

σεως. Ὅθεν ἐνδιαφέρει νὰ γνωσθῇ ὁ ὄγκος ἢ ἡ διαφορὰ ὄγκου κειωρισμένως κατὰ εἶδη ἔδαφῶν.

Τὰ μερικὰ ταῦτα ἀθροίσματα εἰσάγονται εἶτα εἰς γενικὸν πίνακα προσδιορισμοῦ τῶν ὄγκων (ἢ τῆς διαφορᾶς τῶν ὄγκων), ἐν συνδυασμῶ δὲ πρὸς τὰς ἐπίσης ἐν αὐτῷ καταχωρουμένας τιμὰς πλάτους καὶ τῶν σχετικῶν αὐτῶν συναρτήσεων, γίνεται ὁ τελικὸς ὑπολογισμὸς τῶν ὄγκων (ἢ τῆς διαφορᾶς τῶν ὄγκων) δι' ἕκαστον σύστημα πλάτους, δι' ἀπλῆς ἐκτελέσεως ἐλαχίστου ἀριθμοῦ πολλαπλασιασμῶν.

Σημειοῦμεν ὅτι εἰς τοὺς πίνακας Β Π καὶ Γ Π εἶναι σκόπιμον, ἐφ' ὅσον ἀπαιτηθῇ, νὰ προβλεφθῇ καὶ στήλη ἀναγωγῆς τῶν τελικῶν ὄγκων, ἵνα ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ μόνιμος διόγκωσις, ἴσως ἀκόμη καὶ ἡ διόρθωσις τοῦ γνωστοῦ συστηματικοῦ σφάλματος, τὸ ὁποῖον λαμβάνει χώραν εἰς ἀπάσας τὰς ἐργασίας λογιμοῦ τῶν χωματισμῶν. Ἡ τοιαύτη ἀναγωγή ἢ διόρθωσις δύναται νὰ γίνῃ καὶ ἀπ' εὐθείας διὰ τῶν διαγραμμάτων 4, 5, καὶ 6, μέσῳ ἀντιστοίχου διορθώσεως τῆς χαράξεως τῶν δεσμῶν τῶν συντελεστῶν λ , $(1 + k \lambda)$ καὶ $k (1 + k \lambda)$, ἢ τῶν δεσμῶν 1.

ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΑΙ ΘΕΤΙΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΑΙ. — Ἐκφρασις τῆς ἱκανότητος κατασκευῶν ὑπὸ Δημ. Εὐστρατιάδου. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ κ. Δ. Λαμπάδαριου*.

Α. Ἐννοια καὶ ὅρισμοί.

1. Ἰκανότης δομικῆς κατασκευῆς δύναται νὰ κληθῇ ἡ ἀντίδρασις, τὴν ὁποίαν μία κατασκευὴ διὰ τῶν μηχανικῶν αὐτῆς δεδομένων, τοῦ σχηματισμοῦ καὶ τῆς ἐν γένει συγκροτήσεώς της, εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἀντιτάξῃ πρὸς ἀσφαλῆ ἀντιμετώπισιν ἐπενεργείας συστήματός τινος φορτίσεως.

2. Δεδομένου ὅτι σύστημα φορτίσεως δύναται νὰ προκαλέσῃ ἐπὶ κατασκευῆς ἐπιρροὰς διαφόρου φύσεως, αἵτινες διὰ τὰς δομικὰς κατασκευὰς δύνανται νὰ συνοψισθῶσιν εἰς τρία κύρια εἶδη (ἐπιρροαὶ ἐξαιτήσεως, ἐπιρροαὶ παραμορφώσεως, ἐπιρροαὶ εὐσταθείας), πρέπει ἀντιστοίχως νὰ διακρίνωμεν εἰς τὴν αὐτὴν κατασκευὴν ἰσόποσα εἶδη ἱκανότητων, δηλ. τὴν ἱκανότητα ἔναντι ἐξαιτήσεως, τὴν ἱκανότητα ἔναντι παραμορφώσεως καὶ τὴν ἱκανότητα εὐσταθείας.

3. Βαθμὸς ἱκανότητος δομικῆς κατασκευῆς εἶναι ἡ ποσοτικὴ ἔκφρασις τῆς ἱκανότητος τῆς κατασκευῆς.

4. Ἡ ἔννοια τοῦ βαθμοῦ ἱκανότητος μιᾶς κατασκευῆς εἶναι διάφορος τῆς ἐννοίας τοῦ βαθμοῦ ἀσφαλείας αὐτῆς. Ὁ βαθμὸς ἱκανότητος πρέπει νὰ νοηθῇ (ὑπὸ τὰς κατωτέρω ἀναφερομένας προϋποθέσεις) ὡς μόνιμον μέγεθος διὰ τὴν κατασκευὴν, ὡς γνώρισμα αὐτῆς μὴ μεταβαλλόμενον μετὰ τῆς ἐντάσεως τῆς ἐκάστοτε φορτίσεώς της. Ὁ συντελεστὴς ἀσφαλείας, ἀντιθέτως, ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν ἐκάστοτε ἔντασιν φορτίσεως τῆς κατασκευῆς καὶ κυμαίνεται ἐν γένει ἐφ' ὅσον καὶ ἡ φόρτισις μεταβάλλεται.

* Ἀνεκοινώθη κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 17 Ἰουνίου 1944.

5. Ἐν τούτοις αἱ δύο ἔννοιαι δὲν εἶναι ἄσχετοι. Ἐὰν μία κατασκευὴ φορτισθῆ ἑλαφρότερον ἢ τιμὴ τοῦ συντελεστοῦ ἀσφαλείας αὐτῆς ὑπὸ τὴν φόρτισιν ταύτην θὰ εἶναι προφανῶς μεγαλύτερα. Ἐὰν ἡ φόρτισις τῆς κατασκευῆς ἐπιτείνεται, ὁ συντελεστὴς ἀσφαλείας θὰ μειοῦται. Ἄλλ' ἡ ἐπίτασις τῆς φορτίσεως δύναται νὰ ἐξιχθῆ μόνον μέχρι τοῦ σημείου καθ' ὃ ὁ συντελεστὴς ἀσφαλείας θὰ φθάσῃ τὴν ἐλαχίστην τιμὴν, ἣτις ἔχει θεσπισθῆ ὡς ἀνεκτὴ. Δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τότε ὅτι ἡ ἱκανότης τῆς κατασκευῆς ἔχει διατεθῆ καὶ ὅτι ὁλόκληρος ὁ βαθμὸς ἱκανότητος τῆς ἀποδίδεται εἰς τὸ ἀκέραιον.

6. Ὁ βαθμὸς ἱκανότητος κατασκευῆς κατὰ τ' ἀνωτέρω ὀρίζεται διὰ τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως αὐτῆς, καθ' ὃ καὶ ὁ συντελεστὴς ἀσφαλείας τῆς κατασκευῆς λαμβάνει τὴν ὀριακὴν του τιμὴν.

B. Ἐξάρτησις τοῦ βαθμοῦ ἱκανότητος.

7. Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω ὀρισμῶν δύναται νὰ γίνωσιν αἱ ἀκόλουθοι διαπιστώσεις ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸν ποσοτικὸν καθορισμὸν τῆς ἱκανότητος.

Ὁ βαθμὸς ἱκανότητος συνδέεται :

α') πρὸς τὴν συγκρότησιν τῆς κατασκευῆς. Ἐὰν αὕτη μεταβληθῆ ἢ μεταβληθῶν ὅπωςδήποτε τὰ μηχανικὰ αὐτῆς δεδομένα (ὁ γενικὸς σχηματισμὸς, αἱ καθ' ἕκαστα διατομαί, τὸ εἶδος τοῦ ὑλικοῦ κτλ) ὁ βαθμὸς ἱκανότητος μεταβάλλεται (παράδειγμα αἱ ἐνισχύσεις γεφυρῶν).

