



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

**ΔΑΦΝΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ 6838**

**ΜΟΣΧΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ 6906**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2021**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται η ηλεκτρολογική μελέτη μιας μονάδας παραγωγής σκυροδέματος. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια ιστορική αναδρομή σχετικά με τη δημιουργία και τη χρήση του σκυροδέματος ανά τους αιώνες. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πρότυπα και οι κανονισμοί που πρέπει να ακολουθούνται κατά την κατασκευή του σκυροδέματος. Ακολουθεί το τρίτο κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται η δομή του εργοστασίου σκυροδέματος και τέλος το τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί πτώσης τάσης, διατομών, ασφαλιστικών μέσων, παροχής και αντιστάθμισης αέργου ισχύος.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	I
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	II
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	VIII
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	VIII
<b>1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΙΣΤΟΡΙΑ – ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ</b> .....	1
<b>2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ</b> .....	7
2.1 Πρότυπα για το σκυρόδεμα .....	8
2.2 Κανονιστικό πλαίσιο .....	9
2.3 Αντικείμενο του προτύπου .....	11
2.4 Γενικές αρχές – στόχοι προτύπου .....	12
2.5 Τύποι και κατηγορίες σκυροδέματος .....	13
2.5.1 Κατηγορίες για το νωπό σκυρόδεμα .....	13
2.5.2 Κατηγορίες για το σκληρυμένο σκυρόδεμα .....	13
2.6 Ανθεκτικότητα και κατηγορίες έκθεσης του σκυροδέματος .....	15
<b>3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΚΡΟΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ</b> .....	19
3.1 Διαδικασία παραγωγής σκυροδέματος .....	19
3.1.1 Τεχνολογία .....	19
3.2 Περιγραφή της εγκατάστασης .....	20
3.3 Τμήμα αδρανών .....	21
3.3.1 Αποθήκες διαμερισμάτων .....	21

3.3.2	Ζυγιστήριο αδρανών .....	21
3.3.3	Μεταφορικές ταινίες.....	22
3.4	Τμήμα τσιμέντου.....	22
3.5	Τμήμα νερού .....	23
3.6	Τμήμα ηλεκτρονικής διαχείρισης .....	23
3.7	Τμήμα ανάμιξης.....	23
3.8	Τμήμα προσμικτών .....	24
4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Η ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....	25
4.1	Τα φορτία της εγκατάστασης .....	25
4.2	Υπολογισμοί .....	26
4.2.1	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΩΝ (2), ΙΣΧΥΟΣ P=37kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 70m.	32
	Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	32
	Επιλογή διατομής .....	32
	Έλεγχος για πτώση τάσης .....	32
	Ασφαλιστικά μέσα.....	34
4.2.2	ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ, ΙΣΧΥΟΣ P=25kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 20m .....	34
	Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	34
	Επιλογή διατομής .....	35

Έλεγχος για πτώση τάσης .....	35
Ασφαλιστικά μέσα.....	36
4.2.3 ΤΑΙΝΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ (ΖΥΓΙΣΤΙΚΗ), ΙΣΧΥΟΣ $P=7.5kW$ , ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 50m.	37
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	37
Επιλογή διατομής .....	37
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	37
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	39
Ασφαλιστικά μέσα.....	39
4.2.4 ΔΟΝΗΤΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ, ΙΣΧΥΟΣ $P=0.3kW$ , , ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 60m .....	40
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	40
Επιλογή διατομής .....	40
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	40
Ασφαλιστικά μέσα.....	41
4.2.5 ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΧΑΡΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ $P=0.3kW$ , , ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 50m.	41
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	41
Επιλογή διατομής .....	42
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	42
Ασφαλιστικά μέσα.....	42

4.2.6 ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΤΗ ΧΟΑΝΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΚΑΙ ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΤΗ ΧΟΑΝΗ ΑΔΡΑΝΩΝ, ΙΣΧΥΟΣ $P=0.3kW$ , , ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 70m.	43
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	43
Επιλογή διατομής .....	43
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	43
Ασφαλιστικά μέσα.....	44
4.2.7 ΑΝΤΛΙΕΣ ΝΕΡΟΥ ΦΟΡΤΩΣΗΣ (2), ΙΣΧΥΟΣ $P=37kW$ , ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 30m.	44
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	44
Επιλογή διατομής .....	45
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	45
Ασφαλιστικά μέσα.....	46
4.2.8 ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ, ΙΣΧΥΟΣ $P=37kW$ , ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 70m.	46
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	46
Επιλογή διατομής .....	47
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	47
Ασφαλιστικά μέσα.....	48
4.2.9 ΑΝΤΛΙΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ (4), ΙΣΧΥΟΣ $P=0.75kW$ , , ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 10m.....	48

Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	48
Επιλογή διατομής .....	49
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	49
Ασφαλιστικά μέσα.....	49
4.2.10 ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ (2), ΙΣΧΥΟΣ P=4kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 40m .....	50
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	50
Επιλογή διατομής .....	50
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	50
Ασφαλιστικά μέσα.....	51
4.2.11 ΚΟΧΛΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=11kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 25m.....	52
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	52
Επιλογή διατομής .....	52
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	52
Ασφαλιστικά μέσα.....	54
4.2.12 ΚΟΧΛΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=11kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 28m.....	54
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	54
Επιλογή διατομής .....	54
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	55

Ασφαλιστικά μέσα.....	56
4.2.13 ΚΟΧΛΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=11kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 11m.....	56
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	56
Επιλογή διατομής .....	57
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	57
Ασφαλιστικά μέσα.....	58
4.2.14 ΚΟΧΛΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=11kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 25m.....	59
Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος .....	59
Επιλογή διατομής .....	59
Έλεγχος για πτώση τάσης .....	59
4.2.15 Ασφαλιστικά μέσα.....	61
4.3 Υπολογισμός παροχής.....	61
4.4 Υπολογισμός ισχύος πυκνωτων αντιστάθμισης.....	63
5 ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΚΥΚΤΙΟ.....	64



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-1	Κοιλαδογέφυρα από σκυρόδεμα .....	6
Εικόνα 2-1	Συμβαλλόμενοι κατά την εφαρμογή του προϊόντος σκυρόδεμα στα έργα κατά EN 206 .....	12
Εικόνα 3-1	Διαδικασία επεξεργασίας .....	20
Εικόνα 3-2	Αποθήκη διαμερισμάτων αδρανών .....	21
Εικόνα 3-3	Ζυγιστήριο αγρανών .....	22
Εικόνα 3-4	Αναμικτήρας .....	24

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2-1	Πλαίσιο Προτύπων και Κανονισμών του CEN για τα έργα από σκυρόδεμα. ....	10
Πίνακας 2-2	Κατηγορίες αντοχής και αντίστοιχη ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου / κύβου για το σκυρόδεμα (οι σκιασμένες αφορούν το Εθνικό Προσάρτημα) .....	14
Πίνακας 2-3	Κατηγορίες περιβαλλοντικής έκθεσης για το σκυρόδεμα .....	16

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΙΣΤΟΡΙΑ – ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Το τσιμέντο και το σκυρόδεμα ενώ είναι δύο διαφορετικά υλικά στην ουσία δεν διαχωρίζονται στην συνείδηση του μέσου καταναλωτή ο οποίος πρακτικά γνωρίζει το τελικό προϊόν που είναι το σκυρόδεμα. Κατά συνέπεια η ιστορική τους εξέλιξη είναι συνυφασμένη και αλληλοεξαρτώμενη. Η ύπαρξη ενός τεχνητού στερεού υλικού που προκύπτει από την ανάμειξη φυσικών υλικών με συνδετικές κονίες και νερό για να αποτελέσει ένα σώμα και έχει μετεξελιχθεί στο σημερινό σκυρόδεμα, έχει ιστορία 9000 ετών.

Το αρχαιότερο γνωστό σήμερα σκυρόδεμα χρονολογούμενο από το 7000 π.Χ. βρίσκεται στη νότια Γαλιλαία, Fifth El, Ισραήλ. Ανακαλύφθηκε το 1985 κατά τη διάνοιξη ενός δρόμου και σχηματίζει κάποιο δάπεδο. Αποτελείται από μίγμα ασβέστη με πέτρες. Ο ασβέστης όταν αναμιχθεί με νερό και άμμο δημιουργεί μία “λάσπη” - κονίαμα το οποίο ερχόμενο σε επαφή με το διοξείδιο του άνθρακα του ατμοσφαιρικού αέρα σκληραίνει και δημιουργεί ένα στερεό σώμα. Αν το κονίαμα αυτό ανακατευτεί με πέτρες, συνδέει - συγκολλάει τις πέτρες και δημιουργεί ένα είδος σκυροδέματος.

Άλλο παλαιό εύρημα σκυροδέματος υπάρχει στις όχθες του Δούναβη στο Lepenski Vir στη Γιουγκοσλαβία και χρονολογείται από το 5600 π.Χ. Αποτελεί το δάπεδο μιας προϊστορικής καλύβας.

Στη μεγάλη πυραμίδα στην Γκίζα της Αιγύπτου (2500 π.Χ.) οι λίθοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους με κάποιο κονίαμα από ασβέστη ή γύψο. Στην ίδια χώρα, στις αρχαίες Θήβες, υπάρχει τοιχογραφία με αναπαράσταση των εργασιών παρασκευής ασβεστοκονιάματος και χτισίματος με το υλικό αυτό.

Την ίδια εποχή αναφέρεται ότι στην Κίνα χρησιμοποιήθηκαν τσιμεντοειδή υλικά για την κατασκευή του Σινικού Τείχους. Η τέχνη αυτή του χτισίματος φαίνεται ότι μεταφέρθηκε και στην αρχαία Ελλάδα

όπου χρησιμοποιήθηκαν διάφορα μίγματα ασβέστη για χτίσιμο και για επικάλυψη πλίνθων φτιαγμένων από πηλό και ξεραμένων στον ήλιο.

Ο Ρωμαίος αρχιτέκτονας-συγγραφέας Vitruvius αποτελεί μία σημαντική πηγή πληροφοριών για την αρχαία Ελληνική αρχιτεκτονική και οικοδομική. Χρησιμοποιεί την ελληνική λέξη "έμπλεκτον" για να περιγράψει ένα υλικό, πρόδρομο του σημερινού σκυροδέματος, που αποτελείται από ένα συνδετικό κονίαμα στο οποίο αναμιγνύονται μικρά τεμάχια λίθων. Σε χειρόγραφο του γραμμένα τα πρώτα προχριστιανικά χρόνια (περί το 13 π.Χ.) που ανακαλύφθηκαν το 1414 μ.Χ. σε μοναστήρι της Ελβετίας, έδινε οδηγίες στους αρχιτέκτονες για την παρασκευή κονιάματος που πήζει τόσο στον αέρα όσο και στο νερό. Είναι γνωστό ότι όλα τα κονιάματα με ασβέστη και νερό για να πήξουν και να σκληρυνθούν χρειάζεται να παραμείνουν στον αέρα (αερικά κονιάματα) ώστε να γίνει η χημική αντίδραση της άσβεστου με το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας.

Οι αρχαίοι Έλληνες ήταν ίσως οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν υδραυλικές κονίες δηλ. κονίες που όταν ανακατευτούν με το νερό μπορούν να πήξουν και να σκληρυνθούν τόσο στον αέρα όσο και μέσα στο νερό. Είναι επομένως αυτονόητο ότι τα κονιάματα και τα σκυροδέματα που παρασκευάζονται με υδραυλικές κονίες έχουν πολύ μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις χρόνιες επιδράσεις του περιβάλλοντος. Από το είδος αυτό των υδραυλικών κονιαμάτων που χρησιμοποίησαν οι αρχαίοι Έλληνες τα κυριότερα είναι:

- Μίγμα ασβέστη και ηφαιστειακής γης από τη Θήρα ή τη Νίσυρο στην Ελλάδα ή τη Δικαιαρχεία, αργότερα Pozzuoli, στην ελληνική αποικία της Ιταλίας κοντά στη Napoli. Το μίγμα αυτό έχει τη δυνατότητα να πήζει και να σκληραίνει μέσα στο νερό (υδραυλική κονία) χωρίς να διαλύεται όπως τα ασβεστοκονιάματα. Από την άποψη αυτή το μίγμα ασβέστη και ηφαιστειακής γης είναι πολύ συγγενές με το τσιμέντο και θα μπορούσε να θεωρηθεί ως "πρόδρομο" υλικό του σημερινού τσιμέντου. (Σήμερα παρασκευάζονται και έχουν ευρύτατη χρήση τσιμέντα με προσθήκη ποζολάνης, τα ποζολανικά τσιμέντα).

Τέτοιο μίγμα φαίνεται ότι χρησιμοποιήθηκε για να γίνει υδατοστεγανή δεξαμενή χωρητικότητας 600 m<sup>3</sup> στο ναό της Αθηνάς στην αρχαία Κάμιρο στη Ρόδο, καθώς και στην κατασκευή του λιμανιού του Πειραιά (Ζέα). Επίσης μίγματα ασβέστη τριμμένης ηφαιστειακής γης και μαρμαρόσκονης χρησιμοποιήθηκαν εκτεταμένα στην κατασκευή σοβάδων, ειδικών επικαλύψεων για να αποτελέσουν την επιφάνεια για ζωγραφική (στούκο) αλλά και για "συγκόλληση σπασμένων τεμαχίων μαρμάρων" (αρχαϊκός ναός Αρτέμιδος). Τα υλικά αυτά περιγράφονται από τους αρχαίους συγγραφείς Θεόφραστο, Στράβωνα και Vitruvius, αλλά και σύγχρονους ερευνητές (Τάσιος, Μπαντέκα, Haegerman Botticher, Bullard, Ευσταθιάδης, Wilski κ.α.).

