

---

***ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ***  
***ΚΙΝΔΥΝΟΙ – ΠΡΟΛΗΨΗ***

***Φωτεινή Γ. Πετκάκη***

*Ηλεκτρολόγος Μηχανικός*

---

***Θεσσαλονίκη 2001***

## **Περιεχόμενα**

<b>ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ: ΚΙΝΔΥΝΟΙ – ΠΡΟΛΗΨΗ.....</b>	<b>3</b>
<b>1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Ο ΚΙΝΔΥΝΟΣ.....</b>	<b>4</b>
2.1 Το αποτέλεσμα της ηλεκτροπληξίας.....	4
2.2 Η ηλεκτρική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος.....	6
2.3 Επίδραση του εναλλασσόμενου ρεύματος.....	7
2.4 Επίδραση της συχνότητας του ρεύματος.....	8
2.5 Επίδραση του συνεχούς ρεύματος.....	9
2.6 Ασφαλής τάση επαφής σε περιπτώσεις σφαλμάτων.....	9
2.7 Επίδραση φορτισμένων πυκνωτών.....	10
<b>3 ΦΟΡΗΤΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ.....</b>	<b>10</b>
<b>4 ΑΙΤΙΕΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΣ.....</b>	<b>10</b>
<b>5 ΠΡΟΛΗΨΗ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....</b>	<b>11</b>
5.1 Μέθοδοι προστασίας σύμφωνα με τους ΚΕΝΕ.....	11
5.2 Μέθοδοι προστασίας σύμφωνα με τους κανονισμούς HD384.400.1, IEC 364/400.1.....	12
<b>6 ΕΡΓΑΣΙΑΚΗ ΤΑΚΤΙΚΗ.....</b>	<b>13</b>
<b>7 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....</b>	<b>13</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....</b>	<b>16</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....</b>	<b>17</b>

## ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ: ΚΙΝΔΥΝΟΙ – ΠΡΟΛΗΨΗ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ηλεκτρισμός ως πηγή ενέργειας είναι από πολλές πλευρές λιγότερο επικίνδυνος από τον ατμό ή άλλες μορφές ενέργειας. Όταν χρησιμοποιείται σωστά, ο ηλεκτρισμός αποτελεί την πιο ευέλικτη μορφή ενέργειας που διαθέτουμε. Αν όμως κατά την χρήση του δεν λαμβάνονται οι απαραίτητες προφυλάξεις, δημιουργούνται επικίνδυνες καταστάσεις, που είναι σχεδόν βέβαιο, ότι θα οδηγήσουν σε σωματική βλάβη ή υλικές ζημιές ή και τα δύο.

Αν και έχει γίνει μεγάλη πρόοδος στον έλεγχο των ηλεκτρικών κινδύνων, παρόλα αυτά η βιομηχανία εξακολουθεί να έχει πολλά ατυχήματα, που οδηγούν σε σωματική βλάβη ή θάνατο, από αιτίες που είναι προβλέψιμες.

Η ευελιξία της ηλεκτρικής ενέργεια επιτρέπει την εγκατάσταση κινητήρων για την κίνηση μεμονωμένων μηχανών ή και ομάδας μηχανών. Επίσης τα μηχανικά εργαλεία μπορούν με ελάχιστο κόστος και δυσκολία να διευθετηθούν με την μεγαλύτερη ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.

Υπάρχουν παρόλα αυτά συγκεκριμένοι κίνδυνοι στην εγκατάσταση, συντήρηση και χρήση των ηλεκτρικών καλωδιώσεων και του ηλεκτρικού εξοπλισμού. Ο έλεγχος των περισσότερων από αυτούς τους κινδύνους δεν είναι ούτε δύσκολος ούτε πολυέξοδος, η άγνοια και η παράβλεψη τους όμως μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά ατυχήματα.

Μία εγκατάσταση τροφοδότησης ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να σχεδιάζεται με κριτήρια:

- την ασφάλεια ατόμων,
- την ασφάλεια συσκευών,
- την αξιοπιστία,
- την καλή λειτουργικότητα,
- την εύκολη επεκτασιμότητα,
- την ικανοποιητική εφεδρεία,
- την υπάρχουσα τεχνολογία υλικών και τη δυνατότητα έγκαιρης προμήθειας των υλικών,
- την οικονομική λειτουργία και
- το λογικό, ανταγωνιστικό, κόστος.

Ιδιαίτερα πρέπει να δοθεί προσοχή στους τρεις παρακάτω κινδύνους που εγκυμονούν σε ομαλή ή πιθανά και σε ανώμαλη λειτουργία. Αυτοί είναι:

- ηλεκτροπληξία,
- πυρκαγιά προερχόμενη από βραχυκυκλώματα ή από συσκευές υψηλής θερμοκρασίας (λαμπτήρες, φούρνοι κ.λ.π.),
- εκρήξεις λόγω σπινθήρων ή υψηλής θερμοκρασίας.

## 1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ

Η ροή του ρεύματος είναι ο παράγοντας που προκαλεί τραυματισμό όταν έχουμε κατάσταση ηλεκτροπληξίας. Η σοβαρότητα της ηλεκτροπληξίας καθορίζεται από την ποσότητα της ροής του ρεύματος διαμέσου του θύματος. Γενικά η ροή εναλλασσόμενου ρεύματος των 100 mA στη συχνότητα των 60 Hz μπορεί να είναι θανατηφόρα αν περάσει μέσα από ζωτικά όργανα. Έχει εκτιμηθεί ότι η τιμή των 16 mA είναι η μέση τιμή του ρεύματος στην οποία ένα άτομο μπορεί να ελευθερώσει τον εαυτό του από ένα ηλεκτροφόρο αντικείμενο που κρατά.

Επειδή η ροή του ρεύματος εξαρτάται από την τάση και την αντίσταση και αυτοί οι παράγοντες είναι σημαντικοί. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της βλάβης που προκαλείται είναι τα τμήματα του σώματος που εμπλέκονται, η κατεύθυνση της ροής του ρεύματος διαμέσου του θύματος και η συχνότητα, όταν πρόκειται για εναλλασσόμενο ρεύμα.

Η αντίσταση στη ροή του ρεύματος συναντάται κυρίως στην επιδερμίδα. Σκληρό και ροζιασμένο δέρμα έχει αρκετά υψηλή αντίσταση, η οποία μειώνεται δραματικά αν το δέρμα είναι ιδρωμένο (Πίνακας 1).

