
**Υπολογισμοί φορτίων και γραμμών
εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων**

6

Στόχοι:

Στο τέλος αυτής της ενότητας οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- ✓ Αναφέρουν τις ελάχιστες διατομές αγωγών για τροφοδότηση βασικών οικιακών συσκευών.
 - ✓ Αναφέρουν την ελάχιστη διατομή των αγωγών της κεντρικής γραμμής μετρητή- πίνακα.
 - ✓ Ορίζουν το συντελεστή ταυτοχρονισμού πολλών ηλεκτρικών φορτίων.
 - ✓ Προσδιορίζουν την πιθανή ισχύ βασικών οικιακών συσκευών.
 - ✓ Προσδιορίζουν τα συμβατικά φορτία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης μονοκατοικίας καθώς και το ολικό της συμβατικό φορτίο.
 - ✓ Αναφέρουν επιπτώσεις της πτώσης τάσης σε φωτιστικά σώματα ή συσκευές.
 - ✓ Αναφέρουν ενδεικτικές περιπτώσεις όπου ο έλεγχος μιας γραμμής για πτώση τάσης κρίνεται αναγκαίος.
 - ✓ Υπολογίζουν την πτώση τάση μιας γραμμής εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης και επιλέγουν την κατάλληλη διατομή.
 - ✓ Υπολογίζουν την πτώση τάση της γραμμής μετρητή- πίνακα και επιλέγουν την κατάλληλη διατομή.
-

6

Υπολογισμοί φορτίων και γραμμών εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

6.2 ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

6.3 ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΡΗΤΗ – ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΟΙΚΙΑΣ

- Εγκατάσταση γραμμής
- Προστασία γραμμής

6.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

- Πτώση τάσης γραμμών
- Γραμμές φορτίων
- Γραμμή μετρητή -πίνακα

6.5 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

6.6 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ- ΑΣΚΗΣΕΙΣ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις στα κτήρια εξυπηρετούν κυρίως το φωτισμό των εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, τις ηλεκτρικές οικιακές συσκευές, τα κλιματιστικά μηχανήματα, τη θέρμανση αυτών με θερμοσυσσωρευτές και διάφορες συσκευές ψυχαγωγίας ή εργασίας. Τις εγκαταστάσεις αυτές τις ονομάζουμε ‘εγκαταστάσεις φωτισμού’.

Για τη μελέτη μιας εγκατάστασης φωτισμού απαιτείται η γνώση των επιμέρους ηλεκτρικών φορτίων (φωτιστικών σημείων, οικιακών συσκευών, κ.λπ.) για τον υπολογισμό των διατομών των γραμμών τροφοδότησής τους. Τα γειτονικά φορτία όταν είναι μικρά (π.χ. φωτιστικά σημεία και απλοί ρευματοδότες) συχνά ομαδοποιούνται σε ένα κύκλωμα.

Για τις μόνιμα συνδεδεμένες ηλεκτρικές συσκευές (π.χ. πλυντήριο ρούχων) λαμβάνουμε υπόψη μας την ισχύ που αναγράφεται στην πινακίδα της συσκευής. Αυτή η ισχύς είναι η μέγιστη ισχύς που μπορεί να απορροφηθεί κατά τις διάφορες φάσεις της λειτουργίας της συσκευής και συχνά ονομάζεται και *εγκατεστημένη ισχύς*. Οι αγωγοί σύνδεσης της συσκευής επιλέγονται σύμφωνα με την εγκατεστημένη ισχύ.

Αφού υπολογισθεί το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο της εγκατάστασης υπολογίζεται και η διατομή της κεντρικής γραμμής τροφοδοσίας από το μετρητή της ΔΕΗ μέχρι το γενικό πίνακα φωτισμού. Σε ορισμένες εκτεταμένες εγκαταστάσεις ή σε ειδικές περιπτώσεις υπάρχουν και μερικοί πίνακες φωτισμού (π.χ. διώροφη μονοκατοικία).

Βέβαια οι συσκευές και τα φωτιστικά σώματα μιας εγκατάστασης πολύ σπάνια λειτουργούν ταυτοχρόνως όλα μαζί. Για το λόγο αυτό λαμβάνονται υπόψη κατά περίπτωση κάποιοι συντελεστές ταυτοχρονισμού.

Για τον υπολογισμό της διατομής μιας γραμμής, αφού εκτιμηθεί ο ταυτοχρονισμός των φορτίων, λαμβάνονται υπόψη κυρίως δύο παράγοντες:

- α. η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση των αγωγών της γραμμής και
- β. η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης στη γραμμή.

Πάντως πριν από οποιοδήποτε υπολογισμό θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι υπάρχουν ορισμένα πρότυπα και ελάχιστες απαιτήσεις για μια ηλεκτρική εγκατάσταση.

Ελάχιστες απαιτήσεις μιας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης

- Κάθε διαμέρισμα θα πρέπει να φέρει τουλάχιστον δύο γραμμές (κυκλώματα) φωτισμού.
- Όταν η μέγιστη ένταση μιας γραμμής ξεπερνά τα 10Α εγκαθίσταται νέα γραμμή.
- Για ένα καλό φωτισμό οικίας απαιτείται ηλεκτρική ισχύς τουλάχιστον 10W ανά τετραγωνικό μέτρο.
- Κάθε φωτιστικό σώμα ισχύος μέχρι 100W θεωρείται ότι απορροφά ρεύμα 0,5A.
- Κάθε φωτιστικό σώμα ισχύος από 100W μέχρι 200W θεωρείται ότι απορροφά ρεύμα 1A.
- Κάθε απλός ρευματοδότης θεωρείται ότι απορροφά ρεύμα 2A.
- Στα σύγχρονα διαμερίσματα οι ρευματοδότες να τροφοδοτούνται από ιδιαίτερα κυκλώματα. Σε αυτή την περίπτωση ανά 5 ρευματοδότες το πολύ τροφοδοτούνται με αγωγούς 2,5mm².
- Σε κάθε δωμάτιο να εγκαθίσταται τουλάχιστον ένας ρευματοδότης σούκο και στην κουζίνα τουλάχιστον δύο.
- Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών κυκλωμάτων φωτισμού είναι 1,5mm².
- Η παροχή για τη γραμμή πλυντηρίου είναι 2,5mm² τουλάχιστον.
- Η παροχή για τη γραμμή ηλεκτρικού θερμοσίφωνα είναι 4mm² τουλάχιστον.
- Η παροχή για τη γραμμή ηλεκτρικής κουζίνας είναι 6mm² τουλάχιστον και πιο συχνά 10mm².
- Ελάχιστη διατομή των αγωγών της γραμμής μετρητή- γενικού πίνακα 10mm² (3x10mm² για μονοφασική παροχή και 5x10mm² για τριφασική παροχή.)
- Ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή στην κίνηση 2,5mm².

6.2 ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Επειδή όλες οι καταναλώσεις των κατοικιών δε λειτουργούν ταυτόχρονα, αντί των πραγματικών φορτίων, λαμβάνουμε τα συμβατικά φορτία, τόσο για τις θερμικές επιπτώσεις, όσο και για την πτώση τάσης στις γραμμές.

Έτσι στις γραμμές των κυκλωμάτων φωτισμού, στις γραμμές ορισμένων συσκευών (π.χ. ηλεκτρική κουζίνα) και στη γραμμή από το μετρητή μέχρι το γενικό πίνακα λαμβάνουμε υπόψη μας τα συμβατικά φορτία.