- Τριμμένα κεραμίδια ή πλίνθοι με ασβέστη κυρίως σε θαλάσσια έργα (Δειλός, Ρόδος βίλα ελληνιστικής περιόδου).
- Διάφορα άλλα υλικά, όπως τέφρες (Κόρτυς Αρκαδία), σιδερόσκονη (Αγορά Αθηνών), πρωτοξειδίο του μολύβδου (Λαύριον).

Οι Ρωμαίοι φαίνεται ότι πήραν τις γνώσεις αυτές από τους Έλληνες, πιθανότατα των Ελληνικών αποικιών της Ιταλίας, και ήδη από το 300 π.Χ. τις ανέπτυξαν σε μεγάλο βαθμό τόσο ως προς τα ασβεστοκονιάματα (αερικά κονιάματα) όσο και ως προς τη χρήση μίγματος ασβέστη και ηφαιστειακής γης (υδραυλικά κονιάματα). Την ηφαιστειακή γη την προμηθεύονταν από το χωριό Pozzuoli κοντά στο Βεζούβιο. Το χωριό αυτό έδωσε το όνομα "Ποζολάνη" στα ηφαιστειακά υλικά αλλά και σε τεχνιτά υλικά με τις ίδιες περίπου ιδιότητες (ορισμένες Ιπτάμενες Τέφρες- πυριτική παιπάλη) που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση σήμερα (Ποζολανικά τσιμέντα- ποζολανική χημική αντίδραση). Ένα από τα πρώτα σημαντικά έργα των Ρωμαίων είναι το αρχαίο Θέατρο Πομπηίας χωρητικότητας 20.000 θεατών (75 π.Χ.). Ακολουθούν πλήθος θαυμαστών από τεχνικής και αρχιτεκτονικής άποψης έργων, όπως το Κολοσσαίο (82 μ.Χ.), το Πάνθεον (123 μ.Χ.)

και τα διάφορα υδραγωγεία, όπως το υδραγωγείο στη πόλη Nimes στη Γαλλία (150 μ.Χ.).

Είναι επίσης γνωστό ότι οι Ρωμαίοι προσέθεταν μερικές φορές στο "σκυρόδεμα" διάφορα υλικά για να βελτιώσουν τις ιδιότητές του και τα υλικά αυτά μπορούν να θεωρηθούν ως "πρόδρομα" των σήμερα χρησιμοποιούμενων "χημικών προσθέτων". Για παράδειγμα, χρησιμοποίησαν αίμα του οποίου η δράση είναι παρόμοια με εκείνη των αερακτικών προσθέτων (υλικών που εισάγουν αέρα στο σκυρόδεμα με σκοπό να βελτιώσουν την ανθεκτικότητά του στη δράση του παγετού και να αυξήσουν την εργασιμότητά του).

Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει η προσθήκη κατά την ανάμιξη τριχών αλόγου "πρόδρομο" υλικό των χρησιμοποιούμενων σήμερα πλαστικών και χαλύβδινων ινών (ινοπλισμένο σκυρόδεμα).

Παρόμοιο υλικό χρησιμοποιήθηκε επίσης για την κατασκευή των κογχών και των τόξων στα κατώτερα επίπεδα της Αγίας Σοφίας στην Κωνσταντινούπολη περί το 540 μ.Χ.

Κατά το μεσαίωνα δεν παρουσιάζεται καμία εξέλιξη. Η ανακάλυψη των χειρογράφων του Vitruvius το 1414 μ.Χ. όμως, αναθέρμανε το ενδιαφέρον για το σκυρόδεμα και λίγα χρόνια μετά, το 1500 χρησιμοποιείται ποζολανικό κονίαμα στα βάθρα της Παναγίας των Παρισίων που αποτελεί την πρώτη διαπιστευμένη χρήση σκυροδέματος στην νεώτερη εποχή.

Το πρώτο ουσιαστικά βήμα για τη δημιουργία του τσιμέντου υπό τη μορφή που χρησιμοποιείται σήμερα θα μπορούσε να αποδοθεί στον Άγγλο μηχανικό John Smeaton στα μέσα του 1.700 μ.Χ. Στο μηχανικό αυτό ανατέθηκε η κατασκευή ενός φάρου κοντά στο Plymouth, ο οποίος είχε προηγουμένως κατασκευασθεί από ξύλο και είχε δύο φορές καταστραφεί, αρχικά από πυρκαϊά και τελικά από θύελλα. Ήταν πλέον αυτονόητο ότι ο φάρος θα έπρεπε να κατασκευαστεί από πέτρα αλλά η γειτνίαση με τη θάλασσα και η βραδύτητα πήξεως και σκλήρυνσης των ασβεστοκονιαμάτων δεν επέτρεπαν το ασφαλές χτίσιμο. Ο Smeaton άρχισε να ερευνά τα διάφορα υλικά και διαπίστωσε ότι τα

ασβεστοκονιάματα με ασβέστη ο οποίος έχει παρασκευαστεί από το ψήσιμο ασβεστόλιθου που περιείχε άργιλο (δηλ. πυρίτιο και αργίλιο) μπορούσαν να πήξουν τόσο στον αέρα όσο-και σπουδαιότερο- μέσα στο νερό. Αυτή η παρατήρηση θεωρείται ότι αποτελεί το πρώτο σημαντικό βήμα για την παραγωγή του τσιμέντου με τη μορφή που παράγεται σήμερα. Ανάλογες εξελίξεις την ίδια εποχή αναφέρονται στη Γαλλία αποδιδόμενες στους Vicat και Lesage. Ακολουθούν διάφορες άλλες "εφευρέσεις" με αντίστοιχα διπλώματα ευρεσιτεχνίας όπως του εφημέριου James Parker με το "Ρωμαϊκό τσιμέντο". Η συστηματικότερη όμως παρασκευή τσιμέντου αποδίδεται στον Άγγλο μηχανικό Joseph Aspdin ο οποίος έδωσε στο υλικό (για το οποίο πήρε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας) το όνομα που και σήμερα χρησιμοποιείται "τσιμέντο Portland ". Το όνομα αυτό δόθηκε γιατί το χρώμα του σκληρυμένου τσιμέντου ήταν πολύ κοντά στο χρώμα των πετρωμάτων στο Portland. Σήμερα σώζεται (σε εγκαταστάσεις Βρετανικής Τσιμεντοβιομηχανίας) ένας από τους πέτρινους κλιβάνους που χρησιμοποίησε ο γιος του Aspdin, William για την παραγωγή του τσιμέντου.

Έκτοτε η παραγωγή του τσιμέντου εξαπλώθηκε σε όλο τον κόσμο και παρουσίασε σημαντικές εξελίξεις για να φθάσει στο σημερινό επίπεδο εξέλιξης. Παράλληλα προχώρησε η εξέλιξη του σκυροδέματος και αναφέρεται η κατασκευή της πρώτης γέφυρας από άοπλο σκυρόδεμα στην Γαλλία (1816), ενώ το 1818 ο Βρετανός μηχανικός Ralph Dodd απέκτησε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για την προσθήκη ράβδων σφυρίλατου σιδήρου στο σκυρόδεμα. Εισάγεται έτσι αρχικά η έννοια του οπλισμού στο σκυρόδεμα που διευρύνεται σύντομα με την χρήση σιδηροδοκών με σκυρόδεμα για κατασκευή δαπέδων (Francois Corignet, 1855) και σύρματος για την ενίσχυση γλαστρών από σκυρόδεμα (Joseph Monier 1850-1861), που αποτελεί και την πλέον εξελιγμένη μέχρι τότε μορφή οπλισμένου σκυροδέματος. Το 1902 ο August Rerrert κατασκεύασε στο Παρίσι πολυκατοικία με χρήση «συστήματος οπλισμένου σκυροδέματος» όπως το ονόμασε. Αυτή ήταν και η πρώτη εμφάνιση κτιρίου με φέροντα οργανισμό από υποστυλώματα, δοκούς και πλάκες χωρίς φέρουσες τοιχοποιίες.

Η πρόοδος της τεχνολογίας ήταν στη συνέχεια μεγάλη, τόσο σε ότι αφορά τα δομικά συστήματα κατασκευής με χρήση εξελιγμένων ποιοτήτων χάλυβα, συστημάτων προέντασης, ινοπλισμού, όσο και σε ότι αφορά το σκυρόδεμα με την εξέλιξη των μεθόδων παραγωγής και ποιοτικού ελέγχου και την χρήση βελτιωτικών χημικών προσθέτων.

Σήμερα παράγονται ετησίως σε όλο τον κόσμο πάνω από 1,5 δισεκατομμύρια τόνοι τσιμέντου και το σκυρόδεμα που παρασκευάζεται από το τσιμέντο αυτό υπερβαίνει τα 10 δισεκατομμύρια τόνους. Το γεγονός αυτό καθιστά το τσιμέντο και το σκυρόδεμα τα σπουδαιότερα και πλέον διαδεδομένα δομικά υλικά της εποχής μας.

Παρασκευάζεται σκυρόδεμα με θλιπτική αντοχή μεγαλύτερη από 200 ΜΡα αλλά και σκυρόδεμα με προεπιλεγμένες ιδιότητες (χαμηλής αντοχής, υψηλής ανθεκτικότητας σε διαβρωτικές επιδράσεις του περιβάλλοντος, αυτοσυμπυκνούμενο, με αντοχή σε τριβή και κρούση και σκυρόδεμα που απορροφά αέριες ενώσεις ΝΟχ που μολύνουν το περιβάλλον).



**Εικόνα 1-1 Κοιλαδογέφυρα από σκυρόδεμα**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Το σκυρόδεμα είναι το πλέον διαδεδομένο δομικό υλικό παγκοσμίως. Λόγω της ευρύτατης εφαρμογής του σε κάθε μορφή δόμησης, η κατανάλωση σε σκυρόδεμα μίας χώρας (σε κυβικά μέτρα ανά κάτοικο) αποτελεί ένα δείκτη ανάπτυξης της χώρας αυτής.

Πρόκειται για ένα τεχνητό υλικό – είναι κατά βάση ένας τεχνητός λίθος - με πολλαπλές και συνεχώς βελτιούμενες και διευρυνόμενες ιδιότητες. Στη βασική του μορφή, με την οποία και χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα, αποτελείται από ένα ομογενοποιημένο μείγμα ελεγχόμενων αναλογιών από τσιμέντο σε σκόνη, νερό, άμμο και σκύρα, φυσικής ή τεχνητής προέλευσης. Αρχικά έχει ρευστή σύσταση και με την πάροδο του χρόνου, μέσα από εξωθερμικές χημικές διεργασίες, στερεοποιείται με αποτέλεσμα να αποκτά φέρουσα ικανότητα. Οι ιδιότητες του σκυροδέματος στο χρόνο (αρχική ανάμιξη, διακίνηση, διάστρωση, συντήρηση και μακροχρόνια ανθεκτικότητα) ελέγχονται, ανάλογα με την εφαρμογή, μέσω προσθήκης στο μείγμα χημικών προσθέτων που αποδίδουν στο τελικό προϊόν συγκεκριμένες ιδιότητες.

Το σκυρόδεμα έχει ευρύτατη αποδοχή στη δόμηση παγκοσμίως, σε όλο το εύρος των κλιματολογικών και οικονομικών συνθηκών. Αυτό οφείλεται στις παρακάτω βασικές του ιδιότητες:

- Έχει αντοχή στη δράση του νερού που δεν παρέχεται από άλλα δομικά υλικά όπως το ξύλο και ο σίδηρος. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι οι πρώτες εφαρμογές του (που συνεχίζονται και μέχρι σήμερα) ήταν για την κατασκευή έργων διαχείρισης του νερού, όπως δεξαμενές και κανάλια.
- Λόγω των θιξοτροπικών του ιδιοτήτων σε νεαρή ηλικία παρέχει τεράστια ευελιξία στην εφαρμογή (μεταφορά, διακίνηση και διάστρωση), ενώ έχει τη δυνατότητα να μορφώνεται σε οποιοδήποτε επιθυμητό σχήμα. Έτσι, αντίθετα με άλλα δομικά υλικά, έχει ένα ευρύτατο φάσμα κατασκευαστικών εφαρμογών όπως κάθε είδους κτιριακά και έργα υποδομής, καθώς και έργα προστασίας του κοινωνικού συνόλου.



- Είναι ένα ιδιαίτερα φθινό και ευέλικτο δομικό υλικό που είναι εύκολο να παραχθεί και να διαμορφωθεί επί τόπου, κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες και σε οποιοδήποτε περιβάλλον δόμησης - ακόμη και μέσα στη θάλασσα-, είτε σε συνθήκες ελεγχόμενης βιομηχανικής παραγωγής είτε όχι.
- Έχει μεγάλη θερμική αδράνεια, γεγονός που το καθιστά αποδοτικότερο από άλλα δομικά υλικά σε ότι αφορά το ενεργειακό κόστος λειτουργίας των κατασκευών. Επί πλέον οι ιδιότητές του το καθιστούν το βέλτιστο υλικό σε συνθήκες πυρκαϊάς.

Το σκυρόδεμα αν και χαμηλού κόστους, γνωρίζει αλματώδη τεχνολογική ανάπτυξη, σαν ένα ποιοτικό υλικό υψηλής επιτελεστικότητας. Με συνεχώς βελτιούμενες ιδιότητες και εφαρμογές για οικονομικότερη και μακροβιότερη διάρκεια ζωής των κατασκευών μας όσο και σαν ένα βιομηχανικό υλικό με μεγάλη κοινωνική προσφορά συμβάλλει στη μείωση της περιβαλλοντικής όχλησης άμεσα ή έμμεσα αλλά και στην προστασία και βελτίωση της ποιότητας ζωής του κοινωνικού συνόλου.