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (ohms)
Ξηρή επιδερμίδα	100.000 έως 600.000
Υγρή επιδερμίδα	1.000
Διαμέσου σώματος – από χέρι σε πόδι	400 έως 600
Από αυτί σε αυτί	Περίπου 100

Πίνακας 1 : Αντίσταση ανθρώπινου σώματος στο ηλεκτρικό ρεύμα

## 2 Ο ΚΙΝΔΥΝΟΣ

### 2.1 Το αποτέλεσμα της ηλεκτροπληξίας

Είναι γνωστό ότι πολλοί άνθρωποι παθαίνουν ηλεκτροπληξίες και είναι επίσης γνωστό ότι αν η ανάρρωση (ανάληψη) τους δεν είναι άμεση ή αν η επίδραση της ηλεκτροπληξίας δεν ελαττωθεί με την παροχή πρώτων βοηθειών τότε το αποτέλεσμα της μπορεί να είναι μοιραίο. Μια μικρή αλλαγή των περιστάσεων μπορεί να αλλάξουν την ισορροπία από ένα ελαφρύ περιστατικό (χωρίς νοσηλεία) σε στιγμιαίο θάνατο.



Η ροή μεγάλης ηλεκτρικής έντασης διαμέσου του ανθρώπινου σώματος έχει ως αποτέλεσμα τα εξής :

- α) προκαλεί μυϊκό σπασμό
- β) επηρεάζει το αναπνευστικό κέντρο στον εγκέφαλο

γ) προκαλεί κοιλιακή μαρμαρυγή

δ) καταστρέφει τους ιστούς

Ρεύμα 50 Hz (ενεργός τιμή σε mA)	0,5	10	0,5 έως 25	25 έως 80	80 έως 3000	> 3000
Τάση επαφής (V) που προκαλεί το ρεύμα			έως 50	50 έως 100	100 έως 3000	> 3000
Όριο αίσθησης						
Όριο αδυναμίας να ελευθερωθεί το χέρι. Ασφυξία						
Σύσπαση μυών						
Πόνος						
Μαρμαρυγή, με περιόδους κανονικής λειτουργίας						
Θανατηφόρα, επικίνδυνη μαρμαρυγή						
Θανατηφόρα, επικίνδυνα εγκαύματα						

-  Αυτή η σκιαγράφηση σημαίνει ότι η αντίδραση μπορεί να επέλθει σε πολύ δυσμενείς συνθήκες.
-  Αυτή η σκιαγράφηση σημαίνει αντίδραση σε συνηθισμένες συνθήκες.

Πίνακας 2: Επίδραση του ρεύματος στον οργανισμό κατά τη δημοσίευση IEC 479. Η καταπόνηση εκτείνεται σε χρόνους τάξης μεγέθους του 1 sec.

Οι μυϊκοί σπασμοί τις περισσότερες φορές δεν επιτρέπουν στο θύμα να αφήσει το ηλεκτροφόρο τμήμα που αγγίζει. Οι συσπασμένοι μύες του στήθους εμποδίζουν το θύμα να αναπνεύσει ή και να φωνάξει σε βοήθεια ενώ ο πόνος και ο πανικός του προκαλούν επιδρωση. Με υγρό δέρμα τα αποτελέσματα της ηλεκτροπληξίας επιδεινώνονται.

Η επίδραση στην καρδιά εξαρτάται από το μέγεθος και κατεύθυνση της ηλεκτροπληξίας και ποιο στάδιο στον κύκλο της καρδιάς επηρεάζει. Στα εναλλασσόμενα ρεύματα η επίδραση είναι μεγαλύτερης έκτασης από ότι στο συνεχές ρεύμα. Στις ραδιοφωνικές συχνότητες το κάψιμο είναι το κυριότερο αποτέλεσμα και οι ηλεκτροπληξίες, που οδηγούν σε θάνατο, είναι λιγότερο συνηθισμένες.

Η πιο επικίνδυνη για τη ζωή του θύματος βλάβη είναι η μαρμαρυγή (Ventricular Fibrillation, Herzkammer-Flimmern). Οι καρδιακοί παλμοί γίνονται από περιοδικοί άρρυθμοι. Η πιθανότητα θανάτου είναι μεγάλη, γιατί η καρδιά δεν είναι σε θέση να κυκλοφορήσει επαρκώς το αίμα. Οι συνέπειες είναι, μεταξύ άλλων, μία μειωμένη οξυγόνωση του εγκεφάλου. Η τελευταία μπορεί να οδηγήσει σε μερικά λεπτά σε θάνατο ή σε μία μόνιμη αδυναμία μέρους του εγκεφάλου. Έχουν, δηλαδή, επιζήσει άτομα από την ηλεκτροπληξία αλλά με συμπτώματα μερικής παράλυσης, λόγω βλάβης του εγκεφάλου.

Σε υψηλές τάσεις προκαλούνται θανατηφόρα ατυχήματα και από εγκαύματα, που προέρχονται από την υψηλή θερμοκρασία του ηλεκτρικού τόξου.

Η επίδραση του ρεύματος στον άνθρωπο διαμορφώνεται από τους πιο κάτω παράγοντες:

- ένταση του ρεύματος,
- χρονική διάρκεια του ρεύματος,
- δρόμος του ρεύματος δια του σώματος,
- συχνότητα ή μορφή του ρεύματος, δηλαδή εναλλασσόμενο, συνεχές, κρουστικό ρεύμα.

Υποκειμενικοί παράγοντες συμπροσδιορίζουν το αποτέλεσμα μιας ηλεκτροπληξίας. Υπάρχουν, δηλαδή, λιγότερο και περισσότερο ανθεκτικά άτομα. Επίσης, η φυσική και ψυχική κατάσταση παίζουν ρόλο.

## 2.2 Η ηλεκτρική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος

Η ηλεκτροπληξία εξαρτάται και από την ηλεκτρική αντίσταση του δέρματος του θύματος. Αυτός είναι ένας παράγοντας που ποικίλει και εξαρτάται όχι μόνο από το ίδιο το άτομο αλλά και από τη θερμοκρασία, την υγρασία, το περιβάλλον, το στρές κ.λ.π. Θεωρώντας μια μέση σωματική αντίσταση η IEC αποφάσισε ότι τάσεις μεγαλύτερες από 50 Volts για εναλλασσόμενο ρεύμα και 100 Volts για συνεχές ρεύμα μπορεί να αυξήσουν τις επικίνδυνες ηλεκτροπληξίες και επομένως θα πρέπει να παρθούν συγκεκριμένες προφυλάξεις. Σε περιπτώσεις εξαιρετικής υγρασίας, ιδρώτα ή όταν το άτομο δουλεύει δε περιορισμένο χώρο ακόμα και τα 50 Volts μπορεί να μην θεωρούνται ασφαλή.