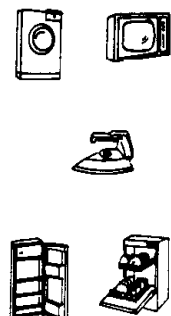

Τα συμβατικά φορτία βρίσκονται με τον πολλαπλασιασμό της πραγματικής ή πιθανής ισχύος των καταναλώσεων με ορισμένους συντελεστές ταυτοχρονισμού.

Πιθανή ισχύς είναι εκείνη που θεωρούμε κατά εκτίμηση όταν δε γνωρίζουμε την πραγματική ισχύ.

Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού στην περίπτωση μιας ομάδας όμοιων καταναλώσεων δίνει το ποσοστό των καταναλώσεων που θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα με το μεγαλύτερό τους φορτίο. Σε περίπτωση ανόμοιων καταναλώσεων λαμβάνουμε το συνολικό μέγιστο φορτίο των καταναλώσεων, οπότε ο συντελεστής ταυτοχρονισμού μας δίνει το ποσοστό από το συνολικό μέγιστο φορτίο που θα απορροφάται.

Π.χ. συντελεστής ταυτοχρονισμού 0,5 σε μια ομάδα όμοιων συσκευών έχει την έννοια ότι το 50% των συσκευών θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα με το μεγαλύτερό τους φορτίο. Εάν οι συσκευές έχουν διαφορετικές ισχύεις το 0,5 έχει την έννοια ότι ως μέγιστη απορροφούμενη ισχύς των συσκευών υπολογίζεται το 50% του συνολικού μέγιστου φορτίου των συσκευών.

Πιθανή ισχύς φωτιστικών σωμάτων και συσκευών

	Φωτισμός	Θερμοσίφωνες	Διάφορες συσκευές	Κουζίνες
				
	10W ανά m ² επιφάνειας διαμερίσματος με ελάχιστο τα 500W	4 kW	40 ÷ 60 W ανά m ² επιφάνειας του διαμερίσματος	10 kW

Ενδεικτικοί συντελεστές ταυτοχρονισμού

Καταναλωτές	Κατοικίες	Μικρά γραφεία και καταστήματα
Φωτιστικά σημεία	0,75	0,8 ÷ 0,9
Διάφορες. συσκευές	0,5	0,5
Ηλεκτρικές συσκευές μόνιμα συνδεδεμένες	0,7	0,5
Πρίζες μέχρι 10 A	0,2	0,1
Πρίζες πάνω από 10 A	0,15	0,15



Οι παραπάνω συντελεστές για τον υπολογισμό των συμβατικών φορτίων είναι ενδεικτικοί. Κατά περίπτωση και ανάλογα με τη χρήση των ηλεκτρικών καταναλώσεων οι συντελεστές αυτοί μπορούν να τροποποιούνται.

Παράδειγμα εφαρμογής

Το παρακάτω παράδειγμα δίνεται για να κατανοηθεί η έννοια του συμβατικού φορτίου και του συντελεστή ταυτοχρονισμού. Ο υπολογισμός των τροφοδοτικών αγωγών σε μία τέτοια μικρή εγκατάσταση καλύπτεται βεβαίως από τον πίνακα των ελάχιστων απαιτήσεων (π.χ. για το θερμοσίφωνα διατομή 4mm^2).

Σε μια μονοκατοικία 80m^2 υπολογίστε με βάση την πιθανή ισχύ τα μερικά και το ολικό συμβατικό φορτίο.

Τα μερικά συμβατικά φορτία εξυπηρετούν στον προσδιορισμό των διατομών των αγωγών των κυκλωμάτων φωτισμού και των ανεξάρτητων γραμμών κυρίως στις μεγάλες και σύνθετες εγκαταστάσεις.

Το ολικό συμβατικό φορτίο με κατάλληλο συντελεστή ταυτοχρονισμού κατά περίπτωση εξυπηρετεί στον προσδιορισμό της διατομής της κεντρικής γραμμής μετρητή- πίνακα.

Καταναλώσεις	Πιθανή ισχύς (W)	Συντελεστής ταυτοχρονισμού	Συμβατικό φορτίο
Φωτισμός	10x80=800	0,75	600
Κουζίνα	10000	0,7	7000
Θερμοσίφωνα	4000	1	4000
Πλυντήριο ρούχων	3000	1	3000
Διάφορες ηλεκτρικές συσκευές	3000	0,50	1500
Σύνολο	20800	-	20800x0,4=8320W

Στην ηλεκτρική κουζίνα είναι απίθανο να είναι αναμμένες όλες οι εστίες και ο φούρνος ταυτόχρονα, γι' αυτό παίρνουμε ως συντελεστή ταυτοχρονισμού το 0,7. Επίσης σε ένα σπίτι είναι μάλλον απίθανο να λειτουργούν ταυτόχρονα η ηλεκτρική κουζίνα, ο θερμοσίφωνα, το πλυντήριο ρούχων, περισσότερα από τα μισά φώτα και συσκευές, γι' αυτό πολλαπλασιάζουμε τη συνολική πιθανή ισχύ με ένα συντελεστή ταυτοχρονισμού 0,4 οπότε έχουμε συνολικό συμβατικό φορτίο ή εγκατεστημένη ισχύ του όλου σπιτιού $20800 \times 0,4 = 8320\text{W}$.

Με βάση αυτό το φορτίο για μονοφασική παροχή και $\cos\phi \approx 1$ υπολογίζουμε την απορροφούμενη ένταση ολόκληρης της εγκατάστασης $I \approx 8320\text{W} / 230\text{V} \approx 36\text{A}$.

Από τους σχετικούς πίνακες με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση λαμβάνουμε τυποποιημένη διατομή $S=10\text{mm}^2$, η οποία είναι και η ελάχιστη επιτρεπτή.



Όλες οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις υπόκεινται σε ορισμένα πρότυπα και ελάχιστες απαιτήσεις, όπως οι ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές των: κυκλωμάτων φωτισμού, ηλεκτρικής κουζίνας, πλυντηρίου, θερμοσίφωνα, κεντρικής γραμμής μετρητή- πίνακα κ.λπ..

Σημείωση:

Με τον όρο 'διάφορες ηλεκτρικές συσκευές' εννοούμε συσκευές όπως:

- το ψυγείο
 - την παρκετέζα
 - την ηλεκτρική σκούπα
 - το μίξερ
 - το ηλεκτρικό σίδερο
 - το στερεοφωνικό συγκρότημα
 - την τηλεόραση
 - τον ηλεκτρονικό υπολογιστή
- και άλλες.