β') πρὸς τὸν τύπον τῆς φορτίσεως τῆς κατασκευῆς. Ὡς τύπος φορτίσεως πρέπει νὰ νοηθῆ ἡ συγκρότησις τῶν φορτίων, ἡ θέσις τῆς ἐφαρμογῆς καὶ ἡ διεύθυνσις αὐτῶν δηλ. τὰ στοιχεῖα ἐκεῖνα τοῦ συστήματος φορτίσεως, ἅτινα συμβάλλουν εἰς ποιοτικὸν καὶ οὐχὶ εἰς ποσοτικὸν καθορισμὸν τῆς φορτίσεως. Μία κατασκευὴ ἐρευνᾶται ὡς πρὸς τὸν τύπον φορτίσεως, τὸν ὁποῖον συνήθως δέχεται ἐν τῇ χρησιμοποίησιν της. Ἄν οὗτος μεταβληθῆ μεταβάλλεται ἐν γένει καὶ ὁ βαθμὸς ἱκανότητος (π. χ. γωνιακὸς στῦλος καλωδίου ἀποκτᾷ διάφορον ἐν γένει βαθμὸν ἱκανότητος ἂν χρησιμοποιηθῆ ἁπλῶς ὡς ὑποστύλωμα θλιβόμενον, ἢ σιδηροτροχιά ὡς ὑπέρθυρον ἢ ὡς δοκὸς δαπέδου κτλ.)

γ') πρὸς τὸν τρόπον ὑπολογισμοῦ. Ἐὰν διὰ τῆς προόδου τῆς ἐπιστημονικῆς ἐρευνῆς ἰσχύσωσι διάφοροι ἀντιλήψεις καὶ παραδοχαὶ καὶ μεταβληθῆ ὁ τρόπος ὑπολογισμοῦ, εἶναι προφανὲς ὅτι μεταβάλλεται ἐν γένει καὶ ὁ βαθμὸς ἱκανότητος τῆς κατασκευῆς. Πολλοὶ παλαιαὶ κατασκευαί, θεωρούμεναι ἀνεπαρκεῖς ἀνεκτέσαν ἐφόδια ἱκανότητος διὰ τῶν νεωτέρων ἀντιλήψεων, ἄς εἰσῆγαγεν ἡ πρόοδος τῆς ἐπιστήμης.

δ') πρὸς τὸν ἰσχύοντα συντελεστὴν ἀσφαλείας. Ἡ ἐξάρτησις αὕτη δὲν χρῆζει ἀναπτύξεως, ὡς αὐτονόητος, ἀφοῦ ὁ ἰσχύων συντελεστὴς ἀσφαλείας καθορίζει τὴν ὀριακὴν φόρτισιν, ἣτις λαμβάνεται κατὰ τὰ ἀνωτέρω ὡς ποσοτικὸς καθορισμὸς τῆς ἱκανότητος.

Γ. Σχέσις ικανοτήτων.

8. Ὡς βάσις διὰ τὴν ἀναζήτησιν τῶν σχέσεων τῶν ικανοτήτων πρὸς ἀλλήλας τίθεται τὸ ἀξίωμα καθ' ὃ, ἐὰν σύστημα φορτίων P ἐνεργοῦν ἐπὶ τινος κατασκευῆς προκαλεῖ ἐπ' αὐτῆς ἐπιρροὴν ϵ , σύστημα φορτίων nP ἐνεργοῦν ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατασκευῆς καὶ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον θὰ προκαλέσῃ ἐπ' αὐτῆς ἐπιρροὴν nε (ἢ ἔντασις τῶν ἐπιρροῶν εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἔντασιν τῶν φορτίων)¹.

9. Ἐὰν σύστημα φορτίων P ἐνεργοῦν ἐπὶ κατασκευῆς K_1 προκαλεῖ ἐπιρροὴν ϵ_1 , τὸ αὐτὸ δὲ σύστημα φορτίων ἐπενεργοῦν κατὰ τὸν αὐτὸν πάντοτε τρόπον ἐπὶ ὁμοειδοῦς κατασκευῆς K_2 , προκαλεῖ ἐπιρροὴν ϵ_2 , εἶναι δὲ π. χ. $\epsilon_2 > \epsilon_1$ δυνάμεθα καὶ πρέπει νὰ θεωρήσωμεν ὅτι ἡ ικανότης I_1 τῆς κατασκευῆς K_1 εἶναι μεγαλύτερα τῆς ικανότητος I_2 τῆς κατασκευῆς K_2 . Ὡς μέτρον συσχετισμοῦ τῶν βαθμῶν ικανότητος I_1 καὶ I_2 δύναται καὶ πρέπει νὰ ληφθῇ ἡ ἀντίστροφος σχέσις τῶν ἀντιστοιχῶν ἐπιρροῶν ϵ_1 καὶ ϵ_2

$$\text{δηλ. } \frac{I_1}{I_2} = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}$$

διότι, ἐὰν θεωρήσωμεν ὅτι $\epsilon_2 = n\epsilon_1$ θὰ ἀπητεῖτο ἐνέργεια συστήματος φορτίων nP ἐπὶ τῆς κατασκευῆς K_1 , ἵνα προκληθῇ ἀντὶ τῆς ἐπιρροῆς ϵ_1 ἢ ἐπιρροὴ ϵ_2 , ἐφ' ὅσον δὲ τὸ σύστημα τοῦτο τὸ προκαλοῦν τὴν ἐπιρροὴν ϵ_2 ἐπὶ τῆς κατασκευῆς K_1 εἶναι n φορὰς μεγαλύτερον τοῦ προκαλοῦντος τὴν αὐτὴν ἐπιρροὴν ϵ_2 ἐπὶ τῆς κατασκευῆς K_2 συναγεται κατὰ τὰ ἀνωτέρω ὅτι ἡ ικανότης I_1 θὰ εἶναι n φορὰς μεγαλύτερα τῆς I_2 ἄρα

$$\frac{I_1}{I_2} = n = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}$$

δηλ. αἱ ικανότητες δύο ὁμοειδῶν κατασκευῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἐπ' αὐτῶν ἐπιρροῶν τοῦ αὐτοῦ συστήματος φορτίων.

10. Ἐὰν θεωρήσωμεν δύο ὁμοειδεῖς διαφόρου ὅμως συγκροτήσεως κατασκευὰς K_1 καὶ K_2 φορτιζομένας διὰ τοῦ αὐτοῦ συστήματος φορτίων P, ἐπενεργοῦντος κατὰ τὸν αὐτὸν πάντοτε τρόπον καὶ προκαλοῦντος ἐπιρροὰς ἐξαιτήσεως ϵ_σ παραμορφώσεως ϵ_δ καὶ εὐσταθείας ϵ_α καὶ δὴ

ἐπὶ τῆς K_1	τὰς	ϵ_{σ_1}	ϵ_{δ_1}	ϵ_{α_1}
ἐπὶ τῆς K_2	τὰς	ϵ_{σ_2}	ϵ_{δ_2}	ϵ_{α_2}
οἱ λόγοι:		$\frac{\epsilon_{\sigma_1}}{\epsilon_{\sigma_2}}$,	$\frac{\epsilon_{\delta_1}}{\epsilon_{\delta_2}}$	καὶ $\frac{\epsilon_{\alpha_1}}{\epsilon_{\alpha_2}}$

δὲν θὰ εἶναι ἐν γένει οἱ αὐτοί, διότι ἕκαστον εἶδος ἐπιρροῆς καίτοι ἐκπηγάζει ἐκ τοῦ αὐτοῦ συστήματος φορτίων, ἐξαρτᾶται ἐκ διαφορῶν ἐν γένει κριτηρίων (π. χ. ἡ ϵ_σ ἐκ τῶν ἐπιφανειῶν F ἢ τῶν ροπῶν ἀντιστάσεως W, ἢ ϵ_δ ἐκ τῶν E, F ἢ τῶν

¹ Γίνεται ἐνταῦθα ἡ παραδοχή, προκειμένου περὶ ἐπιρροῆς ἐξαιτήσεως ἢ παραμορφώσεως, ὅτι αἱ τάσεις δὲν ὑπερβαίνουν τὸ ὄριον ἐλαστικότητος (ἢ μᾶλλον τὸ ὄριον ἀναλογίας) μὴ χρησιμοποιοῦμένης τῆς πλαστικῆς περιοχῆς τοῦ ὕλικου.