## **2.1 Πρότυπα για το σκυρόδεμα**

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο για το σκυρόδεμα, EN 206 Σκυρόδεμα: Προδιαγραφή, Επιτελεστικότητα, Παραγωγή και Συμμόρφωση (Concrete: Specification, performance, production and conformity) συμπεριλαμβάνεται στην ομάδα των Προτύπων, Κανονισμών και Τεχνικών Εγκρίσεων που διέπουν την αγορά των Δομικών Προϊόντων στην Ευρώπη, όπως καθορίστηκαν αρχικά από την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα Δομικά Προϊόντα 89/106 (ΠΔ 334/94) (Construction Products Directive CPD) της 21/12/88 και, πλέον, διέπονται από τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό Δομικών Προϊόντων 305/2011 (Construction Products Regulation CPR), που καθορίζουν τις απαιτήσεις συμμόρφωσης ώστε τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται στο σκυρόδεμα να φέρουν πλέον τη σήμανση CE.

- Ήδη, η σήμανση έχει καταστεί υποχρεωτική για τα προϊόντα που αφορούν την παραγωγή έργων από σκυρόδεμα, και συγκεκριμένα το τσιμέντο (με βάση τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 197-1-2011)
- τα αδρανή για το σκυρόδεμα (με βάση τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 12620-2002)
- τα πρόσθετα σκυροδέματος (με βάση τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 934-2-2001 και / Α1-2005)

Σε ότι αφορά το EN 206, η νέα έκδοση του Ευρωπαϊκού προτύπου εγκρίθηκε από τη CEN το 2013. Η αντιμετώπιση ειδικών συνθηκών στα διάφορα κράτη γίνεται με την έκδοση Εθνικών Προσαρτημάτων τα οποία διαφοροποιούν ή συμπληρώνουν το Πρότυπο. Το Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα που έχει εκδοθεί από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) και το οποίο ισχύει αυτή τη στιγμή είναι το ΕΛΟΤ EN 206-1+NA, που βασίζεται στην έκδοση του EN 206-1:2000. Για την έκδοση του Εθνικού Προσαρτήματος και την μετέπειτα παρακολούθηση του Προτύπου, ο ΕΛΟΤ έχει συστήσει την Εκδοτική Ομάδα Εργασίας ΟΕ1 υπό την Τεχνική Επιτροπή ΕΛΟΤ/ΤΕ20, η οποία είναι στη φάση εκπόνησης του νέου ΕΛΟΤ EN206+NA που βασίζεται στη νέα έκδοση του 2013.

## **2.2 Κανονιστικό πλαίσιο**

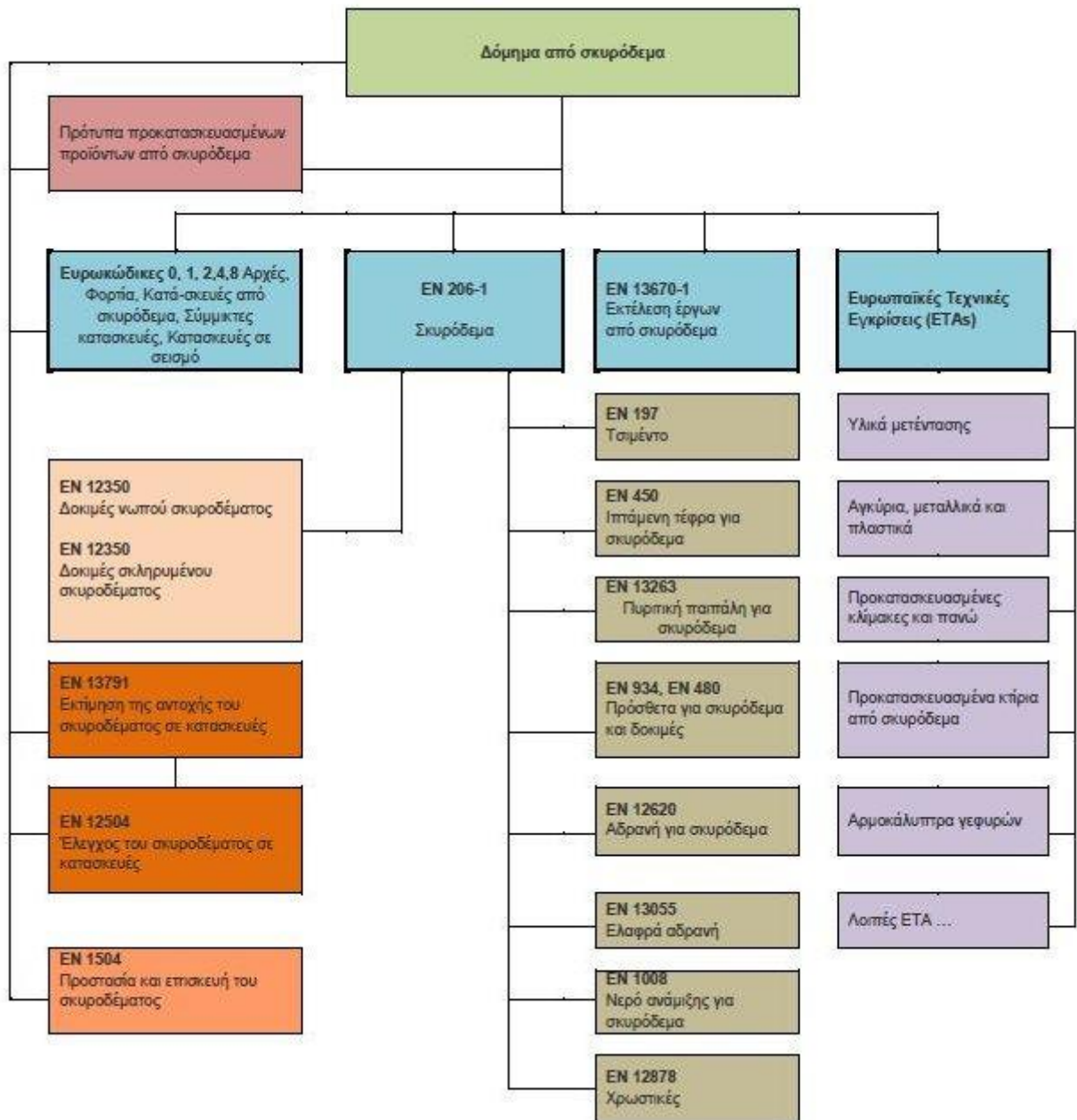
Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία, αναγνωρίζονται οι παρακάτω Τεχνικές Προδιαγραφές:

- Τα Εναρμονισμένα Ευρωπαϊκά Πρότυπα (εκδίδονται από το CEN)
- Οι Ευρωπαϊκές Τεχνικές Εγκρίσεις. Εγκρίνονται από την ΕΟΤΑ με βάση τις Οδηγίες Ευρωπαϊκών Τεχνικών Εγκρίσεων (ETAGs), κατόπιν εντολής της CEN.
- Οι Ευρωπαϊκές Τεχνικές Εγκρίσεις χωρίς Οδηγία (ETAG).

Με βάση τα παραπάνω, το πλαίσιο Μελέτης και Εκτέλεσης Δομημάτων από σκυρόδεμα καθορίζεται από την παρακάτω δομή Τεχνικών Προδιαγραφών:

**Πίνακας 2-1 Πλαίσιο Προτύπων και Κανονισμών του CEN για τα έργα από σκυρόδεμα.**

Πίνακας 1. Πλαίσιο Προτύπων και Κανονισμών του CEN για τα έργα από σκυρόδεμα.



Στη χώρα μας, ο Κανονισμός που αυτή τη στιγμή διέπει την παραγωγή σκυροδέματος και την εκτέλεση των έργων από σκυρόδεμα είναι ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ '97) ΦΕΚ 315B / 17-4-1997. Ο Κανονισμός αυτός ήδη βρίσκεται υπό αναθεώρηση από τη Δ/ση Κεντρικού Εργαστηρίου Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων, σε εναρμόνιση με το πρότυπο

EN206 και το εθνικό προσάρτημά του(ΕΛΟΤ EN206-1:2000+NA και ΕΛΟΤ EN206+NA όταν αυτό περατωθεί).

### 2.3 Αντικείμενο του προτύπου

Το Πρότυπο EN 206 καλύπτει το δομικό προϊόν σκυρόδεμα σε ότι αφορά το χαρακτηρισμό, τις ιδιότητές στη νωπή και στη σκληρυμένη φάση, τη διακίνηση (συμβαλλόμενοι και υποχρεώσεις), την παραγωγή, την πιστοποίηση και τον έλεγχο ποιότητας. Επί πλέον, συμπεριλαμβάνει και τις απαιτήσεις σχεδιασμού και των αντίστοιχων ιδιοτήτων του υλικού, για ανθεκτικότητα σε περιβαλλοντική έκθεση, σε συνεργασία με τον Ευρωκώδικα 2 (EN 1992-1). Στη χώρα μας ισχύει το αντίστοιχο Πρότυπο με το Εθνικό Προσάρτημά του, το ΕΛΟΤ EN 206-1 που εκδίδεται από τον ΕΛΟΤ. Το παραπάνω Πρότυπο δεν καλύπτει ειδικά σκυροδέματα, όπως εκτοξευόμενο, αφροσκυρόδεμα και σκυρόδεμα ογκωδών έργων (π.χ. φράγματα) κ.ά. Σε αντίθεση με την υφιστάμενη πρακτική όπου τα παραπάνω καθορίζονται περιγραφικά στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ισχύει ο ΚΤΣ 97), η εισαγωγή του Προτύπου:

- Διαχωρίζει την παραγωγή / διακίνηση / έλεγχο από την εκτέλεση του έργου, με την εκτέλεση να καλύπτεται από το **EN 13670**: "Εκτέλεση έργων από σκυρόδεμα" (**βλ.** Πίνακας 2-1).
- Υιοθετεί τη λογική του σχεδιασμού βάσει επιτελεστικότητας για ανθεκτικότητα, αντί μίας πλέον περιγραφικής (συνταγογραφικής) θεώρησης όπως ο ΚΤΣ 97. Για το σκοπό αυτό, καθορίζει πλέον Κατηγορίες Περιβαλλοντικής Έκθεσης για διάφορες μορφές έκθεσης ρύπων, οι οποίες υιοθετούνται από τους Ευρωκώδικες σχεδιασμού. Επί πλέον, εισάγει δύο κατηγορίες σκυροδέματος, το σκυρόδεμα προδιαγραφόμενης σύνθεσης και το σκυρόδεμα προδιαγραφόμενων χαρακτηριστικών. Δεν καθορίζει αμιγώς νομικές απαιτήσεις, που θα πρέπει να καλύπτονται από ισχύουσες Εθνικές διατάξεις.

## 2.4 Γενικές αρχές – στόχοι προτύπου

Το Πρότυπο αφορά το προϊόν σκυρόδεμα από την παραγωγή μέχρι την παράδοση, καθορίζοντας τις υποχρεώσεις των συμβαλλομένων, δηλαδή του παραγωγού, του προδιαγράφοντος και του χρήστη, οι οποίοι και καθορίζονται επακριβώς( Εικόνα 2-1).



Εικόνα 2-1 Συμβαλλόμενοι κατά την εφαρμογή του προϊόντος σκυρόδεμα στα έργα κατά EN 206

Το Πρότυπο συνεργάζεται πλήρως με τα λοιπά Πρότυπα υλικών, τις Ευρωπαϊκές Εγκρίσεις (ΕΤΑ) και τους Ευρωκώδικες για το σχεδιασμό των έργων (κυρίως τα Πρότυπα EN 1990 και 1992, Ευρωκώδικας και Ευρωκώδικας 2, αντίστοιχα). Για παράδειγμα, άλλα σχετικά Πρότυπα που αφορούν το σκυρόδεμα είναι τα EN 197 "Τσιμέντο", EN 12620 "Αδρανή για το σκυρόδεμα", EN 1008 "Νερό ανάμιξης για το σκυρόδεμα", EN 12350 "Έλεγχοι νωπού σκυροδέματος", EN 12390 "Έλεγχοι σκληρυμένου σκυροδέματος", και άλλα (Πίνακας 1).

Η ποιότητα του σκυροδέματος πιστοποιείται στο αυστηρότερο επίπεδο αξιολόγησης συμμόρφωσης, με εξωτερική δειγματοληψία, από ανεξάρτητο αναγνωρισμένο φορέα πιστοποίησης. Για λόγους

συντήρησης της τρέχουσας πρακτικής, υιοθετείται και το σκυρόδεμα χωρίς Πιστοποίηση ελέγχου παραγωγής, με κριτήρια ποιοτικού ελέγχου αυτούσια με αυτά που ισχύουν μέχρι τώρα κατά ΚΤΣ 97.