6.3 ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΡΗΤΗ – ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΟΙΚΙΑΣ

- **Εγκατάσταση γραμμής**

Για την εγκατάσταση της γραμμής από το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι τον πίνακα μιας οικίας πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Η γραμμή αυτή μπορεί να είναι χωνευτή ή ορατή.
 2. Αν είναι ορατή ή ένα τμήμα αυτής είναι ορατό, τότε πρέπει να προστατεύεται με σωλήνα βαρέως τύπου και την κατάλληλη γείωση. Ο σωλήνας αυτός στη θέση του μετρητή θα απέχει 1,80 m από το δάπεδο.
 3. Οι διαστάσεις του κιβωτίου του μετρητή να είναι τουλάχιστον 20 x 32 x 50 cm {(βάθος) x (πλάτος) x (ύψος)}.
 4. Η κάτω πλευρά του προαναφερόμενου κιβωτίου να απέχει τουλάχιστον 1,40 m από το δάπεδο.
 5. Οι αγωγοί της γραμμής μετρητή – γενικού πίνακα συνήθως είναι διατομής 10 mm² (3 x 10 mm² για μονοφασική παροχή και 5 x 10 mm² για τριφασική παροχή).
 6. Για να γίνονται εύκολα οι συνδέσεις με το μετρητή και τον πίνακα αφήνεται στις αντίστοιχες θέσεις μήκος 80 cm περίπου.
 7. Η κάτω πλευρά του πίνακα φωτισμού ν' απέχει από το δάπεδο 1,80 m τουλάχιστον.
 8. Οι αγωγοί εσωτερικής συνδεσμολογίας του πίνακα να έχουν διατομή τουλάχιστον ίση με τη διατομή των αντίστοιχων κυκλωμάτων της οικίας που εξυπηρετούν.
-

- **Προστασία γραμμής**

Η γραμμή μετρητή- πίνακα πρέπει εκτός από τους αγωγούς φάσεων και τον ουδέτερο να περιλαμβάνει και ιδιαίτερο αγωγό προστασίας. Κατ' εξαίρεση μπορεί να μην υπάρχει ιδιαίτερος αγωγός προστασίας στην περίπτωση βιομηχανικών ή άλλων εγκαταστάσεων με εκτεταμένο εσωτερικό δίκτυο διανομής. Κατά την ηλεκτροδότηση από τη ΔΕΗ ελέγχεται η ύπαρξη του ιδιαίτερου αγωγού προστασίας.

Η γραμμή μετρητή-πίνακα προστατεύεται μόνο για βραχυκύκλωμα (δηλ. για εντάσεις πολλαπλάσιες της κανονικής που προκαλούνται στην περίπτωση του βραχυκυκλώματος) από το μικροαυτόματο ή τις ασφάλειες του μετρητή και όχι από υπερφόρτιση (δηλ. για εντάσεις λίγο μεγαλύτερες της κανονικής που οφείλονται σε αυξημένα φορτία). Η προστασία από υπερφορτίσεις εξασφαλίζεται από τις γενικές ασφάλειες του γενικού πίνακα φωτισμού.

Συνήθως οι αγωγοί της γραμμής μετρητή πίνακα έχουν τις μεγαλύτερες διατομές της εγκατάστασης. Για την προστασία των αγωγών από υπερφόρτιση αρκεί το μέγεθος των ασφαλειών να είναι ίσο ή μικρότερο από το επιτρεπόμενο ρεύμα φορτίσεως των αγωγών.

Σημείωση:

Κάθε γνωμονοκιβώτιο διανομής έχει εκτός από το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και μια κεντρική ασφάλεια για την προστασία του μετρητή. Σε περίπτωση που αναφερόμαστε σε τριφασική παροχή οι εν λόγω ασφάλειες είναι τρεις. Το γνωμονοκιβώτιο σφραγίζεται από τη ΔΕΗ, αποτελεί περιουσιακό στοιχείο της και απαγορεύεται η επέμβαση σ' αυτό κάθε προσώπου, εκτός από εκείνα που έχουν εξουσιοδοτηθεί από τη ΔΕΗ.

6.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

• Πτώσης τάσης γραμμών

Η εκλογή των αγωγών γίνεται καταρχήν σύμφωνα με το ρεύμα που θα μεταφέρουν και εφόσον ληφθεί υπόψη η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή. Επιπλέον όμως πρέπει να ελέγχεται μήπως η πτώση τάσης είναι μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη, ιδίως στην περίπτωση που το δίκτυο είναι εκτεταμένο. Σε αυτή την περίπτωση επιλέγεται μεγαλύτερη διατομή του αγωγού.

Η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη πτώση τάσης είναι 1% για τα κυκλώματα φωτισμού και 3% για τις άλλες περιπτώσεις.

Πτώση τάσης 5% προκαλεί ελάττωση κατά 17% του φωτισμού των λαμπτήρων και κατά 10% της απόδοσης των θερμαντικών συσκευών.

Η πτώση τάσης κατά μήκος μιας γραμμής εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που διαπερνά τον αγωγό, το είδος του φορτίου που τροφοδοτεί (συνφ), το υλικό του αγωγού (συνήθως χαλκός), τη θερμοκρασία του, το μήκος και τη διατομή του, $\Delta U = I_{\text{γραμμής}} \cdot R_{\text{γραμμής}}$.

➤ Κλασικός υπολογισμός

Στο συνεχές ρεύμα ο έλεγχος της πτώσης τάσης γίνεται με τη βοήθεια του τύπου:

$$\Delta U = 2\rho \frac{I \cdot l}{S} \text{ σε [V]},$$

όπου I η ένταση σε A, l το μήκος του ενός αγωγού σε m, S η διατομή του αγωγού σε mm^2 , και ρ η ειδική αντίσταση του αγωγού σε $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

Η ειδική αντίσταση του χαλκού αυξάνεται με τη θερμοκρασία. Ενώ στους 20°C $\rho_{20} = 0,0175 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ στους 80°C , που είναι και οριακή τιμή για την αντοχή της μόνωσης των καλωδίων, αυξάνεται κατά 25% περίπου και φθάνει την τιμή $\rho_{80} = 0,0221 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ για τα μονοπολικά καλώδια και $\rho_{80} = 0,0225 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ για τα πολυπολικά.

Στους υπολογισμούς μας λαμβάνουμε την ειδική αντίσταση στη θερμοκρασία των 80°C (ρ_{80}). (Οι κατασκευαστές καλωδίων δίνουν συνήθως τις ωμικές αντιστάσεις των καλωδίων σε Ω/Km για συγκεκριμένες διατομές, π.χ. για διατομή $S = 1\text{mm}^2$ $\rho_{20} = 17,5 \Omega/\text{Km}$, $\rho_{80} = 22,1 \Omega/\text{Km}$ για τα μονοπολικά καλώδια και $\rho_{80} = 22,5 \Omega/\text{Km}$ για τα πολυπολικά).

Στην περίπτωση μονοφασικής γραμμής με ωμικά φορτία (λαμπτήρες πυράκτωσης και θερμαντικές συσκευές) όπου $\text{συνφ} = 1$, ισχύει για την πτώση τάσης ο παραπάνω τύπος του συνεχούς ρεύματος.



Αν το δίκτυο είναι εκτεταμένο, συνιστάται να ελέγχεται μήπως η πτώση τάσης είναι μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη.



Στις οικιακές εφαρμογές λαμβάνουμε το $\cos\varphi=1$.

Όταν όμως $\cos\varphi < 1$ (π.χ. ηλεκτρικοί κινητήρες) η διαδικασία του υπολογισμού της πτώσης τάσης είναι περίπλοκος γιατί εκτός από την *ωμική*, υπάρχουν η *επαγωγική* και η *χωρητική* αντίσταση. Για τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων η χωρητική αντίσταση θεωρείται αμελητέα, ενώ η επαγωγική παίρνει μικρές τιμές π.χ. για διατομή $S=1\text{mm}^2$ $x=0,176 \Omega/\text{Km}$ για τα μονοπολικά καλώδια και $x=0,125 \Omega/\text{Km}$ για τα πολυπολικά. Η επαγωγική αντίσταση όμως δρα θετικά ως προς την πτώση τάσης σε ένα καλώδιο και τη μειώνει όταν $\cos\varphi=0,8$ περίπου 20% από το αν είχαμε μόνο ωμικά φορτία.