Η σύνθετη αντίσταση του ανθρώπινου σώματος είναι κυρίως ωμική με ελάχιστη χωρητικότητα.

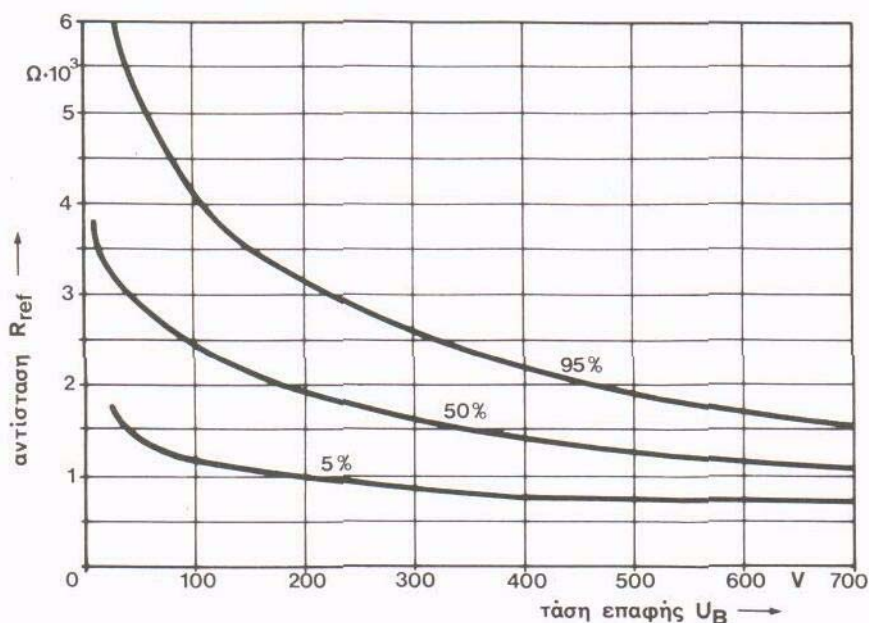
Η τιμή της εξαρτάται από τα εξής:

- Δύναμη και επιφάνεια επαφής του σώματος με τον αγωγό (μειώνουν την αντίσταση).
- Δρόμος του ρεύματος δια του σώματος.
- Τάση επαφής. Η αντίσταση είναι μη γραμμική και μειώνεται με την αύξηση της τάσης.
- Σωματική διάπλαση.

- Κατάσταση της επιδερμίδας. Το πάχος της επιδερμίδας και η υγρασία παίζουν ένα ρόλο.

Υψηλές αντιστάσεις έχουμε όταν το δέρμα είναι χοντρό, ξηρό και η επιφάνεια επαφής είναι μικρή. Χαμηλές τιμές προκύπτουν όταν το δέρμα είναι λεπτό, υγρό και η επιφάνεια επαφής μεγάλη.

- Το σχήμα 1 δίνει την αντίσταση του ανθρώπινου σώματος από το ένα χέρι στα δύο πόδια για διάφορες τάσεις. Σχεδιάστηκαν τρεις καμπύλες που αντιστοιχούν σε διαφορετικά ποσοστά 5%, 50%, 95% του πλήθους των ανθρώπων που έγιναν οι μετρήσεις. Η αντίσταση είναι η  $R_{ref}$  από το ένα χέρι στα δύο πόδια. Η ελάχιστη τιμή είναι 650  $\Omega$  περίπου, για 95% των ατόμων.



Σχ. 1: Αντίσταση του ανθρώπινου σώματος,  $R_{ref}$ , ως συνάρτηση της τάσης κατά IEC 64-342 (το δέρμα είναι υγρό).

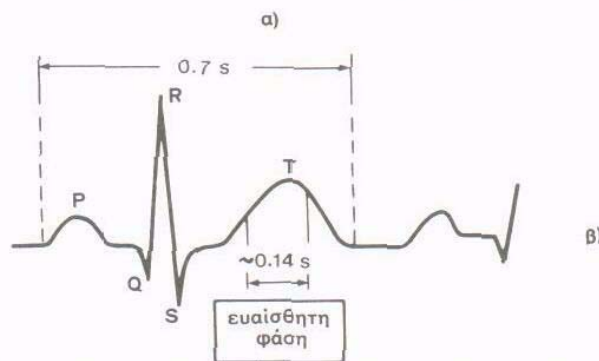
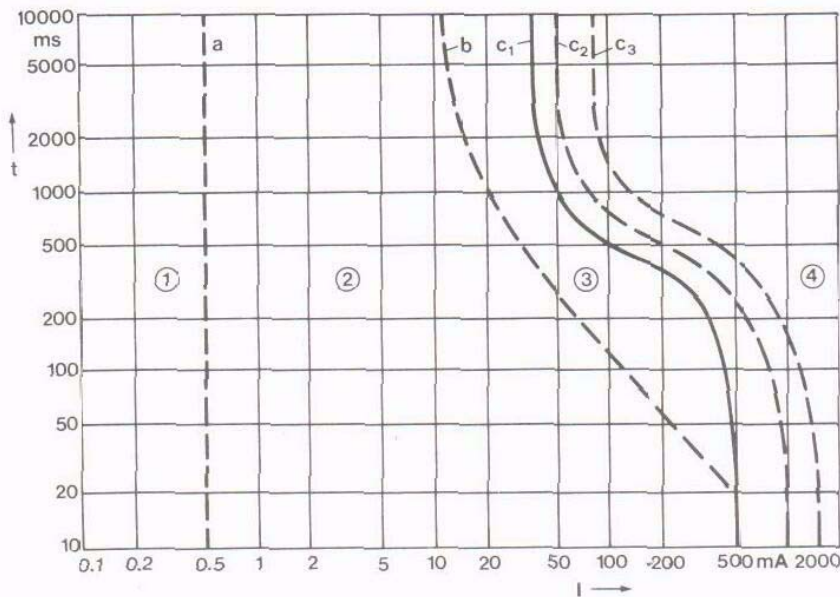
### 2.3 Επίδραση του εναλλασσόμενου ρεύματος

Η επίδραση της ροής εναλλασσόμενου ρεύματος διαμέσου του ανθρώπινου σώματος είναι μεγαλύτερη από αυτή τους συνεχούς ρεύματος και εξαρτάται από την τιμή της έντασης του ρεύματος και τη συχνότητα.

