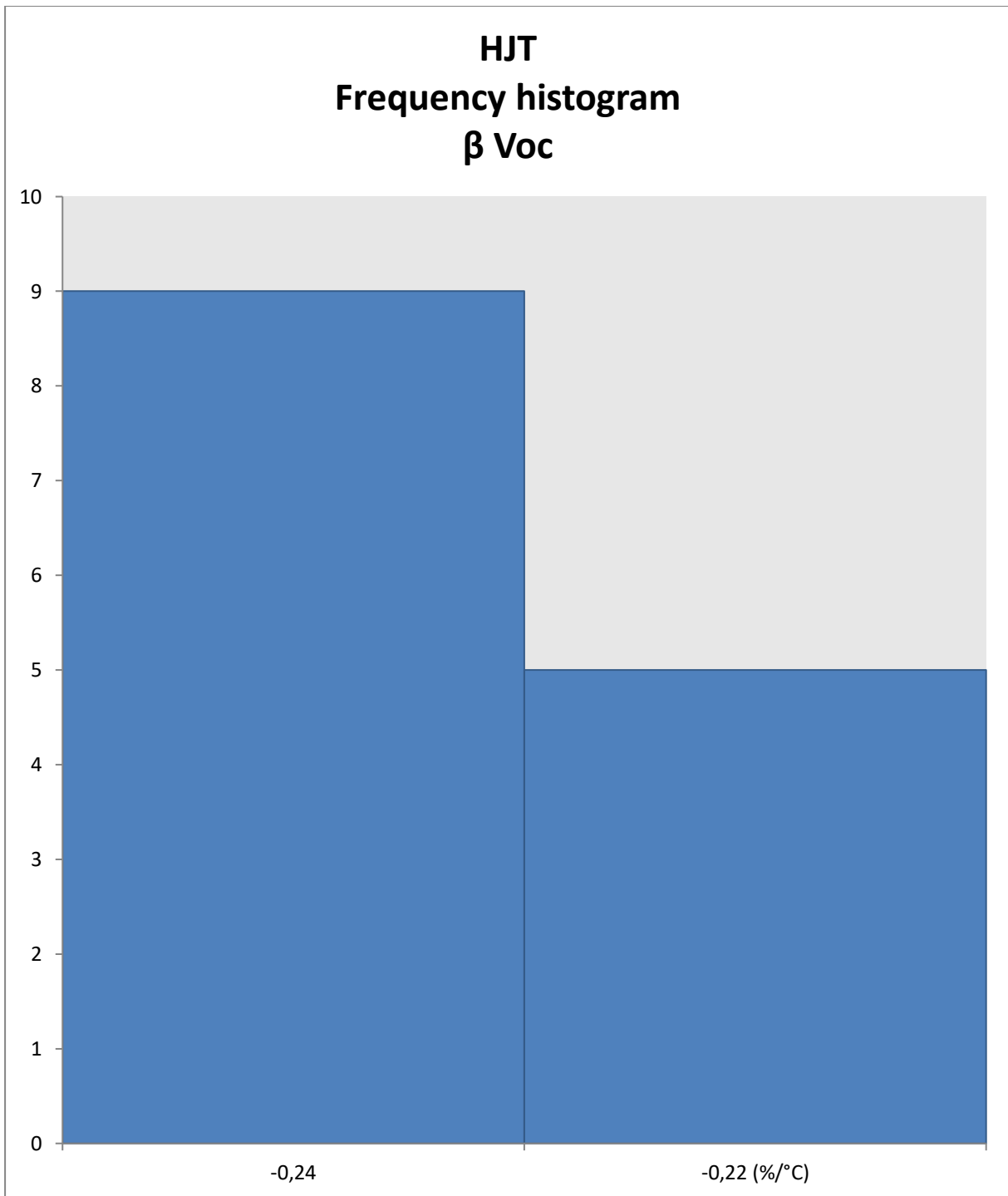
Σχήμα 9.111: Ιστόγραμμα συχνοτήτων τάσης στη μέγιστη ισχύ για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



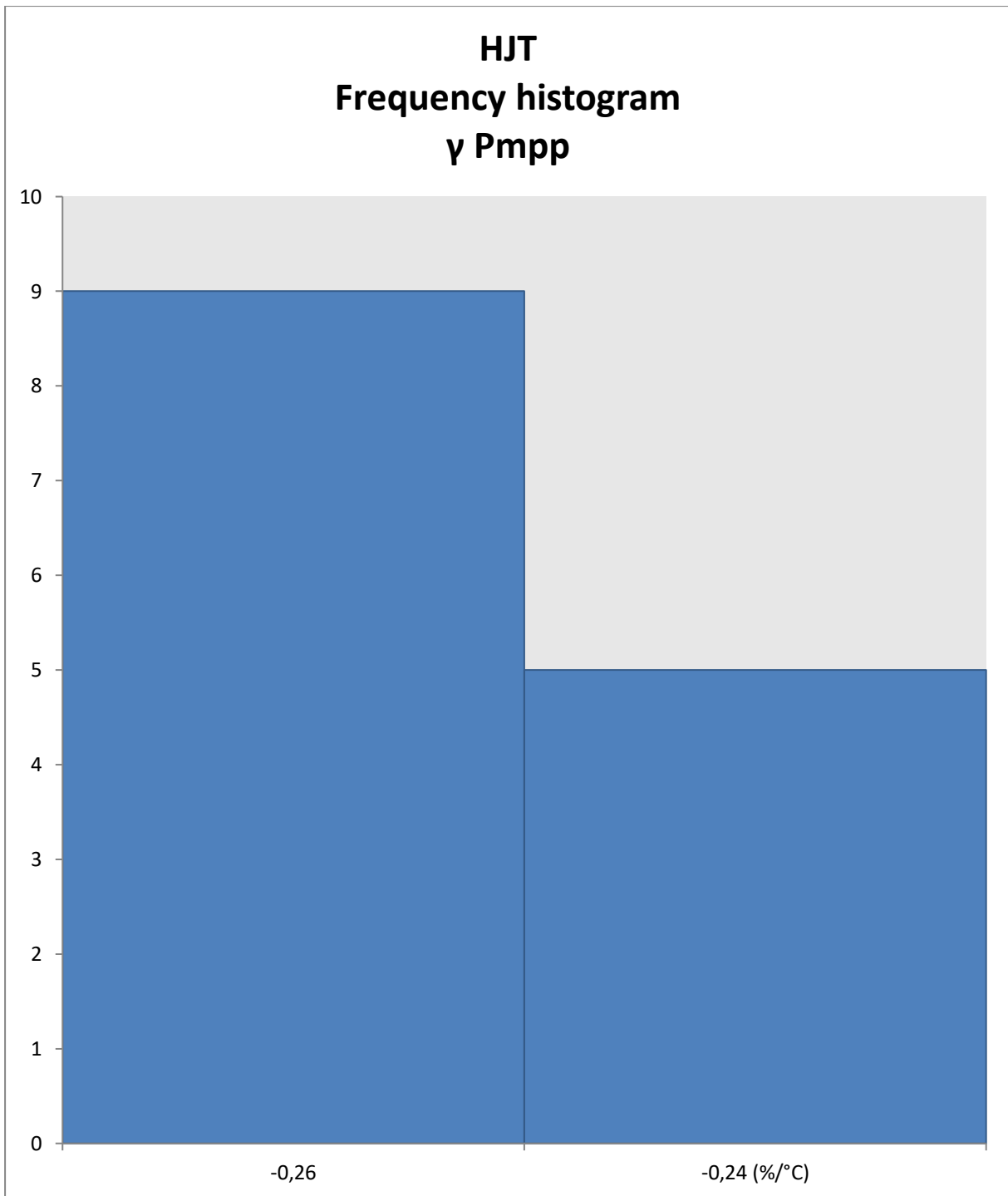
Σχήμα 9.112: Ιστόγραμμα συχνότητων παράγοντα πλήρωσης για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



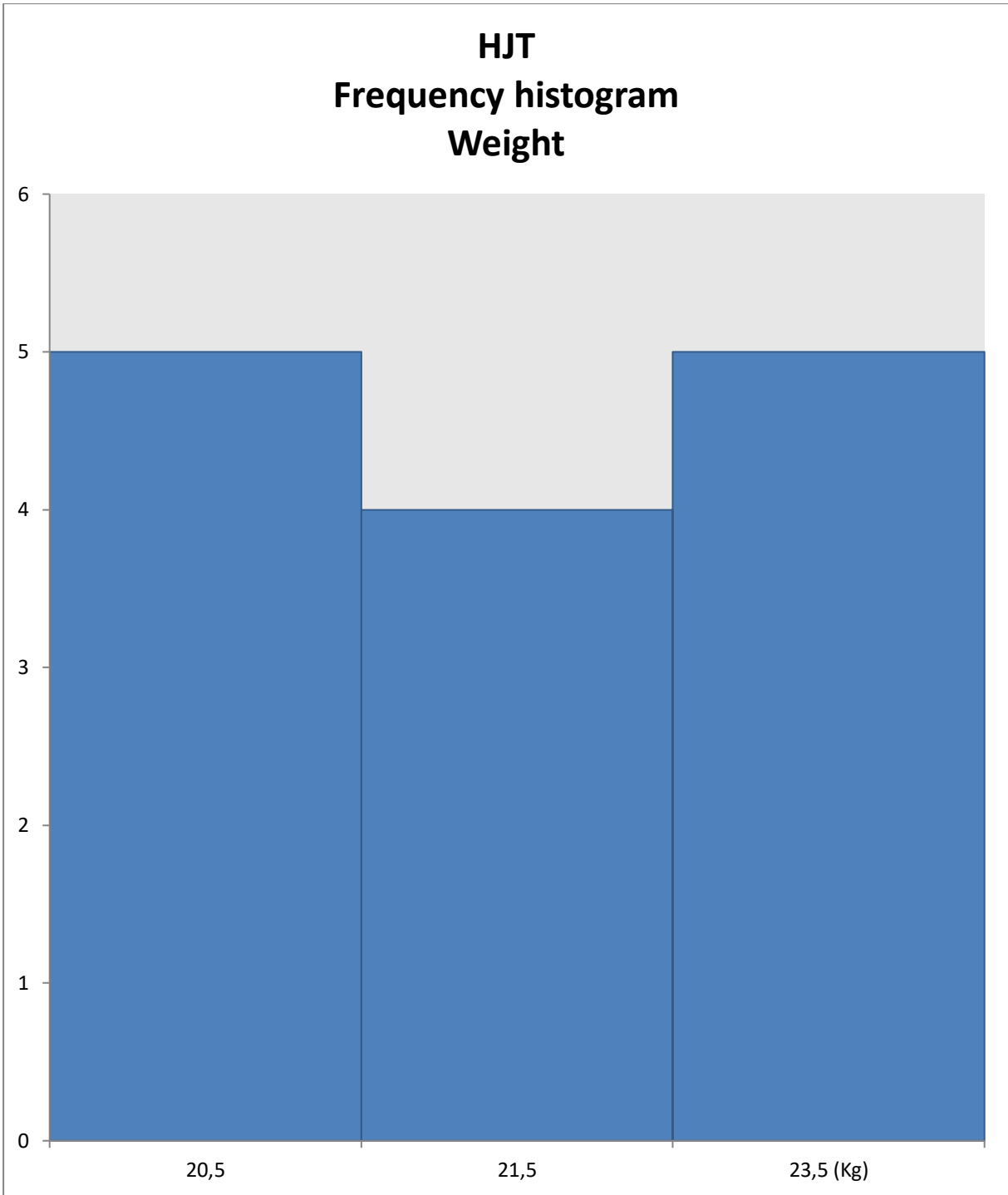
Σχήμα 9.113: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή ρεύματος βραχυκύκλωσης για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



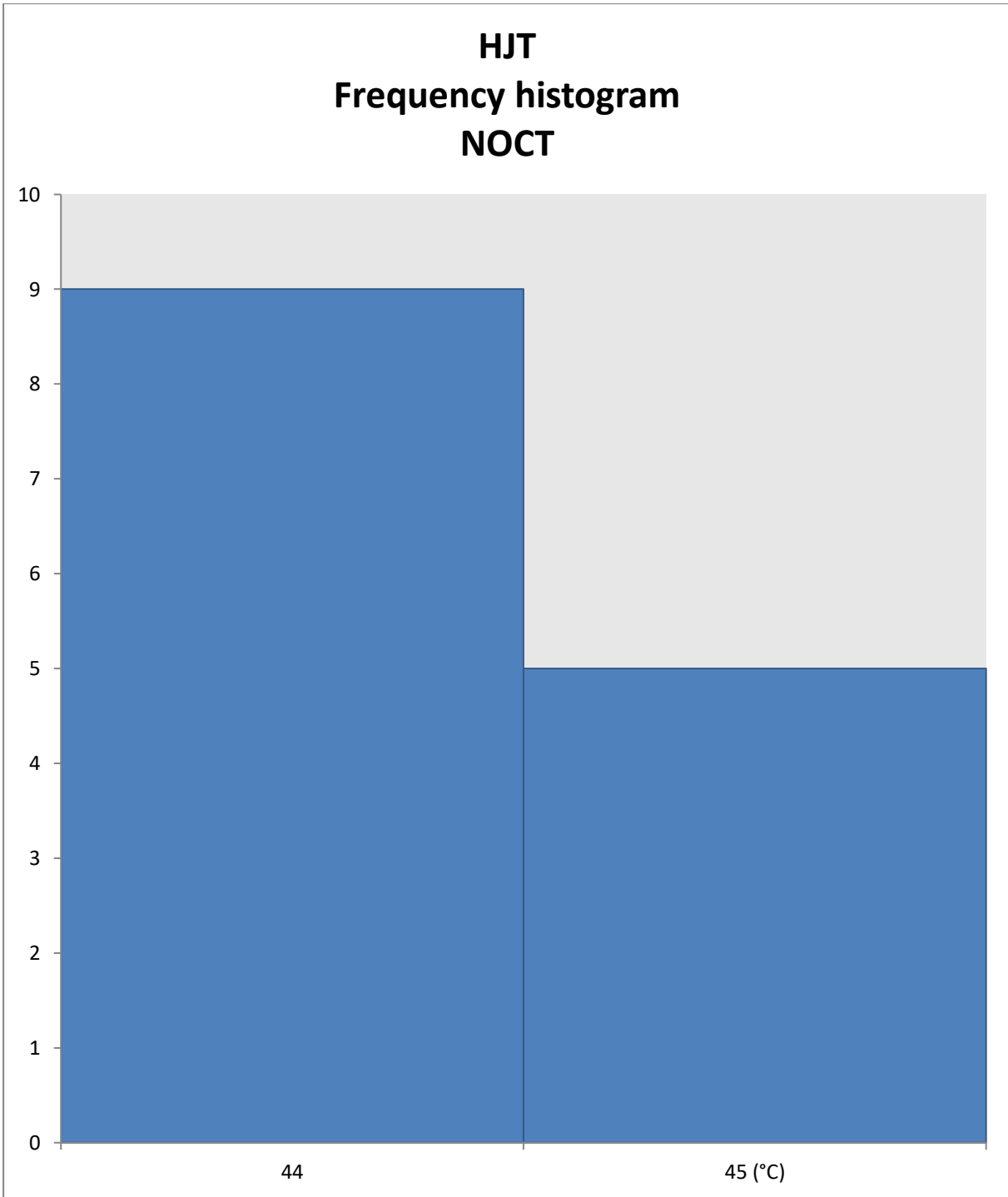
Σχήμα 9.114: Ιστόγραμμα συχνότητων θερμικού συντελεστή τάσης ανοιχτού κυκλώματος για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



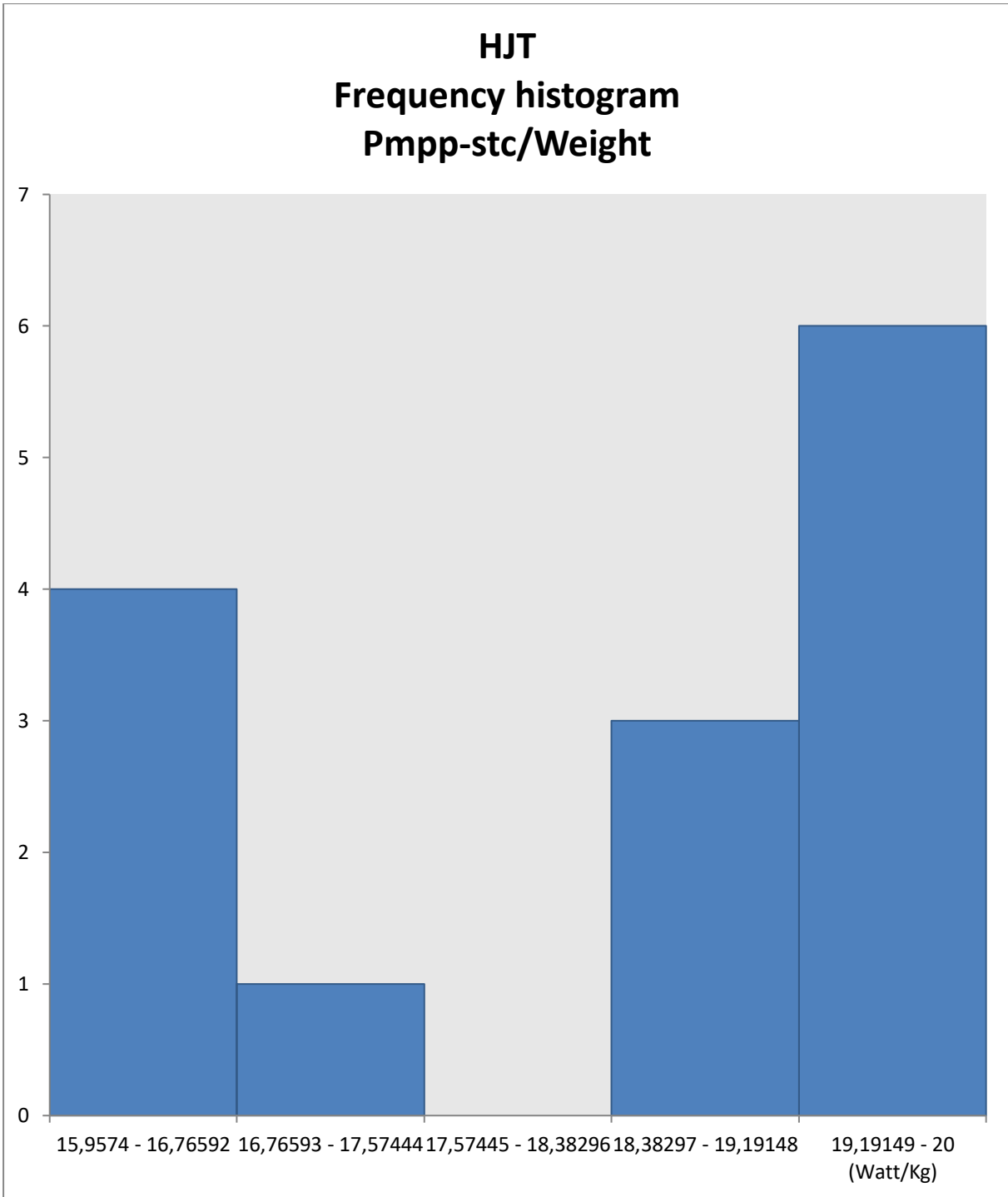