Στην περίπτωση τριφασικού εναλλασσομένου ρεύματος αρκεί να βρούμε την ένταση ρεύματος που περνάει μέσα από τον ένα αγωγό του καλωδίου από τη γνωστή σχέση ($P=\sqrt{3} U_{\pi} I \cos\varphi$) και έπειτα να κάνουμε χρήση της μεθόδου υπολογισμού των πινάκων. Το ρεύμα I των αγωγών τροφοδοτήσεως συνήθως αναγράφεται στην πινακίδα των μηχανημάτων.

Επισημαίνεται ότι πρώτα επιλέγεται η διατομή του αγωγού με βάση τη μεγαλύτερη ένταση ρεύματος που θα διέλθει από αυτόν και μετά γίνεται έλεγχος εάν η πτώση τάσης είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια (π.χ. στην περίπτωση κυκλωμάτων φωτισμού με τάση τροφοδότησης 230V και όριο 1%, η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης είναι 2,3V). Εάν με τη βοήθεια του παραπάνω τύπου η πτώση τάσης ξεπεράσει τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή τότε επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη διατομή.

➤ Υπολογισμός με τη βοήθεια πινάκων

Για διευκόλυνση των υπολογισμών και κυρίως όταν έχουμε $\cos\varphi=0,8$, κάνουμε χρήση κάποιων πινάκων (6.4.1) και βρίσκουμε την *πτώση τάσης Δu* της γραμμής η οποία δίνεται από τον τύπο:

$$\Delta u = \frac{1000 \cdot V}{I \cdot L} \quad [\text{και εκφράζεται σε μονάδες } mV/Am]$$

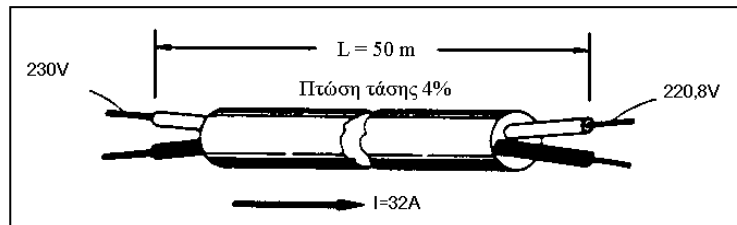
(όπου V η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης σε βολτ, I η ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή σε αμπέρ και L το μήκος του καλωδίου δηλ. η απόσταση από την πηγή τροφοδοτήσεως μέχρι το φορτίο σε μέτρα).

Αφού βρούμε τη Δu της γραμμής, αναζητούμε από τον παρακάτω πίνακα 6.4.1 την πλησιέστερη τιμή της *πτώσης τάσης* που ταιριάζει στην περίπτωσή μας, δηλ. στο είδος του καλωδίου (π.χ. διπολικό), στη μορφή του εναλλασσομένου ρεύματος (μονοφασικό ή τριφασικό) και στο φορτίο ($\cos\varphi$), και κατόπιν επιλέγουμε την αντίστοιχη διατομή.

Σε περίπτωση που η *πτώση τάσης Δu* της γραμμής πάρει τιμή που βρίσκεται στο μέσο δύο τιμών του πίνακα, λαμβάνουμε την μεγαλύτερη διατομή.

Παραδείγματα επιλογής της διατομής αγωγών μετά από υπολογισμό της πτώσης τάσης.

↪ 1^ο παράδειγμα



Θέλουμε να υπολογίσουμε τη διατομή των αγωγών στην περίπτωση ενός διπολικού καλωδίου μιας μονοφασικής γραμμής που τροφοδοτεί ωμικούς καταναλωτές (θερμάστρες κ.λπ, άρα $\text{συνφ}=1$) σε απόσταση 50 μέτρων. Η τάση τροφοδοσίας των καταναλωτών δίνεται 230V με επιτρεπόμενη πτώση τάσης 4%. Το ρεύμα που θα διαρρέει τους αγωγούς υπολογίζεται σε 32A.

- Βρίσκουμε πρώτα τη διατομή με βάση τη διερχόμενη ένταση ρεύματος. Εφόσον $I=32\text{A}$ η ελάχιστη απαιτούμενη διατομή από το σχετικό πίνακα βρίσκεται η $S=6\text{mm}^2$ η οποία έχει μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 33A.
- Κατόπιν ελέγχουμε, εάν η διατομή αυτή καλύπτει την απαίτηση, η πτώση τάσης να μην ξεπερνά το 4% της ονομαστικής, δηλ. $\Delta V_{\text{max}} = 230 \cdot 4/100 = 9,2\text{V}$.

α. τρόπος (Υπολογισμός με τη βοήθεια πινάκων)

Για το σκοπό αυτό βρίσκουμε την πτώση τάσης της γραμμής από τον τύπο:

$$\Delta u = \frac{1000 \cdot V}{I \cdot L} \Rightarrow \Delta u = \frac{1000 \cdot 9,2}{32 \cdot 50} \text{ mV/Am} = 5,75 \text{ mV/Am}$$

Από τον πίνακα 6.4.1 επιλέγουμε τη στήλη "διπολικό καλώδιο –εναλλασσόμενο μονοφασικό ρεύμα- $\text{συνφ}=1$ " που ταιριάζει στην περίπτωσή μας και παρατηρούμε ότι η πλησιέστερη τιμή σε mV/Am είναι η '4,55'. Στην τιμή αυτή αντιστοιχεί η διατομή $S=10\text{mm}^2$ την οποία και τελικά επιλέγουμε. Η διατομή $S = 10\text{mm}^2$ καλύπτει και την απαίτηση της διέλευσης ρεύματος διότι αντέχει μέχρι την τιμή των 43A και την απαίτηση η πτώση τάσης να είναι μικρότερη του 4%.

β. τρόπος (κλασικός υπολογισμός)

Ελέγχουμε αν η αρχικώς ευρεθείσα διατομή των 6mm^2 μας δίνει πτώση τάσης μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη των 9,2V.

Από τον τύπο $\Delta U = 2\rho \frac{I \cdot l}{S}$ με διατομή $S=6\text{mm}^2$, $\rho_{80}=0,0225 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ για πολυπολικό καλώδιο, $I=32\text{A}$, και $l=50\text{m}$ το μήκος του ενός αγωγού, έχουμε

$\Delta U = 2 \times 0,0225 \frac{32 \times 50}{6} V = 12V$. Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από τα 9,2V οπότε λαμβάνουμε την αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη διατομή των **10mm²**.

↳ 2^ο παράδειγμα

Θέλουμε να υπολογίσουμε τη διατομή των αγωγών στην περίπτωση ενός διπολικού καλωδίου μιας μονοφασικής γραμμής που τροφοδοτεί κινητήρα (συνφ=0,8) σε απόσταση 60 μέτρων. Η τάση τροφοδοσίας δίνεται 230V με επιτρεπόμενη πτώση τάσης 3%. Το ρεύμα που θα διαρρέει τους αγωγούς υπολογίζεται σε 30A.

- Βρίσκουμε πρώτα τη διατομή με βάση τη διερχόμενη ένταση ρεύματος. Εφόσον $I=30A$ η ελάχιστη απαιτούμενη διατομή από το σχετικό πίνακα βρίσκεται η $S=6mm^2$ η οποία έχει μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 33A.
- Κατόπιν ελέγχουμε, εάν η διατομή αυτή καλύπτει την απαίτηση, η πτώση τάσης να μην ξεπερνά το 3% της ονομαστικής, δηλ. $\Delta V_{max} = 230 \cdot 3/100 = 6,9V$.