ροπῶν ἀδραναίας J , ἢ ε_α ἐκ τῶν στοιχείων τῆς γενικῆς διατάξεως κτλ.), ἢ πρὸς ἄλληλα σχέσις τῶν ὁποίων ἐπὶ τῶν δύο κατασκευῶν δὲν θὰ εἶναι ἡ αὐτή. Ἡ σχέσις ἄρα τῶν ἱκανοτήτων I_1/I_2 τῶν δύο κατασκευῶν θὰ εἶναι ἄλλοια ἀναλόγως τοῦ εἴδους τῆς ἐπιρροῆς πρὸς ὃ ἀνταποκρίνονται δηλ. Θὰ ἔχωμεν ἐν γένει :

$$\frac{I_{\sigma_1}}{I_{\sigma_2}} \neq \frac{I_{\delta_1}}{I_{\delta_2}} \neq \frac{I_{\alpha_1}}{I_{\alpha_2}}$$

Ἡ διαφορὰ αὕτη τῶν τιμῶν τῶν λόγων δὲν ἀποκλείεται νὰ φθάσῃ ἀκόμη καὶ μέχρις ἀνατροπῆς τῶν σχέσεων, δηλ. νὰ συμβῆ, ὥστε ἡ κατασκευὴ K_1 νὰ εἶναι π.χ. μεγαλυτέρας ἱκανότητος ἔναντι τῆς K_2 ὡς πρὸς τὴν ἐξαίτησιν, μικροτέρας δὲ ὡς πρὸς τὴν παραμόρφωσιν ἢ τὴν εὐστάθειαν.

11. Ἐλέχθη ἀνωτέρω ὅτι ὁ τύπος φορτίσεως ἐπιρραῖζει τὴν ἱκανότητα μιᾶς κατασκευῆς. Θὰ δεიχθῆ ἤδη ὅτι ἡ ἐπιρροὴ αὕτη δὲν εἶναι ἀντίστοιχος εἰς διαφόρους κατασκευὰς καὶ ὅτι ἐπομένως ἐκ τοῦ τύπου φορτίσεως ἐπιρραῖζεται καὶ ἡ σχέσις τῶν ἱκανοτήτων. Θεωρήσωμεν ἀπλῆν καμπτομένην δοκὸν K_1 (ἀνοίγματος α καὶ ροπῆς ἀντιστάσεως W) καὶ ἑτέραν δοκὸν K_2 τῆς αὐτῆς ἀκριβῶς διαμορφώσεως (τοῦ αὐτοῦ W) ἀλλ' ἀνοίγματος 2α . Αἱ δοκοὶ αὗται ἔστω ὅτι ὡς ἐκ τοῦ προορισμοῦ τῶν πρόκειται ὡς σύστημα φορτίσεως νὰ δέχωνται 1 συγκεντρωμένον κινήτων φορτίον. Ἡ ὀριακὴ φόρτισις τῆς K_1 θὰ εἶναι τότε* $P_1 = \frac{4W\sigma_{av}}{\alpha}$ ἐνῶ τῆς K_2

θὰ εἶναι $P_2 = \frac{4W\sigma_{av}}{2\alpha}$. Ἡ σχέσις ἄρα τῶν ἱκανοτήτων θὰ εἶναι $\frac{I_1}{I_2} = \frac{P_1}{P_2} = 2$ ἤτοι $I_1 = 2I_2$.

Ἐὰν ὅμως μεταβαλλομένου τοῦ τύπου φορτίσεως τῶν αἱ κατασκευαὶ αὗται ἀντὶ 1 συγκεντρωμένου φορτίου πρόκειται νὰ δέχωνται ὁμοιομόρφως διανεμημένον φορτίον P ἀπεριορίστου μήκους, τότε τὸ ὄριον φορτίσεως τῆς K_1 θὰ εἶναι

$P_1 = \frac{8W\sigma_{av}}{\alpha^2}$ καὶ τῆς K_2 $P_2 = \frac{8W\sigma_{av}}{4\alpha^2}$ ὁπότε ἡ σχέσις τῶν ἱκανοτήτων θὰ εἶναι

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{P_1}{P_2} = 4$. Ὅθεν διὰ νὰ δοθῆ ἡ σχέσις τῶν ἱκανοτήτων δύο κατασκευῶν πρέπει νὰ ἔχῃ προκαθορισθῆ ὁ τύπος φορτίσεως αὐτῶν καὶ ὡς τοιοῦτος ἐν τῇ ἐρευνῇ τῆς ἱκανότητός τῶν πρέπει προφανῶς νὰ ληφθῆ ὁ πραγματικὸς τύπος φορτίσεως δι' ὃν προορίζονται αἱ κατασκευαί.

Δ. Τὸ ὀριακὸν σύστημα φορτίσεως ὡς μέσον ἐκφράσεως τῆς ἱκανότητος.

12. Ὁ βαθμὸς ἱκανότητος τῆς κατασκευῆς ἀποδίδεται, ὡς ἐλέχθη, διὰ τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως αὐτῆς, καθ' ὃ ὁ συντελεστὴς ἀσφαλείας λαμβάνει τὴν ὀριακὴν αὐτοῦ τιμὴν. Ἡ ἐκφρασις ἄρα τῆς ἱκανότητος πρέπει νὰ εἶναι ἐνδεικτικὴ τοῦ τοιοῦτου συστήματος φορτίων.

* Θεωρουμένου τοῦ ἰδίου βάρους ὡς ἀσημάντου καὶ παραλειπομένης χάριν ἀπλότητος τῆς ἐπιρροῆς του.

13. Ὑπάρχουν κατασκευαὶ ἀπλαῖ δι' ὧς ἡ ἔνδειξις τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως εἶναι ἀπλουστάτη, διότι καὶ αὐτὸ τοῦτο τὸ σύστημα φορτίσεως εἶναι ἀπλοῦν, περιοριζόμενον εἰς μίαν δύναμιν, δεδομένου σημείου ἐφαρμογῆς, δεδομένης κατευθύνσεως, καὶ μόνον κατ' ἔντασιν μεταβαλλομένης εἴτε ἐκ τοῦ μεγέθους της εἴτε ἐκ τοῦ τρόπου ἐπενεργείας (στατική ἢ δυναμικὴ ἐπενέργεια). Τοιαῦται εἶναι π. χ. ἐλκυστήρ, ἄλυσις ἢ καλώδιον ἀναρτήσεως. Ἡ ἔνδειξις τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως δύναται νὰ γίνῃ τότε δι' ἑνὸς καὶ μόνου μεγέθους P ἐμφαίνοντος τὴν ἔντασιν τοῦ ὀριακοῦ φορτίου. Ὅθεν ἡ ἔκφρασις τῆς ἱκανότητος διὰ τὴν ἐν λόγω κατασκευὴν (ἱκανότης ἔξαιτήσεως ἢ παραμορφώσεως) θὰ ἠδύνατο νὰ γίνῃ διὰ τοῦ αὐτοῦ μεγέθους P .