## **2.5 Τύποι και κατηγορίες σκυροδέματος**

### **2.5.1 Κατηγορίες για το νωπό σκυρόδεμα**

Οι κατηγορίες του νωπού σκυροδέματος ταξινομούνται με βάση τα εξής:

α) Τη συνεκτικότητα, που είναι η φυσική ιδιότητα του σκυροδέματος που καθορίζει τη συνοχή του νωπού μείγματος των επί μέρους υλικών. Η συνεκτικότητα σχετίζεται έμμεσα με τις μετρήσεις εργασιμότητας. Η εργασιμότητα αφορά το έργο που απαιτείται για τη μεταφορά, διάστρωση και συμπύκνωση του υλικού και εκτιμάται έμμεσα με τις αριθμητικές ενδείξεις που δίνουν οι σχετικές τυποποιημένες δοκιμές κάθισης, δονητικής τράπεζας, εξάπλωσης, οι οποίες περιέχονται στο Πρότυπο (πρόσθετες πρότυπες δοκιμές καθορίζονται για το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα), είτε

β) Την ονομαστική διάσταση του μέγιστου κόκκου αδρανούς στο σκυρόδεμα  $D_{max}$  όπως αυτή καθορίζεται στο EN 12620.

### **2.5.2 Κατηγορίες για το σκληρυμένο σκυρόδεμα**

Το Πρότυπο EN 206 ταξινομεί το σκυρόδεμα: α) ανάλογα με τη χαρακτηριστική αντοχή σε θλίψη, δηλαδή την αντοχή κάτω από την οποία το πολύ ένα 5% ενός πληθυσμού δοκιμών ελέγχου σε θλίψη ενός όγκου από σκυρόδεμα, αναμένεται να πέσει και β) την πυκνότητα του υλικού (σκυρόδεμα κανονικού βάρους, ελαφρό και βαρύ σκυρόδεμα). Όσον αφορά την αντοχή, προδιαγράφει τις εξής κατηγορίες αντοχής με βάση τη θλιπτική αντοχή κυλινδρικών και κυβικών δοκιμίων (χαρακτηριστική αντοχή σε 28 ημέρες) σύμφωνα με τον Πίνακα 2-1 παρακάτω (CΑντοχή κυλίνδρου [MPa]/Αντοχή κύβου [MPa]):

Πίνακας 2-2 Κατηγορίες αντοχής και αντίστοιχη ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου / κύβου για το σκυρόδεμα (οι σκιασμένες αφορούν το Εθνικό Προσάρτημα)

Κατηγορία αντοχής	Ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου N/mm <sup>2</sup>	Ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή κύβου N/mm <sup>2</sup>
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C26/32	26	32
C28/35	28	35
C30/37	30	37
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75

C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Η συμμόρφωση του σκυροδέματος ως προς τα όρια αντοχών είναι στατιστική και γίνεται με ελέγχους και κριτήρια που περιγράφονται στο Πρότυπο, ανάλογα αν υπάρχει έλεγχος παραγωγής από Ανεξάρτητο Φορέα Πιστοποίησης ή όχι.

## **2.6 Ανθεκτικότητα και κατηγορίες έκθεσης του σκυροδέματος**

Το Πρότυπο εισάγει και τις απαιτήσεις σχεδιασμού έργων από σκυρόδεμα για ανθεκτικότητα. Υιοθετούνται συγκεκριμένες Κατηγορίες Έκθεσης (με όρια συγκεκριμένης περιεκτικότητας σε ρύπους, εφόσον αυτό καθίσταται απαραίτητο) ενώ καθορίζονται (στο Εθνικό Προσάρτημα) και οι ελάχιστες επικαλύψεις για ανθεκτικότητα (συμβολίζονται και με  $c_{min,dur}$  στον Ευρωκώδικα 2) για κατασκευές Κατηγορίας S4, δηλαδή αυτές με ωφέλιμη διάρκεια ζωής τα 50 χρόνια, κατά Ευρωκώδικα 0.

Οι Κατηγορίες Έκθεσης που καλύπτει το Πρότυπο αφορούν την ενανθράκωση του σκυροδέματος (XC), την έκθεση σε χλωριόντα από το θαλασσινό νερό (XS) την έκθεση σε χλωριόντα από άλλους παράγοντες, π.χ. αντιπαγωτικά άλατα (XD), την έκθεση σε χημικά από το έδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα (XA), την έκθεση σε ψύξη/απόψυξη (XF) και την μηχανική απότριψη (XM). Ενδεικτικές χρήσεις ορισμένων από τις κατηγορίες αυτές δίδονται στον Πίνακας 2-3.



Πίνακας 2-3 Κατηγορίες περιβαλλοντικής έκθεσης για το σκυρόδεμα

Κατηγορία	Περιγραφή των συνθηκών περιβάλλοντος	Ενδεικτικές περιπτώσεις ισχύος
<b>X0</b>	<p>Σκυρόδεμα χωρίς οπλισμό ή εντοιχισμένα ειδικά μεταλλικά τεμάχια.</p> <p>Οπλισμένο σκυρόδεμα με ή χωρίς εντοιχισμένα ειδικά μεταλλικά τεμάχια, σε εξαιρετικά ξηρή κατάσταση.</p>	<p>Σκυρόδεμα στο εσωτερικό κτιρίων με εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό υγρασίας</p>
<b>Διάβρωση λόγω ενανθράκωσης</b>		
<b>XC1</b>	<p>Σκυρόδεμα σε περιβάλλον ξηρό ή μονίμως υγρό</p>	<p>Σκυρόδεμα στο εσωτερικό κτιρίων με χαμηλό ποσοστό υγρασίας</p> <p>Σκυρόδεμα μονίμως μέσα στο νερό</p>
<b>XC2</b>	<p>Περιβάλλον υγρό, σπανίως ξηρό</p>	<p>Σε μακροχρόνια επαφή με νερό</p> <p>Θεμελιώσεις</p>
<b>XC3</b>	<p>Περιβάλλον μέτριας υγρασίας</p>	<p>Σκυρόδεμα στο εσωτερικό κτιρίων με μέτριο ή υψηλό ποσοστό υγρασίας</p> <p>Σε εξωτερικό περιβάλλον προστατευμένο από τη βροχή</p>
<b>XC4</b>	<p>Διαδοχικοί κύκλοι υγρού και</p>	<p>Σε επαφή με νερό και δεν</p>

	ξηρού	ανήκει στην κατηγορία <b>XC2</b> .
<b>Διάβρωση λόγω χλωριόντων</b>		
<b>XD1</b>	Μέτρια υγρασία	Επιφάνειες εκτεθειμένες σε εναέρια χλωριόντα
<b>XD2</b>	Υγρό, σπανίως ξηρό	Στοιχεία από σκυρόδεμα εκτεθειμένα σε βιομηχανικά λύματα που περιέχουν Cl <sup>-</sup> Πισίνες
<b>XD3</b>	Διαδοχικοί κύκλοι υγρού και ξηρού	Τμήματα γεφυρών εκτεθειμένα σε διαβροχή περιεκτική σε Cl <sup>-</sup> Δάπεδα, Πλάκες σταθμών οχημάτων.
<b>Διάβρωση λόγω χλωριόντων από θαλασσινό νερό</b>		
<b>XS1</b>	Έκθεση σε εναέρια χλωριόντα αλλά σε μη άμεση επαφή με το νερό	Κατασκευές πλησίον ή επάνω στη θάλασσα
<b>XS2</b>	Μονίμως εντός του θαλασσινού νερού	Τμήματα λιμενικών έργων
<b>XS3</b>	Ζώνες διαβροχής, καταιονισμού και παλιρροϊκής εναλλαγής	
<b>Διάβρωση λόγω χημικών δράσεων</b>		

<b>XA1</b>	Ελάχιστα τοξικό περιβάλλον (βλ. EN 206)	Εδάφη και υδροφόρος ορίζοντας
<b>XA2</b>	Μέτρια τοξικό περιβάλλον (βλ. EN 206)	
<b>XA3</b>	Υψηλά τοξικό περιβάλλον (βλ. EN 206)	

Για κάθε μία Κατηγορία Έκθεσης, το Πρότυπο παρέχει στο Παράρτημα ΣΤ (του Εθνικού Προσαρτήματος), ανάλογα και με τον τύπο τσιμέντου που χρησιμοποιείται στη σύνθεση, όρια για το μέγιστο λόγο ενεργό νερό προς τσιμέντο, την ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο, την ελάχιστη χαρακτηριστική αντοχή σε θλίψη 28 ημερών, την ελάχιστη επικάλυψη και την ενδεχόμενη απαίτηση για χρήση αερακτικού στη σύνθεση (απαιτείται μόνο για περίπτωση παγοπληξίας). Ο μελετητής θα πρέπει να τηρήσει τα ελάχιστα ή μέγιστα αυτά όρια, ανάλογα με τη θέση του σκυροδέματος στο έργο και άλλες τυχόν παραμέτρους (π.χ., μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σχεδιασμού, διάσταση μέγιστου κόκκου αδρανούς πέραν των δεδομένων ορίων του Πίνακα ΣΤ.1, άλλη κατηγορία δομήματος κατά Ευρωκώδικα 2 κλπ.). Θα πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι ο Ευρωκώδικας 2 στο Εθνικό Προσάρτημα (EN 1992-1-1+ΕΠ), υιοθετεί τις επικαλύψεις αυτές και προδιαγράφει κατάλληλα αυξημένες επικαλύψεις για παρόμοιες συνθήκες και συνθέσεις, για χρήση στο προεντεταμένο σκυρόδεμα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΚΡΟΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

### **3.1 Διαδικασία παραγωγής σκυροδέματος**

- Βήμα 1ο Συνταγές σκυροδέματος
  - Πρώτες Ύλες
  - Τσιμέντο
  - Άμμος
  - Χαλίκι
  - Γαρμπίλι
  - Νερό
  - Χημικά πρόσθετα
- Βήμα 2ο Ζύγιση πρώτων υλών.
- Βήμα 3ο Ανάμειξη πρώτων υλών στον αναμικτήρα.
- Βήμα 4ο Εκφόρτωση από το μίξερ μέσα στα αυτοκίνητα αναδευτήρες (truck mixer) και μεταφορά του σκυροδέματος στα έργα.

#### **3.1.1 Τεχνολογία**

Α. Η μεταφορά όλων των πρώτων υλών γίνεται μηχανικά (κλειστού τύπου) με μεταφορικές ταινίες, κοχλίες, αντλίες, κ.λπ.

Β. Το σύστημα ζύγισης των πρώτων υλών είναι μεταλλικής κατασκευής με δυναμοκουσέλες υψηλής ακρίβειας και ταχύτητας.

Γ. Αναδευτήρες - mixers 2,0 έως 2,5 m<sup>3</sup> / batching ή 100 έως 150 m<sup>3</sup> / ώρα

Δ. Ηλεκτρονική διαχείριση

Όλη η διαδικασία παραγωγής είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και ελέγχεται από έναν κεντρικό υπολογιστή. Καταγράφονται όλα τα δεδομένα παραγωγής αναλυτικά και συγκεντρωτικά ( βάρος πρώτων υλών, amps/m<sup>3</sup>, χρόνος ανάδευσης, κ.λπ.

Ε. Προστασία περιβάλλοντος με φίλτρα υψηλής τεχνολογίας για την σκόνη από τις πρώτες ύλες

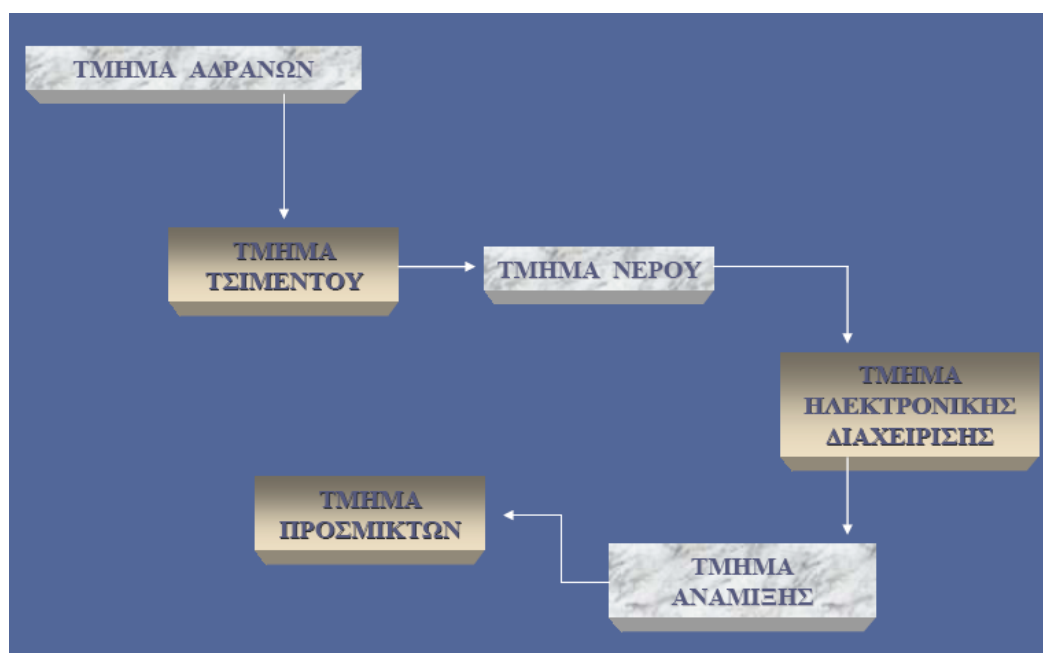
### 3.2 Περιγραφή της εγκατάστασης

Τα συγκροτήματα παραγωγής σκυροδέματος είναι βασικές εργοταξιακές μονάδες για την κατασκευή μεγάλων έργων που απαιτούν συνεχή τροφοδοσία με σκυρόδεμα. Τα σύγχρονα αυτά συγκροτήματα για παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων σκυροδέματος σε χρόνους κατά το δυνατόν μικρότερους είναι κάθετης διάταξης στη μορφή πύργου και εξοπλισμένα με μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας.

