

ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2010

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: 1087

ΘΕΜΑ:

**“ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΚΑΙ
ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ”**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΔΡΟΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

1.	ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
2.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ	6
3.	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	7
3.1.	Η έννοια του επιπέδου	7
3.2.	Δυναμικό και διαφορά δυναμικού	7
3.3.	Ισοδυναμική επιφάνεια	8
3.4.	Το ηλεκτρικό ρεύμα	8
3.5.	Αντίσταση και Νόμος του Ohm	9
3.6.	Το ηλεκτρικό κύκλωμα	10
3.7.	Μονωτικά	12
3.8.	Οι νόμοι του Kirchoff για την τάση και το ρεύμα	13
3.9.	Ισχύς και ενέργεια	13
3.10.	Γείωση	14
4.	ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ	16
4.1.	Γενική περιγραφή	16
4.2.	Σημείο γειώσεως	19
4.3.	Μετακίνηση του Σημείου γειώσεως	21
4.4.	Ζώνες διαφορετικού δυναμικού στις αίθουσες της Ηλεκτρόλυσης	22
4.5.	Ηλεκτρικοί κίνδυνοι μέσα στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης	24
4.6.	Μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ)	30
4.7.	Παρουσία νερού - υγρασίας	32
4.8.	Επείγον σταμάτημα σειράς	32
4.9.	Εξουδετέρωση προστασιών	33
4.10.	Οχήματα	34
4.11.	Εργαλεία	35

4.12.	Κλίμακες (σκάλες)	36
4.13.	Καρότσι γείωσης	37
4.14.	Σταματημένες λεκάνες	37
5.	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ	38
5.1.	Επέμβαση επάνω στην λεκάνη	38
5.2.	Γερανογέφυρα Ηλεκτρόλυσης (Μ.Σ.Η.)	38
5.3.	Οχήματα	40
6.	ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ	41
7.	ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙΣΚΕΠΤΕΣ	43
8.	ΓΕΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	44
9.	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	46
10.	ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	49
10.1	Εισαγωγή – Το ελληνικό ενεργειακό σύστημα	49
10.2	Συμπαράγωγή	50
10.2.1	Πλεονεκτήματα ΣΗΘ	51
10.2.2	Εφαρμογές ΣΗΘ	51
10.3	Το φυσικό αέριο	51
10.4	Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος φυσικού αερίου στην Ελλάδα	52
10.4.1	Δίκτυο μεταφοράς	53
10.4.2	Τερματικός σταθμός αποθήκευσης Ρεβυθούσας	53
10.5	Ο ΣΗΘΥΑ της Αλουμίνιον της Ελλάδος	54
10.5.1	Τι εξασφαλίζει ο νέος σταθμός	56
	ΠΗΓΕΣ	57

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Υγιεινή και η Ασφάλεια στην εργασία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς ενασχόλησης του προσωπικού, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των καθηκόντων του. Δυστυχώς, στη χώρα μας, η ανάπτυξη της συνολικής φιλοσοφίας πρόληψης των ατυχημάτων δεν βρίσκεται σε ανεπτυγμένο στάδιο, με αποτέλεσμα να συμβαίνουν τραγικά ατυχήματα τα οποία αμαυρώνουν το κοινωνικό πρόσωπο των ελληνικών επιχειρήσεων. Η Αλουμίνιον της Ελλάδος (ΑΤΕ), εταιρεία πλέον του ομίλου Μυτηληναίος, εδώ και πολλά χρόνια βρίσκεται στο Ευρωπαϊκό αλλά και Παγκόσμιο προσκήνιο των εταιρειών που έχουν καταφέρει να εδραιώσουν ένα οργανωμένο Σύστημα Διαχείρισης Υγιεινής και Ασφάλειας. Μέσω οργανωμένων και στοχευμένων δράσεων έχει καταφέρει να μειώσει σε σημαντικό αριθμό τα εργατικά ατυχήματα και προχωράει προς το στόχο του μηδενισμού τους, ο οποίος είναι ορατός πλέον, τουλάχιστον όσον αφορά τα σοβαρά ατυχήματα.

Το παρόν σύγγραμμα αποτελεί μία προσπάθεια ενασχόλησης με το θέμα της Ασφάλειας και συγκεκριμένα με τους ηλεκτρικούς κινδύνους στο τμήμα της Ηλεκτρόλυσης της ΑΤΕ. Οι γνώση των όσων ακολουθούν είναι απαραίτητη προκειμένου ένας εργαζόμενος να εισέλθει και να εργαστεί στο συγκεκριμένο τμήμα του εργοστασίου.

Τα θέματα που αναπτύσσονται εδώ έχουν σαν στόχο μία σύντομη αλλά και όσο το δυνατόν αναλυτική ανάπτυξη βασικών θεμάτων του ηλεκτρομαγνητισμού (με μεγαλύτερη ανάπτυξη στην θεωρία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων). Συγχρόνως επιχειρείται να καταγραφούν οι πιθανοί ηλεκτρικοί κίνδυνοι που παραμονεύουν στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης. Επειδή όπως ίσως γίνεται αντιληπτό, δεν είναι δυνατόν να καταγραφούν όλες εκείνες οι απίθανες καταστάσεις που μπορούν να οδηγήσουν ενδεχομένως ίσως και σε ένα ηλεκτρικό ατύχημα, έγινε μια προσπάθεια ώστε με το τέλος του παρόντος όλοι να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τότε μία κατάσταση μπορεί να αποδειχθεί επικίνδυνη.

Στο σημείο αυτό πρέπει να ευχαριστήσω το Συντονιστή Ασφάλειας της ΑΤΕ για την παροχή όλων των απαιτούμενων πληροφοριών σε αυτή μου την προσπάθεια.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

Ο ηλεκτρισμός αποτελεί σίγουρα, μία από τις μεγαλύτερες ανακαλύψεις στην ιστορία της ανθρωπότητας. Αποτελεί έναν από τους βασικούς παράγοντες που βοήθησαν στην ανάπτυξη του πολιτισμού όπως τον ξέρουμε σήμερα. Αρκεί κάποιος να αναλογιστεί το πλήθος των ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούμε καθημερινά και τη χρησιμότητά τους.

Οι ηλεκτρικές και μαγνητικές δυνάμεις, η βαρύτητα και οι αποκαλούμενες ασθενείς και ισχυρές δυνάμεις είναι οι τέσσερις γνωστές δυνάμεις της φυσικής. Ο ηλεκτρομαγνητισμός μελετά όλα τα ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα.

Από το 600 π.Χ. ένας Έλληνας φιλόσοφος ο Θαλής ο Μιλήσιος παρατήρησε για πρώτη φορά ότι όταν το "ήλεκτρον" (κεχριμπάρι) τριφθεί με μετάξι παράγει σπινθήρες και έχει την δύναμη να έλκει μικρά κομμάτια άχυρου. Από την Ελληνική λέξη "ήλεκτρον" έχουμε την λέξη "ηλεκτρισμός". Στα μέσα του 19ου αιώνα ο Oersted απέδειξε ότι **ο ηλεκτρισμός μπορεί να παράγει μαγνητισμό**, ενώ ο "Faraday" απέδειξε ότι **ο μαγνητισμός μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό**. Για να μην δημιουργούνται απορίες σχετικά με τα παραπάνω θα αναφέρουμε από μία εφαρμογή για κάθε περίπτωση. Εφαρμογή της πρώτης πρότασης είναι το ηλεκτρικό κουδούνι στο οποίο με την ροή ηλεκτρικού ρεύματος έλκονται δύο μεταλλικά αντικείμενα για την παραγωγή ήχου (εφαρμογή ηλεκτρομαγνήτη). Εφαρμογή της δεύτερης πρότασης είναι η ηλεκτρική γεννήτρια.

Παρακάτω θα δοθούν ορισμένα βασικά στοιχεία για τον ηλεκτρισμό και ειδικότερα τη λειτουργία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, ώστε να γίνουν κατανοητά τα όσα ακολουθούν σχετικά με τη λειτουργία των σειρών ηλεκτρόλυσης, τους κινδύνους που εμφανίζονται αλλά και τα μέτρα προστασίας έναντι αυτών.

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

3.1. Η έννοια του πεδίου

Πεδίο καλείται ο χώρος μέσα στον οποίο αναπτύσσονται δυνάμεις (για παράδειγμα έχουμε το βαρυτικό πεδίο στο οποίο κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι βαρυτικές δυνάμεις, το ηλεκτρικό πεδίο με τις ηλεκτρικές δυνάμεις κτλ).

Πηγή του ηλεκτρικού πεδίου αποτελεί το ηλεκτρικό φορτίο ελεύθερο ή δεσμευμένο. Όταν λέμε δεσμευμένο φορτίο αναφερόμαστε στο φορτίο εκείνο το οποίο δεν είναι δυνατόν να κινηθεί έξω από κάποια όρια (για παράδειγμα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια σε κάποιο ηλεκτρόδιο).

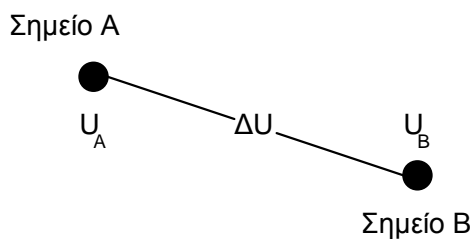
Έχουμε δύο είδη φορτίων το **θετικό** και το **αρνητικό**. Ως γνωστόν τα ιδίου είδους φορτία απωθούνται ενώ τα διαφορετικά έλκονται. Η δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ των φορτίων περιγράφεται απ' τον νόμο του Coulomb. Φυσική επέκταση των παραπάνω είναι και το γεγονός ότι σ' ένα ηλεκτρικό φορτίο που θα βρεθεί μέσα σ' ένα ηλεκτρικό πεδίο θα ασκηθεί πάνω του δύναμη.

3.2. Δυναμικό και διαφορά δυναμικού:

Κάθε σημείο εντός ενός ηλεκτρικού πεδίου περικλείει και μία δυναμική η οποία δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθεί παρά μόνο με την εισαγωγή, αν ήταν δυνατόν ν' απομονωθεί, ενός στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου (ηλεκτρόνιο), πάνω στο οποίο και θα παρατηρούσαμε ότι αναπτύσσεται ηλεκτρική δύναμη. Λέμε λοιπόν ότι κάθε σημείο ενός ηλεκτρικού πεδίου χαρακτηρίζεται από ένα **δυναμικό** το οποίο μετριέται σε μονάδες Volt.

Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούμε έναν ίσως πιο εύχρηστο όρο την **διαφορά δυναμικού (τάση)** η οποία ορίζεται αναφερόμενοι σε δύο σημεία, όχι σ' ένα όπως για το δυναμικό, σαν η αλγεβρική διαφορά των δυναμικών στα δύο σημεία. Μετριέται και αυτή σε μονάδες Volt.

Διαφορά δυναμικού όμως μπορούμε να έχουμε και μεταξύ δύο σημείων της ίδιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης (π.χ μεταξύ δύο διαφορετικών λεκανών ηλεκτρόλυσης ή ακόμη μεταξύ δύο σημείων της ίδιας λεκάνης (πτώση τάσης πλαισίου - τίζας). (σχ. 1)



Σχήμα 1

Τα δύο σημεία του A και B μπορεί να είναι σημεία της ίδιας ή όχι ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Μεταξύ των σημείων A και έχουμε διαφορά δυναμικού:

$$U_A - U_B$$

3.3. Ισοδυναμική επιφάνεια:

Ονομάζουμε **ισοδυναμική επιφάνεια** την επιφάνεια εκείνη στην οποία κάθε σημείο της βρίσκεται σε ένα σταθερό δυναμικό U . Η επιφάνεια ενός τέλει αγωγού για παράδειγμα αποτελεί μια τέτοια επιφάνεια όταν έρθει σε επαφή με κάποιο σημείο ή μία άλλη επιφάνεια που βρίσκεται σε κάποιο σταθερό δυναμικό (παίρνει δηλαδή το δυναμικό της).

Επίσης η λεκάνη Ηλεκτρόλυσης αποτελεί ισοδυναμική επιφάνεια, βεβαίως υπάρχει μια πτώση τάσης από σημείο σε σημείο της λεκάνης της τάξης των μιλιβόλτ (π.χ. μεταξύ πλαισίου και τίζας). Όμως σε σχέση με τα βολτ που έχει η λεκάνη η διαφορά των μιλιβόλτ είναι ασήμαντη.

3.4. Το ηλεκτρικό ρεύμα:

Το κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο αποτελεί **ηλεκτρικό ρεύμα**. Κάθε μέσον το οποίο είναι φορέας ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να ονομασθεί **αγωγός**. Στους μεταλλικούς αγωγούς ο φορέας του φορτίου είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που υπάρχουν στο εσωτερικό του.

Η κίνηση του ηλεκτρικού φορτίου ενός αγωγού μπορεί να πραγματοποιηθεί όταν στα άκρα του εφαρμοστεί μία διαφορά δυναμικού. Φανταστείτε για παράδειγμα την ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από ένα λαμπτήρα στα άκρα

του οποίου εφαρμόζουμε μία τάση 220 Volt, ο αγωγός σε αυτή την περίπτωση είναι το συρματίδιο του λαμπτήρα μαζί με τους αγωγούς τροφοδοσίας του.

Γενικά για να έχουμε ρεύμα πρέπει να υπάρξει μια αγωγή σύνδεση μεταξύ δύο σημείων με διαφορά δυναμικού.

Μονάδα μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι το Ampere.

3.5. Αντίσταση και Νόμος του Ohm:

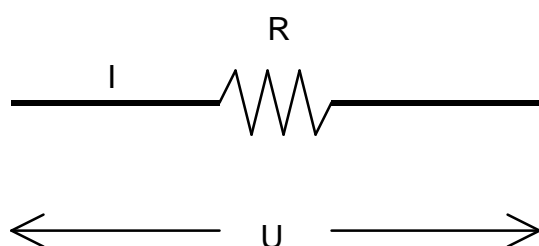
Ήδη από τον 19ο αιώνα ο Ohm προσδιόρισε πειραματικά την σχέση μεταξύ της διαφοράς δυναμικού V στα άκρα ενός τμήματος αγωγού και του ρεύματος I που διέρχεται μέσω του αγωγού χρησιμοποιώντας μία παράμετρο χαρακτηριστική του αγωγού. Η παράμετρος ονομάζεται *αντίσταση* R και ορίζεται από την παρακάτω πολύ βασική σχέση:

$$V = I \times R$$

δηλαδή η τάση V μεταξύ των άκρων ενός αγωγού ισούται με το γινόμενο της αντιστάσεως του R και του ρεύματος I . (σχ.2).

Η ένταση του ρεύματος που θα περάσει μέσα από ένα κύκλωμα εξαρτάται αφ' ενός από την τάση που θα εφαρμόσουμε στα άκρα του κυκλώματος και αφ' ετέρου από την αντίσταση του κυκλώματος. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η τάση αυξάνεται και το ρεύμα. Αντίθετα όσο αυξάνεται η αντίσταση μειώνεται το ρεύμα.

Μονάδα αντίστασης είναι το Ohm.



Σχήμα 2

Στο διπλανό κλάδο φαίνονται οι τρεις παράμετροι U, I, R του νόμου του

3.6. Το ηλεκτρικό κύκλωμα

Ένας αγωγός τοποθετημένος μεταξύ των άκρων μιας πηγής με διαφορά δυναμικού V (θεωρείστε για διευκόλυνση μία μπαταρία) αποτελεί ένα **ηλεκτρικό κύκλωμα**. Για το απλό αυτό κύκλωμα ισχύει ο νόμος του Ohm

$$(V = I \times R),$$

όπου :

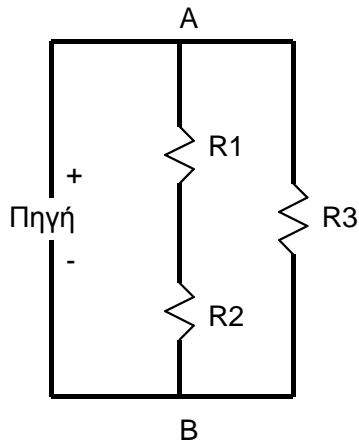
- V : η τάση της πηγής
 R : η αντίσταση του αγωγού
 I : η ένταση του ρεύματος που ρέει στο κύκλωμα.

Όπως γίνεται φανερό απ' το παραπάνω παράδειγμα για να υπάρξει ροή ηλεκτρικού ρεύματος είναι απαραίτητη μία αγωγή σύνδεση μεταξύ δύο σημείων με διαφορά δυναμικού.

Κλάδος κυκλώματος καλείται οποιαδήποτε ομάδα διασυνδεδεμένων ηλεκτρικών στοιχείων (πηγές, αντιστάσεις κλπ.) σχηματιζόντων ένα σύνολο δύο ακροδεκτών.

Κόμβος κυκλώματος καλείται οποιοσδήποτε κοινός ακροδέκτης δύο ή περισσότερων κλάδων.