14. Αἱ πλεῖσται ὅμως τῶν κατασκευῶν δὲν εἶναι τόσον ἀπλαῖ, ὑπόκεινται δὲ εἰς συστήματα φορτίσεως πολυπλοκώτερα, ἐπιδεκτικὰ ἐναλλαγῆς ὄχι μόνον κατ' ἔντασιν ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν συγκρότησιν τῶν φορτίων καὶ κατὰ τὴν θέσιν καὶ διεύθυνσιν τῆς ἐφαρμογῆς των, ἀκόμη καὶ κατὰ τὸν τρόπον ἐπενεργείας τῶν φορτίων (στατικὴ ἐπενέργεια, δυναμικὴ ἐπενέργεια κτλ.) Ὅθεν ὁ καθορισμὸς τῆς ὀριακῆς φορτίσεως θὰ ἀπῆιτι εἰς τὰς περιπτώσεις ταύτας εἶδος περιγραφῆς τῶν ἀναγκαίων στοιχείων. Τοιαυτὴ ὅμως κατεύθυνσις θὰ ὠδήγει εἰς μεγίστας δυσχερείας ἢ μᾶλλον εἰς πλήρη ἀδυναμίαν ἐνδείξεως τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως διὰ συνοπτικῆς ἐκφράσεως δυναμένης νὰ κατανοηθῆ καὶ παρακολουθηθῆ.

15. Ἀλλὰ ἀσχέτως τῶν δυσχερειῶν, ὧς θὰ ἐδημιούργει παρόμοιος τρόπος ἐκφράσεως τῆς ἱκανότητος θὰ παρουσιάξεν οὗτος, ὡς ἐκ τῆς ποικιλίας τῆς συγκροτήσεως τῶν ὀριακῶν συστημάτων φορτίσεως τῶν διαφόρων κατασκευῶν, καὶ τὸ μέγιστον μειονέκτημα τῆς πλήρους ἀδυναμίας συγκρίσεως τῶν ἱκανοτήτων, ἐνῶ κύριος σκοπὸς τῆς εἰσαγωγῆς τῆς ἐννοίας τοῦ βαθμοῦ ἱκανότητος εἶναι ἡ ἐξασφάλις συγκριτικῆς ἐκτιμήσεως τῶν ἱκανοτήτων καὶ δὴ ὅσον τὸ δυνατόν εὐχερεστέρας καὶ ἀμεσωτέρας.

16. Ὅθεν εἶναι σκόπιμον νὰ ἀναζητηθῆ ἕτερος τρόπος ἐκφράσεως τῆς ἱκανότητος, τοιοῦτος ὅστε, χωρὶς νὰ ἀποστῆ τῶν ἀρχῶν, αἵτινες διὰ τῆς ἀνωτέρω ἐρεῦνης ἀναγνωρίζονται ὡς ὑποχρεωτικαί, νὰ ἀποφεύγῃ τὰ ἀνωτέρω μειονεκτήματα ἐπιτυγχάνων ἀπλούστευσιν ὑπηρετοῦσαν καὶ τὴν ἀμεσωτέραν κατανόησιν τοῦ βαθμοῦ ἱκανότητος καὶ τὴν ἐπιθυμητὴν εὐχέρειαν συγκρίσεως.

E. Ἡ ἐννοια τοῦ «βασικοῦ» συστήματος φορτίσεως καὶ ἡ συμβολή του ἐν τῇ ἐκφράσει τῆς ἱκανότητος.

17. Ἐστῶσαν ὁμοειδεῖς κατασκευαὶ διαφορετικῆς διομορφώσεως K_1, K_2, K_3 κ.τ.λ. καὶ ἀντιστοίχως τὰ ὀριακὰ συστήματα φορτίσεως δι' ἐκάστην ἐξ αὐτῶν P_1, P_2, P_3 κ.τ.λ. καὶ ταῦτα ὁμοειδοῦς ἐπίσης συγκροτήσεως, διαφέροντα ὅμως κατ' ἔντασιν. Κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἢ ἱκανότης θὰ ἠδύνατο νὰ ἐνδειχθῆ διὰ τῆς περιγραφῆς τῶν συστημάτων ὀριακῆς φορτίσεως P_1, P_2, P_3 κτλ. πρᾶγμα, ὅπερ εἶναι, καθ' ἡ ἐλέχθη, ἀνεπιθύμητον.

18. Φαντασθῶμεν νῦν ἰδεατὸν σύστημα φορτίσεως P_0 κοινὸν διὰ τὰς ὁμοει-

δεῖς ταύτας κατασκευάς, τὸ ὁποῖον κατὰ μὲν τὴν συγκρότησιν θὰ εἶναι ἀντίστοιχον τῶν συστημάτων P_1, P_2, P_3 κτλ. κατ' ἔντασιν ὅμως θὰ ἐπέχη τὴν θέσιν τῆς μονάδος ἔναντι ἐκείνων. Καλέσωμεν τὸ σύστημα τοῦτο *βασικὸν σύστημα φορτίσεως*.

19. Τὸ σύστημα τοῦτο P_0 , θὰ ἀνταποκρίνεται πρὸς τὰς ἰδιαιτέρας συνθήκας φορτίσεως τῶν κατασκευῶν καὶ θὰ ἀποτελῇ τὴν θεμελιώδη φόρτισιν ἐξ ἧς θὰ δύνανται νὰ προκύπτωσιν αἱ λοιπαὶ μέσῳ συντελεστῶν ἐπιρροῆς διεπομένων ὑπὸ νόμων, ἀνταποκρινομένων πρὸς τὰς ἰδιαιτέρας τῆς κατασκευῆς καὶ τοῦ τρόπου φορτίσεώς της συνθήκας. Ὁ προσδιορισμὸς ἐνὸς τοιούτου βασικοῦ συστήματος ἐν τῇ πράξει δὲν εἶναι ἀδύνατος. Εἰς ἄλλὰς περιπτώσεις φορτίσεως π. χ. περιπτώσεις μιᾶς δεδομένης δυνάμεως, ἢ δύο ἢ πλείονων δυνάμεων ἴσων καὶ εἰς δεδομένας θέσεις, τὸ βασικὸν σύστημα προκύπτει ἀφ' ἑαυτοῦ, ὁ καθορισμὸς του οὐδαμῶς δύναται νὰ ποικίλλῃ, ὡν ἀναγκαστικός, καὶ συνίσταται εἰς τὴν μίαν δύναμιν ἢ συστήματα δυνάμεων μὲ ἔντασιν τὴν τιμὴν τῆς μονάδος. Εἰς πολυπλοκατέρας περιπτώσεις βεβαίως αἱ δυνατὰ λύσεις εἶναι πιθανὸν νὰ εἶναι πλείονες τῆς μιᾶς. Ὁ καθορισμὸς του τότε παύει νὰ εἶναι ἀναγκαστικός καὶ τὸ βασικὸν σύστημα ἐπομένως δὲν εἶναι ἀφ' ἑαυτοῦ δεδομένον. Ἄλλ' ἡ ἐλευθερία αὕτη τῆς ἐκλογῆς καὶ ἡ πρωτοβουλία, ἣτις θὰ ἐπηρεάσῃ τὸ βασικὸν σύστημα δὲν θὰ ἐπηρεάσῃ οὐσιωδῶς καὶ τὰ ἀποτελέσματα, ἢ μᾶλλον θὰ ἐπηρεάσῃ κάπως τὸ ἀπόλυτον τοῦ μεγέθους των ὄχι ὅμως καὶ τὴν σχετικὴν των ἀξίαν, ἣτις προκειμένου περὶ συσχετισμοῦ ἱκανότητων κυρίως μᾶς ἐνδιαφέρει. Πάντως ἐν τῇ ἐκλογῇ του θὰ προκριθῇ ἢ καταλληλοτέρα λύσις διὰ τὸν ἐπιδιωκόμενον σκοπὸν.