Πρόκειται για πύργους ανάμειξης του τσιμέντου για παραγωγή υψηλής ποιότητας σκυροδέματος. Ένα δοκιμασμένο ηλεκτρονικό σύστημα παροχής των απαιτούμενων στοιχείων εξασφαλίζει την καλύτερη κατά προτίμηση λειτουργία και απόδοση του συγκροτήματος μίξης.

Η δυναμικότητα ενός τέτοιου πύργου ξεκινά από 50 και φτάνει στα 130 κυβικά μέτρα ετοιμού σκυροδέματος ανά ώρα. Η απόδοση αυτή μπορεί και να διπλασιαστεί με τη χρήση δίδυμου πύργου (tandem) με μηχανολογική μεταξύ τους σύζευξη.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η ευκολία της εγκατάστασης από τις ενδιαφερόμενες τεχνικές εταιρίες των πύργων, τα επί μέρους τμήματα των οποίων έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να απαιτούν μια απλή υποδομή για την εγκατάστασή τους.



Εικόνα 3-1 Διαδικασία επεξεργασίας

### 3.3 Τμήμα αδρανών

#### 3.3.1 Αποθήκες διαμερισμάτων

Οι αποθήκες διαμερισμάτων αποσκοπούν στην αποθήκευση αδρανών διαφορετικής κοκκομετρικής διαβάθμισης, από λαμαρίνα 5mm, συνολικής χωρητικότητας 150m<sup>3</sup> και με 10 θυρίδες εκφόρτωσης πνευματικής λειτουργίας, με 10 μπουκάλες αέρος Φ 80Χ25, (οι 5 θυρίδες εκτελούν διόρθωση του υλικού πτώσης για την ακριβή ζύγιση.

Στα δύο διαμερίσματα της άμμου υπάρχει ηλεκτροδονητής, ισχύος 300kgf (3000rpm, 220/380V, 50Hz), για την διευκόλυνση της ροής του υλικού, τοποθετημένοι επί μεταλλικής κατασκευής και συνδεδεμένοι με μεταλλική πλάκα εσωτερικά. Όλο το σύστημα εδράζεται στο επίπεδο-0 και δεν απαιτούνται κολώνες στήριξης.



Εικόνα 3-2 Αποθήκη διαμερισμάτων αδρανών

#### 3.3.2 Ζυγιστήριο αδρανών

- Ζυγιστήριο αδρανών με κάδο ζύγισης συνολικής χωρητικότητας 4m<sup>3</sup>, κατασκευασμένο από ατσαλολαμαρίνα αντιτριβής, με ειδικές ενισχύσεις.
- Δονητής ισχύος 200kgf για την διευκόλυνση τύπου ηλεκτρονικές δυναμοκυψέλες εφελκυσμού, συνολικής ζυγιστικής ικανότητας 10000kg, ανοχής ±5kg.



**Εικόνα 3-3 Ζυγιστήριο αγρανών**

### **3.3.3 Μεταφορικές ταινίες**

- Δύο μεταφορικές ταινίες εξαγωγής με λείο ελαστικό τάπητα με 3 λίνια, πλάτους ελαστικού τάπητα 800mm, για την εκφόρτωση των ζυγισμένων αδρανών στην κυρίως μεταφορική ταινία.
- Μεταφορική ταινία σκεπασμένη μήκους 24m και πλάτους ελαστικού τάπητα 1000mm

### **3.4 Τμήμα τσιμέντου**

Αποτελείται από ένα ζυγιστήριο τσιμέντου το οποίο περιλαμβάνει:

- Κάδο ζύγισης χωρητικότητας 1200 λίτρων με δύο σημεία φόρτωσης, τοποθετημένο σε ειδικά διαμορφωμένο καβαλέτο
- Σύστημα ζύγισης τσιμέντου με τρεις ηλεκτρονικές δυναμοκυψέλες εφελκυσμού, ζυγιστικής ικανότητας 3000kg, αντοχής  $\pm 1$ kg
- Δονητή για τη διευκόλυνση της ροής του τσιμέντου ισχύος 100 kgf, 3000rpm, 220/380V, 50Hz
- Δύο κοχλίες μεταφοράς του τσιμέντου από τα σιλό τσιμέντου στο ζυγιστήριο, μήκους 6m,  $\Phi 273$ . Οι κοχλίες είναι πλήρης με χοάνη φόρτωσης και αποφόρτωσης και εμφανίζουν τα εξής χαρακτηριστικά
  - Κλίση του κοχλία είναι  $29^\circ$ .
  - Κλίση λειτουργίας  $30^\circ$ .
  - Ηλεκτροκινητήρας 7,5KW.
  - Ταχύτητα 210rpm.

- ο Θεωρητική παροχή 70t/h (τσιμέντου Portland 1,13 t/m<sup>3</sup>)

### **3.5 Τμήμα νερού**

- Πλήρες σύστημα νερού με ανάλογο ζυγιστήριο. Περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες σωληνώσεις, βάνες και βαλβίδες για τη μεταφορά του νερού και τη ρύθμιση της παροχής. Το ζυγιστήριο είναι συνδεδεμένο με τον κεντρικό ηλεκτρολογικό πίνακα και μεταφέρεται η ψηφιακή ένδειξη στην καμπίνα χειρισμού.
- Δευτερογενές σύστημα νερού για τη ρύθμιση της πλαστικότητας του μείγματος συνοδευόμενο από ανάλογο software και λιτρομέτρηση 1.5’’ με τις απαραίτητες βάνες και βαλβίδες.

### **3.6 Τμήμα ηλεκτρονικής διαχείρισης**

Ηλεκτρολογικός πίνακας τοποθετημένος σε μεταλλική κονσόλα, που πληρεί όλες τις προδιαγραφές ασφαλείας (IP 54) και περιέχει το γενικό διακόπτη, τα ρελέ ισχύος και όλα τα απαραίτητα μπουτόν για τη χειροκίνητη λειτουργία του συγκροτήματος.

### **3.7 Τμήμα ανάμιξης**

Περιλαμβάνει έναν αναμικτήρα ο οποίος αποτελείται από δύο οριζόντιους αρθρωτούς άξονες, όπου βρίσκονται τα ελικοειδή μπράτσα ανάμιξης και οι ξύστρες. Ο κάδος περικλείεται από θωρακίσεις Ny-Hard και η κεκλιμένη επιφάνεια αποτελείται από μικρών διαστάσεων πλάκες για την εύκολη αντικατάστασή τους.

Η υδραυλική αντλία της πόρτας εκροής (που είναι επενδεδυμένη στα άκρα με σκληρό ελαστικό), σφραγίζει την πόρτα όταν η πίεση είναι στο maximum, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται πλήρως η στεγανότητα.

Τεχνικά χαρακτηριστικά :

- Χωρητικότητα 3000 lt
- Δονημένο σκυρόδεμα 2000 lt
- Ισχύς 2X50 HP
- Βάρος 7200 kgr





Εικόνα 3-4 Αναμικτήρας

### 3.8 Τμήμα προσμικτών

Περιλαμβάνει το ζυγιστήριο για 2 χημικά πρόσμικτα. Το ζυγιστήριο αυτό αποτελείται από έναν ανοξείδωτο κάδο χωρητικότητας 22 lt που εδράζεται σε μια δυναμοκυψέλη. Η όλη κατασκευή είναι τοποθετημένη έτοιμη διασωληνωμένη σε εξωτερικό στεγανό ερμάριο με πόρτα επίσκεψης. Διαθέτει δύο εισαγωγές για να συνδεθούν οι αντλίες φόρτωσης των χημικών και μία εξαγωγή με αεροβάνα τύπου σφαιροκρούνου  $\frac{3}{4}$ '' για το άδειασμα του κάδου. Υπάρχει ακόμα μια εισαγωγή με ηλεκτροβαλβίδα για τη σύνδεση του νερού που θα ξεπλένει τον κάδο.

Η κατασκευή είναι πολύ συμπαγής, τοποθετείται αμέσως και μεταφέρεται πολύ εύκολα σε οποιοδήποτε συγκρότημα. Το ζυγιστήριο είναι έτοιμο καλιμπραρισμένο και το μόνο που χρειάζεται είναι να συνδεθούν στα ακροσωλήνια οι παροχές. Η ζύγιση δεν επηρεάζεται από κραδασμούς αέρα κ.α. ενώ το μέγιστο σφάλμα μέτρησης είναι 10gr.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Η ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

### 4.1 Τα φορτία της εγκατάστασης

ΦΟΡΤΙΟ	ΙΣΧΥΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ Γ.Π.Χ.Τ.
ΑΝΑΜΙΚΤΗΡΑΣ	2×37 kW	70m
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ	25 kW	20m
ΤΑΙΝΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ (ΖΥΓΙΣΤΙΚΗ)	7.5 kW	50m
ΔΟΝΗΤΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ	0.3 kW	60m
ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΧΑΡΑΣ	0.3 kW	50m
ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΤΗ ΧΟΑΝΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ	0.3 kW	70m
ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΤΗ ΧΟΑΝΗ ΑΔΡΑΝΩΝ	0.3 kW	70m
ΑΝΤΛΙΕΣ ΝΕΡΟΥ ΦΟΡΤΩΣΗΣ (2)	2×37 kW	30m
ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ ( )	37 kW	70m
ΑΝΤΛΙΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ	4×0.75 kW	10m
ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ	2×4 kW	40m
ΚΟΧΛΙΑΣ	11kW	25m
ΚΟΧΛΙΑΣ	11kW	28m
ΚΟΧΛΙΑΣ	11kW	31m
ΚΟΧΛΙΑΣ	11kW	34m

## 4.2 Υπολογισμοί

Για να υπολογιστούν οι απαιτούμενες διατομές για τα καλώδια, πρέπει να υπολογιστεί το ρεύμα που τα διαρρέει, το οποίο διορθώνεται με βάση τους παρακάτω συντελεστές

- $f_1$ : Συντελεστής θερμοκρασίας εδάφους. Θεωρούμε  $35^{\circ}\text{C}$
- $f_2$ : Συντελεστής γειννίασης καλωδίων.  
Για τους παραπάνω συντελεστές, θεωρούμε ειδική θερμική αντίσταση εδάφους  $1.5\text{Km/W}$  και συντελεστή φόρτισης  $0.7$  (δλδ το λατομείο λειτουργεί περίπου  $17$  ώρες,  $17/24=0.7$ )
- $f_3$ : Συντελεστής τοποθέτησης καλωδίου σε σωλήνα, θα θεωρήσουμε ότι όλα τα καλώδια οδεύουν μέσα σε σωλήνα, οπότε  $f_3=0.85$
- $f_4$ : Συντελεστής απαγωγής θερμότητας από το έδαφος, εδώ θα θεωρήσουμε ότι υπάρχει εύκολη απαγωγή θερμότητας, δλδ δεν εγκλείεται αέρας, οπότε  $f_4=1$

Η επιλογή των διατομών και των ασφαλιστικών μέσων θα γίνει με βάση τους παρακάτω τρεις πίνακες

**Πίνακας 7.26:** Μέγιστο διαρκώς επιτρεπόμενο ρεύμα  $I_0$  θαμμένων καλωδίων 0,6/1 kV, κατά (DIN) VDE 0298. Οι τιμές ισχύουν και για τα αντίστοιχα καλώδια J1VV-κατά IEC 60502, ΕΛΟΤ 843. Συνθήκες: 20 °C, m=0,7, σ=1 K·m/W, ένα σύστημα τριφασικό ή συνεχές ρεύμα. Για άλλες συνθήκες γίνονται διορθώσεις με συντελεστές όπως είναι στον πίνακα 7.14.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Μόνωση	πολυβινυλοχλωρίδιο PVC							δικτυωμένο πολυαιθυλένιο			
Μεταλλικός μανδύας	—					μόλυβδος		—			
Κωδικός π.χ.	N(A)YY, N(A)YCWY <sup>1)</sup> , J1VV					NYKY		N(A)2XY			
Κανονισμοί VDE αναφ.	VDE 0271					DIN 57265/ VDE 0265		VDE 0272			
Επιτρεπόμενη θερμοκρασία	70° C							90° C			
Διάταξη	2) ⊙	⊙	3) ⊙⊙	⊙ ⊙	⊙⊙	⊙	3) ⊙⊙	2) ⊙	3) ⊙⊙	⊙ ⊙	⊙⊙
Διατομή Cu, mm <sup>2</sup>	Φόρτιση σε Ampère, για χαλκό, 0,6/1 kV										
1,5	40	32	26	—	—	31	27	48	30	32	39
2,5	54	42	34	—	—	41	35	63	40	43	51
4	70	54	44	—	—	54	46	82	52	55	66
6	90	68	56	—	—	68	58	103	64	68	82
10	122	90	75	—	—	92	78	137	86	90	109
16	160	116	98	107	127	121	101	177	111	115	139
25	206	—	128	137	163	153	131	229	143	149	179
35	249	—	157	165	195	187	162	275	173	178	213
50	296	—	185	195	230	222	192	327	205	211	251
70	365	—	228	239	282	272	236	402	252	259	307
95	438	—	275	287	336	328	283	482	303	310	366
120	499	—	313	326	382	375	323	550	346	352	416
150	561	—	353	366	428	419	362	618	390	396	465
185	637	—	399	414	483	475	409	701	441	449	526
240	743	—	464	481	561	550	474	819	511	521	610
300	843	—	524	542	632	—	533	931	580	587	689
400	986	—	600	624	730	—	603	1073	663	669	788
500	1125	—	—	698	823	—	—	1223	—	748	889
Όνομ. διατ. Al, mm <sup>2</sup>	Φόρτιση σε Ampère, για αλουμίνιο, 0,6/1 kV										
25	—	—	99	—	—	—	—	177	111	—	—
35	192	—	118	127	151	—	—	212	132	137	164
50	229	—	142	151	179	—	—	253	157	163	195
70	282	—	176	186	218	—	—	311	195	201	238
95	339	—	211	223	261	—	—	374	233	240	284
120	388	—	242	254	297	—	—	427	266	274	323
150	435	—	270	285	332	—	—	479	299	308	361
185	494	—	308	323	376	—	—	543	340	350	408
240	578	—	363	378	437	—	—	637	401	408	476
300	654	—	412	427	494	—	—	721	455	462	537
400	765	—	475	496	572	—	—	832	526	531	616
500	873	—	—	562	649	—	—	949	—	601	699

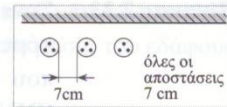
- 1) Για καλώδια N(A)YCWY ισχύουν οι στήλες 2-4. 2) Φόρτιση με συνεχές ρεύμα.  
3) Καλώδια σε τριφασική λειτουργία.