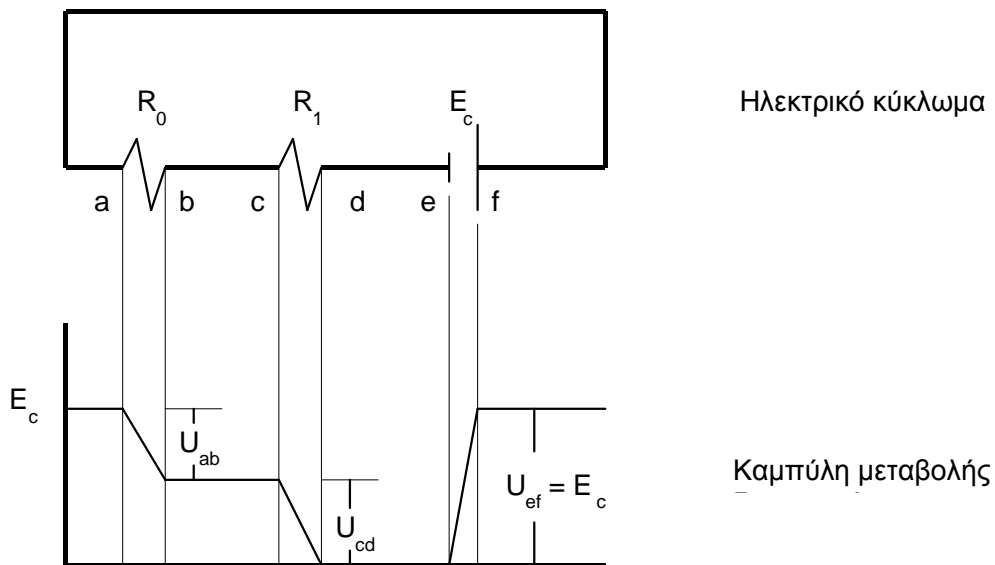
Βρόγχος κυκλώματος καλείται οποιαδήποτε κλειστή οδός αυτού αποτελούμενη από κλάδους. (σχ. 3)



Σχήμα 3

Στο διπλανό κύκλωμα η πηγή και οι τρεις αντιστάσεις R1, R2, R3 συνδεδεμένες κατά τυχαίο τρόπο. Φαίνονται οι τρεις κλάδοι
 Ο πρώτος από τις αντιστάσεις R1 και R2 και ακροδέκτες τους A και B, ο δεύτερος από την αντίσταση R3 και ο τρίτος από την πηγή
 Οι κόμβοι του κυκλώματος είναι δύο οι A, B. Έχουμε επίσης τρεις κλειστούς βρόχους: Ο πρώτος αποτελείται από την πηγή και τις R1, R2 ο δεύτερος από τις R1, R2, R3 ενώ ο τρίτος από την πηγή και την R3.

Ας δούμε τώρα την μεταβολή του δυναμικού κατά μήκος ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος αποτελούμενου από μια μπαταρία και δύο αντιστάσεις συνδεδεμένες σε σειρά. (σχ. 4)



Σχήμα 4

Στο παραπάνω κύκλωμα ισχύει η σχέση:

$$U_{ab} + U_{cd} = E_c \Leftrightarrow I \times R_0 + I \times R_1 = E_c$$

3.7. Μονωτικά:

Σε ένα μονωτή, σε αντίθεση με έναν αγωγό, τα ηλεκτρόνια είναι δεσμευμένα στα άτομα του υλικού τους. Επομένως με την εφαρμογή ανεκτών τιμών τάσης (μέχρι την τάση διατρήσεως του) στα άκρα ενός μονωτή δεν είναι δυνατή η ροή ηλεκτρικού ρεύματος και έτσι η αντίσταση που παρουσιάζουν οι μονωτές μπορεί να θεωρηθεί άπειρη.

Στην πράξη ανάλογα με την κατάσταση του μονωτικού υλικού μπορούν να άγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Επίσης σπουδαίο ρόλο παίζει και η τιμή της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα τους, για την αγωγή ή όχι του ηλεκτρικού ρεύματος.

Σχεδόν πάντα, επάνω στην επιφάνεια των μονωτών επικάθεται σκόνη και υγρασία. Αποτέλεσμα αυτού είναι ο σχηματισμός μιας αγωγίμης επιφάνειας επί του μονωτή και επομένως είναι δυνατή η αγωγή ηλεκτρικού ρεύματος πάνω στην επιφάνεια του μονωτή (ουσιαστικά πρόκειται για το φαινόμενο της υπερπήδησης μονώσεως). Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αποδειχθεί πολύ επικίνδυνο για τους εργαζόμενους σε χώρους που έχουν προβλεφθεί να είναι μονωμένοι.

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως στον χώρο της ηλεκτρόλυσης για την ηλεκτρική μόνωση των διαφόρων εγκαταστάσεων.

Γνωστοί μονωτές κατά αύξουσα σειρά μονωτικής ικανότητας, είναι οι κάτωθι :

- 1 - **Αέρας**
- 2 - **Στεγνό ξύλο**
- 3 - **Κοντραπλακέ**
- 4 - **Καουτσούκ**
- 5 - **Plexiglas**
- 6 - **Νάϋλον (στερεό)**

Προσοχή ! Τα παραπάνω υλικά λειτουργούν ως μονωτές και ισχύει η συγκεκριμένη σειρά μόνο όταν είναι σε καλή κατάσταση, είναι στεγνά και δεν βραχυκυκλώνονται από κάποια αιτία (ύπαρξη αγωγίμης σκόνης στην

επιφάνειά τους, από μεταλλικό εργαλείο που περνά από πάνω τους και τα παρακάμπτει ηλεκτρικά, κτλ).

3.8. Οι νόμοι του Kirchoff για την τάση και το ρεύμα:

A. Σε οποιονδήποτε από τους βρόχους ενός ηλεκτρικού δικτύου και για οποιαδήποτε χρονική στιγμή το αλγεβρικό άθροισμα των τάσεων των κλάδων γύρω από τον βρόχο αυτό είναι μηδέν.

B. Σε οποιονδήποτε από τους κόμβους ενός ηλεκτρικού δικτύου και για οποιαδήποτε χρονική στιγμή το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων που εξέρχονται του κόμβου αυτού είναι μηδέν.

Οι δύο παραπάνω νόμοι και ο νόμος του Ohm θα χρησιμοποιηθούν παρακάτω για την επίλυση απλών ηλεκτρικών δικτύων που μας ενδιαφέρουν.

3.9. Ισχύς και ενέργεια

Κάθε ηλεκτρικό στοιχείο (ειδικότερα αντίσταση) χαρακτηρίζεται από κάποια τιμή **ισχύος P** και καταναλώνει σε κάποιο χρονικό διάστημα t ένα ποσό **ηλεκτρικής ενέργειας W** .

Η ισχύς P στα άκρα ενός ηλεκτρικού στοιχείου ορίζεται από την σχέση:

$$P = V \times I$$

μονάδα ισχύος είναι το watt.

Η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια πάνω σε μία αντίσταση δίνεται από την σχέση:

$$W = V \times I \times t$$

μονάδα ενέργειας είναι το Joule.

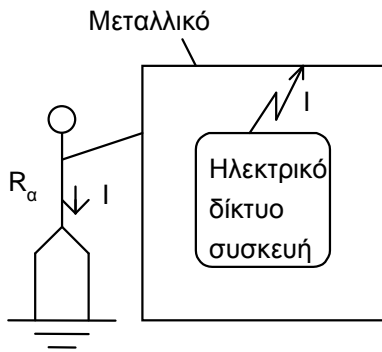
Η καταναλισκόμενη ενέργεια πάνω σε μία αντίσταση μετατρέπεται σε θερμότητα, μια άλλη μορφή ενέργειας.

Για παράδειγμα, ένας λαμπτήρας μπορεί να είναι ισχύος 100 watt, 220 volts και σε χρόνο $t = 60 \text{ sec}$ να καταναλώνει ισχύ $P = 100 \times 220 \times 60 \text{ Joule} = 1320 \text{ KJoule}$ (1 KJoule = 1000 Joule).

3.10. Γείωση:

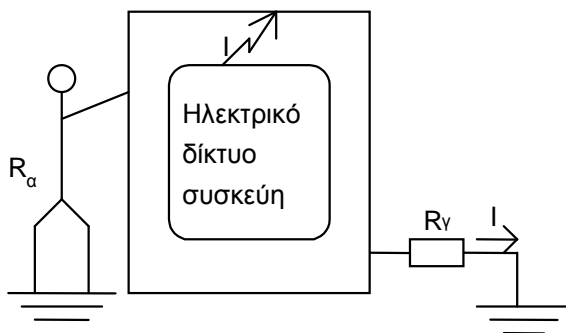
Διακρίνουμε δύο κατηγορίες γειώσεως στα ηλεκτρικά δίκτυα. Την **γείωση έναντι προστασίας** και την **γείωση λειτουργίας**. Η γείωση προστασίας πρέπει να χρησιμοποιείται σε κάθε ηλεκτρική συσκευή. Έχει σκοπό την αποφυγή ροής ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα του χρήστη σε περίπτωση ύπαρξης διαφυγόντων ρευμάτων από το ηλεκτρικό δίκτυο της συσκευής και προς το μεταλλικό της περίβλημα, έτσι αποφεύγεται ο κίνδυνος **ηλεκτροπληξίας**.

Ας δούμε λίγο συνοπτικά πως γίνεται αυτό. Το ανθρώπινο σώμα παρουσιάζει μία αντίσταση κατά την διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος. Γειώνοντας το μεταλλικό περίβλημα της συσκευής μέσω ενός ηλεκτροδίου αντίστασης πολύ μικρότερης τιμής από αυτής του ανθρώπου, πετυχαίνουμε την εκροή του διαφυγόντος ρεύματος προς την γη μέσω της αντίστασης γειώσεως και όχι του ανθρώπου (στην πράξη έχουμε μία τιμή έντασης πολύ μικρή που διέρχεται μέσω του ανθρώπινου σώματος και η οποία είναι ακίνδυνη). Στην περίπτωση όμως που το ηλεκτρόδιο γειώσεως δεν βρίσκεται σε καλή κατάσταση ή είναι κομμένο το πιο πάνω φαινόμενο μπορεί να εξελιχθεί σε μια πολύ επικίνδυνη κατάσταση, καθώς τα διαφυγόντα ρεύματα θα προτιμήσουν την οδό με τη χαμηλότερη αντίσταση, δηλαδή το ανθρώπινο σώμα. Όπως γίνεται λοιπόν φανερό ο συχνός έλεγχος της διατάξεως γειώσεως είναι ζωτικής σημασίας για την ασφάλειά μας. (σχ. 5, 6).



Συσκευή χωρίς γείωση προστασίας.
 Η ροή ηλεκτρικού ρεύματος διαφυγής
 θα γίνει μέσω του ανθρώπου
 το έδαφος.

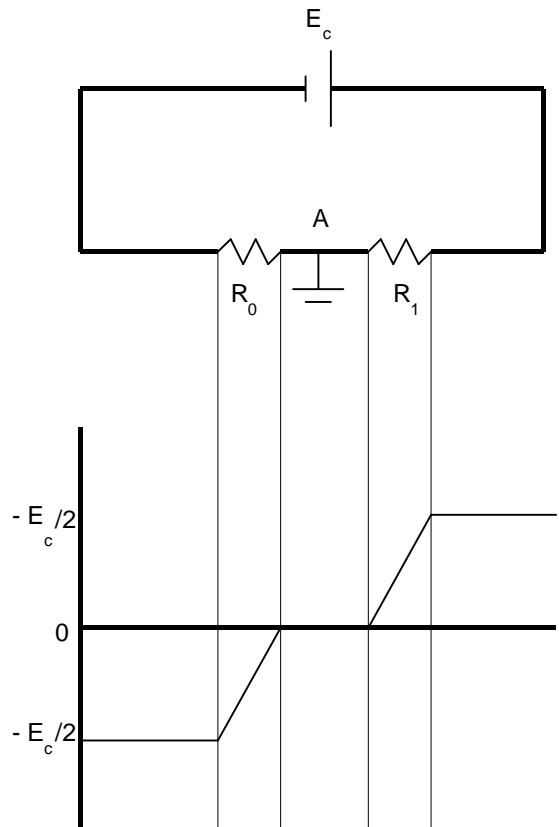
Σχήμα 5



Ηλεκτρική συσκευή με αντίσταση
 γειώσεως. Η ροή του ρεύματος διαφυγής
 γίνεται μέσω της αντίστασης γειώσεως
 αν είναι: $R_{\gamma} \ll R_{\alpha}$

Σχήμα 6

Πολλές φορές γειώνουμε κάποια σημεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Τότε στο σημείο που έχουμε την γείωση θεωρούμε δυναμικό ίσο με μηδέν ως προς τη γη. (σχ. 7)



Στο διπλανό κύκλωμα
στο σημείο A
γείωση. Άρα το σημείο A
έχει δυναμικό μηδέν.

Με την γείωση στο σημείο
 A πετυχαίνουμε μια
της τάσης κατά μήκος του
κυκλώματος γύρω από την τιμή

Σχήμα 7

Μια λειτουργία σαν την προηγούμενη πραγματοποιείται συχνά στους χώρους της Ηλεκτρόλυσης με το **κινητό σύστημα γειώσεως** κάθε σειράς και την οποία θα δούμε παρακάτω πιο λεπτομερώς.

4. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

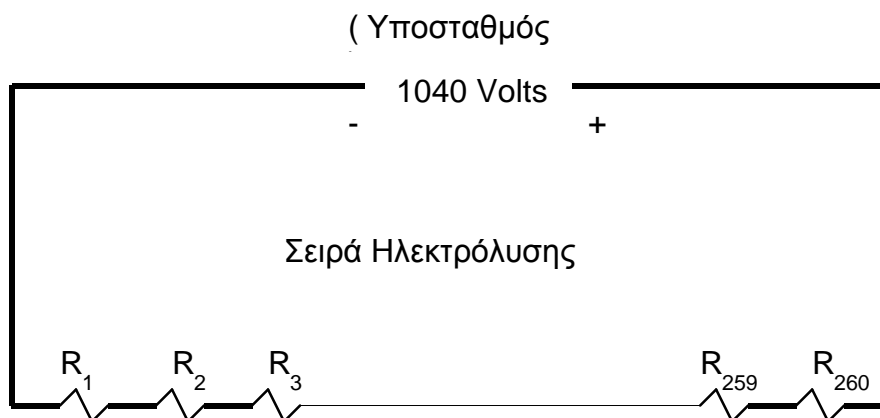
4.1. Γενική περιγραφή

Η Ηλεκτρόλυση είναι το τμήμα του εργοστασίου με την μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος. Μόνο οι τρεις σειρές της Ηλεκτρόλυσης Α-Β-Γ χωρίς τον βοηθητικό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό (ηλεκτρικούς κινητήρες κλπ) έχουν εγκατεστημένη ισχύ περίπου 240 MW.

Κάθε **σειρά** αποτελείται από 260 λεκάνες οι οποίες είναι διατεταγμένες σε δύο αίθουσες (για παράδειγμα η σειρά A έχει τις αίθουσες A1 και A2). Κάθε αίθουσα έχει 130 λεκάνες οι οποίες χωρίζονται σε δύο στίχους των 65 λεκανών και αριθμούνται ως εξής: αίθουσα 1 (101 ως 165 και 201 ως 265), αίθουσα 2 (301 ως 365 και 401 ως 465). (σχ. 8)

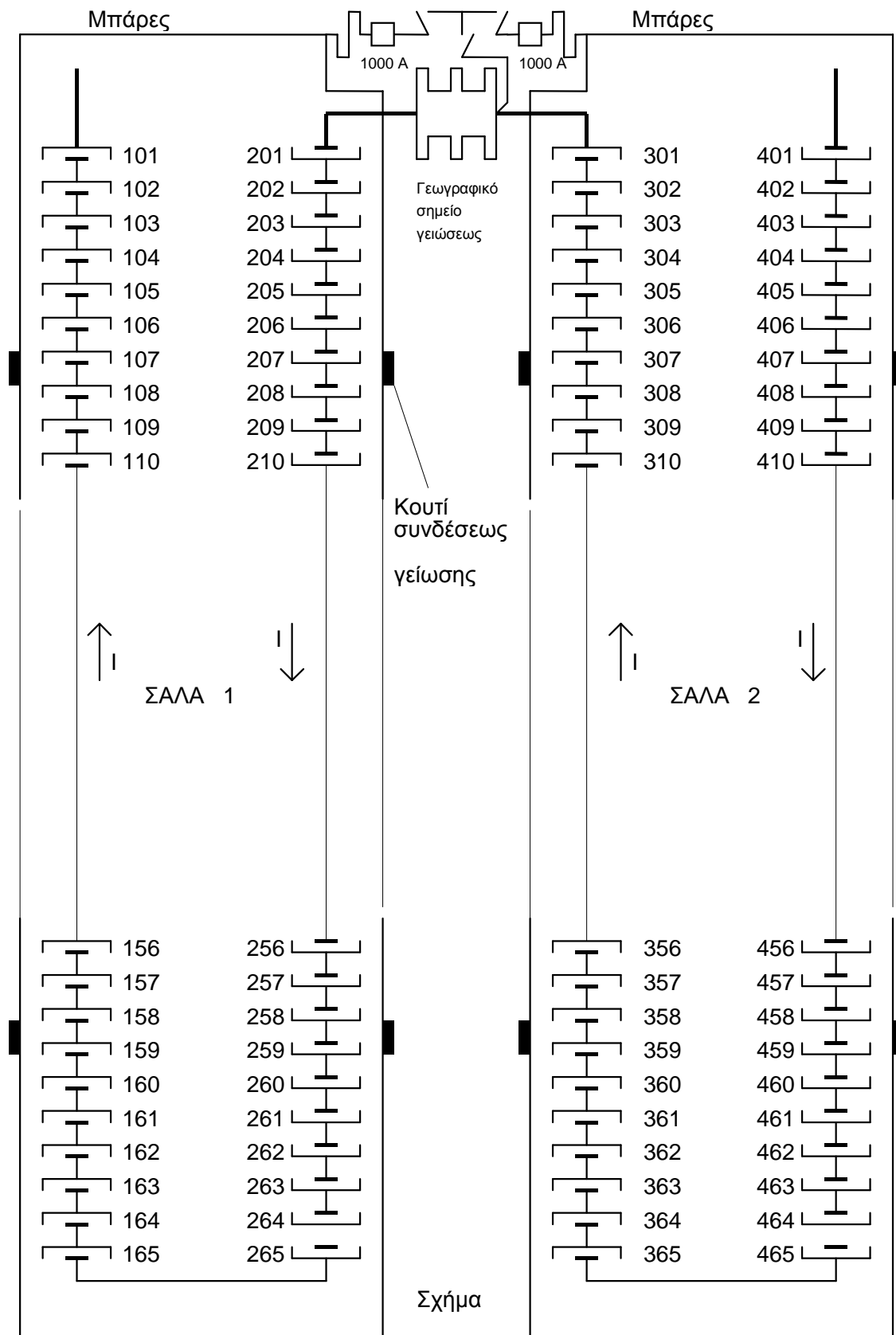
Από ηλεκτρολογική σκοπιά οι λεκάνες κάθε σειράς είναι συνδεδεμένες σε σειρά σχηματίζοντας ένα ηλεκτρικό κύκλωμα 260 εν σειρά αντιστάσεων. Το κύκλωμα αυτό τροφοδοτείται από τον υποσταθμό του εργοστασίου με 1040 Volts περίπου και 70000 A (σειρές A-B) ή 90000 A (σειρά Γ). Η τάση για την οποία μιλάμε (1040 Volts) δεν ανήκει στην κατηγορία των υψηλών τάσεων αλλά μπορεί να αποδειχθεί επικίνδυνη για τον άνθρωπο που δεν έχει λάβει τα κατάλληλα μέτρα προστασίας ή δεν γνωρίζει τους κινδύνους, εργαζόμενος μέσα στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης.