20. Κατὰ τὰ ἀνωτέρω δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὅτι θὰ ἰσχύσωσιν αἱ σχέσεις

$$P_1 = k_1 P_0, \quad P_2 = k_2 P_0, \quad P_3 = k_3 P_0 \quad \text{κ.τ.λ.} \quad (1)$$

21. Ὁ συντελεστὴς k_1 πρέπει νὰ θεωρηθῇ ἔχων ὑπόστασιν εὐρύτεραν καὶ νὰ νοηθῇ περιέχων ἐν ἑαυτῷ πᾶσαν ἐπιρροὴν μεταβάλλουσαν τὸ ἰδεατὸν βασικὸν σύστημα φορτίσεως P_0 εἰς πραγματικὸν σύστημα φορτίσεως P_1 . Δυνάμεθα νὰ τὸν φαντασθῶμεν συγκεκριημένον ἐκ δύο κυρίως παραγόντων, ἐξ ὧν ὁ εἷς νὰ ἐκφράζῃ τὴν κατ' ἔντασιν ἐπιρροὴν, ὁ δ' ἕτερος τὴν ἐπιρροὴν ἐκ τυχόν μεταβολῆς τοῦ τρόπου συγκροτήσεως καὶ θέσεως τῶν φορτίων.

22. Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς σχέσεως (1) εἶναι προφανὲς ὅτι ὡς ἐνδείξιν τῆς ἱκανότητος ἐκάστης κατασκευῆς K_1, K_2, K_3 κ.τ.λ. θὰ εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἀντὶ τῶν P_1, P_2, P_3 κ.τ.λ. τοὺς λόγους :

$$\frac{P_1}{P_0}, \quad \frac{P_2}{P_0}, \quad \frac{P_3}{P_0} \quad \text{κτλ.}$$

ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, τοὺς συντελεστὰς k_1, k_2, k_3 κτλ., οἵτινες θὰ ἔχωσι πρὸς ἀλλήλους τὴν αὐτὴν σχέσιν, ἣν καὶ τὰ μεγέθη P_1, P_2, P_3 μὴ μεταβαλλομένης οὕτω τῆς μεταξὺ τῶν ἱκανότητων σχέσεως.

23. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου ἐπιτυγχάνεται οὐσιώδης ἀπλούστευσις ἐν τῇ ἐκφράσει τῆς ἱκανότητος (τῶν συντελεστῶν k ὄντων ἀπλῶν ἀριθμῶν). Θυσιάζεται ὅμως ἡ συγκεκριμένη ἐνδείξις τῆς ὀριακῆς φορτίσεως, ἢ μᾶλλον ἡ ἄμεσος ἐνδείξις

αυτῆς, διότι ἐμμέσως ἡ ὀριακὴ φόρτισις καὶ πάλιν ἐνδεικνύεται, ἀφοῦ τὸ μὲν σύστημα P_0 δύναται νὰ εἶναι δεδομένον καὶ γνωστὸν δι' ἐκάστην τάξιν κατασκευῶν, ὁ δὲ συντελεστὴς k δὲν εἶναι ἀπεστερημένος οὐσιαστικωτέρας ἐννοίας, παριστῶν, τρόπον τινά, ποίαν ἐπίτασιν τοῦ γνωστοῦ βασικοῦ συστήματος φορτίσεως ἀνέχεται ἡ κατασκευή. Ὁ συντελεστὴς k ἀποτελεῖ κατὰ ταῦτα προσφορώτατον μέσον ἐκφράσεως τῆς ἱκανότητος.

24. Ὁ τρόπος προσδιορισμοῦ τοῦ συντελεστοῦ k ἐκ τοῦ λόγου P_n/P_0 δὲν εἶναι πάντοτε ἱκανοποιητικὸς, διότι ἐκτὸς τοῦ προσδιορισμοῦ τοῦ βασικοῦ συστήματος P_0 (κοινού διὰ τὰς ὁμοειδεῖς κατασκευὰς) ἐπιβάλλει καὶ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ P_n δι' ἐκάστην ἐξ αὐτῶν. Θὰ ἐπιζητηθῆ κατωτέρω ἕτερος εὐχερέστερος τρόπος προσδιορισμοῦ τοῦ k , διὰ περιπτώσεις δι' ἃς ὁ ὡς ἄνω προσδιορισμὸς εἶναι δυσχερής.

Z. Ἡ «βασικὴ» τάσις ὡς παράγων ἀναζητήσεως τῆς ἱκανότητος.

25. Τὸ ὅτι τὰ συστήματα P_1, P_2, P_3 κτλ. εἶναι συστήματα ὀριακῆς φορτίσεως, σημαίνει κατὰ τὸν τεθέντα ἐν ἀρχῇ ὀρισμὸν, ὅτι ἡ ἐπιρροή, ἣτις θὰ προκληθῆ παρ' ἐκάστου ἐξ αὐτῶν ἐπὶ τῆς ἀντιστοίχου κατασκευῆς K_1, K_2, K_3 κτλ. θὰ εἶναι ὀριακὴ. Ἐστω τοιαύτη ὀριακὴ ἐπιρροή ἡ ἀνεκτὴ τάσις σ_{av} , καὶ παραδεχθῶμεν ἐν ἀρχῇ ὅτι διὰ πάσας τὰς περὶ ὧν πρόκειται κατασκευὰς θὰ εἶναι ἡ αὐτὴ ὅτι δηλαδὴ τὸ ὑλικὸν τῶν κατασκευῶν τούτων θὰ εἶναι τοῦ αὐτοῦ εἴδους καὶ τῆς αὐτῆς ποιότητος¹.

Θεωρήσωμεν ὅτι διὰ τὴν κατασκευὴν K_1 καὶ ἐν τῇ δυσμενεστέρᾳ θέσει ἀναπτύσσεται ἐκ τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως P_1 ἐπενέργεια ρ_1 , (π. χ. ροπή ἢ ἀξονικὴ δύναμις κτλ.). Αὕτη πρέπει νὰ εὐρίσκεται ποσοτικῶς εἰς κατ' εὐθείαν ἀνάλογον ἐξάρτησιν ἀπὸ τοῦ συστήματος P_1 , ὡς μεγέθους λαμβανομένου. Θὰ ἔχωμεν δηλ. τὴν σχέσιν

$$\rho_1 = \lambda_1 P_1$$

καὶ διὰ τὰς λοιπὰς ὁμοειδεῖς κατασκευὰς K_2, K_3 κτλ. ἀντιστοίχως

$$\rho_2 = \lambda_2 P_2, \quad \rho_3 = \lambda_3 P_3 \quad \text{κτλ.}$$

Τὸ κριτήριον τῆς ἐπενεργείας ρ ἐν τῇ ἀναφερθείσῃ θέσει ἔστω τὸ μέγεθος Δ (ροπή ἀντιστάσεως προκειμένου περὶ κάμψεως, ἐπιφάνεια προκειμένου περὶ ἀξονικῆς δυνάμεως κτλ.) Θὰ ἔχωμεν τότε

$$\sigma_{av} = \frac{\lambda_1 P_1}{\Delta_1} = \frac{\lambda_2 P_2}{\Delta_2} = \frac{\lambda_3 P_3}{\Delta_3} \quad \text{κτλ.} \quad (2)$$

Αἱ τάσεις, αἵτινες ἀντιστοίχως θὰ ἀναπτυχθῶσιν ἐκ τοῦ βασικοῦ συστήματος φορτίσεως P_0 καὶ τὰς ὁποίας ἄς παραστήσωμεν διὰ σ_0 , θὰ εἶναι

¹ Θὰ ἠδύνατο νὰ προστεθῆ ἀκόμη, ὁ τρόπος ὑπολογισμοῦ ὁ αὐτός, καὶ ἡ ἐπιθυμητὴ ὀριακὴ τιμὴ τοῦ συντελεστοῦ ἀσφαλείας ἡ αὐτή.

$$\sigma_{o1} = \frac{\lambda_1 P_o}{\Delta_1} \quad \sigma_{o2} = \frac{\lambda_2 P_o}{\Delta_2} \quad \sigma_{o3} = \frac{\lambda_3 P_o}{\Delta_3} \text{ κτλ. (3)}$$