α. τρόπος (Υπολογισμός με τη βοήθεια πινάκων)

Για το σκοπό αυτό βρίσκουμε την πτώση τάσης της γραμμής από τον τύπο:

$$\Delta u = \frac{1000 \cdot V}{I \cdot L} \Rightarrow \Delta u = \frac{1000 \cdot 6,9}{30 \cdot 60} mV/Am = 3,83 mV/Am$$

Από τον πίνακα 6.4.1 επιλέγουμε τη στήλη "διπολικό καλώδιο -εναλλασσόμενο μονοφασικό ρεύμα -συνφ=0,8" που ταιριάζει στην περίπτωσή μας και παρατηρούμε ότι η πλησιέστερη τιμή σε mV/Am είναι η "3,73". Στην τιμή αυτή αντιστοιχεί η διατομή $S=10mm^2$ την οποία και τελικά επιλέγουμε, αντί της αρχικής διατομής των $6mm^2$.

β. τρόπος (κλασικός υπολογισμός)

Ελέγχουμε αν η αρχικώς ευρεθείσα διατομή των $6mm^2$ μας δίνει πτώση τάσης μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη των 6,9V.

Από τον τύπο $\Delta U = 2\rho \frac{I \cdot l}{S}$ με διατομή $S=6mm^2$, $\rho_{80}=0,0225 \Omega mm^2/m$ για πολυπολικό καλώδιο, $I=30A$, και $l=60m$ το μήκος του ενός αγωγού, έχουμε $\Delta U = 2 \times 0,0225 \frac{30 \times 60}{6} V = 13,5V$. Η τιμή αυτή βέβαια αναφέρεται στη πτώση

τάσης από την ωμική αντίσταση. Υπάρχει όμως και η επαγωγική αντίσταση η οποία δρα θετικά στην πτώση τάσης και μειώνει κατά 20% περίπου την ευρεθείσα τιμή από την ωμική αντίσταση. Έτσι η πτώση τάσης υπολογίζεται κατά προσέγγιση σε 10,8V. Η τιμή αυτή όμως εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερη

της μέγιστης επιτρεπόμενης των 9,2V οπότε τελικώς επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη διατομή των **10mm²**.

↳ 3^ο παράδειγμα




Αν ο κινητήρας του προηγούμενου παραδείγματος μεταφερθεί πλησιέστερα σε απόσταση 40 μέτρων με τι διατομή αγωγών πρέπει να τροφοδοτηθεί ώστε η επιτρεπόμενη πτώση τάσης να παραμένει μικρότερη του 3%.

- Βρίσκουμε πρώτα τη διατομή με βάση τη διερχόμενη ένταση ρεύματος. Εφόσον $I=30\text{A}$ η ελάχιστη απαιτούμενη διατομή είναι η $S=6\text{mm}^2$.
- Με τις νέες συνθήκες η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης παραμένει η ίδια 6,9V ($\Delta V_{\max}=230 \cdot 3/100=6,9\text{V}$), αλλά η πτώση τάσης της γραμμής μεταβλήθηκε σε:

$$\Delta u = \frac{1000 \cdot 6,9}{30 \cdot 40} \text{ mV/Am} = 5,75 \text{ mV/Am}$$

Από τον πίνακα 6.4.1 επιλέγουμε τη στήλη "διπολικό καλώδιο –εναλλασσόμενο μονοφασικό ρεύμα - $\cos\phi=0,8$ " που ταιριάζει στην περίπτωση μας και παρατηρούμε ότι η πλησιέστερη τιμή σε mV/Am είναι η "6,16". Στην τιμή αυτή αντιστοιχεί η διατομή $S=6\text{mm}^2$. Επομένως η αρχική διατομή των 6mm^2 , που υπολογίσθηκε με βάση τη διερχόμενη ένταση ρεύματος γίνεται αποδεκτή.

Από τα παραπάνω γίνεται εμφανές ότι ο υπολογισμός της πτώσης τάσης στις περιπτώσεις εναλλασσόμενου μονοφασικού ή τριφασικού ρεύματος με επαγωγικό φορτίο είναι πολύπλοκος. Γι' αυτό την υπολογίζουμε κατά προσέγγιση με τη βοήθεια των πινάκων. Εξάλλου ο έλεγχος της πτώσης τάσης χρειάζεται συνήθως μόνο σε εκτεταμένες τροφοδοτήσεις.

Πίνακας 6.4.1		Πτώση τάσης Δu για καλώδια με μόνωση από PVC ή ελαστικό							
Ονομαστική διατομή									
	μονοπολικό καλώδιο				διπολικό καλώδιο		τριπολικό καλώδιο		
	εναλλασσόμενο ρεύμα				εναλλασσόμενο μονοφασικό ρεύμα		εναλλασσόμενο τριφασικό ρεύμα		
	μονοφασικό		τριφασικό						
	συνφ 1	συνφ 0.8	συνφ 1	συνφ 0.8	συνφ 1	συνφ 0.8	συνφ 1	συνφ 0.8	
Mm ²	$\frac{mV}{Am}$	$\frac{mV}{Am}$	$\frac{mV}{Am}$	$\frac{mV}{Am}$	$\frac{mV}{Am}$	$\frac{mV}{Am}$	$\frac{mV}{Am}$	$\frac{mV}{Am}$	
1	44,2	35,6	38,3	30,8	45	36,1	39	31,3	
1,5	29,7	23,9	25,7	20,7	30,2	24,3	26,1	21	
2,5	17,8	14,4	15,4	12,5	18,2	14,7	15,7	12,7	
4	11,1	9,08	9,65	7,87	11,4	9,21	9,85	7,98	
6	7,41	6,10	6,42	5,28	7,56	6,16	6,54	5,34	
10	4,47	3,72	3,87	3,22	4,55	3,73	3,94	3,24	
16	2,82	2,39	2,44	2,07	2,87	2,39	2,48	2,07	
25	1,78	1,55	1,54	1,34	1,81	1,55	1,57	1,34	
35	1,28	1,15	1,11	0,993	1,31	1,14	1,13	0,988	

• Γραμμές φορτίων

Κατά τον υπολογισμό της διατομής των αγωγών που τροφοδοτούν φορτία πρέπει να πληρούνται συγχρόνως τρεις συνθήκες:

1. Η διατομή των αγωγών πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αποκλείεται κάθε επικίνδυνη θέρμανση αυτών. Λαμβάνεται υπόψη το είδος του καλωδίου που περιλαμβάνει τους αγωγούς (μονοπολικό, διπολικό κ.λπ.), η τοποθέτησή του (σε σωλήνες ή όχι) και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου. Δηλαδή πρέπει η ένταση ρεύματος να είναι μικρότερη ή το πολύ ίση με αυτή που καθορίζουν οι κανονισμοί.
2. Η διατομή των αγωγών να είναι τέτοια, ώστε η πτώση τάσης στις γραμμές των εγκαταστάσεων να μην ξεπερνάει κάποια προκαθορισμένη τιμή.
3. Η διατομή των αγωγών να είναι τέτοια, ώστε να εξασφαλίζεται η μηχανική τους αντοχή. Η συνθήκη αυτή δίνει συνήθως σε όλες τις

περιπτώσεις μικρότερη διατομή από ότι οι δύο προηγούμενες, δηλ. εκπληρούνται αυτόματα με την επιλογή διατομής με την πρώτη ή δεύτερη συνθήκη.

Τελικά επιλέγουμε τη μεγαλύτερη από τις τρεις ελάχιστες διατομές ώστε να ικανοποιούνται και οι τρεις συνθήκες.