Η κάθε σειρά μπορεί να παρασταθεί με το παρακάτω ισοδύναμο κύκλωμα:



Σχήμα 8

Η διάταξη των λεκανών μιας σάλας της Ηλεκτρόλυσης στον χώρο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

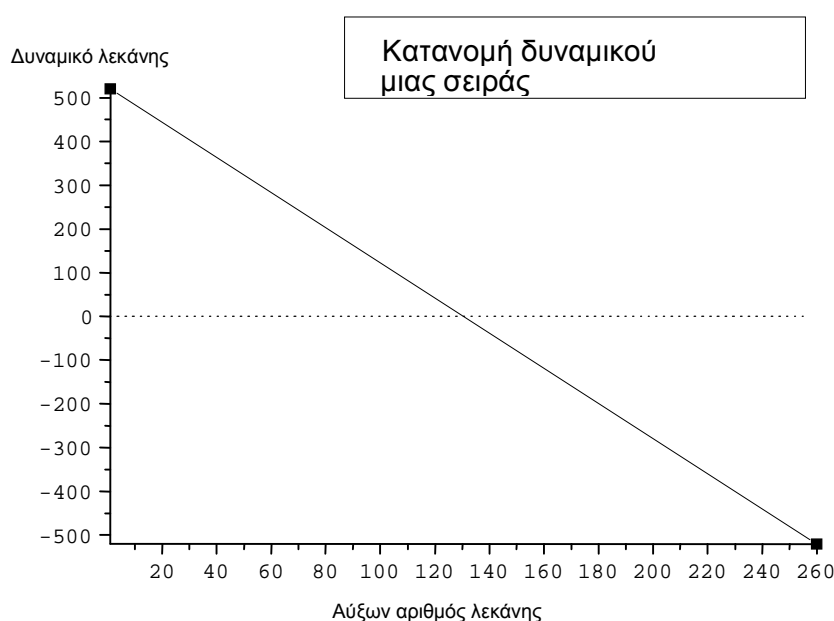


Σχήμα 9

4.2. Σημείο γειώσεως:

Υπό φυσιολογικές συνθήκες το σημείο γειώσεως κάθε σειράς βρίσκεται στο γεωγραφικό κέντρο της (δηλαδή μεταξύ των λεκανών 201 και 301). Αυτή η εξ' ορισμού τοποθέτηση του σημείου γειώσεως δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα στην λειτουργία της σειράς. Προκαλεί όμως μία κατανομή της τάσης των 1040 Volts της σειράς ως προς την τιμή μηδέν του δυναμικού (δυναμικό γης).

Η κατανομή του δυναμικού κατά μήκος μιας σειράς της Ηλεκτρόλυσης φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 10

Μετατοπίζοντας την παραπάνω καμπύλη παράλληλα προς τον εαυτό της μπορούμε να προσδιορίσουμε το δυναμικό της σειράς, καθώς το σημείο γειώσεως μετακινείται κατά μήκος της.

Στο παραπάνω διάγραμμα κάνουμε την εξής αντιστοίχιση:

Ο αύξων αριθμός 1 αντιστοιχεί στην λεκάνη 401 και ο αύξων αριθμός 260 στην λεκάνη 101.

Η μορφή της παραπάνω καμπύλης σχετίζεται άμεσα με την φορά διαγραφής του ρεύματος κατά μήκος της σειράς. Το ρεύμα μπαίνει από την λεκάνη 401 και εξέρχεται από την λεκάνη 101.

Έτσι λοιπόν όταν το σημείο γειώσεως βρίσκεται στο γεωγραφικό κέντρο της σειράς πετυχαίνουμε μία κατανομή της τάσης που μας επιτρέπει να εργαζόμαστε με μικρότερη μέγιστη τιμή τάσης (520 V αντί 1040 V).

Αναφέραμε ότι η τάση της σειράς μεταξύ των δύο άκρων είναι 1040 V. Αυτό σημαίνει ότι στα άκρα κάθε λεκάνης έχουμε μία τάση 4 V (μέση τιμή). Η εξίσωση που μας δίνει το δυναμικό κάθε λεκάνης, όταν το σημείο γειώσεως βρίσκεται μεταξύ των λεκανών 301 και 201, είναι :

$$U_N = 520 - N \cdot 4 \text{ Volts}$$

όπου N ο αύξων αριθμός λεκάνης με την αναφερθείσα αντιστοιχία (ουσιαστικά η απόσταση σε αριθμό λεκανών από το σημείο γείωσης).

4.3. Μετακίνηση του σημείου γειώσεως:

Μέσα στις αίθουσες της Ηλεκτρόλυσης πραγματοποιούνται καθημερινά διάφορες εργασίες συντήρησης ή / και ανακατασκευής των λεκανών ή των διαφόρων μηχανικών εγκαταστάσεων, που είναι απαραίτητες για την ομαλή λειτουργία αυτών.

Δημιουργείται λοιπόν η ανάγκη για την εξασφάλιση ασφαλών συνθηκών εργασίας των εργαζομένων οι οποίοι θα εργάζονται σε εγκαταστάσεις υπό τάση, η τιμή της οποίας κυμαίνεται από 4 V ως 520 V ως προς γη (σε ειδικές περιπτώσεις ως και 1040 Volts).

Για συνεχές ρεύμα μία τιμή τάσης πάνω από 120 Volts είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο. Λόγω ειδικών συνθηκών που μπορεί να επικρατούν μέσα στις αίθουσες της ηλεκτρόλυσης (ύπαρξη υγρασίας) μία τάση τιμής μεγαλύτερης των 60 Volts θεωρείται επικίνδυνη. Προκειμένου να εξασφαλίσουμε την ασφαλή ζώνη των 60 V πραγματοποιούμε μεταφορά του σημείου γειώσεως στην περιοχή της λεκάνης που θα γίνουν οι εργασίες. Το σημείο γειώσεως δεν είναι απαραίτητο να μεταφερθεί ακριβώς στην θέση της λεκάνης που θα γίνουν εργασίες. Μπορεί να μεταφερθεί μέχρι και 5 λεκάνες πριν ή μετά της λεκάνης που θα εργαστούμε (ώστε να υπάρχει κάλυψη και για την περίπτωση που η τάση μίας λεκάνης ξεπεράσει τα συνηθισμένα όρια λειτουργίας (π.χ. πολύ ισχυρή καύση).

Για παράδειγμα, έστω ότι θέλουμε να εργαστούμε στην λεκάνη 358. Όταν το σημείο γειώσεως βρίσκεται μεταξύ των λεκανών 201, 301 η τάση της λεκάνης ως προς την γη, είναι:

Αύξων αριθμός λεκάνης: 73

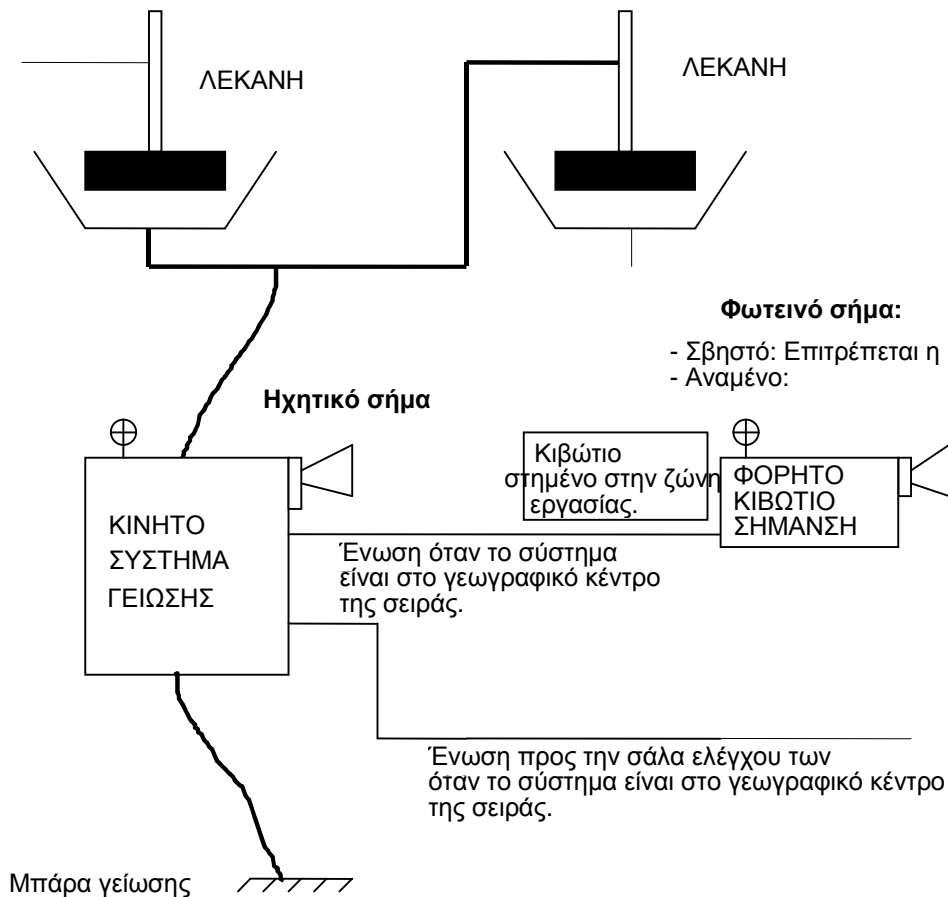
Τάση λεκάνης (ως προς γη): $U_{73} = 520 - 73 \times 4 = 228 \text{ Volts}$

Τα 228 Volts είναι εκτός της ασφαλούς περιοχής. Μεταφέροντας το σημείο γειώσεως στην λεκάνη 359 που έχει κουτί συνδέσεως με την εγκατάσταση γείωσης πετυχαίνουμε τα εξής: η λεκάνη 359 θα αποκτήσει δυναμικό 0 V σε σχέση με την γη, ενώ η 358 δυναμικό 4 V. Έτσι μπορούμε να εργαστούμε μέσα σε ασφαλή όρια.

Όπως έχουμε αναφέρει ήδη, συχνά υπάρχει η ανάγκη να γίνουν εργασίες σε κάποιο σημείο της εγκατάστασης, όπου η τάση σε σχέση με την γη ξεπερνά το όριο ασφαλείας των 60 Volts. Τέτοιες εργασίες είναι για παράδειγμα αυτές που γίνονται στα υπόγεια μέρη των λεκανών. Προκειμένου λοιπόν να εργαστούμε με ασφάλεια μεταφέρουμε το σημείο γειώσεως όσο πιο κοντά στο χώρο που θα γίνουν αυτές.

Χρησιμοποιούμε για αυτό τον σκοπό ένα κινητό σύστημα (καρότσι γείωσης). Το καρότσι αυτό πρέπει να τοποθετείται έξω από τους διαδρόμους της Ηλεκτρόλυσης για να είναι ορατό από όλους τους εργαζόμενους. Όταν συμβεί σφάλμα στη σύνδεση του με τις μπάρες γείωσης, ένα ηχητικό και φωτεινό σήμα μας προειδοποιεί για τον κίνδυνο. Τότε όλοι οι εργαζόμενοι που δουλεύουν εκεί πρέπει να εγκαταλείψουν αμέσως τον χώρο προσπαθώντας να μην έρθουν σε επαφή με μεταλλικά αντικείμενα που μπορούν να τους εκθέσουν σε μια επικίνδυνη τάση. Σε περίπτωση που δεν τους δίνεται η δυνατότητα διαφυγής χωρίς να υπάρχει περίπτωση να ακουμπήσουν σημεία με διαφορετικό δυναμικό, αρκεί να μείνουν ακίνητοι σε μία ζώνη ίδιου δυναμικού.

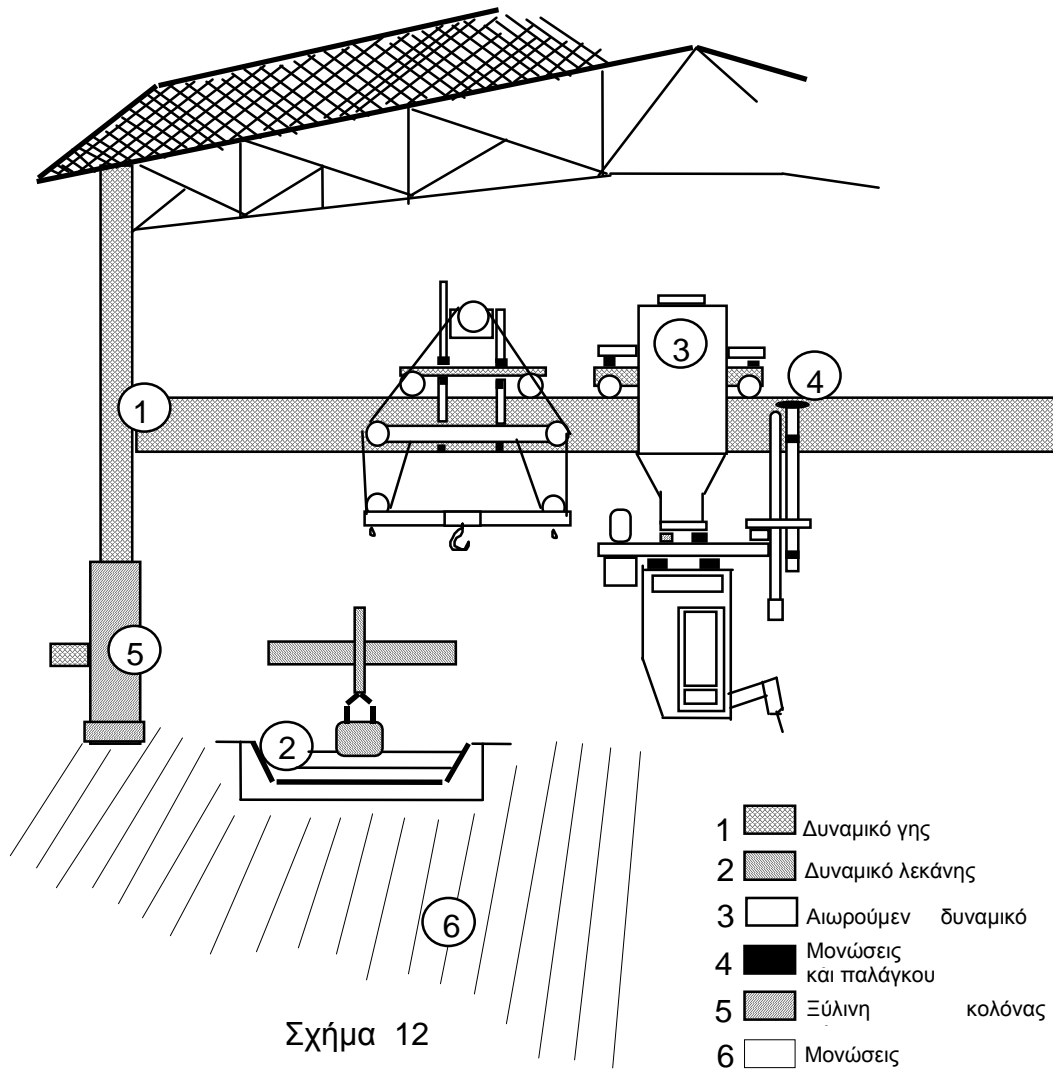
Η πραγματοποίηση της παραπάνω σύνδεσης του καροτσιού στις μπάρες "γείωσης" γίνεται όπως φαίνεται στο σχήμα 11.