Σχήμα 9.115: Ιστόγραμμα συχνοτήτων θερμικού συντελεστή μέγιστης ισχύος για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.116: Ιστόγραμμα συχνοτήτων βάρους για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.117: Ιστόγραμμα συχνοτήτων βάρους για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια



Σχήμα 9.118: Ιστόγραμμα συχνότητων ηηλίκου μέγιστης ισχύος και θάρους για τα HJT φωτοβολταικά πλαίσια

Επίσης παρουσιάζεται και ο πίνακας με τη μέση τιμή και τη διασπορά των τιμών της βάσης δεδομένων για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια:

Τύπος πλαισίου: HJT	Vmpp,stc/Voc,stc	Imp, stc/Isc, stc	Voc, stc(V)	Vmpp, stc(V)	FFstc(%)
Μέση τιμή :	0,850	0,933	50,336	42,749	79,25%
Διασπορά :	0,00013093	0,00007006	35,221	22,606	0,0000684381
	α(%/°C)	β(%/°C)	γ(%/°C)	NOCT(°C)	Weight(Kg)
Μέση τιμή :	0,04%	-0,23%	-0,25%	44,357	21,857
Διασπορά :	0,0000000011	0,0000000092	0,0000000092	0,22959	1,658

Σχήμα 9.119: Πίνακας μέσης τιμής και διασποράς τιμών της βάσης δεδομένων για τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια

10. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα από τη βάση δεδομένων στην οποία εισήχθησαν χίλια πενήντα τέσσερα(1054) φωτοβολταϊκά πλαίσια, η σύγκριση ξεκινάει από την τεχνολογία της φωτοβολταϊκής κυψελίδας. Όλες οι φωτοβολταϊκές κυψελίδες των φωτοβολταϊκών πλαισίων έχουν ως βάση το πυρίτιο αλλά η κατεργασία του πυριτίου και η τεχνολογία του φωτοβολταϊκού πλαισίου για την εκμετάλλευση του φωτός την οποία δέχεται η φωτοβολταϊκή κυψελίδα ώστε να παραχθεί ενέργεια είναι αυτή που τελικά ξεχωρίζει τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Η επεξεργασία πυριτίου όπως είναι αυτή των πολυκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών πλαισίων και των thin film φωτοβολταϊκών πλαισίων