Για αγωγούς που τροφοδοτούν καταναλώσεις μικρής ισχύος σε μικρές αποστάσεις συνήθως αρκεί ο υπολογισμός διατομής με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση.

Όταν μεγαλώνει το φορτίο ή η απόσταση, επιβάλλεται να γίνεται έλεγχος της διατομής ώστε η πτώση τάσης να είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια. Εάν προκύψει ανάγκη για μεγαλύτερη διατομή επιλέγεται τελικά αυτή.

Γινόμενο φορτίου- απόστασης τροφοδότησης

Το γινόμενο ένταση γραμμής επί απόσταση προϋποθέτει εάν χρειάζεται να γίνει έλεγχος στους αγωγούς για την πτώση τάσης.

Ανάλογα με τη διατομή των αγωγών, τη μέγιστη επιτρεπόμενη έντασή τους και τη μέγιστη επιτρεπτή πτώση τάσης, μπορούμε να προσδιορίσουμε την απόσταση πάνω από την οποία χρειάζεται να γίνει έλεγχος της διατομής για πτώση τάσης.

Ας πάρουμε κάποια παραδείγματα με διπολικό καλώδιο μέσα σε σωλήνα που τροφοδοτεί μονοφασικό φορτίο με $\cos\phi=1$:

α. Έστω ότι το καλώδιο έχει διατομή 10mm^2 .

Από τον κλασικό τύπο υπολογισμού της πτώσης τάσης έχουμε $\Delta U = 2\rho \frac{I \cdot l}{S}$

Όπου υπάρχουν κυκλώματα φωτισμού η επιτρεπόμενη πτώση τάσης πρέπει να είναι μικρότερη από 1%, δηλ. για τάση τροφοδότησης 230V πρέπει να είναι $\Delta U \leq 2,3\text{V}$.

Η ωμική αντίσταση ανά μέτρο αυτής της διατομής στους 80°C είναι $\rho_{80}=0,00227\Omega/\text{m}$.

Οπότε για τη συγκεκριμένη διατομή έχουμε: $I \cdot l \leq \frac{2,3}{2 \cdot 0,00227} [\text{Am}] = 506 \text{ Am}$

Επομένως για διατομή των 10mm^2 έχουμε τη σχέση **$I \cdot l \leq 506 \text{ Am}$** .

Εάν διαρρέει το καλώδιο ένταση 40A, πολύ κοντά στη μέγιστη επιτρεπόμενη, τότε το μήκος του καλωδίου, για να μην υπερβεί η πτώση τάσης τα 2,3V, πρέπει να είναι $l \leq 506 / 40 \text{ m}$, δηλ. μικρότερο από 13 μέτρα.

Εάν το φορτίο απορροφά ένταση 34A (λίγο πάνω από τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση της αμέσως μικρότερης διατομής των 6mm^2) τότε το μήκος του καλωδίου μπορεί να φθάσει και τα 15 μέτρα και η πτώση τάσης να μην υπερβεί τα 2,3V.

β. Έστω ότι το καλώδιο έχει **διατομή 4mm^2** .

Για κυκλώματα φωτισμού πρέπει να είναι $\Delta U \leq 2,3\text{V}$.

Η ωμική αντίσταση ανά μέτρο αυτής της διατομής στους 80°C είναι $\rho = 0,00568\Omega/\text{m}$.

Οπότε για τη συγκεκριμένη διατομή έχουμε: $I \cdot l \leq \frac{2,3}{2 \cdot 0,00568} [\text{Am}] = 202 \text{ Am}$

Επομένως για διατομή των 4mm^2 έχουμε τη σχέση **$I \cdot l \leq 202 \text{ Am}$** .

Εάν διαρρέει το καλώδιο ένταση 25A, η μέγιστη επιτρεπόμενη, τότε το μήκος του καλωδίου πρέπει να είναι $l \leq 202 / 25 \text{ m}$, δηλ. μικρότερο από 8 μέτρα.

Εάν το φορτίο απορροφά ένταση 20A τότε το μήκος του καλωδίου μπορεί να φθάσει και τα 10 μέτρα και η πτώση τάσης να μην υπερβεί τα $2,3\text{V}$.

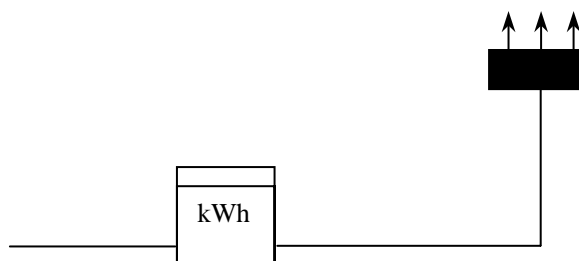
• Γραμμή μετρητή- πίνακα

Σε ορισμένες περιπτώσεις ο μετρητής ή γνώμονας απέχει αρκετά από το γενικό πίνακα φωτισμού ή διανομής, όπως στις πολυκατοικίες που οι μετρητές τοποθετούνται στο ισόγειο ή υπόγειο και οι γραμμές φθάνουν μέχρι τους τελευταίους ορόφους.

Οι κανονισμοί συνιστούν, η πτώση τάσης στη γραμμή από το μετρητή μέχρι τη διακλάδωση προσαγωγής να μην ξεπερνάει το 1% της τάσης παροχής, προκειμένου περί φορτίων φωτισμού (δηλ. $230\text{V} \times 1/100 = 2,3\text{V}$).

Παράδειγμα υπολογισμού κύριας γραμμής

Σε μια πολυκατοικία οι γνώμονες όλων των διαμερισμάτων είναι τοποθετημένοι στο ισόγειο. Τι διατομή πρέπει να έχουν οι αγωγοί της γραμμής, που τροφοδοτεί το διαμέρισμα του πέμπτου ορόφου, δηλαδή της γραμμής από το γνώμονα μέχρι τον πίνακα διανομής του διαμερίσματος; Η γραμμή έχει μήκος 25 m και τάση 230 V, η εγκατεστημένη ισχύς του διαμερίσματος είναι 8,8 kW και η παραδεκτή πτώση τάσης είναι 1% της τάσης τροφοδότησης.



1^{ος} υπολογισμός της διατομής με βάση τη μεγαλύτερη επιτρεπόμενη ένταση

Από την εγκατεστημένη ισχύ του διαμερίσματος προκύπτει η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη ένταση των αγωγών, $I = \frac{P}{U} = \frac{8800}{230} = 38,3\text{A}$ (με $\cos\phi=1$) και από το σχετικό πίνακα της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης για πολυπολικό καλώδιο σε σωλήνα, λαμβάνουμε τη διατομή των **10mm²**.

2^{ος} υπολογισμός της διατομής με βάση τη μεγαλύτερη επιτρεπόμενη πτώση τάσης

Η παραδεκτή πτώση τάσης είναι 1% και για τάση τροφοδοσίας 230 V η πτώση τάσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2,3 V.

α. τρόπος Από τον κλασικό τύπο για διατομή 10mm², $\rho_{80}=0,0225$ Ωmm²/m, $I=38,3\text{A}$ και $l=25\text{m}$ έχουμε πτώση τάσης για τη γραμμή:

$$\Delta U = 2\rho \frac{I \cdot l}{S} = 2 \cdot 0,0225 \cdot 38,3 \cdot 25 / 10 = 4,3\text{V}$$

Όμως αυτή η πτώση τάσης των 4,3V είναι μεγαλύτερη από την επιτρεπτή των 2,3V. Έτσι επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή των **16mm²**

β. τρόπος Με χρήση των πινάκων.