Σχήμα 11

4.4. Ζώνες διαφορετικού δυναμικού στις αίθουσες της Ηλεκτρόλυσης

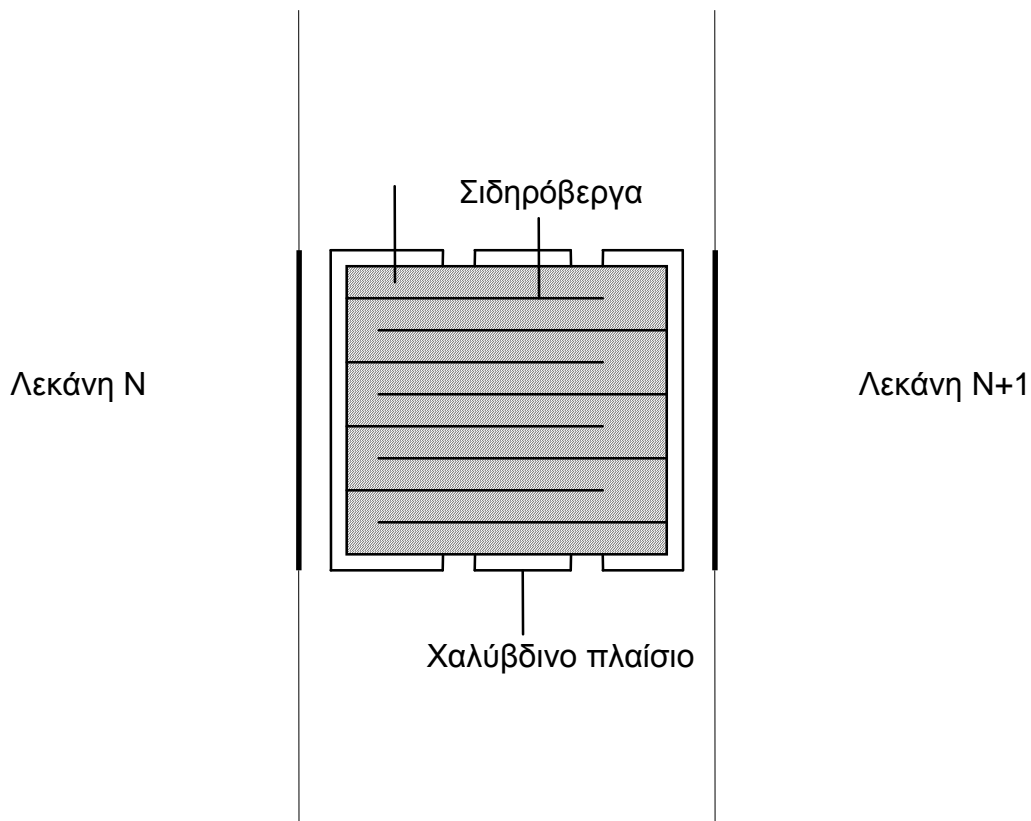
Για να είμαστε σε θέση να διαπιστώσουμε όλες τις επικίνδυνες καταστάσεις που μπορεί να παρουσιαστούν μέσα στις αίθουσες της Ηλεκτρόλυσης, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε όλες τις περιοχές (ζώνες) που βρίσκονται σε διαφορετικό δυναμικό. Αυτή η γνώση είναι απαραίτητη σε όσους εργάζονται εντός της ηλεκτρόλυσης. Παρ' όλες τις διαδικασίες που υπάρχουν και εφαρμόζονται στην Ηλεκτρόλυση, πάντα υπάρχει η περίπτωση ατυχήματος από μία απρόβλεπτη κατάσταση ή απόφαση ενός εργαζόμενου. Η βαθιά γνώση των ζωνών κινδύνου είναι ο μόνος τρόπος για την αποφυγή κατά 100% των πιθανών ατυχημάτων και επικίνδυνων καταστάσεων και ενεργειών. Στο σχήμα (12) φαίνεται η πρόσοψη μιας σάλας της Ηλεκτρόλυσης με τις ζώνες διαφορετικού δυναμικού:



Σχήμα 12

Δύο γειτονικές λεκάνες δεν βρίσκονται, φυσικά στο ίδιο δυναμικό, οι μονωμένες ντάλλες δεν επιτρέπουν την ηλεκτρική τους σύνδεση.

Στο σχήμα 13 βλέπουμε πως είναι κατασκευασμένες οι ντάλλες και πως πετυχαίνεται η μη γαλβανική σύνδεση των λεκανών.



Σχήμα 13: Σχηματική απεικόνιση οπλισμού ντάλλας ηλεκτρόλυσης

Η κατάσταση των νταλλών θα πρέπει να ελέγχεται βάσει του σχετικού προγράμματος, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος αστοχίας τους όταν διέλθει από πάνω τους κάποιο βαρύ φορτίο (π.χ. περονοφόρο όχημα), αλλά και να γίνει αντικατάστασή τους σε περίπτωση που γίνει εμφανής ο μεταλλικός οπλισμός τους, διότι υπάρχει κίνδυνος βραχυκυκλώματος.

4.5. Ηλεκτρικοί κίνδυνοι μέσα στο χώρο της ηλεκτρόλυσης:

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, μέσα στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης υπάρχουν εγκαταστάσεις οι οποίες λειτουργούν υπό τάση. Επομένως ο εργαζόμενος που δεν έχει λάβει όλα τα απαιτούμενα μέσα προστασίας ή δε γνωρίζει το χώρο εργασίας διατρέχει τον κίνδυνο να πάθει **ηλεκτροπληξία**.

Ηλεκτροπληξία είναι το φαινόμενο της διαπέρασης ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από τον ανθρώπινο οργανισμό και επιφέρει σε αρκετές περιπτώσεις θανατηφόρα ατυχήματα. Η ηλεκτροπληξία μπορεί να προκαλέσει σύσπασση των μυών, ανακοπή της αναπνοής, μερική ή ολική παράλυση, νευρικό κλονισμό, εγκαύματα ακόμη και τον θάνατο.

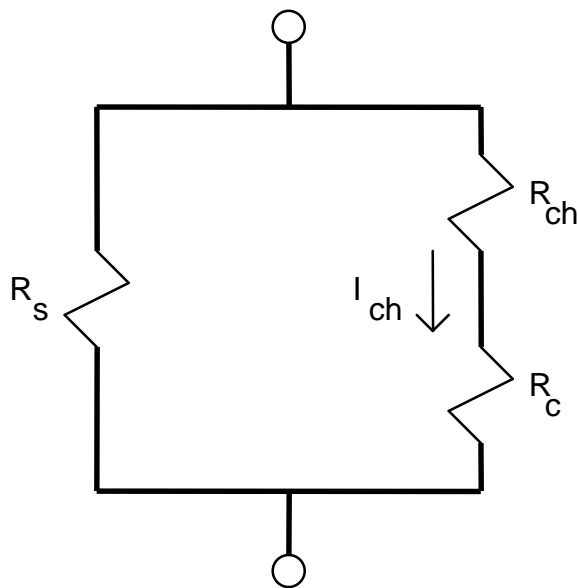
Η σχετική με τα ηλεκτρικής φύσεως ατυχήματα ορολογία διαχωρίζει την ηλέκτριση από την ηλεκτροπληξία. Η πρώτη συγκεντρώνει τα διάφορα φυσιολογικά και φυσιοπαθητικά συμπτώματα που οφείλονται στην διαπέραση του ανθρώπινου σώματος από ηλεκτρικό ρεύμα. Ο όρος ηλεκτροπληξία χρησιμοποιείται όταν το πέρασμα του ηλεκτρικού ρεύματος στον οργανισμό επιφέρει τον θάνατο.

Συνήθως διακρίνουμε τρία επίπεδα βαρύτητας για την ηλέκτριση.

- 1 - Στο 1ο επίπεδο ανήκουν τα "ελαφρά" ατυχήματα. Πρόκειται για μια απλή ηλεκτρική δόνηση (ταρακούνημα) δίχως συνέπειες, από την οποία το θύμα εξέρχεται αντανakλαστικά. Υπάρχει ωστόσο και η πιθανότητα ελαφρού εγκαύματος.
- 2 - Στο 2ο επίπεδο, αυτός που έχει διαπεραστεί από ηλεκτρικό ρεύμα, παρουσιάζει διαταραχές των αισθήσεων του μετά το ατύχημα τις οποίες έπονται η απώλεια των αισθήσεων, ναυτίες, εμετοί. Σ' αυτή την περίπτωση είναι αναγκαία η εισαγωγή στο νοσοκομείο και η συστηματική παροχή ιατρικής βοήθειας.
- 3 - Στο 3ο επίπεδο ανήκουν τα ατυχήματα στα οποία έχουμε παύση της λειτουργίας του αναπνευστικού και του καρδιακού συστήματος. Είναι δηλαδή η περίπτωση στην οποία επέρχεται ακόμη και ο θάνατος.

Όλα τα ατυχήματα που οφείλονται στο ηλεκτρικό ρεύμα δεν έχουν την ίδια αιτία. Υπάρχουν τρεις τρόποι για να ηλεκτριστεί κάποιος :

- 1 - Με μονοπολική επαφή. Το ρεύμα περνά στην γη. Είναι η πιο συχνή περίπτωση και αφορά το 60% των ηλεκτρισόμενων.
- 2 - Με διπολική επαφή. Το ρεύμα κυκλοφορεί μέσω δύο ενεργών αγωγών. Αφορά το 27% των ηλεκτρισόμενων.
- 3 - Με βραχυκύκλωμα που προκαλείται από την επαφή ενός αγωγού υψηλής τάσης, έτσι το ρεύμα περνάει στην γη. Αφορά το 13% των ηλεκτρισόμενων.
Η επαφή μπορεί να γίνει με έναν ενεργό αγωγό (άμεση επαφή) ή με ένα στοιχείο που δεν είναι υπό τάση αλλά τυχαία έρχεται σε επαφή με έναν ενεργό αγωγό (έμμεση επαφή).
Το ανθρώπινο σώμα μπορεί να προσομοιωθεί από ένα ηλεκτρικό δίκτυο όπως απεικονίζεται στο σχ. 14.

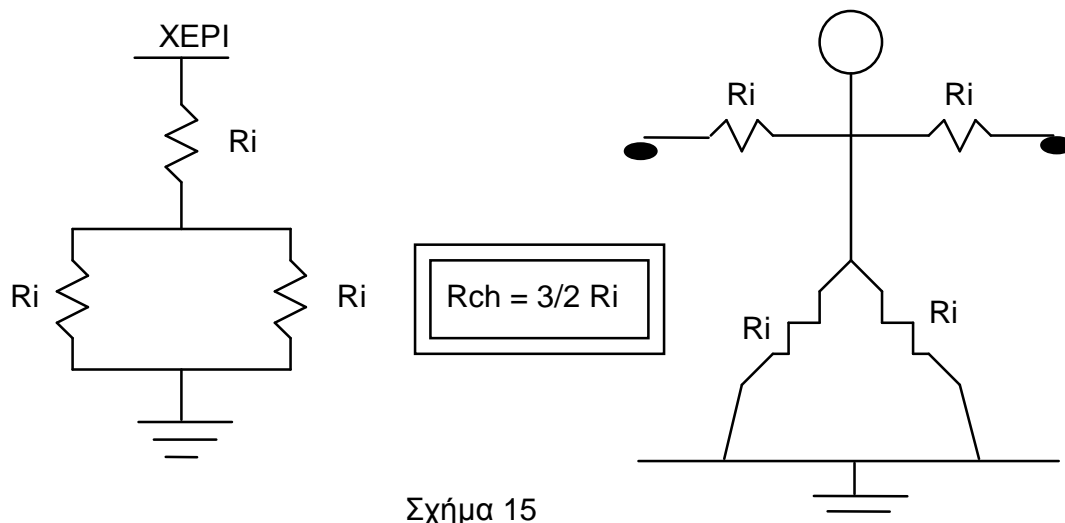


Σχήμα 14

- F R_s είναι η αντίσταση της επιφάνειας ή της διαρροής. Ποικίλει ανάλογα με την υγρασία της ατμόσφαιρας, από ορισμένες εκατοντάδες ως πολλές χιλιάδες Ohms.
- F R_c είναι η αντίσταση επαφής. Εξαρτάται από την επιφάνεια επαφής, από την πίεση μεταξύ των δύο επιφανειών και από την υγρασία στο επίπεδο επαφής. Κυμαίνεται σε μερικές δεκάδες Ohms.
- F R_{ch} είναι η αντίσταση που παρουσιάζει το ανθρώπινο σώμα και εξαρτάται από την εσωτερική αντίσταση των ιστών R_i , των οποίων η τιμή είναι σχετικά σταθερή και εκτιμάται γύρω στα 500 Ohms. Το R_{ch} ποικίλει ανάλογα με την πορεία που ακολουθεί το ρεύμα στον οργανισμό.

Ας πάρουμε τον πιο κλασσικό παράγοντα, την μονοπολική επαφή χέρι - πόδι. Το ηλεκτρικό κύκλωμα που αναπαριστά αυτή την κατάσταση (όπως στο παρακάτω σχήμα) επιτρέπει να καθορίσουμε τα ρεύματα I_d και I_{ch} . (σχ. 15). Το I_d είναι το εξωτερικό στον οργανισμό ρεύμα που ανιχνεύεται από ένα σύστημα προστασίας. Το I_{ch} είναι το ρεύμα που διαπερνά το ανθρώπινο σώμα. Οι σχετικοί κανόνες στα συστήματα προστασίας αναφέρονται στο ρεύμα I_d ενώ τα εγχειρίδια και οι ιατρικοί απολογισμοί αναφέρονται στο I_{ch} .

ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΗ ΕΠΑΦΗ



Όταν υπάρχει μυϊκή σύσπαση, το θύμα κινδυνεύει να κολλήσει στον ηλεκτρικό αγωγό, με τον οποίο έρχεται σε επαφή, λόγω μιας αυξημένης τιμής της έντασης του ρεύματος I_{ch} που τον διαπερνά και η οποία ονομάζεται "κατώφλι μη αποκόλλησης".

Τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος ποικίλουν από άτομο σε άτομο. Εξαρτώνται τόσο από την ηλικία όσο και από το φύλο του ατόμου. Εντούτοις μπορούμε να καθορίσουμε διαφορετικά επίπεδα των αποτελεσμάτων που προκαλούνται από το πέρασμα του ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα.

Τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύονται στον παρακάτω πίνακα :

ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (mA)	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
0,015	Αισθητική αντίληψη στο επίπεδο της γλώσσας
0,8	Δερματική αντίληψη για την γυναίκα
1	Δερματική αντίληψη για τον άνδρα
6	Επίπονη δερματική αντίληψη
8,8	Έλλειψη δυνατότητας αυτοαπελευθέρωσης για 0,5% των ατόμων
10	Κατώφλι της μη αποκόλλησης
15,5	Έλλειψη δυνατότητας αυτοαπελευθέρωσης για 100% των ατόμων
20	Πιθανότητα ασφυξίας αν $t > 3 \text{ min}$
30	Πιθανότητα ρήξης του μυοκαρδίου αν $t < 1 \text{ min}$

50	Πιθανότητα > 50% ρήξης του μυοκαρδίου αν $t > 1,5$ της διάρκειας ενός καρδιακού κύκλου
80	Ρήξη σχεδόν σίγουρη του μυοκαρδίου αν $t > 1$ sec
500	Ρήξη του μυοκαρδίου για $t > 100$ msec

Τα προαναφερθέντα αποτελέσματα εξαρτώνται βεβαίως και από την φύση του ρεύματος (συνεχές ή εναλλασσόμενο) καθώς επίσης και από τα ανθρώπινα μέλη που θα διασχίσει το ρεύμα.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται από την πηγή τάσης U κατά την διάρκεια t της ηλεκτρίσης υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Ας δούμε όμως πως ο άνθρωπος μπορεί να βρεθεί σε μια τόσο επικίνδυνη κατάσταση:

Το ηλεκτρικό ρεύμα διαπερνά το ανθρώπινο σώμα όταν υπάρχει άμεση ή έμμεση επαφή του με μια εγκατάσταση ή τμήμα αυτής που βρίσκεται σε δυναμικό U σε σχέση με την γη, ή ακόμη και με την επαφή δύο διαφορετικών τμημάτων της ίδιας εγκατάστασης (δύο απέναντι λεκάνες διαφορετικών σίχων).

Το ηλεκτρικό ρεύμα δε διαπερνά, ακόμη και όταν είμαστε σε επαφή με μια ηλεκτροδοτούμενη εγκατάσταση, όταν το σώμα μας είναι σωστά μονωμένο, όταν όλο μας το σώμα βρίσκεται σε επαφή με μια ισοδυναμική επιφάνεια ή όταν είμαστε σε επαφή με δύο διαφορετικά σημεία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης που η διαφορά δυναμικού τους όμως είναι μικρότερη των 60 Volts (θυμηθείτε την περίπτωση του πουλιού που κάθεται και με τα δύο πόδια του σε αγωγό υψηλής τάσης της Δ.Ε.Η και δεν παθαίνει τίποτα).

F Η αντίσταση που παρουσιάζει το ανθρώπινο σώμα είναι περίπου 3000 Ω για μια σύνδεση που εξασφαλίζεται με τα άνω άκρα.

Πρόκειται βεβαίως για την αντίσταση επαφής που αποκαθίσταται μεταξύ του χεριού και ενός στοιχείου υπό τάση.

F Σε συνεχές ρεύμα, η τιμή που αυτό αρχίζει να γίνεται αισθητό είναι 20 mA.