**Πίνακας 7.32:** Συντελεστής διόρθωσης  $f_1$  της επιτρεπόμενης φόρτισης **υπογείων καλωδίων από PVC, τάσης 6/10 kV**, ανάλογα με τη θερμοκρασία του εδάφους (κατά VDE 0298). Οδηγίες στον πίνακα 7.14.

1	2	3	4	Ειδική θερμική αντίσταση εδάφους σε Km/W															8	
				0,7					1,0					1,5						σ. φ.
				συντελεστής φόρτισης					συντελεστής φόρτισης					συντελεστής φόρτισης						
				0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00		
Θερμοκρασία εδάφους				°C																
1	1	1	5	1,31	1,27	1,23	1,16	1,09	1,14	1,12	1,09	1,05	1,00	0,99	0,98	0,96	0,94	0,92	0,85	
			10	1,29	1,25	1,21	1,14	1,07	1,12	1,09	1,06	1,02	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,81	
			15	1,27	1,22	1,18	1,11	1,04	1,09	1,06	1,03	0,98	0,94	0,93	0,91	0,90	0,87	0,85	0,77	
			20	1,24	1,20	1,15	1,08	1,01	1,06	1,03	1,00	0,95	0,90	0,89	0,88	0,86	0,84	0,81	0,73	
			25						1,03	1,00	0,97	0,92	0,87	0,86	0,84	0,83	0,80	0,77	0,69	
			30								0,94	0,89	0,83	0,82	0,80	0,79	0,76	0,73	0,64	
			35											0,75	0,72	0,70	0,59			
			40														0,54			
4	3	3	5	1,29	1,24	1,20	1,13	1,06	1,11	1,08	1,05	1,01	0,96	0,95	0,94	0,93	0,90	0,88	0,81	
			10	1,26	1,22	1,17	1,11	1,03	1,08	1,05	1,03	0,98	0,93	0,92	0,91	0,89	0,87	0,84	0,77	
			15	1,24	1,19	1,15	1,08	1,00	1,05	1,03	0,99	0,95	0,90	0,89	0,87	0,86	0,83	0,81	0,73	
			20	1,21	1,17	1,12	1,05	0,97	1,03	0,99	0,96	0,91	0,86	0,85	0,84	0,82	0,79	0,77	0,68	
			25						0,99	0,96	0,93	0,88	0,83	0,82	0,80	0,78	0,76	0,73	0,64	
			30								0,90	0,84	0,79	0,78	0,76	0,74	0,71	0,68	0,59	
			35											0,70	0,67	0,64	0,53			
			40														0,47			
10	5	6	5	1,26	1,21	1,17	1,10	1,03	1,08	1,05	1,02	0,97	0,93	0,92	0,90	0,89	0,86	0,84	0,76	
			10	1,23	1,19	1,14	1,07	1,00	1,05	1,02	0,99	0,94	0,89	0,88	0,87	0,85	0,83	0,80	0,72	
			15	1,21	1,16	1,12	1,04	0,96	1,02	0,99	0,96	0,91	0,86	0,85	0,83	0,81	0,79	0,76	0,68	
			20	1,18	1,14	1,09	1,01	0,93	0,99	0,96	0,93	0,87	0,82	0,81	0,79	0,77	0,75	0,72	0,63	
			25						0,96	0,93	0,89	0,84	0,78	0,77	0,75	0,73	0,70	0,68	0,58	
			30								0,86	0,80	0,74	0,73	0,71	0,69	0,66	0,63	0,52	
			35											0,64	0,61	0,58	0,46			
			40														0,38			
-	8	10	5	1,23	1,19	1,14	1,07	0,99	1,05	1,02	0,99	0,94	0,89	0,88	0,86	0,85	0,82	0,80	0,72	
			10	1,21	1,16	1,11	1,04	0,96	1,02	0,99	0,96	0,91	0,85	0,84	0,83	0,81	0,78	0,76	0,67	
			15	1,18	1,13	1,09	1,01	0,93	0,99	0,96	0,92	0,87	0,82	0,81	0,79	0,77	0,74	0,72	0,63	
			20	1,15	1,11	1,06	0,98	0,90	0,96	0,92	0,89	0,84	0,78	0,77	0,75	0,73	0,70	0,67	0,57	
			25						0,92	0,89	0,85	0,80	0,74	0,73	0,71	0,69	0,66	0,63	0,52	
			30								0,82	0,76	0,70	0,68	0,66	0,64	0,61	0,57	0,45	
			35											0,60	0,56	0,52	0,38			
			40														0,29			
-	10	-	5	1,22	1,17	1,13	1,05	0,98	1,03	1,00	0,97	0,92	0,87	0,86	0,84	0,83	0,80	0,78	0,69	
			10	1,19	1,15	1,10	1,02	0,94	1,00	0,97	0,94	0,89	0,83	0,82	0,81	0,79	0,76	0,73	0,65	
			15	1,17	1,12	1,07	0,99	0,91	0,97	0,94	0,90	0,85	0,79	0,78	0,77	0,75	0,72	0,69	0,60	
			20	1,14	1,09	1,04	0,96	0,88	0,94	0,90	0,87	0,81	0,76	0,74	0,73	0,71	0,68	0,65	0,54	
			25						0,90	0,87	0,83	0,78	0,71	0,70	0,68	0,66	0,63	0,60	0,48	
			30								0,79	0,73	0,67	0,66	0,63	0,61	0,58	0,54	0,41	
			35											0,56	0,52	0,48	0,33			
			40														0,22			
Διάταξη των τριφασικών συστημάτων στη στήλη 1				Διάταξη των τριφασικών συστημάτων στη στήλη 2					Διάταξη των καλωδίων στη στήλη 3											

**Πίνακας 7.34:** Συντελεστές διόρθωσης  $f_2$  της επιτρεπόμενης φόρτισης για θαμμένα<sup>1)</sup> τριφασικά καλώδια (DIN) VDE 0298, σύμφωνα με τον πίνακα 7.14.



Κατασκευή	Αριθμός καλωδίων	Ειδική θερμική αντίσταση εδάφους (K·m/W)												
		0,7			1,0			1,5			2,5			
Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (2X) 0,6/1 & 6/10 kV		συντ. φόρτισ. m			συντ. φόρτισ. m			συντ. φόρτισ. m			συντ. φόρτισ. m			
		0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	
	1	1,02	1,03	0,99	1,06	1,05	1,00	1,09	1,06	1,01	1,11	1,07	1,02	
	2	0,95	0,89	0,84	0,98	0,91	0,85	0,99	0,92	0,86	1,01	0,94	0,87	
	3	0,86	0,80	0,74	0,89	0,81	0,75	0,90	0,83	0,77	0,92	0,84	0,77	
	4	0,82	0,75	0,69	0,84	0,76	0,70	0,85	0,78	0,71	0,86	0,78	0,72	
	5	0,78	0,71	0,65	0,80	0,72	0,66	0,81	0,73	0,67	0,82	0,74	0,67	
	6	0,75	0,68	0,63	0,77	0,69	0,63	0,78	0,70	0,64	0,79	0,71	0,65	
	8	0,71	0,64	0,59	0,72	0,65	0,59	0,73	0,66	0,60	0,74	0,66	0,60	
	10	0,68	0,61	0,56	0,69	0,62	0,56	0,70	0,63	0,57	0,71	0,63	0,57	
	Πολυβινυλοχλωρίδιο (Y) 0,6/1 & 3,6/6 kV		m			m			m			m		
			0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
		1	0,91	0,92	0,94	0,97	0,97	1,00	1,04	1,03	1,01	1,13	1,07	1,02
		2	0,86	0,87	0,85	0,91	0,90	0,86	0,97	0,93	0,87	1,01	0,94	0,88
3		0,82	0,80	0,75	0,86	0,82	0,76	0,91	0,84	0,77	0,92	0,84	0,78	
4		0,80	0,76	0,70	0,84	0,77	0,71	0,86	0,78	0,72	0,87	0,79	0,73	
5		0,78	0,72	0,66	0,81	0,73	0,67	0,81	0,74	0,68	0,82	0,75	0,68	
6		0,76	0,69	0,64	0,77	0,70	0,64	0,78	0,71	0,65	0,79	0,72	0,65	
8		0,72	0,65	0,59	0,73	0,66	0,60	0,74	0,67	0,61	0,75	0,67	0,61	
10		0,69	0,62	0,57	0,70	0,63	0,57	0,71	0,64	0,58	0,71	0,64	0,58	
Όλα τα καλώδια 2)			m			m			m			m		
			0,85	1,0		0,85	1,0		0,85	1,0		0,85	1,0	
		1	0,94	0,89		0,94	0,89		0,94	0,89		0,95	0,89	
		2	0,77	0,72		0,78	0,72		0,78	0,72		0,79	0,72	
	3	0,68	0,62		0,68	0,62		0,69	0,62		0,69	0,62		
	4	0,63	0,57		0,63	0,57		0,63	0,57		0,64	0,57		
	5	0,59	0,53		0,59	0,53		0,59	0,53		0,60	0,53		
	6	0,56	0,51		0,56	0,51		0,57	0,51		0,57	0,51		
	8	0,52	0,47		0,52	0,47		0,52	0,47		0,53	0,47		
	10	0,49	0,44		0,50	0,44		0,50	0,44		0,50	0,44		

- 1) Οι τιμές ισχύουν και για καλώδια 0,6/1 kV 4 ή 5 αγωγών.
- 2) Οι τιμές ισχύουν και για καλώδια μονοπολικά συνεχούς ρεύματος 0,6/1 kV.



**Πίνακας 12.2.** Χαρακτηριστικά στοιχεία τριπολικών θερμικών ρελέ υπερφόρτισης, διαφορικό με προστασία από μη συμμετρικές και μη ισοσταθμισμένες φάσεις, με χειροκίνητο και αυτόματο reset, για τάση κυκλώματος ελέγχου μέχρι 690 V και κυκλώματος ισχύος μέχρι 1000 V, με διπλές βοηθητικές επαφές, περιοχής ρεύματος από 0,1 έως 850A, για θερμοκρασία περιβάλλοντος -25 έως +60 °C (στοιχεία κατασκευαστή GE).

α/α	Περιοχή ρύθμισης θερμικού σε (A)		Προτεινόμενες ασφάλειες προστασίας σε (A)		Κωδικός ρελέ ισχύος με τον οποίο μπορεί να συνεργαστεί	Κλάση	Τύπος θερμικού ρελέ
	Ελάχιστη	Μέγιστη	Κλάση aM	Κλάση gL			
1	0,16	0,25	-	-			
2	0,25	0,4	-	2	CL00		
3	0,4	0,63	-	2			
4	0,63	0,9	-	4	CL01		
5	0,8	1,1	-	4			
6	1	1,5	-	4	CL02		
7	1,3	1,9	-	6		10A	
8	1,9	2,7	-	10	CL25		RT1
9	2,5	4	-	16			
10	4	6,3	-	20	CL03		
11	5,5	7,5	16	20			
12	7	10	20	25	CL04		
13	10	13	20	35			
14	12	15	25	35	CL45		
15	14,5	17,5	32	50			
16	17,5	22	40	50			
17	21	26	40	63			
28	25	32	50	80			
19	30	40	63	100			
20	11,5	15	32	35			
21	14,5	19	40	50	CL06		
22	19	25	50	63			
23	25	32	63	100	CL07		
24	32	41	80	125			
25	39	47	100	125	CL08	10	RT2
26	44	54	100	160			
27	54	65	125	160	CL09		
28	64	75	125	200			
29	70	80	125	200	CL10		
30	80	95	125	200			
31	90	110	160	250			
32	55	80	125	200			
33	63	90	125	200	CK75		
34	90	120	160	250		10	RT3
35	11-	140	200	315	CK08		
36	140	180	250	355			
37	2,5	4	10	16			
38	4	6,5	12	20			
39	5,5	8,5	16	25			
40	7,5	11	20	32			
41	10	16	25	40	CL...		
42	12,5	20	32	50			
43	17	27	50	80		30	RT4
44	26	40	80	125			
45	32	52	100	160	CK...		
46	45	70	125	160			
47	60	90	160	200			
48	80	125	200	250			
49	120	190	250	315			
50	175	280	315	400		10 και 30	RT4
51	200	310	400	500			
52	120	190	250	315			
53	175	280	315	400	CK10		
54	250	400	500	630	CK11	10 και 30	RT5
55	315	500	630	800	CK12		
56	430	700	800	1000			
57	500	850	1000		CK13	10 και 30	RT6

**Πίνακας 11.1.** Χαρακτηριστικά στοιχεία τριπολικών ρελέ ισχύος, για τάση λειτουργίας μέχρι 500 V, 50/60 Hz και τάση κυκλώματος ελέγχου μέχρι 500 V για Ε.Ρ. και 440 V για Σ.Ρ. (στοιχεία κατασκευαστή G.E.).