Αφού το ρεύμα που διαρρέει τους αγωγούς είναι, $I=38,3\text{A}$ και το μήκος τους 25 m, η πτώση τάσης Δu είναι:

$$\Delta u = \frac{1000 \cdot V}{I \cdot L} = \frac{1000 \cdot 2,3}{38,3 \cdot 25} = 2,4\text{mV} / \text{Am}.$$

Η τιμή αυτή για διπολικό καλώδιο που λειτουργεί με $\cos\phi=1$, από το σχετικό πίνακα 6.9.4. προσεγγίζει την τιμή 2,82mV/Am και κατά συνέπεια η αντίστοιχη διατομή είναι των **16mm²**



Από τους δύο παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει ότι εάν επιλέξουμε την πρώτη διατομή προστατευόμαστε από υπερθέρμανση του καλωδίου αλλά η πτώση τάσης είναι μεγαλύτερη από τα επιτρεπτά όρια. Έτσι τελικά επιλέγουμε τη διατομή των **16mm²**.

**Παρατήρηση:**

Η μέγιστη ισχύς που απορροφάται σε ένα διαμέρισμα ή σε μια μονοκατοικία καθορίζεται και από την ασφάλεια που τοποθετεί η ΔΕΗ στο γνόμονά της.

Στο προηγούμενο παράδειγμα ας αγνοήσουμε την εγκατεστημένη ισχύ του σπιτιού και ας λάβουμε υπόψη μας την ονομαστική τιμή της ασφάλειας του γνώμονα που έστω ότι είναι 25 A, δηλ. ονομαστική ένταση $I=25$ A.

Το κατώτερο όριο διακοπής μιας ασφάλειας αντιστοιχεί στο 1,3 της ονομαστικής έντασης σε χρόνο τήξης μεγαλύτερο από 1 ½ ώρα. Κατά συνέπεια, το μεγαλύτερο ρεύμα που προκύπτει είναι:

$$25 \cdot 1,3 = 32,5A$$

σε χρόνο μεγαλύτερο από 1 ½ ώρα.

Η διατομή των **6mm²** καλύπτει την απαίτηση για μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση των αγωγών μέσα σε σωλήνα (33 A), αλλά δεν καλύπτει την απαίτηση για πτώση τάσης της γραμμής μικρότερη των 2,3V.

Για να κάνουμε χρήση των πινάκων με επιτρεπόμενη πτώση τάσης 2,3V και $L=25m$ βρίσκουμε την πτώση τάσης Δu :

$$\Delta u = \frac{1000 \cdot V}{I \cdot L} = \frac{1000 \cdot 2,3}{32,5 \cdot 25} = 2,7mV / Am$$

Άρα η αντίστοιχη διατομή είναι **16mm²** που και τελικά επιλέγουμε.

6.5 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Για τη μελέτη μιας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης απαιτείται η γνώση των επιμέρους ηλεκτρικών φορτίων για τον υπολογισμό των διατομών των γραμμών τροφοδότησής τους.

Για τις μόνιμα συνδεδεμένες ηλεκτρικές συσκευές προβλέπονται ορισμένες ελάχιστες διατομές.

Επειδή όλες οι καταναλώσεις των κατοικιών δε λειτουργούν ταυτόχρονα, αντί των πραγματικών φορτίων, λαμβάνουμε τα συμβατικά φορτία με κάποιους συντελεστές ταυτοχρονισμού.

Αφού υπολογισθεί η συνολική εγκατεστημένη ισχύς υπολογίζεται και η διατομή της κεντρικής γραμμής τροφοδοσίας από το μετρητή της ΔΕΗ μέχρι το γενικό πίνακα φωτισμού.

Για την επιλογή της διατομής των αγωγών λαμβάνονται υπόψη κατά σειρά:

- η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή
- η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος των αγωγών
- η ανώτερη επιτρεπόμενη πτώση τάσης.

Η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη πτώση τάσης είναι 1% για τα κυκλώματα φωτισμού και 3% για τις άλλες περιπτώσεις. Συνήθως ο έλεγχος για πτώση τάσης είναι αναγκαίος όταν το δίκτυο είναι εκτεταμένο.

Η πτώση τάσης κατά μήκος μιας γραμμής εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που διαπερνά τον αγωγό, το είδος του φορτίου που τροφοδοτεί (συνφ), το υλικό του αγωγού, τη θερμοκρασία του, το μήκος και τη διατομή του.

Στις οικιακές εφαρμογές θεωρούμε $\cos\phi \approx 1$ και ο έλεγχος της πτώσης τάσης του μονοφασικού ρεύματος γίνεται όπως και στο συνεχές με τη βοήθεια

$$\text{του τύπου: } \Delta U = 2\rho \frac{I \cdot l}{S}.$$

Σε εσωτερικές εγκαταστάσεις όμως που το $\cos\phi < 1$ η διαδικασία του υπολογισμού της πτώσης τάσης είναι περίπλοκος γιατί εκτός από την *ωμική* εμπλέκεται και η *επαγωγική* αντίσταση. Γι' αυτό για απλοποίηση των υπολογισμών κάνουμε χρήση πινάκων για εύρεση της **πτώσης τάσης Δu** της γραμμής η οποία δίνεται από τον τύπο:

$$\Delta u = \frac{1000 \cdot V}{I \cdot L} \quad [\text{και εκφράζεται σε μονάδες } mV/Am]$$

6.6 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ- ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ομάδα Α'

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Η ελάχιστη διατομή για την τροφοδότηση ηλεκτρικής κουζίνας είναι:
 - α) $2,5 \text{ mm}^2$
 - β) 4 mm^2
 - γ) 6 mm^2
 - δ) 16 mm^2
 2. Η ελάχιστη διατομή για την τροφοδότηση ηλεκτρικού θερμοσίφωνα είναι:
 - α) $2,5 \text{ mm}^2$
 - β) 4 mm^2
 - γ) 6 mm^2
 - δ) 10 mm^2
 3. Κάθε φωτιστικό σώμα ισχύος μέχρι 100W θεωρείται ότι απορροφά ρεύμα:
 - α) 0,5A
 - β) 1A
 - γ) 1,5A
 - δ) 2A
 4. Στο σαλόνι ενός σπιτιού οι τέσσερις ρευματοδότες τροφοδοτούνται από ιδιαίτερη γραμμή ελάχιστης διατομής:
 - α) 1 mm^2
 - β) $1,5 \text{ mm}^2$
 - γ) $2,5 \text{ mm}^2$
 - δ) 4 mm^2
 5. Σε κάθε διαμέρισμα οι γραμμές (κυκλώματα) φωτισμού είναι τουλάχιστον:
 - α) 1
 - β) 2
 - γ) 3
 - δ) 4
 6. Για να βρούμε το συμβατικό φορτίο των φωτιστικών σημείων μιας κατοικίας λαμβάνουμε ως συντελεστή ταυτοχρονισμού το:
 - α) 0,1
 - β) 0,5
 - γ) 1,0
 - δ) 1,75
-