Από τα παραπάνω στοιχεία μπορούμε να υπολογίσουμε και την μέγιστη τάση, με τον νόμο του Ohm, πάνω απ' την οποία αρχίζουν να εμφανίζονται τα επικίνδυνα φαινόμενα.

Οπότε:

$$U_{\max} = R \times I = 3000 \times 0,04 = 120 \text{ Volts}$$

Η αντίσταση που παρουσιάζει ο άνθρωπος μειώνεται δραστικά λόγω διαφόρων παραγόντων όπως της ψυχολογικής του κατάστασης, της κατάστασης της στολής προστασίας του και της τυχόν ύπαρξης υγρασίας επί αυτών.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, μέσα στους χώρους της Ηλεκτρόλυσης, μια τάση μεγαλύτερη των 60 Volts θεωρείται επικίνδυνη.

Για να απαλείψουμε τους ηλεκτρικούς κινδύνους μέσα στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης, ο γενικός κανόνας είναι το να μην επιτρέψουμε στο ηλεκτρικό ρεύμα να έχει εύκολη δίοδο μέσα από το σώμα μας.

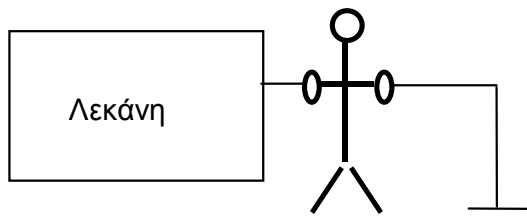
Τα μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) (κράνος, μάλλινα ρούχα, γάντια παπούτσια με μόνωση) πρέπει να φοριούνται υποχρεωτικά απ' όλους τους εργαζόμενους.

Η κατάσταση όλων των παραπάνω μέσων ατομικής προστασίας πρέπει να ελέγχεται επιμελώς από τον καθένα χωριστά και να αντικαθίσταται από καινούργια.

Ας δούμε τώρα την προστασία που μας παρέχει ένα από τα προαναφερθέντα μέσα ατομικής προστασίας, τα γάντια : (σχ. 16)

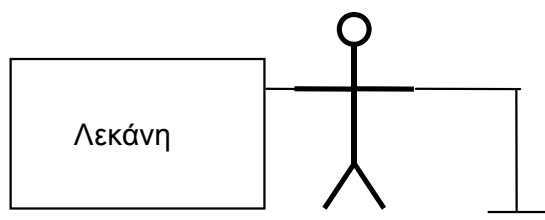
A) Μικρός κίνδυνος:

Έστω ότι μεταξύ λεκάνης και γης έχουμε διαφορά δυναμικού 160 Volts. Η αντίσταση που παρουσιάζει ο άνθρωπος φορώντας τα γάντια είναι περίπου 100000 Ω, άρα ένα ρεύμα έντασης περίπου 1,6 mA θα τον διαπεράσει.



B) Μεγάλος

Έστω ότι μεταξύ λεκάνης και γης έχουμε διαφορά δυναμικού 160 Volts. Η αντίσταση που παρουσιάζει ο άνθρωπος χωρίς γάντια είναι περίπου 3000 Ω, άρα ένα ρεύμα έντασης περίπου 53 mA θα τον διαπεράσει.



Σχήμα 16

4.6. Τα μέσα ατομικής προστασίας (Μ.Α.Π.)

Μαζί αθροιστικά οι ατομικές προστασίες αποβλέπουν στην οικοδόμηση μιας αίσθησης ασφάλειας για τον εργαζόμενο στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης. Εντούτοις η καλύτερη των προστασιών μπορεί να βρεθεί κάποτε σε μη καλή κατάσταση και τότε εμφανίζονται κίνδυνοι οι οποίοι πολλές φορές είναι μη προβλέψιμοι από τον ίδιο τον εργαζόμενο.

Τα μέσα ατομικής προστασίας επιτρέπουν, τον περιορισμό του κινδύνου ή τη μείωση των συνεπειών ενός εργατικού ατυχήματος.

Οι ατομικές προστασίες που προβλέπονται για την ασφαλή εργασία στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης είναι :

- **Πλαστικό κράνος**, για προστασία επαφής με την λεκάνη και τους αγωγούς τροφοδοσίας της. Το κράνος αποτελεί κύριο ΜΑΠ καθώς εκτός των άλλων δημιουργεί και το αίσθημα στον εργαζόμενο ότι εισέρχεται σε ζώνη κινδύνου και αυτόματα διεγείρει τους αισθητήρες του.
- **Γυαλιά** για προστασία έναντι εκτινάξεων ρευστού μετάλλου, λουτρού ή και αντικειμένων.
- **Μάλλινο σακάκι και παντελόνι** καθώς και **γάντια** για την αποφυγή μιας αγωγίμης σύνδεσης μεταξύ ενός στοιχείου μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και ενός σημείου που βρίσκεται σε μεγαλύτερη από 60 Volts διαφορά δυναμικού με το εν λόγω στοιχείο. **Προσοχή !** τα γάντια που χρησιμοποιούνται από το προσωπικό της ηλεκτρόλυσης δεν είναι ηλεκτρολογικά (με προδιαγραφές για υψηλή ηλεκτρική αντίσταση), απλά προσδίδουν μεγαλύτερη ηλεκτρική αντίσταση από το γυμνό χέρι.
- **Άρβυλα** για μόνωση με το έδαφος. Τα άρβυλα έχουν προδιαγραφές υψηλής ηλεκτρικής αντίστασης. Λόγω έλλειψης σχετικής προδιαγραφής υφίστανται σε ειδική μέτρηση από το τμήμα του Υποσταθμού του εργοστασίου. Η μέτρηση γίνεται με διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος τάσης 1000 V μέσω των άρβυλων και μέτρηση της ηλεκτρικής τους αντίστασης. Η μέτρηση γίνεται σε στεγνά, βρεγμένα εξωτερικά και βρεγμένα εσωτερικά και εξωτερικά άρβυλα. Σε κάθε περίπτωση η αντίστασή τους θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε ο εργαζόμενος να μην κινδυνεύει να πάθει ηλεκτροπληξία.

Η ηλεκτρική αντίσταση που παρουσιάζουν αυτές οι προστασίες είναι μεταβλητή. Εξαρτάται από τον τρόπο κατασκευής τους και την ποιότητα των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή τους. Μπορεί επίσης να μεταβάλλεται κατά την χρήση ανάλογα με τον βαθμό φθοράς τους. Η ύπαρξη υγρασίας στους γύρω χώρους (ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες όπου οι βροχοπτώσεις είναι πολύ συχνό φαινόμενο) συντελεί στην κατακόρυφη μείωση της ηλεκτρικής τους αντίστασης.

Όλα τα Μ.Α.Π. πρέπει όταν υπάρχουν φθορές να αντικαθίσταται.

Πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στο να αποφεύγουμε να κάνουμε χρήση της ατομικής προστασίας μας όταν αυτή είναι έστω και μερικώς υγρή.

- Τα βρεγμένα γάντια πρέπει να απομακρύνονται και να στεγνώνονται επιμελώς πριν από κάθε νέα χρήση.
- Οι ατομικές προστασίες πρέπει να παρατηρούνται σχολαστικά και να μην λαμβάνονται ποτέ σαν απόλυτα προστατευτικά μέσα.

4.7. Παρουσία νερού - υγρασίας

Παρά τις προφυλάξεις που μας παρέχουν τα μέσα ατομικής προστασίας είναι δυνατόν κατά την εργασία μας μέσα στην Ηλεκτρόλυση να παρουσιαστούν περιπτώσεις όπου θα βρεθούμε σε μια επικίνδυνη διαφορά δυναμικού. Είναι η περίπτωση που οι προστασίες έχουν αποβάλει, ίσως παροδικά, την μονωτική τους ικανότητα, λόγω υγρασίας.

Η παρουσία νερού σε περιπτώσεις διαλυμένου άλατος, παρουσιάζει γενικά μια έντονη μείωση της αντίστασης μόνωσης του.

Οι κύριες αιτίες παρουσίας νερού μέσα στις σειρές της ηλεκτρόλυσης είναι οι φθορές των σκεπάστρων επιστέγασης, η βροχή ή το χιόνι, το φρέσκο (υγρό) μπετόν, το μεταφερόμενο νερό από τις πάσης φύσεως μηχανές μεταφοράς και καθαρισμού τις ημέρες πτώσης βροχής ή χιονιού.

Το ξηρό μη οπλισμένο μπετόν είναι ένα καλό μονωτικό υλικό.

Η αντίσταση του υγρού μπετόν είναι ως και 30 φορές μικρότερη από αυτή του ξηρού και δεν είναι επαρκής για να αποτελέσει μόνωση έναντι ηλεκτρικής επαφής του εργαζομένου με τμήμα μιας ηλεκτροδοτούμενης εγκατάστασης.

4.8. Επείγον σταμάτημα

Σε ορισμένες καταστάσεις, είναι απαραίτητο να μπορούμε να σταματάμε αμέσως την ηλεκτρική τροφοδοσία οποιασδήποτε σειράς της Ηλεκτρόλυσης. Αυτό γίνεται όταν :

- **Η ανθρώπινη ζωή βρίσκεται σε κίνδυνο.**

- Σε περίπτωση που ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της ηλεκτρόλυσης βρίσκεται σε κίνδυνο.

Τα κουμπιά επείγοντος σταματήματος βρίσκονται μέσα στις αίθουσες της Ηλεκτρόλυσης.

4.9. Εξουδετέρωση προστασίας

1 - Μονωμένη ζώνη :

Ένα κομμάτι ξύλου (που αποτελεί μόνωση) αποσπασμένο από την θέση του ή βρεγμένο αποτελούν αιτίες καθάρσεως μιας μόνωσης. Σε αυτή την περίπτωση επιβάλλεται η γρήγορη επανατοποθέτηση ενός νέου μονωτικού υλικού.

2 - Μονωτικά :

Πάνω στις γερανογέφυρες της Ηλεκτρόλυσης, τα μονωτικά διαχωρίζουν τα διάφορα εργαλεία που είναι σε επαφή με τις λεκάνες και τις γέφυρες που είναι σε δυναμικό γης.

Η ποιότητα μόνωσής τους μπορεί να βρεθεί περιστασιακά σε πολύ χαμηλό επίπεδο λόγω διαφόρων εξωτερικών παραγόντων (υγρασία, σκόνη, γράσο) προκαλώντας ενδεχομένως υπερπηδήσεις πάνω στην επιφάνεια των μονώσεων και συνεχή βραχυκυκλώματα.

Σε μια τέτοια περίπτωση πρέπει να απομακρυνθούμε αμέσως από την εγκατάσταση που παρουσιάζει το πρόβλημα και να ειδοποιηθεί το τμήμα των ηλεκτρολόγων για την άμεση επισκευή της.

Πρέπει να προσέχουμε για την καλή κατάσταση των μονωτικών μεταξύ των σωλήνων συμπιεσμένου αέρα και της υπερδομής της λεκάνης.

Η μη σωστή λειτουργία των μονώσεων της γέφυρας σηματοδοτείται με ένα ηχητικό σήμα μέσα στην γέφυρα.

4.10. Οχήματα:

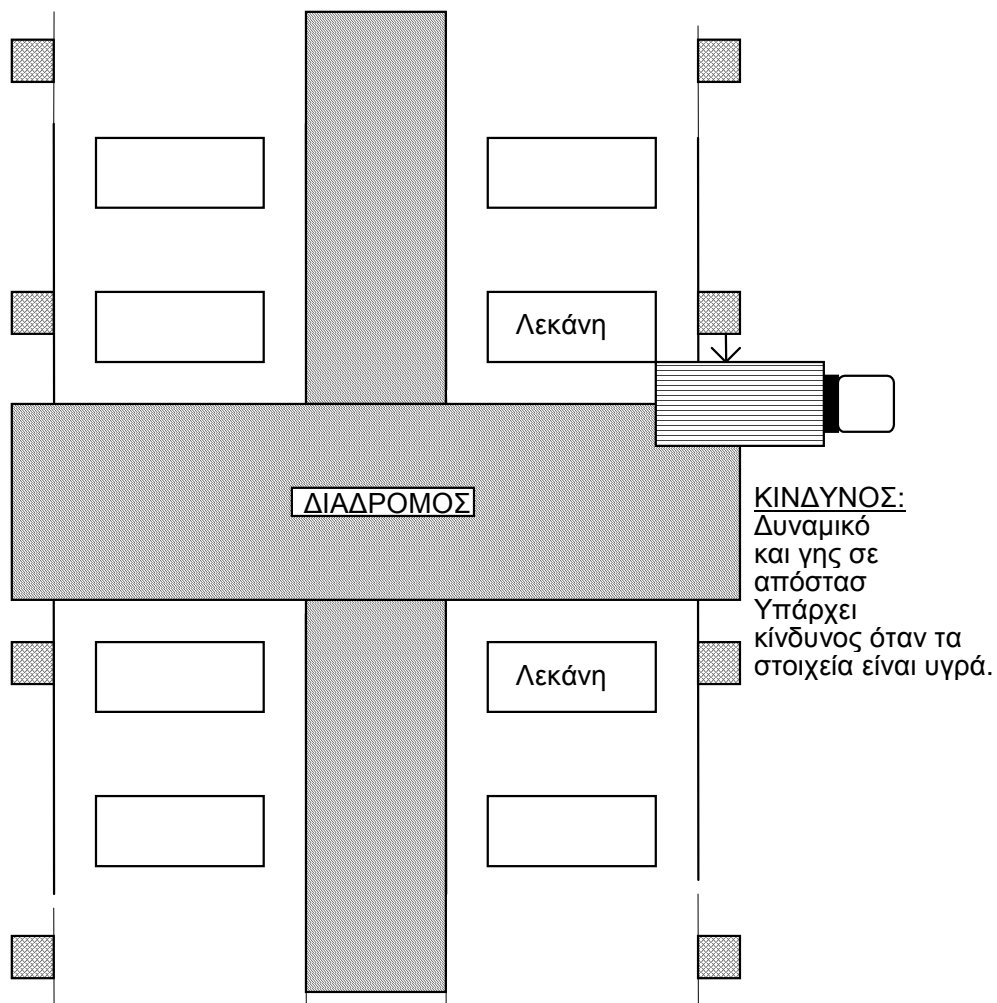
Μέσα στους χώρους της ηλεκτρόλυσης κινούνται καθημερινά διάφορα οχήματα (σκούπες αλουμίνας, μεταφοράς ανόδων ή κάδων χύτευσης, γέφυρες διατρήσεων, καροτσάκια μεταφοράς εργαλείων δειγματοληψίας ή ελέγχου των λεκανών).

Όλα τα παραπάνω οχήματα χρησιμοποιούν λάστιχα τα οποία φυσικά λειτουργούν και σαν μονωτικά όταν βρίσκονται σε καλή κατάσταση. Η υγρασία, και τα διάφορα μεταλλικά στοιχεία (για παράδειγμα αλουμίνιο) που ενδεχομένως βρεθούν επάνω στα λάστιχα τους μειώνουν ή ακόμη και εξαλείφουν τα μονωτικά τους χαρακτηριστικά.

Κατά την διάρκεια κυκλοφορίας τους μέσα στους διαδρόμους της ηλεκτρόλυσης υπάρχει ο κίνδυνος επαφής με μια λεκάνη που βρίσκεται σε κάποιο δυναμικό αρκετά υψηλό σε σχέση με την γη.

Το δυναμικό αυτό μπορεί επίσης άνετα να μεταφερθεί έξω από τους διαδρόμους της ηλεκτρόλυσης (εκεί που ο εργαζόμενος πιστεύει ότι προστατεύεται) με την βοήθεια ενός αγωγίμου δρόμου και να αποτελέσει αιτία ηλεκτροπληξίας.

Στο σχήμα 17 φαίνεται πως μπορεί να συμβεί αυτό :



 Κολώνες στήριξης σκεπάστρων.

Σχήμα 17

4.11. Εργαλεία:

Διάφορα μεταλλικά εργαλεία χρησιμοποιούνται στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης:

- Κουτάλες δειγματοληψίας
- Βέργες μέτρησης ύψους λουτρού ή μετάλλου
- Ακροδέκτες βολτομέτρου ελεγκτών

- Σιδερένια τσιμπίδα εξαγωγής ανθρακιάς

Κάθε φορά που τα εργαλεία αυτά έρχονται σε επαφή με μια μεταλλική ηλεκτροδοτούμενη κατασκευή, παίρνουν το δυναμικό της. Διάφοροι τύποι μονώσεων (κοντραπλακέ, καουτσούκ) χωρίζουν τις κολώνες στήριξης της στέγης των αιθουσών που βρίσκονται σε δυναμικό γης και των εγκαταστάσεων που βρίσκονται σε δυναμικό λεκάνης.

Όλα τα εργαλεία πρέπει να μεταφέρονται πάντα στους χώρους αποθήκευσης τους ή να τοποθετούνται κατά πλάτος των στίχων των λεκανών πάνω στους ειδικούς εργαλειοφορείς, για την αποφυγή κινδύνων.

Ένα εργαλείο αφημένο στο διάδρομο σε άμεση ή έμμεση επαφή με μια λεκάνη, παίρνει το δυναμικό της και αποτελεί έτσι αιτία για την πρόκληση ενός βραχυκυκλώματος. Εκτός της βλάβης που μπορεί να προκαλέσει στην ομαλή λειτουργία μιας σειράς της ηλεκτρόλυσης, λόγω της μικρής του αντίστασης και της μεγάλης έντασης του ρεύματος (ακόμη και υπό πολύ χαμηλή τάση) που θα το διαρρεύσει θα πυρωθεί αποτελώντας έτσι αιτία σοβαρών εγκαυμάτων για τον χρήστη.