25 έως 140 A για AC-1 και 9 έως 105 A για AC-3 σύμφωνα με IEC 947. Θερμοκρασία <40°C

α/α	Μέγιστο ρεύμα-νεχούς λειτουργία για ωμικά φορτία κατ AC-1 (A)	Μέγιστο ρεύμα-νεχούς λειτουργία τριφασ. κινητήρ. για τάση ≤440 V - 50/60 Hz κατ. AC-3 (A)	Επιτρεπόμενη ισχύς κινητήρων για κατηγορία AC-3				Διάρκεια ζωής (αριθμός ηλεκτρικών ανοιγμάτων)	Κύκλωμα ελέγχου (τροφοδότηση πηνίου ρελέ)	Κωδικός ρελέ ισχύος
			220-230V KW-HP	380-400V KW-HP	415-440V KW-HP	500 V KW-HP			
1	25	9	2,2-3	4-5,5	4-5,5	5,5-7,5	2×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL00A3
2	25	12	3-4	5,5-7,5	5,5-7,5	7,5-10	2×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL01A3
3	32	18	4-5,5	7,5-10	7,5-10	10-13,5	1,7×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL02A3
4	45	25	7,5-10	11-15	11-15	15-20	2×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL25A3
5	45	25	7,5-10	12-16	12-16	15-20	2×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL03A3
6	60	32	9-12	16-22	16-22	18,5-25	2×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL04A3
7	60	40	11-15	18,5-25	22-30	25-34	2×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL45A3
8	90	50	15-20	22-30	25-34	30-40	1,8×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL06A3
9	110	65	18,5-25	30-40	37-50	40-55	1,7×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL07A3
10	110	80	22-30	37-50	45-60	45-60	1,5×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL08A3
11	140	95	25-34	45-60	50-68	55-75	1,7×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL09A3
12	140	105	30-40	55-75	55-75	65-88	1,5×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CL10A3
13	250	150	45-60	75-100	80-108	100-135	1,7×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK75
14	250	185	55-75	90-125	100-135	110-150	1,2×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK08
15	315	205	65-88	110-150	125-170	132-180	1,7×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK85
16	315	250	75-100	132-180	132-180	160-220	1,5×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK09
17	450	309	90-125	160-220	185-250	200-270	1,1×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK95
18	600	420	125-170	220-300	230-312	300-405	1,3×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK10
19	700	550	160-220	280-380	315-425	400-540	1×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK11
20	1000	700	220-300	375-510	400-540	480-650	0,7×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK12
21	1250	825	250-340	450-610	450-610	500-680	0,7×10 <sup>6</sup>	AC - DC	CK13

**Πίνακας 9.5.** Ονομαστικές εντάσεις βιδωτών ασφαλειών τήξης σε (A), τάσης λειτουργίας 500 V (στοιχεία κατασκευαστή).

α/α	Ονομαστικές εντάσεις τυποποιημένων βιδωτών ασφαλειών τήξης σε (A), τάση λειτουργίας 500 V			
	Τύπου D (Diazed) ικανότητα διακοπής 50 KA	Τύπου DO (Neozed) ικανότητα διακοπής 50 KA	Τύπου CF ικανότητα διακοπής 100 KA	Τύπου G (γυάλινες) ικανότητα διακοπής 0,050 KA
1	2	2	1	
2	4	4	2	
3	6	6	4	
4	10	10	6	
5	16	16	8	
6	20	20	10	
7	25	25	12	
8	35	35	16	
9	50	50	20	
10	63	63	25	
11	80	80	32	
12	100	100	40	
13	125		50	
14	160		63	
15	200		80	
16			100	
17			125	



**4.2.1 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΩΝ (2), ΙΣΧΥΟΣ P=37kW,  
ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ,  
ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ  
ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 70m**

**Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος**

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{37kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 41.1kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{41.1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 69.81A$$

Οι συντελεστές  $f_1, f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{69.81}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 152.4A$$

**Επιλογή διατομής**

**Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 60m)**

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=35mm^2$

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 35} = 5.1 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 5.1 \cdot 10^{-4} \cdot 60 = 0.0306\Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.0306 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.03682\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 152.4 \cdot 0.03672 \cdot 0.85 = 4.75V$$

### **Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (10m)**

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{152.4}{\sqrt{3}} = 88A$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=16mm<sup>2</sup>**

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 16} = 1.116 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 1.116 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0.01116\Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.01116 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.013392\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_2 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 88 \cdot 0.013392 \cdot 0.85 = 1V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 4.75 + 1 = 5.75V < 6.9V$$

Στην Χ.Τ. η επιτρεπόμενη πτώση τάσης από τον καταναλωτή μέχρι τον γενικό πίνακα είναι 3%, δηλαδή

$$\frac{3}{100} \cdot 230 = 6.9V$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή 35mm<sup>2</sup> πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου και 16mm<sup>2</sup> μετά το διακόπτη

#### Ασφαλιστικά μέσα

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT3 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ: 140-180Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CK08 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 160Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

#### 4.2.2 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ, ΙΣΧΥΟΣ P=25kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 20m

##### Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{25kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 27.78kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{27.78 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 47.2A$$

Οι συντελεστές  $f_1$ ,  $f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{47.2}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 103A$$

## Επιλογή διατομής

### Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 10m)

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=25\text{mm}^2$

### Έλεγχος για πτώση τάσης

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 25} = 7.143 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 7.143 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 7.143 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$\begin{aligned} R_{\kappa,70^\circ\text{C}} &= R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 7.143 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) \\ &= 8.57 \cdot 10^{-3} \Omega \end{aligned}$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 103 \cdot 8.57 \cdot 10^{-3} \cdot 0.85 = 0.75V$$

### Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (10m)

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{103}{\sqrt{3}} = 59.47A$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=10\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 10} = 1.786 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 1.786 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 17.857 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 17.857 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) \\ = 0.02143\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_2 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 59.47 \cdot 0.02143 \cdot 0.85 = 1.083V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 0.75 + 1.083 = 1.833V < 6.9V$$

Στην Χ.Τ. η επιτρεπόμενη πτώση τάσης από τον καταναλωτή μέχρι τον γενικό πίνακα είναι 3%, δηλαδή

$$\frac{3}{100} \cdot 230 = 6.9V$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή 25mm<sup>2</sup> πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου και 10mm<sup>2</sup> μετά το διακόπτη

#### **Ασφαλιστικά μέσα**

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT2 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ 90-110Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CL10A3 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 125Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

**4.2.3 ΤΑΙΝΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ (ΖΥΓΙΣΤΙΚΗ), ΙΣΧΥΟΣ P=7.5kW,  
ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ,  
ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ  
ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 50m**

**Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος**

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{7.5kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 8.33kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{8.33 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 14.15A$$

Οι συντελεστές  $f_1$ ,  $f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{14.15}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 31A$$

**Επιλογή διατομής**

**Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 25m)**

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=2,5mm^2$

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 7.143 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 7.143 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 0.1785\Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.1785 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.2142\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 31 \cdot 0.2142 \cdot 0.85 = 5.64V$$

### **Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (25m)**

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{31}{\sqrt{3}} = 17.9A$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=2.5mm<sup>2</sup>**

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 7.143 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 7.143 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 0.1785\Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.1785 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.2142\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 17.9 \cdot 0.2142 \cdot 0.85 = 3.26V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 5.64 + 3.26 = 8.9V > 6.9V$$

Στην Χ.Τ. η επιτρεπόμενη πτώση τάσης από τον καταναλωτή μέχρι τον γενικό πίνακα είναι 3%, δηλαδή

$$\frac{3}{100} \cdot 230 = 6.9V$$

Άρα ΔΕΝ θα χρησιμοποιηθούν οι παραπάνω διατομές.

Θα χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερη διατομή στο κομμάτι πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου όπου και το ρεύμα είναι μεγαλύτερο

### **Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 25m)**

Για διατομή  $q=4\text{mm}^2$

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 4} = 4.464 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 4.464 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 0.1116 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.1116 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.02232 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 31 \cdot 0.02232 \cdot 0.85 = 0.588 \text{V}$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 0.588 + 3.26 = 3.848 \text{V} < 6.9 \text{V}$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή  $4\text{mm}^2$  πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου και  $2.5\text{mm}^2$  μετά το διακόπτη

### **Ασφαλιστικά μέσα**

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT1 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ 30-40Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CL04A3 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 35A (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)



#### 4.2.4 ΔΟΝΗΤΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ, ΙΣΧΥΟΣ P=0.3kW, , ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 60m

Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{0.3kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 0.33kW$$

$$P_{IN} = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{0.33 \cdot 10^3}{230 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 1.7A$$

Οι συντελεστές  $f_1, f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{1.7}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 3.71A$$

**Επιλογή διατομής**

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=1,5mm<sup>2</sup>**

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0.0119\Omega$$

$$R_{κ,20^\circ C} = R_{20^\circ C} \cdot \ell = 0.0119 \cdot 60 = 0.714\Omega$$

$$R_{κ,70^\circ C} = R_{κ,20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.714 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.8568\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 3.71 \cdot 0.8568 \cdot 0.85 = 2.7V < 6.9V$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$

**Ασφαλιστικά μέσα**

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT1 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ 2.5-4A (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 4A (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

#### 4.2.5 ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΧΑΡΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ $P=0.3\text{kW}$ , , ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 50m

**Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος**

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{0.3\text{kW}}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 0.33\text{kW}$$

$$P_{IN} = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{0.33 \cdot 10^3}{230 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 1.7\text{A}$$

Οι συντελεστές  $f_1, f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{1.7}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 3.71\text{A}$$

### Επιλογή διατομής

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=1,5\text{mm}^2$

### Έλεγχος για πτώση τάσης

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0.0119\Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 0.0119 \cdot 50 = 0.595\Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.595 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.714\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 3.71 \cdot 0.714 \cdot 0.85 = 2.25\text{V} < 6.9\text{V}$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$

### Ασφαλιστικά μέσα

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT1 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ 2.5-4A (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 4A (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

#### 4.2.6 ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΤΗ ΧΟΑΝΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΚΑΙ ΔΟΝΗΤΗΣ ΣΤΗ ΧΟΑΝΗ ΑΔΡΑΝΩΝ, ΙΣΧΥΟΣ $P=0.3kW$ , , ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 70m

Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{0.3kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 0.33kW$$

$$P_{IN} = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{0.33 \cdot 10^3}{230 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 1.7A$$

Οι συντελεστές  $f_1$ ,  $f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{1.7}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 3.71A$$

**Επιλογή διατομής**

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=1,5mm^2$

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0.0119\Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 0.0119 \cdot 70 = 0.833\Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.833 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.9996\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 3.71 \cdot 0.9996 \cdot 0.85 = 3.15\text{V} < 6.9\text{V}$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$

#### Ασφαλιστικά μέσα

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT1 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ 2.5-4Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 4Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

#### 4.2.7 ΑΝΤΛΙΕΣ ΝΕΡΟΥ ΦΟΡΤΩΣΗΣ (2), ΙΣΧΥΟΣ P=37kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 30m

Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{37\text{kW}}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 41.1\text{kW}$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{41.1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 69.81\text{A}$$

Οι συντελεστές  $f_1, f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{69.81}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 152.4\text{A}$$

## Επιλογή διατομής

### Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 20m)

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=35\text{mm}^2$

### Έλεγχος για πτώση τάσης

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 35} = 5.1 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 5.1 \cdot 10^{-4} \cdot 20 = 0.0102 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.0102 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.01224 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 152.4 \cdot 0.01224 \cdot 0.85 = 1.585 \text{V}$$

### Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (10m)

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{152.4}{\sqrt{3}} = 88 \text{A}$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=16\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 16} = 1.116 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 1.116 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0.01116 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.01116 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.013392 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_2 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 88 \cdot 0.013392 \cdot 0.85 = 1V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 1.585 + 1 = 2.585V < 6.9V$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή 35mm<sup>2</sup> πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου και 16mm<sup>2</sup> μετά το διακόπτη

#### Ασφαλιστικά μέσα

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT3 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ: 140-180Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CK08 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 160Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

#### 4.2.8 ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=37kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 70m

Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{37kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 41.1kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{41.1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 69.81A$$

Οι συντελεστές  $f_1$ ,  $f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{69.81}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 152.4A$$

### Επιλογή διατομής

#### Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 60m)

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=35\text{mm}^2$

#### Έλεγχος για πτώση τάσης

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 35} = 5.1 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$R_{κ,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 5.1 \cdot 10^{-4} \cdot 60 = 0.0306 \Omega$$

$$R_{κ,70^\circ\text{C}} = R_{κ,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.0306 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.03682 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 152.4 \cdot 0.03672 \cdot 0.85 = 4.75V$$

#### Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (10m)

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{152.4}{\sqrt{3}} = 88A$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=16\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 16} = 1.116 \cdot 10^{-3} \Omega$$



$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 1.116 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0.01116\Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.01116 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.013392\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_2 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 88 \cdot 0.013392 \cdot 0.85 = 1V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 4.75 + 1 = 5.75V < 6.9V$$

#### **Ασφαλιστικά μέσα**

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT3 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ: 140-180Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CK08 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 160Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

#### **4.2.9 ΑΝΤΛΙΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ (4), ΙΣΧΥΟΣ P=0.75kW, , ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 10m**

**Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος**

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{0.75kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 0.833kW$$

$$P_{IN} = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{0.833 \cdot 10^3}{230 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 4.26A$$