Καλέσωμεν τὰς τάσεις ταύτας «*βασικὰς*» τάσεις καὶ ἀναζητήσωμεν τοὺς λόγους τῆς ἀνεκτῆς τάσεως πρὸς ἐκάστην ἐκ τῶν βασικῶν, θὰ ἔχωμεν ἐκ τοῦ συσχετισμοῦ τῶν ἔξισώσεων (2), (3) καὶ (1)

$$\frac{\sigma_{av}}{\sigma_{o1}} = \frac{P_1}{P_o} = k_1 \quad \frac{\sigma_{av}}{\sigma_{o2}} = \frac{P_2}{P_o} = k_2 \quad \frac{\sigma_{av}}{\sigma_{o3}} = k_3 \text{ κτλ. (4)}$$

Οὕτω φθάνομεν εἰς νέον τρόπον προσδιορισμοῦ τῶν συντελεστῶν k δι' ἐκάστην κατασκευὴν συναρτήσῃ τῆς «*ἀνεκτῆς*» τάσεως καὶ τῆς ἀντιστοίχου «*βασικῆς*», ἣτις προκύπτει ἐκ τοῦ κοινοῦ βασικοῦ συστήματος φορτίσεως P_o ἅπαξ προσδιοριζομένου διὰ τὴν ὑπ' ὄψιν τάξιν τῶν ὁμοειδῶν κατασκευῶν K_1, K_2, K_3 κτλ.

26. Ὁ συντελεστὴς k , ὡς λόγος τάσεων, ἐμφανίζεται καὶ πάλιν ὡς μέγεθος ἀδιάστατον παριστῶν ἤδη κατὰ πόσας φορὰς ἡ βασικὴ τάσις σ_o δεδομένης κατασκευῆς εἶναι μικροτέρα τῆς ἀνεκτῆς σ_{av} ἢ, ὅπερ ταυτόσημον, ποίαν ἐπίτασιν τῆς βασικῆς φορτίσεως ἀνέχεται ὡς ἐκ τῆς συγκροτήσεώς της ἢ κατασκευὴ χωρὶς νὰ υπερβληθῇ ἡ ὀριακὴ τιμὴ τῆς ἀνεκτῆς τάσεως.

27. Εἰς τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα θὰ ἐφθάνομεν, ἐὰν ἀντὶ τῆς ἐπιρροῆς ἑξαιτήσεως σ ἡρευνᾶτο ἐπιρροὴ παραμορφώσεως δ . Ὅντως τὰ ἀποτελέσματα ἐπιηρέζονται οὐχὶ ἐκ τῶν συντελεστῶν λ καὶ τῶν κριτηρίων Δ ἀτινα φυσικὰ προκειμένου περὶ ἐρεῦνης παραμορφώσεως θὰ εἶναι ἐν γένει διάφορα τῶν προσδιορισθέντων ἐν τῇ ἐρεῦνῃ τάσεως ἀλλ' ἐκ τῶν λόγων P/P_o καὶ δ_{av}/δ_o , οἵτινες θὰ εἶναι οἱ αὐτοί, ὡς ἐκπηγάξει ἐκ τῆς γενικῆς ἀρχῆς τῆς ἀναλογίας τῶν ἐπιρροῶν, πρὸς τὴν ἔντασιν τῆς φορτίσεως (πρβλ. § 8) δηλ.

$$\frac{P}{\delta_{av}} = \frac{P_o}{\delta_o} \quad \eta \quad \frac{\delta_{av}}{\delta_o} = \frac{P}{P_o}$$

Ἀντιστοίχως θὰ ἔχωμεν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα προκειμένου καὶ περὶ ἀναζητήσεως τῆς ἰκανότητος εἰς εὐστάθειαν. Εἶναι τότε καθοριστέος ὁ λόγος μεταξὺ ὀριακῆς καὶ βασικῆς «*τάσεως ἀνατροπῆς*» (ἐνθα τάσιν ἀνατροπῆς θὰ καλέσωμεν τὸν ἀντίστροφον ἀριθμὸν τοῦ συντελεστοῦ ἀσφαλείας εἰς εὐστάθειαν).

28. Ἐρευνήσωμεν ἤδη καὶ τὴν περίπτωσιν κατασκευῶν μετὰ διαφόρου ὕλικου.

Θεωρήσωμεν ἐν πρώτοις ὅτι κατασκευὴ τις K'_2 ἔχει τὸν αὐτὸν ἀπολύτως γενικὸν σχηματισμὸν καὶ λεπτομερειαικὴν διαμόρφωσιν πρὸς τὴν K_2 (ἦτοι $\Delta'_2 = \Delta_2$ καὶ $\lambda'_2 = \lambda_2$) εἶναι ὅμως κατασκευασμένη ἐκ διαφόρου ποιότητος ὕλικου, ἢ ἀνεκτὴ τάσις τοῦ ὁποίου ἔστω $\sigma'_{av} \neq \sigma_{av}$. Διὰ τὴν κατασκευὴν ταύτην ἔστω τὸ ὀριακὸν σύστημα φορτίσεως $P'_2 \neq P_2$. Θὰ ἔχωμεν ἀντιστοίχως πρὸς τὰ ἀνωτέρω:

$$\sigma'_{o2} = \lambda_2 P'_2 \quad \sigma'_{av} = \frac{\lambda_2 P'_2}{\Delta_2} \quad \sigma'_{o2} = \frac{\lambda_2 P_o}{\Delta_2} = \sigma_{o2}$$

$$\frac{\sigma'_{av}}{\sigma_{o2}} = \frac{P'_2}{P_o} = k'_2 \quad \text{καὶ ἐν ὄψει τῶν τύπων (4)} \quad \frac{k'_2}{k_2} = \frac{\sigma'_{av}}{\sigma_{av}}$$

ἦτοι ὁ συντελεστής k'_2 θὰ ἔχη ὡς πρὸς τὸν k_2 ὃν λόγον καὶ αἱ ἀνεκταὶ τάσεις τῶν ἀντιστοίχων ὑλικῶν.

Ἡ γενικωτέρα περίπτωσις κατασκευῆς διαφερούσης τόσον κατὰ τὸν σχηματισμὸν καὶ διαμόρφωσιν ὅσον καὶ κατὰ τὸ ὑλικὸν δύναται νὰ ἀναλυθῆ καὶ ὑπαχθῆ εἰς τὰς ἀνωτέρω ἐρευνηθεῖσας δύο περιπτώσεις: τὴν περίπτωσιν κατασκευῆς διαφόρου διαμορφώσεως ἀλλὰ τοῦ αὐτοῦ ὑλικοῦ (ὡς αἱ K_1, K_2, K_3 ἀνωτέρω ἐρευνηθεῖσαι) καὶ κατασκευῆς τῆς αὐτῆς διαμορφώσεως καὶ διαφόρου ὑλικοῦ (ὡς αἱ ἀνωτέρω ἐρευνηθεῖσαι K_2 καὶ K'_2).