Στο διάγραμμα ρεύματος και χρόνου του σχήματος 2 παρουσιάζονται 4 περιοχές επιδράσεων του ρεύματος στον οργανισμό. Βλέπουμε ότι κάτω από 0,5 mA δεν γίνεται αντιληπτό το ρεύμα (περιοχή 1), όσο μεγάλος και να είναι ο χρόνος. Στην περιοχή 2 το ρεύμα γίνεται μεν αντιληπτό αλλά δεν προκαλεί συνήθως φυσιολογικές ζημιές. Στην περιοχή 3 υπάρχει κίνδυνος ασφυξίας αλλά όχι μαρμαρυγής. Ο παθών μπορεί να μην είναι σε θέση να απελευθερωθεί από τον ηλεκτροφόρο αγωγό. Η περιοχή 4 είναι εξαιρετικά επικίνδυνη, γιατί προκαλείται μαρμαρυγή με διάφορες πιθανότητες που δίνονται από τις

καμπύλες C1, C2, C3. Η καμπύλη b που χωρίζει τις περιοχές 2 και 3 μπορεί να θεωρηθεί ως όριο κινδύνου.

2. Ατυχήματα από τη χρήση του ηλεκτρισμού, Ηλεκτροπληξία



Σχ. 2: α) Επίδραση του εναλλασσόμενου ρεύματος 15-100 Hz σε ανθρώπους, ανεξαρτήτως ηλικίας και βάρους. Ο δρόμος ρεύματος είναι από το αριστερό χέρι προς τα δύο πόδια. Το ρεύμα που αντιστοιχεί σ' αυτό το δρόμο λέγεται ρεύμα αναφοράς,  $I_{ref}$ .

Ζώνη 1: Συνήθως κανένα αίσθημα.

Ζώνη 2: Συνήθως κανένας φυσιοπαθολογικός κίνδυνος.

Ζώνη 3: Συνήθως κανένας κίνδυνος μαρμαρυγής.

Ζώνη 4: Πιθανότητα μαρμαρυγής  $c1 = 0\%$ ,  $c2 = 5\%$ ,  $c3 = 50\%$ .

β) Περίοδος καρδιογραφήματος. P, Q, R, S, T είναι οι φάσεις της λειτουργίας της καρδιάς. Στη φάση T έχουμε την μεγαλύτερη ευαισθησία στο ρεύμα κατά τη διάρκεια 0,14 sec.

## 2.4 Επίδραση της συχνότητας του ρεύματος

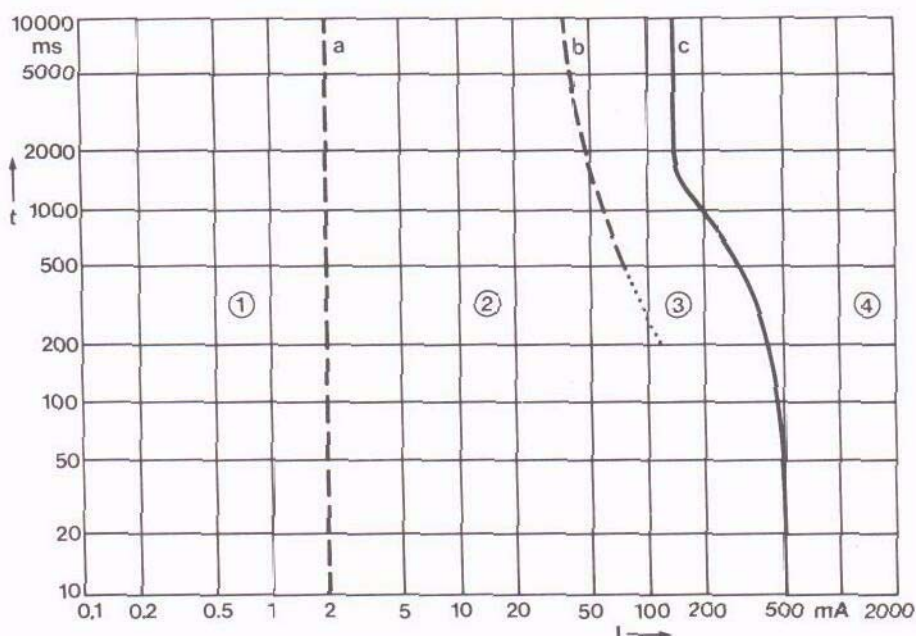
Η επίδραση του ρεύματος στον άνθρωπο γίνεται πιο ακίνδυνη καθώς αυξάνεται η συχνότητα από 50 Hz σε υψηλότερες συχνότητες. Φαίνεται ότι η περιοχή γύρω από τα 50 Hz είναι η πιο επικίνδυνη. Δηλαδή στο συνεχές και σε υψηλότερες συχνότητες η δράση του ρεύματος είναι πιο ακίνδυνη.



## 2.5 Επίδραση του συνεχούς ρεύματος

Υπάρχουν 4 περιοχές (ζώνες) επίδρασης του συνεχούς ρεύματος στον άνθρωπο, σύμφωνα με το σχήμα 3. Αυτές ισχύουν ανεξάρτητα από την ηλικία και το βάρος. Το συνεχές ρεύμα γίνεται αντιληπτό σε ένταση άνω των 2 mA. Στη ζώνη 2, άνω των 2 mA, το ρεύμα προκαλεί συστολή των μυών, όχι όμως οργανική βλάβη, μόνο αν αυτό μεταβληθεί απότομα, δηλαδή κατά την επαφή ή κατά τη διακοπή της επαφής. Στη ζώνη 3 είναι πιθανές καρδιακές διαταραχές. Λόγω έλλειψης δεδομένων τα όρια μεταξύ των περιοχών 2 και 3 είναι ασαφή. Στη ζώνη 4, δηλαδή άνω των 150-500 mA υπάρχει κίνδυνος μαρμαρυγής.

Σύγκριση των σχημάτων 2 και 3 οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, το συνεχές ρεύμα είναι πιο ακίνδυνο απ' ό,τι ένα εναλλασσόμενο ρεύμα, με τιμή μεγίστου ίση με αυτή του συνεχούς.



Σχ. 3: Επίδραση του συνεχούς ρεύματος σε ανθρώπους ανεξαρτήτως ηλικίας και βάρους. Ο δρόμος του ρεύματος είναι από το αριστερό χέρι τα δύο πόδια.

## 2.6 Ασφαλής τάση επαφής σε περιπτώσεις σφαλμάτων

Σε περιπτώσεις σφαλμάτων στη μόνωση των συσκευών ή στο ηλεκτρικό κύκλωμα δημιουργείται τάση επαφής μεταξύ ενός ατόμου, που έρχεται σε επαφή με το κύκλωμα που περιέχει το σφάλμα, και του σημείου όπου υπάρχει το σφάλμα.

Έχει διαπιστωθεί πειραματικά, σύμφωνα και με τη δημοσίευση IEC 364.4.4.1, ότι μέχρι τις παρακάτω τάσεις επαφής δεν υπήρξαν σοβαρά ατυχήματα.