Για την ασφάλεια των εργαζομένων όλα τα συχνά χρησιμοποιούμενα χειροεργαλεία έχουν διαστάσεις που δεν επιτρέπουν την ηλεκτρική σύνδεση απέναντι λεκανών. Όμως σε κάθε περίπτωση μπορούν να μειώσουν την απόσταση ανάμεσα σε λεκάνες απέναντι στοίχων και να προκαλέσουν ατύχημα με την παρέμβαση και ενός τρίτου μέσου ή υλικού. Επίσης δε θα πρέπει σε καμία περίπτωση εργαζόμενος να επιχειρεί να πιάσει εργαλείο το οποίο έχει πέσει σε υπόγειο των σειρών.

4.12. Κλίμακες

Οι συνήθεις μεταλλικές κλίμακες (σκάλες) από ελαφρά κράματα ή αλουμίνιο επιτρέπουν την αγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Σε επαφή με ένα στοιχείο κάποιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης παίρνουν το δυναμικό του. Το μήκος τους μπορεί να άγει το δυναμικό αυτό σε ζώνες (περιοχές) που παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά δυναμικού με την εν λόγω εγκατάσταση.

Επομένως οι μεταλλικές σκάλες **απαγορεύεται** να χρησιμοποιούνται μέσα στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης.

Αντίθετα, οι σκάλες από ξύλο ή κάποιο άλλο μονωτικό υλικό επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται.

4.13. Καρότσι γείωσης

Πρόκειται για μια κατασκευή της οποίας ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός αποτελείται από:

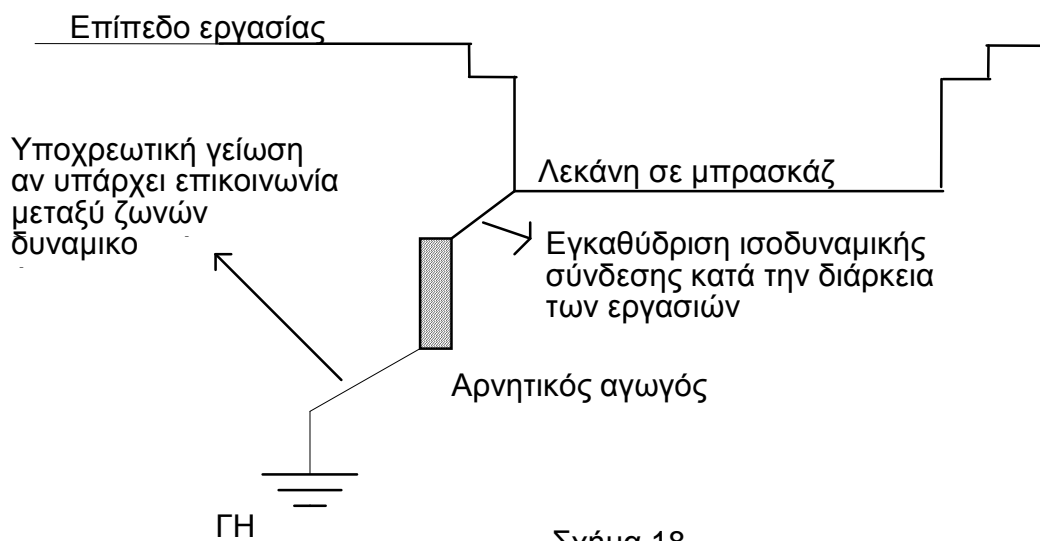
- Διάφορα όργανα μετρήσεων
- Τα καλώδια σύνδεσης
- Ένα αποζεύκτη και ένα διακόπτη ισχύος 800 A
- Ένα "SHUNT" 1000 A - 0,3 V
- Μια μπαταρία 12 V για σήμανση ασφαλείας όταν διακοπεί η τάση τροφοδοσίας στο καρότσι, λόγω : υπερέντασης, υπέρτασης, διακοπής της τάσης των 110 V (για τις κινήσεις των πλαισίων και των σκέπαστρων της λεκάνης). Και στις τρεις προηγούμενες περιπτώσεις αναβοσβήνει η ειδική λυχνία και χτυπάει ένα κλάξον.

4.14. Σταματημένες λεκάνες

Σε ανακατασκευή λεκανών, οι συνδέσεις μεταξύ λεκάνης και κυκλώματος υψηλής έντασης αφαιρούνται εκ των καθοδικών μπαρών που κόβονται. Για να μην αφηθεί το μεταλλικό περίβλημα σε αιωρούμενο δυναμικό και πάρει ατυχώς ένα επικίνδυνο δυναμικό (δυναμικό γης), μια προσωρινή ισοδυναμική σύνδεση είναι εγκατεστημένη μεταξύ του μεταλλικό περίβλημα και των γειτονικών αγωγών. (σχ. 18)

Αυτή η ισοδυναμική σύνδεση πρέπει να εξακριβώνεται περιοδικά κατά πόσο υφίσταται.

Μέχρι να αποκατασταθεί μια επικοινωνία μεταξύ της στάθμης εδάφους και των αφαιρουμένων νταλλών, η γείωση μιας από τις γειτονικές λεκάνες της σταματημένης είναι υποχρεωτική.



5. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ

Ο ηλεκτρικός κίνδυνος και οι επικίνδυνες καταστάσεις είναι ήδη γνωστές. Πρόκειται τώρα να αναφέρουμε οδηγίες που πρέπει απαραίτητα να γνωρίζουμε για να επεμβαίνουμε με ασφάλεια σε εγκαταστάσεις του χώρου της Ηλεκτρόλυσης.

5.1. Επέμβαση πάνω στην λεκάνη

Σε μια σειρά της Ηλεκτρόλυσης παρουσιάζονται στο επίπεδο εργασίας διάφοροι κίνδυνοι ηλεκτρικής βλάβης. Πριν επιχειρηθεί οποιαδήποτε επέμβαση επάνω σε μια λεκάνη η ένδυση με όλα τα μέσα ατομικής προστασίας (κράνος, γυαλιά, μπότες, σακάκι και παντελόνι μάλλινα, γάντια) πρέπει να φέρονται αναγκαστικά από όλους.

5.2. Γερανογέφυρες Ηλεκτρόλυσης (Μ.Σ.Η.)

Οι Μ.Σ.Η. (παλάγκο, γέφυρα) βρίσκονται σε κανονική λειτουργία ταυτόχρονα σε επαφή με το δυναμικό της γης και το δυναμικό της λεκάνης. Διάφορα

μονωτικά υλικά αποφεύγουν τα βραχυκυκλώματα μεταξύ στοιχείων που βρίσκονται σε διαφορετικά δυναμικά.

- Διπλή στάθμη μόνωσης για την καμπίνα.

-Τριπλή στάθμη μόνωσης για τα εργαλεία, τον κάδο χύτευσης, το ψευδοπλαίσιο για την ανύψωση πλαισίων.

Η ισχύς ενός τέτοιου βραχυκυκλώματος θα είναι τόσο μεγαλύτερη όσο πιο μακριά είναι η γέφυρα από το σημείο γειώσεως. Οι μονώσεις των γεφυρών είναι υπολογισμένες για αντοχή σε τάση μεγαλύτερη των 1040 V. Στην περίπτωση που δεν έχουμε πουθενά γείωση σε μια σειρά της Ηλεκτρόλυσης οι μονώσεις της γέφυρας μπορούν να βρεθούν σε μια διαφορά δυναμικού ακόμη και 1040 V ανάλογα με το που εργάζεται αυτή μέσα στον χώρο της Ηλεκτρόλυσης.

1 - Πρόσβαση στην καμπίνα

Η πρόσβαση στην καμπίνα των Μ.Σ.Η. πρέπει να γίνεται κατά συγκεκριμένο τρόπο. Το σωστότερο είναι να γίνεται στις άκρες κάθε σάλας και όχι στον χώρο μεταξύ των μονωμένων κολώνων του κτιρίου και της λεκάνης αφού ένα σφάλμα στην μόνωση μιας κολώνας μπορεί να αποτελέσει πηγή κινδύνου ηλεκτροπληξίας για τον εργαζόμενο.

2 - Σφάλματα μόνωσης

Δύο ή τρεις μονωτήρες χωρίζουν τις γέφυρες που είναι σε δυναμικό γης με την καμπίνα, τα εργαλεία (σφυρί διατρήσεως, κλειδί αλλαγής ανόδων), τον κάδο χύτευσης ή το ψευδοπλαίσιο ανύψωσης πλαισίου. Κάθε φορά που τα στοιχεία αυτά έρχονται σε επαφή με μια λεκάνη παίρνουν το δυναμικό της.

Αν συμβεί ένα σφάλμα μόνωσης, η Μ.Σ.Η. τίθεται σε κατάσταση ασφαλείας :

- Σήμανση του σφάλματος μέσα στην καμπίνα και πάνω στην κονσόλα χειρισμού.
- Αναβόσβημα μιας λυχνίας πάνω στην δοκό.

- Μπλοκάρισμα όλων των κινήσεων των Μ.Σ.Η.

Στο στάδιο αυτό ο μόνος δυνατός χειρισμός πρέπει να είναι η μεταφορά της Μ.Σ.Η. στο άκρο της σάλας. Για να γίνει αυτό πρέπει να απαλειφθεί το σφάλμα ενεργοποιώντας το μπουτόν εντολής που αφορά αυτό και όχι εκτελώντας τις συνήθεις κινήσεις μετακίνησης της Μ.Σ.Η. στο άκρο της σάλας.

3 - Συντήρηση

Για την αποφυγή κάθε κινδύνου ηλεκτροπληξίας, οι εργασίες συντήρησης των Μ.Σ.Η. απαγορεύεται να γίνονται πάνω και πλησίον των λεκανών. Μια τοποθεσία είναι διευθετημένη στο άκρο κάθε σάλας για την εκπλήρωση τέτοιων εργασιών.

4 - Επισκευή

Μία Μ.Σ.Η. μπορεί αν παρουσιάσει βλάβη κατά την διάρκεια που ένα από τα στοιχεία της βρίσκεται σε επαφή με το δυναμικό μιας λεκάνης. Η δοκός είναι σε δυναμικό γης, η καμπίνα και τα εργαλεία της γερανογέφυρας είναι σε αιωρούμενο δυναμικό, ενώ ο κάδος χύτευσης, το σφυρί διατρήσεως και το κλειδί αλλαγής ανόδων είναι σε δυναμικό λεκάνης.

Ο κίνδυνος επαφής μεταξύ δύο διαφορετικών δυναμικών είναι δυνατός.

Η πρώτη ενέργεια επισκευής συνίσταται στο να δοκιμάσουμε να οδηγήσουμε την Μ.Σ.Η. στο άκρο της σάλας. Αν αυτή η ενέργεια είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί, η γείωση της λεκάνης που είναι πιο κοντά είναι υποχρεωτική πριν επιχειρήσουμε την επιδιόρθωση της βλάβης.

5.3. Οχήματα

Διάφορα οχήματα κινούνται δίπλα από λεκάνες : οχήματα μεταφοράς ανόδων ή των κάδων χύτευσης και μεταφοράς μετάλλου, σε περίπτωση εργασιών ανακατασκευής λεκανών, η μηχανή ανακατασκευής λεκανών και διάφορα

καροτσάκια διαχείρισης. Όλα αυτά είναι σε αιωρούμενο δυναμικό. Μπορούν, σε επαφή με μια λεκάνη ή την γη να πάρουν το αντίστοιχο δυναμικό.

Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να σταματούν δίχως λόγο πάνω σε ντάλλες κυκλοφορίας. Όλες οι στάσεις των παραπάνω μηχανών πρέπει να πραγματοποιούνται στα άκρα της σάλας ή μέσα στις ειδικές ζώνες που προβλέπονται σε αυτές τις περιπτώσεις.

6. ΜΗΧΑΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Οι μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρόλυση, χωρίζονται σε δυο κατηγορίες.

1. Κίτρινες μηχανές, συνήθως περιστροφικές, για συγκολλήσεις στο μεταλλικό σκελετό του κτιρίου και στις γερανογέφυρες της ηλεκτρόλυσης, μόνο εφ' όσον οι τελευταίες βρίσκονται μακριά από λεκάνες, δηλαδή στη θέση «γκαράζ».
2. Κόκκινες στατικές μηχανές, για συγκολλήσεις σιδήρου ή αλουμινίου επάνω στην λεκάνη, ή στους ηλεκτροφόρους αγωγούς (μπάρες) της λεκάνης.

Η διαφορά της κόκκινης μηχανής αλουμινίου από την κόκκινη σιδήρου, είναι στο ότι η μηχανή του αλουμινίου έχει επιπλέον και το DEVIBLOC, δηλαδή την συσκευή που τροφοδοτεί το σύρμα αλουμινίου και το αδρανές αέριο.

Κατά τα άλλα η προστασία που παίρνουμε και οι μετατροπές που κάνουμε, είναι ακριβώς ίδιες.

1 - Κίτρινες μηχανές: (σχ. 19)

Είναι περιστροφικές και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για συγκολλήσεις στο μεταλλικό σκελετό της εγκατάστασης στέγασης και τις γερανογέφυρες. Το καλώδιο για την συγκόλληση έχει ενισχυμένη μόνωση.

Το κύκλωμα κόλλησης είναι μονωμένο σε σχέση με το πρωτεύον και το σώμα μηχανής.

Απαραίτητα πρέπει να βρίσκονται έξω από τις αίθουσες της ηλεκτρόλυσης και μακριά από τις λεκάνες.

Τα καλώδια συγκόλλησης να είναι σε καλή κατάσταση και να μην έρχονται σε επαφή με την λεκάνη.

Μπορεί να συμβεί ισχυρό βραχυκύκλωμα στην περίπτωση που η μηχανή αγγίζει την λεκάνη ή τους αγωγούς της. Επίσης αν η μηχανή βρίσκεται κοντά σε μια λεκάνη και κάποιος αγγίξει ταυτόχρονα την μηχανή και την λεκάνη θα υποστεί ηλεκτροπληξία.



2 - Κόκκινες μηχανές: (σχ. 20)

Χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για εργασίες σε λεκάνες (συγκολλήσεις των αγωγών μιας λεκάνης κτλ). Το καλώδιο τροφοδοσίας τους δεν έχει γείωση.

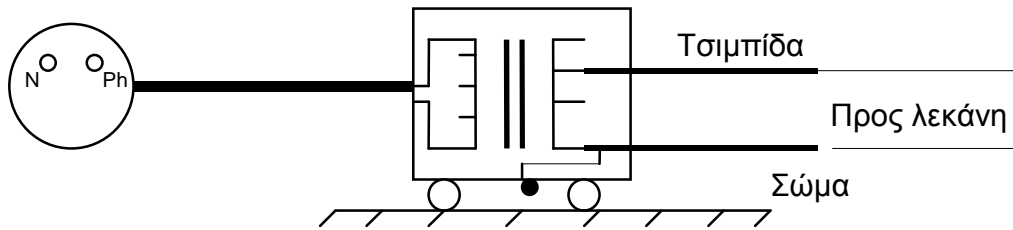
Η μηχανή πρέπει απαραίτητα να βρίσκεται κοντά στην λεκάνη και να τοποθετείται πάνω στις ντάλλες γύρω από την λεκάνη για να έχει το δυναμικό της σειράς.

Απαγορεύεται να βρίσκεται η μηχανή σε μέρη γειωμένα ή που υπάρχει κίνδυνος να βρεθεί σε δυναμικό γης.

Αν ένα μεταλλικό αντικείμενο ακουμπήσει ταυτόχρονα την μηχανή και ένα γειωμένο σημείο θα έχουμε βραχυκύκλωμα.

Αν το σώμα μας έρθει σε επαφή με την μηχανή και ένα γειωμένο σημείο θα υποστούμε ηλεκτροπληξία.

ΚΟΚΚΙΝΗ



Σχήμα 20

7. ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙΣΚΕΠΤΕΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Οι επισκέπτες θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη προσοχή καθώς ενδέχεται να μην έχουν επίγνωση των κινδύνων που ελλοχεύουν στην ηλεκτρόλυση και ειδικά των ηλεκτρικών κινδύνων, οι οποίοι δεν είναι δυνατό να γίνουν αντιληπτοί με τις αισθήσεις και τη χρήση της κοινής λογικής.

Λόγω της έλλειψης χρόνου πριν την επίσκεψη δεν είναι δυνατή η εκπαίδευση του επισκέπτη στους ηλεκτρικούς κινδύνους. Λόγω αυτού η επίσκεψη θα πρέπει να γίνεται μόνο με τη συνοδεία εκπαιδευμένου και εξουσιοδοτημένου εργαζόμενου της ΑτΕ.

Παρακάτω παρατίθενται απλές απαιτήσεις τις οποίες θα πρέπει να ακολουθεί κάθε επισκέπτης στους χώρους της Ηλεκτρόλυσης, ώστε να μην κινδυνεύει από τους πιθανούς ηλεκτρικούς κινδύνους :

- Να γίνεται χρήση μόνο των ενδεδειγμένων ΜΑΠ
- Ο επισκέπτης να μην απομακρύνεται από τον οδηγό του.
- Απαγορεύεται η ρίψη σκουπιδιών στα υπόγεια των λεκανών και εντός των λεκανών
- Απαγορεύεται η είσοδος στους χώρους της ηλεκτρόλυσης νερού ή αναψυκτικού σε μπουκάλι ή κουτάκι
- Απαγορεύεται η κάθοδος σε σταματημένες λεκάνες
- Απαγορεύεται η προσέγγιση ή ανάκτηση αντικειμένων από τα υπόγεια των λεκανών
- Απαγορεύεται η είσοδος σε άτομα που έχουν βηματοδότη και η είσοδος σε ΙΧ που έχουν αερόσακο.

8. ΓΕΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Για την εξάλειψη ενδεχόμενου ατυχήματος, δικαίωμα για επέμβαση σε Ηλεκτρικά Δίκτυα, Εγκαταστάσεις, Μηχανήματα και Συσκευές έχουν μόνον Αδειούχοι Ηλεκτροτεχνίτες, που πρέπει πάντα να τηρούν τα μέτρα ασφαλείας που επιβάλλονται σε κάθε περίπτωση.

Γενικά μέτρα προστασίας κατά τη χρήση ηλεκτρικών συσκευών, μηχανημάτων ή εργαλείων :

- Χρησιμοποίησε τα σωστά φορητά εργαλεία τα οποία να έχουν εγκριθεί για χρήση στην εγκατάσταση από αδειούχο ηλεκτρολόγο και τα οποία να βρίσκονται σε καλή κατάσταση, ιδιαίτερα τα καλώδια και τα φις.
- Αποσύνδεσε από το ρεύμα τα εργαλεία όταν δε τα χρησιμοποιείς.
- Μην επισκευάζεις μόνος σου τα φορητά ηλεκτρικά εργαλεία, αλλά απευθύνσου σε αδειούχο ηλεκτρολόγο, τόσο για επισκευές, όσο και για την προληπτική τους συντήρηση.
- Μην πατάς ποτέ σε νερά, υγρασίες ή άλλο πολύ αγωγίμο δάπεδο, όταν χρησιμοποιείς ηλεκτρικά εργαλεία κ.λ.π.
- Σε κάθε περίπτωση, να χρησιμοποιείς εργαλεία-συσκευές που είναι γειωμένα. Η γείωση, δηλαδή η διοχέτευση προς την γη της επικίνδυνης ηλεκτρικής τάσης που από διαρροή, λόγω βλάβης, εμφανίσθηκε στο πλαίσιο ή κέλυφος, είναι το κυριότερο σωσίβιό σου σε κάθε περίπτωση ανωμαλίας. Για να γειώνεται το εργαλείο πρέπει να συνδέεται με την πρίζα τροφοδοσίας του με τρεις αγωγούς (π.χ. σούκο). Η υποχρέωση για γείωση δεν ισχύει σε περιπτώσεις που χρησιμοποιείς ειδικές συσκευές ή εργαλεία διπλής μόνωσης που έχουν σχεδιασμένο πάνω τους σα σήμα ένα διπλό-ομόκεντρο τετράγωνο.
- Η σύνδεση κάθε φορητού ηλεκτροκίνητου εργαλείου στην πρίζα τροφοδοσίας του θα γίνεται με φις, ανάλογα με τον τύπο της πρίζας. Δεν θα συνδέεις ποτέ στην πρίζα τα σύρματα γυμνά ή φις τύπου διαφορετικού από αυτήν (π.χ. φις σούκο σε τριπολική απλή πρίζα, χωρίς τον ειδικό αντάπτορα).
- Το καλώδιο τροφοδοσίας, όπως προβλέπουν οι ειδικοί Κανονισμοί, πρέπει να είναι μικρού μήκους, δεν επιτρέπεται δε να απλώνεται σε περάσματα ανθρώπων ή οχημάτων απροστάτευτο. Επίσης, δεν πρέπει να περνά από ανοίγματα κουφωμάτων (πόρτες, παράθυρα) κοντά σε θερμαινόμενα σώματα – μηχανήματα ή μέσα από λιπαντικά, πετρέλαια, οξέα κ.λ.π.
- Προτού βάλεις στην πρίζα και αρχίσεις να χρησιμοποιείς οποιοδήποτε εργαλείο, να το ελέγχεις γενικά ότι είναι σε καλή κατάσταση ασφαλούς λειτουργίας και ότι οι προφυλακτήρες είναι στις θέσεις τους. Κανένα στοιχείο που έχει ρεύμα δεν επιτρέπεται να είναι εκτεθειμένο. Λοιπόν, κάθε

φορά που αντιλαμβάνεσαι αγωγούς φθαρμένους, στοιχεία ηλεκτρικής εγκατάστασης, μηχανήματος ή συσκευής να είναι σπασμένα, φθαρμένα ή να λείπουν, με αποτέλεσμα να υπάρχουν εκτεθειμένα τμήματα που έχουν ρεύμα (π.χ. ξεχαρβαλωμένες πρίζες), να σταματάς αμέσως τη χρήση της συσκευής, και εάν αυτό είναι δυνατό, να την αποσυνδέεις και να την απομονώνεις. Συγχρόνως θα ειδοποιείς για αποκατάσταση της βλάβης. Η σχετική μέριμνα σου, πρέπει να συμπληρώνεται με μέτρα για την προστασία των άλλων εργαζομένων από ενδεχόμενη επαφή, μέχρις ότου αποκατασταθεί η βλάβη.

- Σε χώρους όπου η ατμόσφαιρα είναι εύφλεκτη ή εκρηκτική (π.χ. αποθήκευση χρωμάτων ή εύφλεκτων υγρών κ.λ.π.) πρέπει να χρησιμοποιείς φορητά φώτα και εργαλεία, ειδικού **αντιεκρηκτικού τύπου**.
- Τα φορητά φώτα, σε κάθε περίπτωση πρέπει να είναι μπαλαντέζες τύπου ασφαλείας (λαβή μονωτική, λάμπα προστατευμένη σε κατάλληλη υποδοχή και με ειδικά καλύμματα προστασίας), ποτέ πρόχειρης κατασκευής. Ειδικά σε χώρους υγρούς ή πολύ αγωγίμους, προβλέπεται οι μπαλαντέζες αυτές να τροφοδοτούνται με πολύ χαμηλή τάση 24 Βολτ.
- Η ίδια πρόβλεψη, για χρήση πολύ χαμηλής τάσης, ισχύει και για τα λοιπά φορητά εργαλεία ή συσκευές, όταν αυτά χρησιμοποιούνται σε πολύ αγωγίμους ή υγρούς χώρους (π.χ. εσωτερικό λεβήτων).
- Είναι πάντοτε σημαντικός παράγοντας ασφάλειας η τροφοδότηση των εργαλείων από πρίζες που προστατεύονται με «διαφορικό διακόπτη προστασίας» στα 220 / 380V.

Κατά την πραγματοποίηση μη ηλεκτρικών εργασιών κοντά σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ή σε σημεία όπου ενδέχεται να υπάρχουν ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, να έχεις υπόψη σου τις παρακάτω περιπτώσεις:

- Για την πραγματοποίηση εκσκαφών σε θέση που είναι δυνατόν να υπάρχουν υπόγεια ηλεκτρικά καλώδια ή γειώσεις, μην ξεχνάς την πιθανότητα και το ενδεχόμενο σχετικού ατυχήματος. Πριν από κάθε εργασία, ζήτησε πληροφορίες από τους αρμόδιους οι οποίοι και θα σου δώσουν τις θέσεις και διαδρομές των γειτονικών καλωδιώσεων ή αγωγών γείωσης. Στη συνέχεια, κράτα αποστάσεις ασφαλείας από τα στοιχεία αυτά η εφάρμοσε αντίστοιχες ασφαλείς μεθόδους για την προσέγγιση και αποκάλυψή τους, αν απαιτείται.
- Αν χειρίζεσαι όχημα ή μηχανήμα μεγάλου ύψους (γερανό κ.λ.π.) ή όχημα με φορτίο μεγάλου ύψους, έχει υπόψη σου ότι κανένα σημείο του δεν πρέπει να προσεγγίσει και, πολύ περισσότερο, να έρθει σε επαφή με εναέριο δίκτυο μεταφοράς ή διανομής ηλεκτρισμού.
- Όταν σηκώνεις, με μηχανήμα ή με τα χέρια, σιδηροκατασκευές, σωλήνες κ.λ.π. μην ξεχνάς ότι αυτά δεν επιτρέπεται να πλησιάσουν και βέβαια να έρθουν σε επαφή με τις ηλεκτρικές γραμμές. Η απόσταση ασφαλείας, σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από το δίκτυο αλλά και τις λοιπές συνθήκες.

Κάθε ανύψωση είναι προτιμότερο να γίνεται μακριά από ηλεκτρικές γραμμές και σχετικές εγκαταστάσεις. Σε περίπτωση που συμβεί επαφή της μπούμας με ρευματοφόρους αγωγούς περίμενε στη θέση σου μέχρι να έλθει βοήθεια ή πήδησε με προσοχή στο έδαφος μακριά από το όχημα (χωρίς να αγγίξεις συγχρόνως στο έδαφος και στο όχημα).

- Εάν είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί π.χ. γερανός κοντά σε ηλεκτρικές γραμμές θα πρέπει οπωσδήποτε κάτω από τα ποδαρικά να τοποθετούνται ξύλινοι τάκοι ή λάστιχα. Έτσι ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος σοβαρού ατυχήματος σε περίπτωση που η μπούμα, κατά λάθος, ακουμπήσει στις γραμμές.
- Προκειμένου να κάνεις συντήρηση των Ηλεκτροστατικών Φίλτρων και για να είναι επιτρεπτή η είσοδος στο χώρο τους, σε κάθε περίπτωση πρέπει να βγει Δελτίο Ασφάλισης και ο αρμόδιος Ηλεκτρολόγος να πραγματοποιήσει την ασφάλιση αυτή. Η ίδια πρόβλεψη ισχύει και για την συντήρηση Ηλεκτροστατικών Φίλτρων στον Κλίβανο Ασβέστη και Βαρίου. (Τα ηλεκτρόφιльтра, όπως και τα καλώδια υψηλής τάσης είναι μεγάλοι πυκνωτές, που αποθηκεύουν θανατηφόρα μεγάλη ηλεκτρική ενέργεια για αρκετή ώρα μετά το σταμάτημά τους, εκτός αν γειωθούν).
- Κάθε κομμένο ή πεσμένο σύρμα ηλεκτρικής ή και άλλης γραμμής, πρέπει να το αντιμετωπίζεις σαν να έχει ρεύμα και να είναι επικίνδυνο. Μην το πιάνεις. Ειδοποίησε αμέσως την υπηρεσία σου.

Όλες σχεδόν οι εγκαταστάσεις του εργοστασίου είναι σε αυτόματη λειτουργία. Εκτός και αν έχει γίνει η προβλεπόμενη γραπτή διαδικασία απομόνωσης εγκατάστασης από τους χειριστές της, να θεωρείς ότι η εγκατάσταση μπορεί να ξεκινήσει ή να τροφοδοτηθεί ξαφνικά, χωρίς προειδοποίηση.

9. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να επιφέρει από ένα απλό σοκ μέχρι και θάνατο.
- Μέσα στις σειρές τις ηλεκτρόλυσης μια διαφορά δυναμικού 60 volts (48 Volts για ασφάλεια) είναι επικίνδυνη.
- Μόνο 5 λεκάνες πριν ή μετά της λεκάνης που είναι γειωμένη επιτρέπεται να επεμβαίνουμε.
- Το κλάξον και ο φάρος της συσκευής γείωσης σηματοδοτεί ότι η ζώνη εργασίας έγινε επικίνδυνη. Ο εργαζόμενος πρέπει να εγκαταλείψει την ζώνη αυτή αμέσως αποφεύγοντας όλες τις άμεσες ή έμμεσες επαφές με μεταλλικά αντικείμενα.

- Η εξουδετέρωση αθροιστικά όλων των προστασιών επιβάλλουν μια άμεση κατάσταση επιφυλακής για την ασφάλεια μας.
- Όλα τα βρεγμένα γάντια ή ατομικά μέσα προστασίας πρέπει να απομονώνονται και να στεγνώνονται επιμελώς πριν από κάθε νέα χρήση.
- Η χρησιμοποίηση των μεταλλικών μετροταινιών απαγορεύεται στην Ηλεκτρόλυση.
- Οι εργασίες συντήρησης και επισκευής των Μ.Σ.Η. απαγορεύεται να γίνονται πάνω και δίπλα από τις λεκάνες.
- Οι επεμβάσεις στα υπόγεια των λεκανών πρέπει να γίνεται αφού πρώτα μεταφερθεί το σημείο γειώσεως με τον τρόπο που έχει ήδη αναφερθεί.
- Απαγορεύονται οι κάθε είδους επεμβάσεις στα ηλεκτρολογικά ερμάρια των λεκανών από τους μη έχοντες εργασία σε αυτά.
- Μην μεταφέρεται ποτέ δύο εργαλεία μεγάλου μήκους (π.χ. μπαγκέτες) κρατώντας τα ένα σε κάθε χέρι, ειδικά στο εξωτερικό μέρος των στίχων των λεκανών (όπου η απόσταση λεκάνης και κολώνων των σκεπάστρων στέγασης είναι περιορισμένος). Υπάρχει περίπτωση η μόνωση της κολώνας να μην είναι σε καλή κατάσταση ή το ισχυρό μαγνητικό πεδίο που υπάρχει στον χώρο να έλξει άθελά μας το ένα εργαλείο προς τον αγωγό της λεκάνης.
- Νερά στο δάπεδο μπορούν να μεταφέρουν το δυναμικό μιας λεκάνης στον εξωτερικό χώρο ή να μεταφέρουν το δυναμικό της γης στον χώρο κάτω από τα σκέπαστρα.
- Η μεταφορά του ψευδοπλαισίου πρέπει να γίνεται πάντα πάνω από τον ένα στίχο λεκανών και η περιστροφή του να γίνεται στον διάδρομο.

- Απαγορεύεται η χρήση κίτρινης συσκευής ηλεκτροσυγκόλλησης στις λεκάνες. Οι ηλεκτροσυγκολλήσεις γίνονται μόνο με τις κόκκινες συσκευές.
- Η εναπόθεση διαφόρων μεταλλικών αντικειμένων στα υπόγεια των λεκανών μπορεί να αποτελέσει αιτία ατυχήματος.
- Οι διάδρομοι κάθε σειράς πρέπει να διατηρούνται όσο το δυνατόν καθαρότεροι. Να απομακρύνεται το αλουμίνιο που πέφτει κατά την μεταφορά του μετάλλου απ' τα ειδικά οχήματα. Επίσης να αποφεύγεται η δίχως λόγο εγκατάσταση μεταλλικών κατασκευών στους διαδρόμους.
- Οι κολώνες στέγασης πρέπει να είναι καλυμμένες με μονωτικά υλικά μέχρι ύψος 4 μέτρα. Η αντικατάσταση των φθαρμένων ξύλινων κομματιών επιβάλλεται όταν αυτά δεν είναι σε καλή κατάσταση.
- Να αποφεύγεται η ταυτόχρονη επαφή με γυμνά καλώδια, που ενδεχομένως να έχουν πέσει μέσα σε μια σάλα, και γειωμένα σημεία.
- Αποφεύγετε να κατεβαίνετε από την καμπίνα πατώντας ταυτόχρονα πάνω σε λεκάνη. Επίσης μην αγγίζετε ταυτόχρονα την καμπίνα ή κάποιο από τα εργαλεία της και την λεκάνη.
- Αποφύγετε την ταυτόχρονη επαφή (άμεσης ή έμμεσης) μιας ηλεκτροδοτούμενης εγκατάστασης (π.χ. λεκάνες) και σιδηρόβεργες που μπορεί να εξέχουν από τις φθαρμένες τσιμεντένιες επιφάνειες στους χώρους γύρω από τις αίθουσες της Ηλεκτρόλυσης.

10. ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

10.1 Εισαγωγή – Το ελληνικό ενεργειακό σύστημα (ηλεκτρισμός)

Το Ελληνικό ενεργειακό σύστημα βρίσκεται την τελευταία δεκαετία σε φάση σημαντικών αλλαγών. Η δεισδυση του φυσικού αερίου, η κατασκευή των διευρωπαϊκών δικτύων, η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας και τέλος η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν τα νέα δεδομένα του.

Σημαντικές είναι οι επιπτώσεις των νέων αυτών δεδομένων στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας, στην μείωση της εξάρτησης της από το εισαγόμενο πετρέλαιο, με όλα τα συνεπαγόμενα οφέλη στην εθνική οικονομία, στην εξοικονόμηση μη ανανεούμενων ενεργειακών πόρων, στην αύξηση της αποδοτικότητας των διαδικασιών παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας, στην προστασία του περιβάλλοντος και τέλος στην βελτίωση των παρεχομένων υπηρεσιών στους καταναλωτές.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα γίνεται κυρίως μέσω θερμοηλεκτρικών σταθμών (καύση λιγνίτη) και υδροηλεκτρικών σταθμών.

Χάρτης σταθμών παραγωγής ηλεκτρισμού και δικτύου μεταφοράς.



Πηγή: ΔΕΗ, 2000

Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει η εγκατάσταση και λειτουργία εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκά στοιχεία), καθώς και η κατασκευή και λειτουργία θερμοηλεκτρικών σταθμών με χρήση φυσικού αερίου ως καύσιμη ύλη.

10.2 Συμπαραγωγή

Συμπαραγωγή είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας.

Με το συμβατικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων (συμπυκνωτές, πύργοι ψύξης κλπ), είτε μέσω των καυσαερίων (αεροστρόβιλοι κλπ). Με τη μέθοδο της συμπαραγωγής, σημαντικό μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται ωφέλιμα.