Η. Συνολικὸν ἢ ὠφελίμον φορτίον ὡς χαρακτηριστικὸν τῆς ὀριακῆς φορτίσεως

29. Ὑπάρχουσι κατασκευαὶ ἀπλαῖ συνεπτυγμέναι καὶ σχετικῶς ἐλαφραί, ὧν ἡ φόρτισις προέρχεται ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον ἢ κυριώτατα ἐκ τοῦ ὠφελίμου φορτίου (ἄλλοις ἢ καλώδια ἀναρτήσεως ἀνυψωτικῶν συστημάτων, ἐλαφραὶ δοκοί, σιδηροτροχιαὶ κτλ.). Ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ συνθετώτεραι, πλέον ἐκτεταμέναι καὶ βαρύτεραι κατασκευαί, ὧν ἡ φόρτισις, κατὰ σημαντικὸν ποσοστὸν, ὀφείλεται εἰς ἐπενεργείας, αἵτινες εἶναι μὲν συνυφασμέναι μετ' αὐτῆς ταύτης τῆς ὑποστάσεως τῆς κατασκευῆς, οὔσαι ἐπομένως ἀπολύτως ἀναγκαστικαὶ (ἴδιον βάρος, τυχὸν μόνιμος ἐπιφόρτισις, ἐπενέργεια ἀνέμου, χιόνος, θερμοκρασίας κτλ.), εἶναι ὅμως ἀνεξάρτητοι τοῦ ὠφελίμου φορτίου, τὸ ὁποῖον ἐν τούτοις ἀποτελεῖ τὸν σκοπὸν τῆς κατασκευῆς. Σημειοῦνται μάλιστα καὶ περιπτώσεις καθ' ἃς αἱ ἀναγκαστικαὶ αὗται ἐπενέργειαι ἀπορροφῶσι τόσον μέγα ποσοστὸν τῆς ἰκανότητος τῆς κατασκευῆς ὥστε νὰ μὴ ἀπομένῃ εἰμὴ ἐλάχιστον ποσοστὸν διὰ τὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ ὠφελίμου φορτίου (π. χ. βαρεῖαι γέφυραι μεγάλων ἀνοιγμάτων). Ἡ ἔκτασις τοῦ ποσοστοῦ τῶν τοιούτων ἀναγκαστικῶν ἐπιρροῶν εἶναι δυνατὸν νὰ τεῖνῃ νὰ φθάσῃ εἰς τὸ σύνολον, ὁπότε φυσικῶς ἡ κατασκευὴ παύει νὰ εἶναι πρακτικῶς πραγματοποιήσιμος ὡς μηδένα πλέον δυναμένη νὰ ἐξυπηρετήσῃ σκοπὸν, ἀφοῦ δὲν ἀπομένει περιθώριον πρὸς ἀντιμετώπισιν τοῦ ὠφελίμου ἐκείνου φορτίου διὰ τὸ ὁποῖον θὰ κατασκευάζετο (ἀνώτατα ὄρια ἀνοιγμάτων γεφυρῶν ὑπὸ διάφορα συστήματα κατασκευῆς καὶ εἶδη ὑλικῶν).

30. Ὑπὸ τὰς ἀνωτέρω συνθήκας εἶναι προφανές ὅτι ἐν τῇ ἀναζητήσει τῆς ἰκανότητος μιᾶς κατασκευῆς καθίσταται ἀναγκαῖον νὰ καθορισθῆ, ἐὰν ἡ ἰκανότης θὰ ἀναφέρεται εἰς τὸ σύνολον τῶν φορτίων ἢ εἰς μόνον τὸ ὠφελίμον φορτίον, ἐὰν δηλ. ὡς ὀριακὸν σύστημα φορτίσεως θὰ νοηθῆ τὸ τοῦ συνολικοῦ ἢ τοῦ ὠφελίμου μόνον φορτίου. Ἡ πρώτη περίπτωσις θὰ ὠδήγῃ εἰς χαρακτηρισμὸν ἰκανότητος τῶν κατασκευῶν πλέον ἀπόλυτον, δὲν θὰ ἐξυπηρετεῖ ὅμως τὴν πρακτικὴν ἀπαίτησιν διότι θὰ ἦτο δυνατόν νὰ ἀποδώσῃ μεγάλους βαθμοὺς ἰκανότητος εἰς κατασκευὰς μὴ δυναμένας πρακτικῶς νὰ χρησιμοποιηθῶσιν ἐντατικῶς. Ἡ δευτέρα περίπτωσις τοῦναντίον ὀδηγεῖ μὲν εἰς χαρακτηρισμὸν ἰκανότητος εἰδικώτερον, ἀλλ' ἐξυπηρετεῖ ἀμεσώτερον τὸν σκοπὸν χάριν τοῦ ὁποίου θεμελιεῖται ἡ ὅλη ἔρευνα τῆς ἀναζητήσεως τῆς ἰκανότητος καὶ ὅστις εἶναι ἡ σύγκρισις τῶν κατασκευῶν ἀπὸ τῆς ἀπόψεως τῆς πρακτικῆς ὠφελιμότητος αὐτῶν διὰ τῆς σταθμίσεως τῶν ὀριακῶν ὠφελίμων αὐτῶν φορτίων.

31. Προσθέτομεν εἰς τὰ ἀνωτέρω ὅτι ἡ πρώτη περίπτωσις (ικανότης ὡς πρὸς τὸ σύνολον τῶν φορτίων) περιπλέκει καὶ δυσχεραίνει τὸν προσδιορισμὸν τῆς ἱκανότητος, διότι δυσχεραίνεται καὶ ὁ ἀπαραίτητος καθορισμὸς τοῦ βασικοῦ συστήματος φορτίσεως καὶ συνεπῶς τῆς βασικῆς τάσεως. Καὶ τοῦτο, διότι δὲν εἶναι εὐχερὲς νὰ ἐξευρεθῇ ἀπλοῦν τι θεμελιῶδες σύστημα φορτίσεως, ἐν τῇ ἐννοίᾳ τοῦ βασικοῦ συστήματος φορτίσεως, ἐπέχοντος, ὡς ἐλέχθη, θέσιν μονάδος ἔναντι τοῦ ὄριακοῦ συστήματος συνολικῆς φορτίσεως, τὸ ὁποῖον θὰ συνίσταται ἐκ πλήθους ἀνομοίων ἐπενεργειῶν δυσκόλως δυναμένων νὰ συντεθῶσιν. Ἀντιθέτως ἐν τῇ δευτέρᾳ περιπτώσει (ικανότης ὡς πρὸς τὸ ὠφέλιμον φορτίον) ὁ καθορισμὸς τοῦ βασικοῦ συστήματος φορτίσεως, καὶ ἐπομένως τῆς βασικῆς τάσεως, εἶναι ἀπλοῦς δεδομένου ὅτι τὸ σύστημα τοῦτο θὰ πρέπει νὰ ὁμοιάζῃ πρὸς ἓν καὶ μόνον σύστημα φορτίσεως ὅθεν τὸ σύστημα τοῦ ὠφελίμου φορτίου θὰ ἔχῃ συγκρότησιν ἀνάλογον πρὸς αὐτὸ καὶ θὰ εἶναι εὐχερέστερον νὰ λάβῃ τὴν ἔντασιν ἐκείνην, ἣτις θὰ δύναται νὰ τὸ χαρακτηρίσῃ ὡς σύστημα ἐπέχον θέσιν μονάδος ἔναντι τοῦ πραγματικοῦ.

32. Ἡ ἀναζήτησις τῆς ἱκανότητος ὡς πρὸς τὸ ὠφέλιμον φορτίον ἐπιβάλλει μόνον μικρὰν μεταβολὴν εἰς τοὺς τύπους προσδιορισμοῦ τοῦ συντελεστοῦ k (ἰδὲ § 25 - 28) διὰ τοῦ λόγου τῆς ἀνεκτῆς ἐπιρροῆς (τάσεως, παραμορφώσεως κτλ.) πρὸς τὴν βασικὴν. Διότι εἶναι προφανὲς ὅτι ἡ σύγκρισις τῆς βασικῆς τάσεως σ_0 δὲν πρέπει πλέον νὰ γίνῃ πρὸς ἀκέραιον τὸ μέγεθος τῆς ἀνεκτῆς τάσεως σ_{av} , ἀφοῦ αὕτη ἀναπτύσσεται ἐκ τοῦ συνόλου τῶν ταυτοχρόνως ἐπενεργούντων φορτίων, ἀλλὰ πρὸς τὸ μέγεθος τῆς τάσεως $\sigma_{\omega\phi}$ τῆς ἀναπτυσσομένης ἐκ μόνου τοῦ ὠφελίμου φορτίου, καὶ ἣτις δι' ὄριακὴν φόρτισιν θὰ ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τῆς ἀνεκτῆς τάσεως καὶ τῆς τάσεως, ἣτις ἀναπτύσσεται ἐκ πασῶν τῶν λοιπῶν ὑποχρεωτικῶν ταυτοχρόνων φορτίσεων τῆς κατασκευῆς, ἣν ἄς ὀνομάσωμεν $\sigma_{\nu\pi}$. Θὰ ἔχωμεν δηλ.

$$k_{\omega\phi} = \frac{\sigma_{\omega\phi}}{\sigma_0} = \frac{\sigma_{av} - \sigma_{\nu\pi}}{\sigma_0} = \frac{\sigma_{av}}{\sigma_0} - \frac{\sigma_{\nu\pi}}{\sigma_0} = k - k_{\nu\pi}$$

Κατὰ τὰ λοιπὰ τὰ μὲν P_n θὰ παριστῶσι τὰ ὄριακὰ συστήματα ὠφελίμου φορτίσεως, τὸ δὲ P_0 τὸ βασικὸν σύστημα φορτίσεως (ἀνταποκρινόμενον φυσικὰ εἰς μόνον τὸ ὠφέλιμον φορτίον).