UAC = 50 V ενεργός τιμή, 50 Hz,

UDC = 120 V συνεχής τάση.

Αυτές οι τιμές ισχύουν για άπειρο χρόνο επαφής. Επιτρέπεται δε να ισχύουν μόνο σε περίπτωση σφάλματος, δηλαδή δεν πρέπει να σχεδιάζει κανείς συσκευές όπου υπό κανονική λειτουργία τάσεις 50 V Ε.Ρ. ή 120 V Σ.Ρ. εφαρμόζονται συνεχώς στο ανθρώπινο σώμα. Για υψηλότερες τάσεις οι χρόνοι επαφής είναι περιορισμένοι.

## 2.7 Επίδραση φορτισμένων πυκνωτών

Επαφή ανθρώπου με φορτισμένους πυκνωτές που έχουν γειωθεί στο ένα τους άκρο, μπορεί να προκαλέσει την εκκένωση τους μέσω του σώματος προς τη γη. Τέτοιοι πυκνωτές μπορεί να είναι μέσα σε συσκευές, π.χ. τηλεόραση, σε συστήματα αντιστάθμισης, σε εργαστήρια υψηλών τάσεων ή σε ηλεκτρικούς φράκτες.

## 3 ΦΟΡΗΤΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Οι φορητές συσκευές συνήθως υποβάλλονται σε βαριά χρήση και κακομεταχείριση. Και αυτό συμβαίνει όχι μόνο στις συσκευές αλλά και στις πρίζες στους αγωγούς κ.λ.π. Αν συμβεί ηλεκτροπληξία κατά τη διάρκεια της χρήσης μιας φορητής συσκευής, αυτή θα έχει ακόμη πιο σοβαρά αποτελέσματα γιατί το θύμα ήδη κρατάει τη συσκευή. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να λαμβάνονται επιπλέον προφυλάξεις.

Οι φορητές συσκευές χρειάζονται συχνή επιστασία και έλεγχο από ειδικευμένο άτομο και η συχνότητα των ελέγχων εξαρτάται από τον τύπο της συσκευής και τις συνθήκες χρήσης. Θα πρέπει να τηρείται φάκελος επιθεώρησης και συντήρησης. Ο έλεγχος μιας φορητής συσκευής θα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον ετησίως ή συχνότερα ανάλογα με τα αποτελέσματα της επιθεώρησης.

## 4 ΑΙΤΙΕΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΣ

Η ηλεκτροπληξία είναι το αποτέλεσμα της επαφής ενός ατόμου με ένα ηλεκτροφόρο τμήμα με τρόπο ώστε το σώμα του θύματος να κλείνει το ηλεκτρικό κύκλωμα. Στις υψηλές τάσεις κανονική επαφή δεν είναι απαραίτητο να συμβεί για να διαρρεύσει το ρεύμα διαμέσου του σώματος καθώς το ρεύμα μπορεί να διαπηδήσει σε μια σχετικά μικρή απόσταση. Εκτός και αν το ρεύμα που θα διαρρεύσει διαμέσου του θύματος είναι πολύ μικρό, το ρεύμα μπορεί να προκαλέσει πόνο, σπασμούς και σε συγκριτικά μικρό χρονικό διάστημα θάνατο.

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ηλεκτροφόρα τμήματα περικλείονται από μεταλλικό περίβλημα ή μονωμένο περίβλημα, έτσι ώστε να μην επιτρέπεται η επαφή μαζί τους. Αν το μεταλλικό περίβλημα καταστεί ηλεκτροφόρο εξαιτίας κάποιου ίσως εσωτερικού

σφάλματος, κάποιας αστοχίας τότε μπορεί να καταστεί πηγή ηλεκτροπληξίας αν έρθει κάποιος σε επαφή μαζί του.

## 5 ΠΡΟΛΗΨΗ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Οι επικίνδυνες ηλεκτροπληξίες μπορούν αν προληφθούν αν παρθούν οι κατάλληλες προφυλάξεις, όπως :

- α) χρήση χαμηλής τάσης
- β) μόνωση ή εγκλωβισμός των ηλεκτροφόρων τμημάτων
- γ) αποτροπή τμημάτων, με τα οποία έρχονται σε επαφή άνθρωποι, χρήστες, τα οποία δεν είναι υπό κανονικές συνθήκες ηλεκτροφόρα να καταστούν ενεργά :
  - 1) με γείωση και αυτόματη αποσύνδεση
  - 2) με διπλή μόνωση
  - 3) με διαχωρισμό της παροχής από τους αγωγούς και την γείωση
  - 4) περιορίζοντας την ηλεκτρική ενέργεια
- δ) επιλέγοντας εξοπλισμό κατάλληλο για το περιβάλλον στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί
- ε) χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό όπως υποδεικνύεται στις οδηγίες του κατασκευαστή
- στ) εξασφαλίζοντας κατάλληλη συντήρηση στον εξοπλισμό
- ζ) αποφεύγοντας γενικά τη χρήση του ηλεκτρισμού εκεί όπου μπορεί να αποβεί επικίνδυνη.

### 5.1 Μέθοδοι προστασίας σύμφωνα με τους ΚΕΗΕ

Οι Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) στο άρθρο 8 προσδιορίζουν τα παρακάτω:

«Μία εγκατάσταση θεωρείται ασφαλής για ανθρώπους, όταν η τάση λειτουργίας δεν υπερβαίνει τα 50 V στο συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα (ενεργός τιμή).»

Για τάση λειτουργίας πάνω από 50 V, πρέπει να αποκλείεται η τυχαία επαφή με τα υπό τάση μέρη και, επιπρόσθετα, να ικανοποιείται μία τουλάχιστον από τις πιο κάτω συνθήκες:

- Το ρεύμα δια μέσου του ανθρώπινου σώματος στην περίπτωση ατυχήματος να μην υπερβαίνει τα 0,5 mA (ενεργός τιμή). Αυτό όταν πρόκειται για συνεχές και εναλλασσόμενο ρεύμα μέχρι 60 Hz.
- Η τάση επαφής να μην υπερβαίνει τα 50 V.
- Τάση επαφής πάνω από 50 V να μην μπορεί να διατηρηθεί για χρόνους μεγαλύτερους των 5 sec, π. χ. η τάση των 220 V.