Οι κυριότερες τεχνολογίες συμπαραγωγής είναι:

- συστήματα αεροστροβίλου (ανοιχτού ή κλειστού κύκλου)
- συστήματα ατμοστροβίλου (ανοιχτού ή κλειστού κύκλου)
- συστήματα συνδυασμένου κύκλου
- συστήματα εμβολοφόρου κινητήρα εσωτερικής καύσης (Otto – Diesel)
- μηχανές Stirling
- Κυψέλες καυσίμου

Η τεχνολογία της συμπαραγωγής, προκειμένου να είναι οικονομικά βιώσιμη, εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ταυτόχρονη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (ή ψύξης).

Τα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να θεωρηθούν ολοκληρωμένα ενεργειακά συστήματα, με την έννοια ότι μπορούν να καλύψουν όλες τις τελικές ενεργειακές χρήσεις (ηλεκτρισμό, θερμό νερό, ατμό, θερμό αέρα, ψύξη). Ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων συμπαραγωγής μπορεί να φθάνει το 85%.

Τα συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας παράγουν ταυτόχρονα αξιοποιήσιμη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια μέσω ενός ενιαίου συστήματος.

Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θερμική χρήση όσο και για ψύξη ή κλιματισμό.

Βασικό πλεονέκτημα και κίνητρο εφαρμογής της αποτελεί η αυξημένη απόδοση του συστήματος, έναντι της χωριστής λειτουργίας συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και θερμικής ενέργειας. Έχει αποδειχθεί ότι με την αξιοποίηση των συστημάτων ΣΗΘ, επιτυγχάνεται συνολική απόδοση καυσίμου έως και 90% (έναντι 30-45% που είναι ο βαθμός απόδοσης των ηλεκτρικών συμβατικών συστημάτων), εξοικονομώντας ενέργεια κατά 15-40%, σε σχέση με την παραγόμενη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια από ανεξάρτητα συστήματα. Η εξοικονόμηση αυτή προκύπτει από την ανάκτηση και αξιοποίηση της θερμότητας, που διαφορετικά θα απορριπτόταν στο περιβάλλον.

10.2.1 Πλεονεκτήματα ΣΗΘ

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση των τεχνολογιών ΣΗΘ είναι συνοπτικά τα εξής:

- Εξοικονόμηση καυσίμου.
- Ενεργειακή αυτονομία
- Υψηλότερος βαθμός απόδοσης σε σχέση με συμβατικές τεχνολογίες χωριστής ηλεκτροπαραγωγής και παραγωγής θερμότητας
- Ευελιξία, ελαχιστοποίηση απωλειών, προσαρμοστικότητα σε τοπικές ενεργειακές ανάγκες, συμβολή στο ενεργειακό δυναμικό και στην ασφάλεια εφοδιασμού
- Μείωση εκπεμπόμενων ρύπων προς το περιβάλλον

10.2.2 Εφαρμογές ΣΗΘ

Οι εφαρμογές των συστημάτων ΣΗΘ μπορούν να διακριθούν στις εξής κύριες κατηγορίες:

Βιομηχανικός τομέας: Ο τομέας αυτός καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των εφαρμογών της ΣΗΘ στη χώρα μας. Εφαρμοζόμενες τεχνολογίες είναι κυρίως με αεριοστρόβιλο και ατμοστρόβιλο και συνήθως το θερμικό προϊόν είναι ατμός υψηλής πίεσης.

Εμπορικός, κτιριακός τομέας (τριτογενής τομέας): Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι κυρίως μηχανές εσωτερικής καύσης, ενώ το θερμικό προϊόν είναι ζεστό νερό ή ατμός χαμηλής πίεσης. Επίσης, γίνεται χρήση συστημάτων απορρόφησης για τη μετατροπή των θερμικών φορτίων σε ψυκτικά (κλιματισμός).

Θερμοκήπια: Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στα Θερμοκήπια διατίθεται στο Εθνικό Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας, ενώ με τα θερμικά φορτία γίνεται θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου και εμπλουτισμός του με διοξείδιο του άνθρακα για την ταχύτερη ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών.

10.3 Το φυσικό αέριο

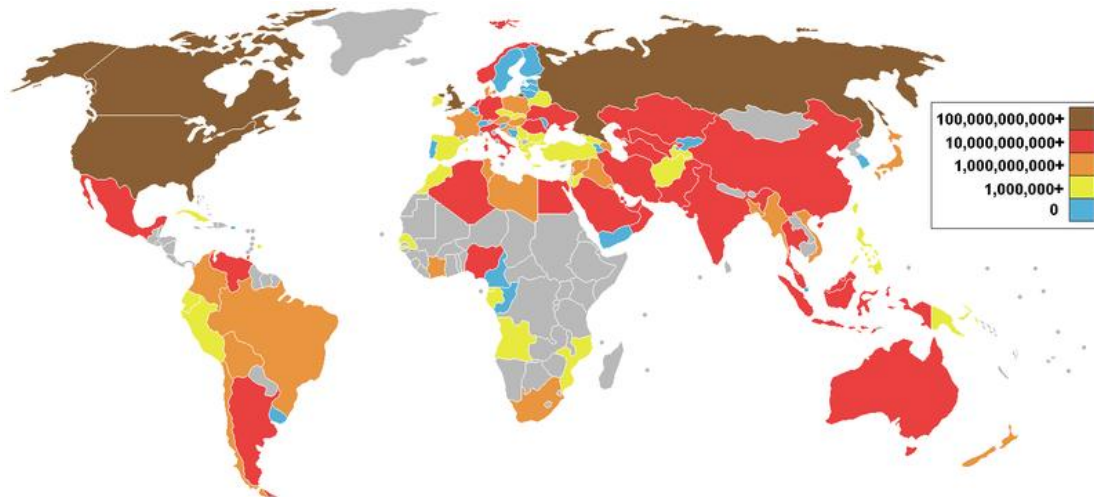
Το Φυσικό Αέριο είναι ένα [αέριο μίγμα υδρογονανθράκων](#). Εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται [οικολογικό](#) καύσιμο.

Βασικό συστατικό του φυσικού αερίου είναι το [μεθάνιο](#), συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες [αιθανίου](#), [προπανίου](#) και [βουτανίου](#), καθώς και [διοξείδιο του άνθρακα](#), [άζωτο](#), [ήλιο](#) και [υδροθείο](#).

Συστατικά	% κατά όγκο σύσταση
Μεθάνιο (CH ₄)	70-90

Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	5-15
Προπάνιο (C ₃ H ₈) και Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	< 5
CO ₂ , N ₂ , H ₂ S, κτλ.	μικρότερες ποσότητες

Το φυσικό αέριο που είναι απαλλαγμένο από τους υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου, δηλαδή το καθαρό μεθάνιο, συχνά αποκαλείται και **ξηρό φυσικό αέριο**. Αντίστοιχα, το φυσικό αέριο που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και **υγρό φυσικό αέριο**.



Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή φυσικού αερίου φαίνονται στην παραπάνω εικόνα (με καφέ χρώμα οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή, ακολουθούν αυτές που σημειώνονται με κόκκινο χρώμα).

Το Φ.Α. σήμερα χρησιμοποιείται για συμπαραγωγή σε βιομηχανίες των κλάδων τροφίμων, μεταλλουργίας και υφαντουργίας, σε μεγάλα Θερμοκήπια καθώς και στον μεγάλο εμπορικό τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία).

Το φυσικό αέριο εισάγεται στη Ελλάδα από:

- τη **Ρωσία** (Gazexport) μέσω αγωγών μεταφοράς με σημείο παραλαβής τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα και σε ποσότητα 2,4 δις. κ.μ. ετησίως μέχρι το 2016.
- την **Αλγερία**, σε υγροποιημένη μορφή (LNG), με ειδικό δεξαμενόπλοιο στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης της Ρεβυθούσας. Η ελάχιστη ετήσια ποσότητα είναι 0,68 δις κ.μ., με δυνατότητα μελλοντικής αύξησης.

10.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος φυσικού αερίου στην Ελλάδα

Το σύστημα του φυσικού αερίου έχει ως σκοπό την ασφαλή τροφοδοσία των μεγάλων καταναλωτικών κέντρων της χώρας και αποτελείται από:

- το **δίκτυο μεταφοράς** του φυσικού αερίου,

- ΤΟΝ τερματικό σταθμό αποθήκευσης του υγροποιημένου (LNG) αλγερινού φυσικού αερίου στην Ρεβυθούσα. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο επαναεριοποιείται και τροφοδοτεί το δίκτυο μεταφοράς
- το σύστημα διανομής του φυσικού αερίου στους καταναλωτές

10.4.1 Δίκτυο μεταφοράς

Στο δίκτυο μεταφοράς του φυσικού αερίου περιλαμβάνονται:

- **Κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (70 bar)** από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα μέχρι την Αττική, συνολικού μήκους 512 χλμ. Η διάμετρος του αγωγού είναι 36'' για τα πρώτα 100 χλμ και 30'' για τα υπόλοιπα.
- **Κλάδοι μεταφοράς υψηλής πίεσης** προς την ανατολική Μακεδονία και Θράκη, τη Θεσσαλονίκη, το Βόλο και την Αττική, συνολικού μήκους 440 χλμ
- **Μετρητικοί και ρυθμιστικοί σταθμοί** για τη μέτρηση της παροχής αερίου και τη ρύθμιση της πίεσης
- **Σύστημα τηλεχειρισμού, ελέγχου λειτουργίας και τηλεπικοινωνιών**
- **Κέντρα λειτουργίας και συντήρησης**, στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη και τη Θεσσαλία
- **Συνοριακός Σταθμός Εισόδου (Border Station)**



Χάρτης εγκαταστάσεων και δικτύου μεταφοράς φυσικού αερίου

10.4.2 Τερματικός σταθμός αποθήκευσης Ρεβυθούσας

Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης του υγροποιημένου φυσικού αερίου στην Ρεβυθούσα περιλαμβάνουν:

- **Δύο δεξαμενές αποθήκευσης** συνολικής χωρητικότητας 130.000 κ.μ. (65.000 κ.μ. έκαστη)
- **Εγκαταστάσεις ελλιμενισμού δεξαμενόπλοιων**
- **Κρυογενικές εγκαταστάσεις**
- **Αεριοποιητές**, για την επαναεριοποίηση του LNG και την τροφοδοσία του συστήματος μεταφοράς
- Δύο αγωγούς διασύνδεσης της Ρεβυθούσας με το σύστημα μεταφοράς.
- Ναυλωμένο δεξαμενόπλοιο χωρητικότητας 29,500 κ.μ. Υ.Φ.Α.



Οι εγκαταστάσεις στη Ρεβυθούσα

Το σύστημα διανομής αποτελείται από:

- **δίκτυα μέσης πίεσης** (19 bar) στην Αττική, Θεσσαλονίκη, Θεσσαλία και στις βιομηχανικές περιοχές Οινοφύτων, Πλατέος Ημαθίας, Ξάνθης, Καβάλας και ΒΙΠΕ Κομοτηνής
- **δίκτυα χαμηλής πίεσης** (4 bar) σε Αττική, Θεσσαλονίκη και Θεσσαλία, προβλεπόμενου μήκους 6.500 χλμ.
- **υπάρχον δίκτυο διανομής στην Αθήνα**. Η ΔΕΠΑ, στο πλαίσιο του κατασκευαστικού της έργου, ολοκλήρωσε στην ευρύτερη περιοχή της πρωτεύουσας **860 χιλιόμετρα** δικτύου διανομής τα οποία προσετέθησαν στα υφιστάμενα 550 χιλιόμετρα δικτύου που ανήκαν στην Δημοτική Επιχείρηση Φωταερίου Αθηνών και ήδη τροφοδοτεί περίπου 8.000 εμπορικούς, οικιακούς και βιομηχανικούς καταναλωτές με φυσικό αέριο.

10.5 Ο ΣΗΘΥΑ Της Αλουμίνιον Της Ελλάδος

Ο σταθμός Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ), ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 334 MW, αποτελεί καινοτόμο επένδυση στον ελληνικό ενεργειακό χώρο, καθώς είναι η μοναδική μεγάλη συμπαγωγή στη χώρα, αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης.



Η τεχνολογία των αεριοστροβίλων με λέβητα ανάκτησης θερμότητας (GT+HRSG) που υλοποιήθηκε για τον σταθμό συμπαραγωγής, σε συνδυασμό με τη χρήση μονάδας ατμοστροβίλου-λέβητα διπλού καυσίμου, επιτυγχάνει τόσο την κάλυψη των αναγκών σε ατμό όλων των βαθμίδων πίεσης του βιομηχανικού συγκροτήματος του Αλουμινίου της Ελλάδος, όσο και την έγχυση σημαντικής ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας προς το ηλεκτρικό Σύστημα.

Πιο συγκεκριμένα η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται μέσω δύο υψηλής απόδοσης μονάδων αεριοστροβίλων - γεννητριών της General Electric και μίας μονάδας ατμοστροβίλου - γεννήτριας και εγχύεται σε υφιστάμενο υποσταθμό της ΔΕΗ ΑΕ. Ο απαιτούμενος ατμός για την παραγωγική διαδικασία της αλουμίνας του βιομηχανικού συγκροτήματος του Αλουμινίου παράγεται από δύο λέβητες ανάκτησης θερμότητας ALSTOM, με εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας που περιέχεται στα εκπεμπόμενα καυσαέρια των αεριοστροβίλων του συστήματος και από ατμοστροβίλο εκτόνωσης.

Η ψύξη των εγκαταστάσεων του Σταθμού γίνεται με θαλασσινό νερό το οποίο αντλείται από τον Κόλπο της Αντίκυρας. Μετά το πέρασμά του από τους εναλλάκτες επιστρέφεται στη θάλασσα, σε θερμοκρασίες που δε βλάπτουν τη χλωρίδα και την πανίδα του κόλπου.

Ο Σταθμός προβλέπεται να λειτουργεί μόνιμα σε επίπεδο παραγωγής των 180 MW, ώστε να καλύπτει την παραγωγή απαιτούμενης ποσότητας και ποιότητας ατμό για την παραγωγή αλουμίνας της ΑτΕ. Σε περιόδους που

υπάρχουν ανάγκες ή τιμή της είναι ανταγωνιστική, μπορεί να παρέχει στο σύστημα τα υπόλοιπα MW (έως τη μέγιστη παραγωγικότητά της), ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες του.

Η μονάδα διαθέτει και εφεδρικό λέβητα ο οποίος λειτουργεί με diesel ή φυσικό αέριο, ώστε να είναι δυνατή η συνέχιση της παραγωγής του απαιτούμενου ατμού, ακόμα και αν προκύψει σημαντική βλάβη της εγκατάστασης ή διακοπή της τροφοδότησης με φυσικό αέριο, καθώς η λειτουργία του τμήματος παραγωγής αλουμίνας είναι συνεχής και η διακοπή της για μερικές ώρες μπορεί να είναι καταστροφική.

Στα ανατολικά της μονάδας, εκτός των εγκαταστάσεων της ΑΤΕ, υπάρχει ο μετρητικός σταθμός της ΔΕΠΑ, ο οποίος καταμετρά την ποσότητα φυσικού αερίου που καταναλώνεται από τη ΣΗΘΥΑ, προκειμένου να της εκδίδει το σχετικό τιμολόγιο.

10.5.1 Τι εξασφαλίζει ο νέος σταθμός

Με τη λειτουργία του Σταθμού επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας μεγαλύτερη από 10% συγκρινόμενη με την χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Ο Σταθμός θα συνεισφέρει στη μείωση της Οριακής Τιμής Συστήματος (ΟΤΣ), ήτοι της χονδρεμπορικής τιμής αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο Σταθμός θα συνεισφέρει επίσης στην κάλυψη της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια υποκαθιστώντας τις ακριβές εισαγωγές ρεύματος και τις ενοικιάσεις των κινητών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη και αεριοστρόβιλοι) σε υψηλές τιμές.

Λόγω της χωροθέτησης του Σταθμού στο Νότιο Σύστημα της χώρας, αυτός θα συνεισφέρει στη μείωση των απωλειών του Συστήματος, ενώ ταυτόχρονα θα αποσυμφορήσει το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην ευρύτερη περιοχή της Βοιωτίας, εξαλείφοντας την ανάγκη για ενίσχυση του δικτύου αυτού με νέα έργα.

Η λειτουργία της μονάδας αναμένεται να αναβαθμίσει το περιβάλλον στην ευρύτερη περιοχή της Νότιας Βοιωτίας, καθώς θα καταργήσει την κατανάλωση μαζούτ 160.000 τόνων ετησίως, που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του απαιτούμενου για την παραγωγική διαδικασία του Αλουμινίου ατμού, μειώνοντας δραστικά τους εκπεμπόμενους ρύπους.

Η συγκεκριμένη μονάδα είναι πολύ ευέλικτη σε λειτουργία εφόσον μπορεί να μειώνει αλλά να αυξάνει την παραγωγή της χωρίς καθυστερήσεις ή δυσλειτουργίες. Επίσης μπορεί να παύει τη λειτουργία της και να επαναλειτουργεί χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

ΠΗΓΕΣ

- Εκπαιδευτικά εγχειρίδια ηλεκτρικών κινδύνων της Αλουμίνιον ΑΕ
- Συντονιστής Υ&Α της Αλουμίνιον ΑΕ
- www.cogen.org
- www.depa.gr
- www.rae.gr
- www.pathfinder.gr
- www.alhellas.com
- www.desfa.gr