Οι συντελεστές  $f_1$ ,  $f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_0 = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_0 = \frac{4.26}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_0 = 9.3A$$

### Επιλογή διατομής

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=1,5mm^2$

### Έλεγχος για πτώση τάσης

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0.0119\Omega$$

$$R_{κ,20^\circ C} = R_{20^\circ C} \cdot \ell = 0.0119 \cdot 10 = 0.119\Omega$$

$$R_{κ,70^\circ C} = R_{κ,20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.119 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.1428\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^\circ C} \cdot \cos \varphi = 9.3 \cdot 0.1428 \cdot 0.85 = 1.13V < 6.9V$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή  $q=1.5mm^2$

### Ασφαλιστικά μέσα

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT1 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ 7-10Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 10Α (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

**4.2.10 ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ (2), ΙΣΧΥΟΣ P=4kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 40m**

**Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος**

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{4kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 4.44kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{4.44 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 7.54A$$

Οι συντελεστές  $f_1$ ,  $f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{7.54}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 16.5A$$

**Επιλογή διατομής**

**Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 20m)**

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=1.5mm<sup>2</sup>**

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0.0119\Omega$$

$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 0.0119 \cdot 20 = 0.238\Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.238 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.2856\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 16.5 \cdot 0.2856 \cdot 0.85 = 4V$$

### **Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (20m)**

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{16.5}{\sqrt{3}} = 9.53A$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=1.5mm<sup>2</sup>**

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0.0119\Omega$$

$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 0.0119 \cdot 20 = 0.238\Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.238 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.2856\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_2 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 9.53 \cdot 0.2856 \cdot 0.85 = 2.3V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 4 + 2.3 = 6.3V < 6.9V$$

### **Ασφαλιστικά μέσα**

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT3 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ: 14.5-17.5A (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CLO2A3 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 20A (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

**4.2.11 ΚΟΧΛΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=11kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ  
ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ,  
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 25m**

**Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος**

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{11kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 12.22kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{12.22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 20.75A$$

Οι συντελεστές  $f_1, f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{20.75}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 45.3A$$

**Επιλογή διατομής**

**Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 20m)**

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=6mm<sup>2</sup>**

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 6} = 2.976 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 2.976 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 0.0595\Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.0595 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.0714\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 45.3 \cdot 0.0714 \cdot 0.85 = 2.75V$$

### Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (5m)

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{45.3}{\sqrt{3}} = 26.15A$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 7.14 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 35.7 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$\begin{aligned} R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} &= R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 35.7 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) \\ &= 0.04284\Omega \end{aligned}$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_2 = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 26.15 \cdot 0.04284 \cdot 0.85 = 0.95V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 2.75 + 0.95 = 3.7V < 6.9V$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή  $6\text{mm}^2$  πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου και  $2.5\text{mm}^2$  μετά το διακόπτη

### Ασφαλιστικά μέσα

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT2 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ: 39-47A (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CL06A3 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 50A (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

### 4.2.12 ΚΟΧΛΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=11kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 28m

#### Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{11kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 12.22kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{12.22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 20.75A$$

Οι συντελεστές  $f_1$ ,  $f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{20.75}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 45.3A$$

#### Επιλογή διατομής

#### Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 20m)

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=6\text{mm}^2$

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 6} = 2.976 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 2.976 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 0.0595 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.0595 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.0714 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 45.3 \cdot 0.0714 \cdot 0.85 = 2.75 \text{V}$$

### **Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (8m)**

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{45.3}{\sqrt{3}} = 26.15 \text{A}$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 57.12 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$\begin{aligned} R_{\kappa,70^\circ\text{C}} &= R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 57.12 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) \\ &= 0.068544 \Omega \end{aligned}$$

Η πτώση τάσης είναι:



$$\Delta V_2 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 26.15 \cdot 0.068544 \cdot 0.85 = 1.52V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 2.75 + 1.52 = 4.27V < 6.9V$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή 6mm<sup>2</sup> πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου και 2.5mm<sup>2</sup> μετά το διακόπτη

#### Ασφαλιστικά μέσα

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT2 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ: 39-47A (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CL06A3 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 50A (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

#### 4.2.13 ΚΟΧΛΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=11kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 11m

##### Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{11kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 12.22kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{12.22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 20.75A$$

Οι συντελεστές f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub> λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{20.75}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 45.3A$$

**Επιλογή διατομής**

**Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 20m)**

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=6mm<sup>2</sup>**

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 6} = 2.976 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{κ,20^\circ C} = R_{20^\circ C} \cdot \ell = 2.976 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 0.0595 \Omega$$

$$R_{κ,70^\circ C} = R_{κ,20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.0595 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.0714 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^\circ C} \cdot \cos \varphi = 45.3 \cdot 0.0714 \cdot 0.85 = 2.75V$$

**Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (11m)**

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{45.3}{\sqrt{3}} = 26.15A$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{κ,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 11 = 78.54 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$\begin{aligned} R_{κ,70^\circ\text{C}} &= R_{κ,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 78.54 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) \\ &= 0.094248 \Omega \end{aligned}$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_2 = I \cdot R_{κ,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 26.15 \cdot 0.094248 \cdot 0.85 = 2.1\text{V}$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 2.7 + 2.1 = 4.8\text{V} < 6.9\text{V}$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή  $6\text{mm}^2$  πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου και  $2.5\text{mm}^2$  μετά το διακόπτη

#### **Ασφαλιστικά μέσα**

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT2 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ: 39-47A (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CL06A3 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 50A (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

**4.2.14 ΚΟΧΛΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ P=11kW, ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ  
ΑΣΤΕΡΑ-ΤΡΙΓΩΝΟΥ, ΥΠΟΓΕΙΑ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ,  
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 25m**

**Υπολογισμός ονομαστικού ρεύματος**

$$n = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \Rightarrow P_{IN} = \frac{P_{OUT}}{n} = \frac{11kW}{0.9} \Rightarrow P_{IN} = 12.22kW$$

$$P_{IN} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_{IN}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow$$

$$I = \frac{12.22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} \Rightarrow I = 20.75A$$

Οι συντελεστές  $f_1, f_2$  λαμβάνονται από τους πίνακες 7.32 και 7.34 αντίστοιχα. Έτσι το τελικό ρεύμα είναι

$$I_o = \frac{I}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4} \Rightarrow$$

$$I_o = \frac{20.75}{0.7 \cdot 0.77 \cdot 0.85 \cdot 1} \Rightarrow I_o = 45.3A$$

**Επιλογή διατομής**

**Πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (θεωρούμε 20m)**

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=6mm<sup>2</sup>**

**Έλεγχος για πτώση τάσης**

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 6} = 2.976 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 2.976 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 0.0595\Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.0595 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.0714\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_1 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 45.3 \cdot 0.0714 \cdot 0.85 = 2.75V$$

### **Μετά το διακόπτη αστέρα-τριγώνου (14m)**

Μετά το διακόπτη το ρεύμα με το οποίο υπολογίζεται η πτώση τάσης είναι  $\frac{45.3}{\sqrt{3}} = 26.15A$

Με βάση το ρεύμα αυτό επιλέγουμε διατομή καλωδίου από τον πίνακα 7.26

Οπότε από τον πίνακα επιλέγουμε διατομή **q=2.5mm<sup>2</sup>**

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 7.14 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{κ,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 14 = 99.96 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{κ,70^{\circ}C} = R_{κ,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 99.96 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.12\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V_2 = I \cdot R_{κ,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 26.15 \cdot 0.12 \cdot 0.85 = 2.66735V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 2.75 + 2.6673 = 5.42V < 6.9V$$

Άρα θα χρησιμοποιηθεί διατομή 6mm<sup>2</sup> πριν το διακόπτη αστέρα-τριγώνου και 2.5mm<sup>2</sup> μετά το διακόπτη

#### 4.2.15 Ασφαλιστικά μέσα

- ΘΕΡΜΙΚΟ : RT2 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ: 39-47A (ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2)
- ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ: CL06A3 (ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1)
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ: 50A (ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5)

#### 4.3 Υπολογισμός παροχής

$$I_{o\lambda} = 154.2 \cdot 2 + 103 + 31 + 3.71 \cdot 4 + 154.2 \cdot 2 + 154.2 + 9.3 \cdot 4 + 16.5 \cdot 2 + 45.3 \cdot 4 \Rightarrow$$

$$I_{o\lambda} = 1171.24 \angle -31.78^\circ$$

$$S = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1171.24 \Rightarrow S = 811.5 \text{ kVA}$$

Από τον πίνακα V φαίνεται ότι το μέγεθος της ισχύος της εγκατάστασης ξεπερνά κατά πολύ τα όρια των τυποποιημένων παροχών της χαμηλής τάσης, οπότε η εν λόγω εγκατάσταση θα τροφοδοτηθεί απευθείας από το δίκτυο της μέσης τάσης μέσω υποσταθμού 20kV/400V



## ΠΙΝΑΚΑΣ V

**Στοιχεία παροχών μεμονωμένων καταναλωτών Χ.Τ.**  
(Τροφοδότηση από ιδιαίτερα Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ ή από ιδιαίτερη αναχώρηση ΧΤ)

ΠΑΡΟΧΗ		ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ				(1) ΜΕΤΡΗΤΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ		ΕΛΑΧ. ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΙΝΑΚΑ-ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ	(2) ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ Μ/Σ
		Γενική εσωτ. εγκατάσταση	Μετρητής		Ελάχ. Αναχ. δικτύου ΧΤ		Συγκεντρικά θ.Ν. (Cu)	X - LPE		
No	kVA		A	A		A			A	mm <sup>2</sup>
<b>ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ</b>										
03	8	35	35	40	63 (40)	10/40 15/60	2 x 6	-	3 x 10	50 (25)
05	12	50	63	63	80	15/60	2 x 16	-	3 x 16	50
<b>ΤΡΙΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ</b>										
1	15	25	-	25	63 (40)	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 6	50 (25)
2	25	35	-	40	63 (40)	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 10	50 (25)
3	35	50	-	-	63	3 x 20/60 3 x 10/60	4 x 16	-	5 x 16	50
4	55	80	-	-	100	3 x 50/100 3 x 20/100	4 x 25	-	3x25+16+16 <sup>(6)</sup>	100 <sup>(4)</sup> (75)
5	85	125	-	-	160 <sup>(5)</sup>	3 x 1.5/6 3 x 1/6	4 x 50	3x95 Al + 35 Cu X - LPE	3x50+25+25 <sup>(6)</sup>	100
6	135	200	-	-	250 <sup>(5)</sup>	3 x 1.5/6 3 x 1/6	Μονοπολ. 95 Cu <sup>(7)</sup>	3x150 Al + 50 Cu X - LPE	3x120+70+70 <sup>(6)</sup>	160
7	250	315 355	-	-	400 <sup>(5)</sup>	3 x 1.5/6 <sup>(3)</sup> 3 x 1/6	Μονοπολ. 150 Cu <sup>(7)</sup>	2 (3x150 Al + 50 Cu) X - LPE	3x240+120+120 <sup>(6)</sup> Μονοπ. 150 Cu <sup>(7)</sup>	250

### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Όπως παρατήρηση 3 , Πίνακα IV
- Όπως παρατήρηση 2 , Πίνακα IV
- Μέσω Μ/Σ εντάσεως 400/5
- Επιτρέπεται Μ/Σ 50 kVA με ασφάλειες αναχώρησης 80 A για μεμονωμένο καταναλωτή με ένα κινητήρα 35 ή 40 HP από ιδιαίτερα Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ χωρίς παρεμβολή δικτύου ΧΤ και με  $I_e \leq 2.5 I_n$  (Πίνακας VIII)
- Επιτρέπεται να παραλειφθούν οι ασφάλειες αναχώρησης με τις προϋποθέσεις της παραγρ. 7
- Όπως παρατήρηση 5 , Πίνακα IV
- Μονοπολικά καλώδια σύμφωνα με το άρθρο 128 του ΚΕΗΕ για αγωγούς ομάδας II.

#### 4.4 Υπολογισμός ισχύος πυκνωτων αντιστάθμισης

Υπολογισμός συνολικής Ισχύος

$$S = S = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1171.24 \Rightarrow S = 811.5kVA$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1171.24 \cdot 0.85 \Rightarrow P = 689.74kW$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \Rightarrow Q = 427.54kVAr$$

Θα γίνει αντιστάθμιση με συστοιχία πυκνωτών στο 90% της αέργου ισχύος, δηλαδή θα χρειαστούν πυκνωτές που θα παράγουν

$$Q_c = 0.9 \cdot 427.54 \Rightarrow Q_c = 384.8kVAr$$

Άρα η άεργος ισχύς που θα ζητάει από το δίκτυο η εγκατάσταση μετά την αντιστάθμιση θα είναι:

$$Q' = Q - Q_c \Rightarrow Q' = 42.74kVAr$$

Η νέα φαινόμενη ισχύς θα είναι:

$$S' = \sqrt{P^2 + Q'^2} \Rightarrow S' = 691kVA$$

και ο νέος συντελεστής ισχύος θα είναι:

$$\cos \varphi' = \frac{P}{S'} = \frac{689.74}{691} \Rightarrow \cos \varphi' = 0.998$$



## ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΚΥΚΤΙΟ

<http://www.hcia.gr/el/cement-concrete/history/>

<http://www.hcia.gr/el/cement-concrete/concrete/concrete-production-control/>

[http://diocles.civil.duth.gr/links/home/veltiomeno/nees/Domikes\\_Michanes/Paragogh\\_Skyrodematos.pdf](http://diocles.civil.duth.gr/links/home/veltiomeno/nees/Domikes_Michanes/Paragogh_Skyrodematos.pdf)