Τα μέτρα προστασίας που ικανοποιούν τις πιο πάνω συνθήκες είναι γενικά, κατά το άρθρο 10 των ΚΕΗΕ, τα πιο κάτω:

- χαμηλή τάση λειτουργίας (< 50 V), υποβιβασμένη τάση,
- διπλή μόνωση,
- περίφραξη ή περίβλημα στα κυκλώματα,
- εγκατάσταση σε μονωμένο δάπεδο,
- γαλβανική απομόνωση,
- άμεση γείωση,
- ουδετέρωση,
- γείωση μέσω διακόπτη διαφυγής τάσης,
- χρήση διακόπτη διαφυγής ρεύματος.

Μπορεί να γίνει και συνδυασμός των παραπάνω σε ορισμένες περιπτώσεις. Η επιλογή της μεθόδου προστασίας στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις γίνεται από το διανομέα ηλεκτρικής ενέργειας, τη ΔΕΗ, εκτός αν οι ΚΕΗΕ απαιτούν μία συγκεκριμένη μέθοδο.

## **5.2 Μέθοδοι προστασίας σύμφωνα με τους κανονισμούς HD384.400.1, IEC 364/400.1**

Οι παραπάνω κανονισμοί προσδιορίζουν τα εξής:

Οι συσκευές και οι συνδεσμολογίες τους πρέπει να εξασφαλίζουν προστασία κατά επικινδύνων ρευμάτων που ρέουν σε ανθρώπους ή ζώα χρήσης (π.χ. κρεατοπαραγωγά ζώα). Αυτό τόσο σε άμεση όσο και έμμεση επαφή.

Προστασία κατά της άμεσης και έμμεσης επαφής προσφέρουν:

- Η υποβιβασμένη τάση λειτουργίας ή επαφής (50 V E.P. ή 120 V Σ.Ρ.).
- Περιορισμός της ενέργειας εκφόρτισης σε πυκνωτές σε 350 mJ.

Μέσα κατά της άμεσης επαφής προσφέρουν:

- Επαρκώς ισχυρή μόνωση των ενεργών αγωγών (διπλή μόνωση).
- Περιβλήματα.
- Περιφράξεις.
- Διακόπτης διαφυγής ρεύματος ως πρόσθετη προστασία.

Μέσα προστασίας κατά της έμμεσης επαφής

Ισχύουν όσα αναφέρθηκαν για τον κίνδυνο άμεσης επαφής. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα πιο κάτω μέσα:

- Διαχωρισμός κυκλωμάτων (γαλβανική απομόνωση).
- Χρήση μονωμένου χώρου (μονωμένου δαπέδου).
- Τοπικά ισοδυναμικό περιβάλλον (δάπεδο -τοιχοι- περιβλήματα ενώνονται σ' ένα δυναμικό).

- Διακόπτες διαφυγής τάσης.
- Διακόπτες διαφυγής έντασης.

Άλλα μέσα που μπορούν να εξασφαλίσουν την προστασία και που εξαρτώνται από την ειδική δομή του δικτύου έχουν ως εξής:

Δίκτυα με γειωμένο ουδέτερο, TN - δίκτυα

- Ουδετέρωση (με αγωγό προστασίας).

Δίκτυα με άμεση γείωση, TT - δίκτυα

- Προβλέπεται η άμεση γείωση.

Δίκτυα με αγείωτο ουδέτερο, IT - δίκτυα

- Επίβλεψη της μόνωσης του δικτύου.

## 6 ΕΡΓΑΣΙΑΚΗ ΤΑΚΤΙΚΗ

Οποιοσδήποτε χρησιμοποιεί ηλεκτρικό εξοπλισμό έχει το νομικό και το ηθικό χρέος να τον χρησιμοποιεί με λογικό τρόπο. Αν η συσκευή δεν λειτουργεί σωστά τότε είτε είναι ακατάλληλη, είτε ελαττωματική είτε δεν χρησιμοποιείται με τον κατάλληλο τρόπο. Σε κάθε περίπτωση η συσκευή θα πρέπει να επισκευάζεται από το κατάλληλα εκπαιδευμένο σε τεχνικά θέματα άτομο. Μπορούν να υπάρξουν και άλλοι κίνδυνοι οι οποίοι δεν επηρεάζουν τη λειτουργία του ηλεκτρικού εξοπλισμού απευθείας. Μία συσκευή που έχει καταστρεμμένα ή φθαρμένα καλώδια ή η ίδια είναι καταστρεμμένη ή δείχνει σημάδια κακής λειτουργίας, όπως υπερθέρμανσης, θα πρέπει να τίθεται εκτός λειτουργίας και να ελέγχεται από το κατάλληλο άτομο (συντηρητή).

Ένα άτομο, που είναι τεχνικά αρμόδιο σε ηλεκτρικά θέματα, αναμένεται να ενεργεί με υπεύθυνο τρόπο, όταν ελέγχει και επισκευάζει μια συσκευή, σεβόμενο τον εαυτό του και τους υπόλοιπους. Έτσι θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή πάνω στην οποία εργάζεται, να είναι απομονωμένη από την ηλεκτρική παροχή με τέτοιο τρόπο ώστε να μην μπορεί να τεθεί σε λειτουργία λόγω απροσεξίας.

## 7 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές και εγκαταστάσεις χρειάζονται περιοδική συντήρηση. Η ηλεκτρική μόνωση τους θα πρέπει να παρέχει αποτελεσματική προστασία από διαλυτικά, υγρασία, ηλιοφάνεια κ.λ.π., είναι δε ζωτική σημασίας οι γειώσεις να διατηρούνται σε καλή κατάσταση και να μην καταστρέφονται τα προστατευτικά περιβλήματα. Η συντήρηση θα πρέπει να πραγματοποιείται από τον κατάλληλο αδειούχο συντηρητή. Θα πρέπει επίσης στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις να τηρείται βιβλίο συντήρησης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας τα παραπάνω η προστασία έναντι της ηλεκτροπληξίας εξαρτάται από :

- 1) την επιλογή εξοπλισμού που θα είναι κατάλληλος για την εφαρμογή και το περιβάλλον για το οποίο προορίζεται.
- 2) την καλή πρακτική εγκατάστασης σύμφωνα με τους κανονισμούς
- 3) την διατήρηση του εξοπλισμού σε καλή κατάσταση
- 4) την καλή χρήση του ηλεκτρικού εξοπλισμού και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή

Για την προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας ο εξοπλισμός μπορεί να είναι

- 1) εξαιρετικά χαμηλής τάσης
- 2) μειωμένης τάσης
- 3) διπλά μονωμένος ή ολικά μονωμένος
- 4) γειωμένος και προστατευμένος από μία αυτόματη συσκευή ελέγχου
- 5) ηλεκτρικά διαχωρισμένο από τους αγωγούς και τη γείωση