αλλά και στα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια, λόγω του ότι χρησιμοποιούν το άμορφο πυρίτιο στη τεχνολογία της φωτοβολταϊκής τους κυψελίδας, παρουσιάζει, βάσει των αποτελεσμάτων από τη βάση δεδομένων, υψηλές τάσεις ανοιχτού κυκλώματος και επίσης, με εξαίρεση τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια, μειωμένο ρεύμα βραχυκύκλωσης σε σύγκριση με τα υπόλοιπα φωτοβολταϊκά πλαίσια όμως δεν παύει το ποσοστό της ιδανικής συμπεριφοράς της φωτοβολταϊκής κυψελίδας να είναι υψηλό. Τα HJT φωτοβολταϊκά πλαίσια εκμεταλλεύονται αυτή την ιδιαιτερότητα και με τον συνδυασμό του κρυσταλλικού πυριτίου καταφέρνουν να έχουν μεγάλη τάση ανοιχτού κυκλώματος αλλά και ρεύμα βραχυκύκλωσης έτσι ώστε να επιτυγχάνουν μεγαλύτερη επίδοση όπως παρουσιάζεται και από τα αποτελέσματα της βάσης δεδομένων. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που έχουν ομοιογενή δομή κρυσταλλικού πυριτίου ενισχύουν με τις εφαρμογές της τεχνολογίας τους την φωτοβολταϊκή κυψελίδα στοχεύοντας έτσι στην αυξημένη ισχύ παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων. Οι διαφορές που προκύπτουν σε αυτά τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, βάσει τα αποτελέσματα της βάσης δεδομένων, είναι η διαφορά στην ιδανική συμπεριφορά της φωτοβολταϊκής κυψελίδας όπως στα half-cut φωτοβολταϊκά πλαίσια και στα PERC φωτοβολταϊκά πλαίσια σε σύγκριση με τα bifacial και τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια που σε αυτόν τον τομέα υστερούν, όμως τα bifacial φωτοβολταϊκά πλαίσια σε σύγκριση με τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια καταφέρνουν να ισοσταθμίσουν αυτόν τον παράγοντα με την εκμετάλλευση της θερμότητας και την ποσοστιαία αύξηση του ρεύματος βραχυκύκλωσης την οποία δημιουργεί. Η σύγκριση των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα μπορούσε να ξεκινήσει ακόμη και από του ίδιου τύπου φωτοβολταϊκά πλαίσια όπου εκεί το βασικό ρόλο έχει ο κατασκευαστής και το πώς κατασκευάζει το φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Όσο αναφορά για μια επιλογή μεταξύ αυτών των φωτοβολταϊκών πλαισίων ο αγοραστής θα πρέπει να λάβει υπόψη πάρα πολλές παραμέτρους ώστε να αγοράσει το ιδανικό για αυτόν φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Η χρήση για την οποία προσδιορίζεται το φωτοβολταϊκό πλαίσιο, ο τόπος και ο χώρος στον οποίο θα τοποθετηθεί, η αξιοπιστία της εταιρίας κατασκευής και τέλος, η παράμετρος η οποία δεν αναλύεται στην παρούσα πτυχιακή εργασία, το κόστος αγοράς των φωτοβολταϊκών πλαισίων.