7. Για να βρούμε το συμβατικό φορτίο των φωτιστικών σημείων ενός συγκροτήματος γραφείων λαμβάνουμε ως συντελεστή ταυτοχρονισμού το:
- α) 0,5
 - β) 0,75
 - γ) 1,5
 - δ) 2,0
8. Η κάτω πλευρά του πίνακα φωτισμού πρέπει να απέχει από το δάπεδο τουλάχιστον:
- α) 0,5 μέτρο
 - β) 70 εκατοστά
 - γ) 1 μέτρο
 - δ) 1,80 μέτρα
9. Το γνωμονοκιβώτιο σφραγίζεται από τη ΔΕΗ και μπορεί να επέμβει μόνο:
- α. όποιος έχει εξουσιοδότηση από τη ΔΕΗ
 - β. όποιος κατέχει ειδική άδεια
 - γ. όποιος έχει άδεια ηλεκτρολόγου
 - δ. ο ιδιοκτήτης
10. Η μεγαλύτερη ισχύς που μπορεί συγχρόνως να απορροφηθεί από ένα διαμέρισμα ή από μια μονοκατοικία καθορίζεται από:
- α. την ασφάλεια που τοποθετεί η ΔΕΗ στο γνώμονά της
 - β. το συντελεστή ταυτοχρονισμού
 - γ. την εγκατεστημένη ισχύ του διαμερίσματος
 - δ. την ύπαρξη αγωγού προστασίας
11. Η επιτρεπόμενη πτώση τάσης, σε ποσοστό της τάσης τροφοδότησης, για το φωτισμό είναι:
- α) 1%
 - β) 3%
 - γ) 5%
 - δ) 17%
12. Για μια συσκευή δίνονται, ονομαστική τάση λειτουργίας 230V και μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης γραμμής 1%. Αυτό σημαίνει ότι η συσκευή μπορεί να λειτουργήσει με τάση:
- α) μικρότερη των 227,7V
 - β) μεγαλύτερη των 227,7V
 - γ) ίση με 227,7V
 - δ) ίση με 2,3V
-

13. Σε μια γραμμή παροχής συνδέουμε διαδοχικά θερμαντικές συσκευές. Η μεγαλύτερη πτώση τάσης στη γραμμή θα παρατηρηθεί όταν συνδεθεί η συσκευή των:
- α) 2KW
 - β) 4KW
 - γ) 5KW
 - δ) 10KW
14. Σε ένα αγρόκτημα πρόκειται να τροφοδοτήσουμε ένα κινητήρα ισχύος 5KW με δυνατότητα τοποθέτησής του σε τέσσερις διαφορετικές αποστάσεις. Η μεγαλύτερη πτώση τάσης θα παρατηρηθεί στην απόσταση των:
- α) 10 μέτρων
 - β) 15 μέτρων
 - γ) 20 μέτρων
 - δ) 30 μέτρων
-

Ομάδα Β'

1. Ερώτηση:

Ποια είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή των χάλκινων μονωμένων αγωγών που χρησιμοποιούνται στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις;

Απάντηση:

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή των χάλκινων μονωμένων αγωγών πρέπει να είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και των αλουμινένιων $2,5 \text{ mm}^2$.

2. Ερώτηση:

Ποια είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή για τους αγωγούς εισαγωγής;

Απάντηση:

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή για τους αγωγούς εισαγωγής είναι 6 mm^2 .

3. Ερώτηση:

Η διάταξη της εισαγωγής από την πρόσοψη πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ώστε να μην μπορεί να μπει μέσα στους σωλήνες εισαγωγής βροχή ή χιόνι, καθώς και ούτε το νερό που προκύπτει από τη συμπύκνωση ατμών να μπορεί να σταματήσει μέσα σ' αυτούς. Τα άκρα που βρίσκονται στο εξωτερικό της οικοδομής πρέπει να εφοδιάζονται με κυρτά ακροσωλήνια από μονωτική ουσία. Σε ποια περίπτωση δεν απαιτείται κυρτό ακροσωλήνιο;

Απάντηση:

Όταν πρόκειται για παροχέτευση με συγκεντρικά καλώδια, δεν απαιτείται κυρτό ακροσωλήνιο, αλλά μπορεί αντί γι' αυτό, να τοποθετείται σωλήνας με ελαφρά κλίση προς τα κάτω εξωτερικά της οικοδομής με μικρή προεξοχή από τον εξωτερικό τοίχο.

4. Ερώτηση:

Τι πρέπει να προσέχουμε κατά την εισαγωγή καλωδίων που δεν έχουν οπλισμό;

Απάντηση:

Όταν χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή καλώδια χωρίς οπλισμό, πρέπει να έχουν μηχανική προστασία. Τα άκρα των καλωδίων που χρησιμοποιούνται για τις εισαγωγές, πρέπει να διαμορφώνονται κατά τρόπο που να αποκλείεται η είσοδος υγρασίας.

5. Ερώτηση:

Τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας όταν χρησιμοποιούμε για την εισαγωγή καλώδια με μολύβδινη επένδυση και δεν είναι οπλισμένα;

Απάντηση:

Όταν η εισαγωγή γίνεται με αγωγούς που έχουν μολύβδινη επένδυση και δεν είναι οπλισμένοι, οι αγωγοί αυτοί πρέπει να διέρχονται με αισθητή ανοχή μέσα από αρκετά μεγάλες τρύπες ή σωλήνες. Για κανένα λόγο δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση των καλωδίων αυτών χωνευτών μέσα στην τοιχοποιία. Ωστόσο μια ελαφριά επικάλυψη στα σημεία εισόδου και εξόδου μπορεί να επιτραπεί.

Ομάδα Γ'

1. Για ποιους λόγους λαμβάνονται υπόψη τα συμβατικά φορτία αντί των πραγματικών στη μελέτη μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης; Τι θα συνέβαινε αν για όλες τις κατοικίες της Ελλάδας λαμβάνονταν υπόψη η μέγιστη πιθανή ισχύς τους;
 2. Καταγράψτε και αθροίστε την ισχύ όλων των ηλεκτρικών συσκευών του σπιτιού σας και όλων των φωτιστικών. Από το γενικό πίνακα φωτισμού σημειώστε την τιμή της γενικής ασφάλειας εάν έχετε μονοφασικό ή τις τιμές των γενικών ασφαλειών εάν έχετε τριφασικό ρεύμα. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.
 3. Σε ένα διαμέρισμα 120 τετραγωνικών μέτρων (3 υπνοδωμάτια, σαλοτραπεζαρία, 2 W.C. και κουζίνα) επιθυμούμε να έχουμε καλό φωτισμό και πρίζες (σούκο) σε ανεξάρτητες γραμμές. Να βρεθεί ο αριθμός των γραμμών φωτισμού και των ανεξάρτητων γραμμών ρευματοδοτών καθώς και οι ελάχιστες διατομές τους. (Αγνοήστε τη γραμμή ηλεκτρικής κουζίνας, θερμοσίφωνα και λοιπές γραμμές για μόνιμες ηλεκτρικές συσκευές. Θεωρείστε ότι οι ρευματοδότες είναι τουλάχιστον δύο για κάθε δωμάτιο πλην W.C.)
 4. Ένας καταναλωτής τροφοδοτείται με διπολικό καλώδιο μονοφασικής γραμμής. Εάν η πτώση τάσης Δu υπολογίστηκε σε $6\text{mV}/\text{Am}$, βρείτε την απαιτούμενη διατομή των αγωγών, όταν ο καταναλωτής έχει α) μόνο θερμάστρες και β) μόνο κινητήρες.
 5. Σύστημα λαμπτήρων πυράκτωσης συνολικής ισχύος 5KW τροφοδοτείται με μονοφασική γραμμή τάσης 230V από απόσταση 100 μέτρων. Βρείτε τη διατομή των αγωγών που απαιτείται, ώστε η πτώση τάσης στη γραμμή να είναι μικρότερη από 1% .
-