Μπορούν να ληφθούν και πρόσθετες προφυλάξεις όπου είναι απαραίτητη η περαιτέρω μείωση της πιθανότητας ενός επικίνδυνου ηλεκτροσόκ. Αυτές είναι :


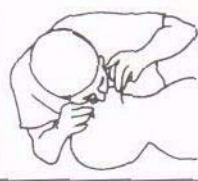
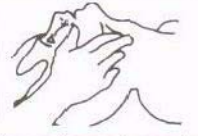

- 1) εξαιρετικά χαμηλή τάση με ηλεκτρικό διαχωρισμό
- 2) μειωμένη τάση με διπλά μονωμένο εξοπλισμό
- 3) συσκευές προστασίας που συνδέονται στο κύκλωμα ως υποστήριξη στην συμβατική προστασία.
- 4) Εργασίες σε κυκλώματα πρέπει να γίνονται από ειδικούς.
- 5) Εργασίες πάνω σε κυκλώματα πρέπει να γίνονται αφού γειωθούν με ορατή γείωση, π.χ. με ράβδο γείωσης.
- 6) Δεν πρέπει ποτέ να εργάζεται κανείς μόνος σε κυκλώματα με επικίνδυνη τάση.
- 7) Συνιστάται μία εξάσκηση στην καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση. Μαθήματα παραδίδονται δωρεάν από τις κατά τόπους οργανώσεις, π.χ. του Ελληνικού Ερυθρού Σταυρού και των Σαμαρειτών.

Σε μερικές περιπτώσεις αυτές οι προφυλάξεις μπορούν να συνδυαστούν για την παροχή μεγαλύτερης προστασίας.

Η αποτελεσματική αντιμετώπιση της ηλεκτροπληξίας μπορεί να προχωρήσει ως εξής:

- α) Να διακοπεί αμέσως η τροφοδότηση τάσης, μόνο στο κύκλωμα που βρίσκεται ο παθών.
- β) Να απομακρυνθεί ο παθών από την περιοχή κινδύνου, αν αυτό επιβάλλεται, π. χ. αν δεν μπορεί να γίνει διακοπή ρεύματος. Προσοχή υπάρχουν αυξημένοι κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας για τους βοηθούντες.
- γ) Ταυτόχρονα με τις ενέργειες α ή β, πρέπει να ειδοποιηθεί ο Σταθμός Πρώτων Βοηθειών και τυχόν παρευρισκόμενοι για βοήθεια.

δ) Αν στον παθόντα δεν διαπιστωθεί αναπνοή ή και σφυγμός, να γίνει αμέσως τεχνητή αναπνοή (στόμα με στόμα) και παράλληλα μαλάξεις της καρδιάς με ρυθμική συμπίεση στο στήθος, 80 συμπίεσεις στο λεπτό (κάθε 15 συμπίεσεις γίνεται μια αναπνοή). Δηλαδή, πρέπει να γίνει η λεγόμενη καρδιοπνευμονική (ή καρδιοαναπνευστική) αναζωογόνηση (δες πίνακα 4). Αυτή θα συνεχισθεί και κατά την μεταφορά του πληγέντος στο νοσοκομείο.

<b>Βασική καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση αν το θύμα χάσει τις αισθήσεις του:</b>		
1		Ανοίξτε τις αεροφόρους οδούς Κάνε έκταση του κεφαλιού και έλεγξε την αναπνοή
2		Αν δεν αναπνέει, άρχισε αμέσως τεχνητό αερισμό 4 γεμάτες εμφυσησεις
3		Ψάξε για σφυγμό στην καρωτίδα
4		Αν δεν υπάρχει σφυγμός, άρχισε καρδιακές συμπίεσεις 15 συμπίεσεις (80 στο λεπτό) 2 εμφυσησεις

Πίνακας 4: Βασική καρδιοπνευμονική (ή καρδιοαναπνευστική) αναζωογόνηση.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### Κανονισμοί, Πρότυπα

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση η επιλογή των υλικών και του τρόπου εγκατάστασης πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπ' όψη ορισμένοι κανονισμοί ή πρότυπα καλής λειτουργίας. Αυτά είναι νόμοι, υπουργικές αποφάσεις, καθώς και ελληνικά, ευρωπαϊκά ή άλλα εθνικά πρότυπα.

Για τις εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης (ΧΤ) υπάρχουν οι εξής κανονισμοί ή πρότυπα :

- *Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων ΚΕΗΕ*. Αυτοί καθορίζουν γενικά τον τρόπο εγκατάστασης, την προστασία και την χρήση των υλικών ανάλογα με την κατηγορία του χώρου που γίνεται η εγκατάσταση. Οι ΚΕΗΕ είναι δεσμευτικοί στην Ελλάδα.
- *VDE 100 ή DIN 57 100*. Αυτοί είναι γερμανικοί κανονισμοί εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.
- *CENELEC (Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique)*, Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικών Κανονισμών. Στην CENELEC ανήκει και η Ελλάδα.
- *OVE- EN1 και UVE-EN2*, Αυστριακοί κανονισμοί.
- *National Electrical Code*, Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.
- *NF C 15-100 (Norm Francaise homologuee)*, Γαλλία.
- *IEE Wiring Regulations*, Ηνωμένο Βασίλειο (Αγγλία).
- *IEC-364*, International Electrotechnical Commission.

Για τα υλικά και τις συσκευές ΧΤ υπάρχουν πρότυπα (δηλαδή προδιαγραφές και δοκιμές) μεταξύ των οποίων είναι και οι εξής:

- ΕΛΟΤ (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποιήσεων),
- VDE (κυρίως για εγκαταστάσεις, ηλεκτρολογικά στοιχεία και δοκιμές),
- DIN Deutsche Industrie Normen,
- BS British Standards,
- NF Γαλλικά πρότυπα,
- OVE Αυστριακά πρότυπα.

Για θέματα που δεν καλύπτονται από ελληνικά πρότυπα μπορεί κανείς να ανατρέξει στα πρότυπα της IEC, εφ' όσον υπάρχει θεσμοθετημένη η συμμετοχή μας στην IEC.

Για τις συσκευές υπάρχουν σήματα ποιότητας που υποδηλώνουν ότι, οι συσκευές έχουν περάσει δοκιμές που προδιαγράφονται από ορισμένους κανονισμούς, π.χ. ΕΛΟΤ.

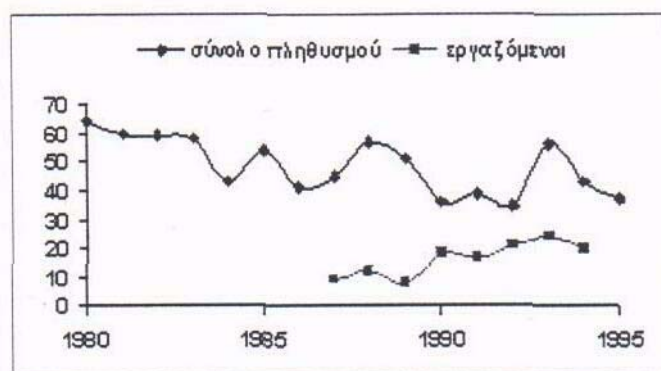


## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

**Στατιστικά στοιχεία**

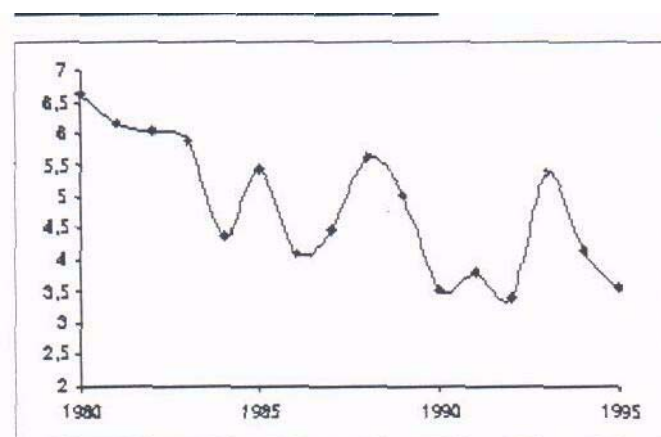
Στο παράρτημα αυτό παραθέτονται κάποια στατιστικά στοιχεία, που αφορούν στα εργατικά ατυχήματα, που οφείλονται σε ηλεκτροπληξίες. Τα στοιχεία αυτά δημοσιεύθηκαν στο ΔΕΛΤΙΟ Π.Σ.Δ.Μ.-Η. / ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2001 σε άρθρο που επιμελήθηκε ο κ. Χαράλαμπος Κουτρούλης Ηλεκτρολόγος Μηχανικός.

Στα διαγράμματα του σχήματος 1 παρουσιάζεται η χρονολογική εξέλιξη των θανατηφόρων ηλεκτροπληξιών, σε απόλυτους αριθμούς, στο σύνολο του πληθυσμού και στο σύνολο των εργαζομένων αντίστοιχα.

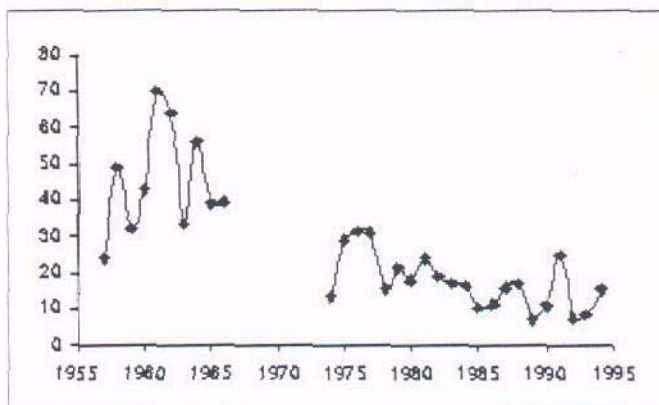


Σχήμα 1. θανατηφόρες ηλεκτροπληξίες στο σύνολο του πληθυσμού και στο σύνολο των εργαζομένων με εξαρτημένη

Στα γραφήματα των **σχημάτων 3** και 4 παρουσιάζονται οι θανατηφόρες ηλεκτροπληξίες ανά 1.000.000 κατοίκων ή εργαζόμενων αντίστοιχα.



Σχήμα 2. θανατηφόρες ηλεκτροπληξίες ανά 1.000.000 πληθυσμού από την πρώτη χρονιά λειτουργίας του (1938).



Σχήμα 3. Ηλεκτροπληξίες ανά 1.000.000 εργαζομένων την περίοδο 1957 - 1994 (για τα χρόνια 1967 - 1973 δεν υπάρχουν στοιχεία)

Στο διάγραμμα του σχήματος 4 παρουσιάζεται ο αριθμός των θανατηφόρων ηλεκτροπληξιών ανά 10.000.000 πληθυσμού και 1 TWh ηλεκτρική κατανάλωση.



Σχήμα 4. θανατηφόρες ηλεκτροπληξίες ανά 10.000.000 πληθυσμού και ανά 1 TWh κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Στο γράφημα του σχήματος 5 παρουσιάζεται ο αριθμός των εργατικών ατυχημάτων, σε απόλυτους αριθμούς, με ηλεκτρική αιτία, κατά την περίοδο 1945 - 1994. Τα ηλεκτρικά ατυχήματα (όχι αναγκαστικά θανατηφόρα) αποτελούν μικρό μέρος του συνόλου των ατυχημάτων, λιγότερα από το 0,6 % του συνόλου.



Σχήμα 5. Ατυχήματα εργαζομένων, με άμεση ασφάλιση στο Ι.Κ.Α., με ηλεκτρική αιτία κατά την περίοδο 1945 - 1994

Τα θανατηφόρα ατυχήματα με ηλεκτρική αιτία αποτελούν την δεύτερη αιτία εργατικών ατυχημάτων με θανατηφόρα κατάληξη και αντιστοιχούν σε ποσοστό μεγαλύτερο του 17 % του συνόλου των θανατηφόρων ατυχημάτων (πίνακας 1).

Τύπος ατυχήματος (αιτία)	Θανατηφόρα ατυχήματα	(%)
Πτώσεις	301	40,2
Ηλεκτροπληξία	129	17,2
Μηχανήματα	126	16,8
Παθολογικά αίτια	70	9,4
Τροχαία	45	6,0
Εκρηξεις	39	5,2
Λοιπά	22	2,9
Εισπνοή αερίων	16	2,1
Σύνολο	748	100,0

Πίνακας 1. Θανατηφόρα εργατικά ατυχήματα σύμφωνα με τον τύπο του ατυχήματος για τα γούνια 1987 -1994

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- ΠΕΤΡΟΣ ΝΤΟΚΟΠΟΥΛΟΣ: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΜΕΣΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1992
- ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΚΟΥΤΡΟΥΛΗΣ: ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ, ΔΕΛΤΙΟ Π.Σ.Δ.Μ.-Η. ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2001-06-01
- JULIAN B. OLISHIFSKI, P.E., C.S.P.: FUNDAMENTALS OF INDUSTRIAL HYGIENE
- GUIDANCE NOTE GS 27 FROM THE HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE ,  
OCTOBER 1984
- GUIDANCE NOTE GS 33 FROM THE HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE ,  
APRIL 1985