33. Ἐννοεῖται ὅτι διὰ τὰς κατασκευὰς ἐκείνας δι' ἄς, ἐλέχθη καὶ ἀνωτέρω, τὸ σύνολον τῆς φορτίσεως προέρχεται, ἢ ἔστω λαμβάνεται προερχόμενον, ἐκ μόνου τοῦ ὠφελίμου φορτίου τὸ $\sigma_{\nu\pi} = 0$ ἄρα $\sigma_{\omega\phi} = \sigma_{av}$ καὶ $k_{\omega\phi} = k$. Εἰς τοιαύτας κατασκευὰς ἡ ἱκανότης ὡς πρὸς τὸ ὠφέλιμον φορτίον εἶναι ἐν ταυτῷ καὶ ἱκανότης ὡς πρὸς τὸ σύνολον τῶν φορτίων, ὁ δὲ τρόπος προσδιορισμοῦ αὐτῆς εἶναι προφανῶς ὁ ἴδιος δι' ἀμφοτέρας τὰς περιπτώσεις.

Θ. Διερεύνησις τῆς ἐκφράσεως τῆς ἱκανότητος διὰ τοῦ συντελεστοῦ k .

34. Ἡ ἐκφρασις τῆς ἱκανότητος κατασκευῆς κατὰ τὸν τεθέντα ἐν ἀρχῇ ὀρισμὸν καὶ τὰς διατυπωθείσας ἀρχὰς (πρβλ. § 7 - 9) πρέπει νὰ εἶναι τοιαύτη, ὥστε νὰ πληροῖ τὴν θεμελιώδη ἀπαιτήσιν καθ' ἣν :

«Ο βαθμὸς ἰκανότητος τῶν συγκρινομένων κατασκευῶν δέον νὰ εὐρίσκειται εἰς κατ' εὐθεΐαν ἀνάλογον σχέσιν πρὸς τὴν ὀριακὴν φόρτισιν αὐτῶν ἥτοι $k_1/k_n = P_1/P_n$ ».

38. Ἴδωμεν ἂν ὁ προτεινόμενος τρόπος ἐκφράσεως τοῦ βαθμοῦ ἰκανότητος διὰ τοῦ συντελεστοῦ k πληροῖ τὴν ἀπαίτησιν ταύτην. Προκειμένου περὶ ἀναζητήσεως ἰκανότητος ὡς πρὸς τὴν συνολικὴν φόρτισιν ἢ προκειμένου περὶ περιπτώσεων καθ' ἃς ἀναζητεῖται μὲν ἡ ἰκανότης ὡς πρὸς τὸ ὠφέλιμον φορτίον ἀλλὰ τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ σύνολον τῆς φορτίσεως τῆς κατασκευῆς ἢ ἰσχύς τῆς ἀνωτέρω σχέσεως εἶναι προφανῆς (πρβλ. § 20 καὶ 33).

Προκειμένου ὅμως περὶ περιπτώσεων καθ' ἃς ἀναζητεῖται ἡ ἰκανότης ὡς πρὸς τὸ ὠφέλιμον φορτίον πλὴν ὅμως τοῦτο ἀποτελεῖ μέρος μόνον τῆς ὅλης φορτίσεως τῆς κατασκευῆς ἢ ἰσχύς τῆς ἀνωτέρω σχέσεως πρέπει νὰ καταδειχθῇ.

Ἔστωσαν πρὸς σύγκρισιν δύο ὁμοειδεῖς κατασκευαὶ K_1 καὶ K_n διαφόρου συγκροτήσεως καὶ ἐκ διαφόρου ὑλικοῦ. Καλέσωμεν ἀντιστοίχως:

τὸ συνολικὸν ὀριακὸν σύστημα φορτίσεως	Q_1	Q_n
τὸ σύστημα τοῦ ὀριακοῦ ὠφελίμου φορτίου	P_1	P_n
τὸ σύστημα φορτίσεως ἐκ τῶν ὑπολειπομένων ἀναγκα- στικῶν ἐπιρροῶν	G_1	G_n
τὸ βασικὸν σύστημα φορτίσεως (κοινὸν δι' ἀμφοτέρως)	P_o	P_o
τὴν ἀνεκτὴν τάσιν (ἐκ τοῦ συνολικοῦ ὀριακοῦ συστή- ματος φορτίσεως)	σ_{av_1}	σ_{av_n}
τὴν τάσιν ἐκ τοῦ συστήματος G	σ_{g_1}	σ_{g_n}
τὴν τάσιν ἐκ τοῦ συστήματος P	σ_{p_1}	σ_{p_n}
τὴν τάσιν ἐκ τοῦ κοινοῦ βασικοῦ συστήματος P_o	σ_{o_1}	σ_{o_n}
τοὺς βαθμοὺς ἰκανότητος τῶν κατασκευῶν ὡς πρὸς τὸ ὠφέλιμον φορτίον	k_1	k_n

Πρέπει νὰ δειχθῇ ὅτι $k_1/k_n = P_1/P_n$

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω (ιδεὲ § 25, 32) καὶ ὑπὸ τὴν δοθεῖσαν ἔννοιαν τῶν ἐνδεί-
ξεων λ καὶ Δ θὰ ἔχωμεν:

$$k_1 = \frac{\sigma_{av_1} - \sigma_{g_1}}{\sigma_{o_1}} = \frac{\lambda_1 (Q_1 - G_1)/\Delta_1}{\lambda_1 P_o/\Delta_1} = \frac{P_1}{P_o}$$

$$k_n = \frac{\sigma_{av_n} - \sigma_{g_n}}{\sigma_{o_n}} = \frac{\lambda_n (Q_n - G_n)/\Delta_n}{\lambda_n P_o/\Delta_n} = \frac{P_n}{P_o}$$

$$\text{ἄρα } \frac{k_1}{k_n} = \frac{P_1}{P_n}$$

I. Συμπεράσματα.

36. Συνοψίζοντας τὴν ἀνωτέρω γενικὴν ἔρευναν δυνάμεθα νὰ ἀποκρυσταλλώ-
σωμεν τὰ ἀκόλουθα συμπεράσματα:

Ἰκανότης δομικῆς κατασκευῆς δύναται ν' ἀναζητηθῇ ἐν γένει ὑπὸ τρεῖς
κυρίως διαφόρους μορφάς, ἰκανότης εἰς ἐξαίτησιν, ἰκανότης εἰς παραμόρφωσιν καὶ

ικανότης εἰς εὐστάθειαν, ἀντιστοιχῶς πρὸς τὰ ὁμώνυμα τρία κύρια εἶδη ἀστοχίας, τὰ ὅποια μία δομικὴ κατασκευὴ δύναται νὰ παρουσιάσῃ.

Ἡ ἱκανότης δομικῆς κατασκευῆς ἐμφαίνεται διὰ τοῦ συστήματος τῆς ὀριακῆς αὐτῆς φορτίσεως. Ὅθεν ἀνάγκη ὅπως καθορίζεται ἐκάστοτε ἢ γίνῃ δεκτὸν διὰ γενικῆς παραδοχῆς, ἐὰν ὡς ὀριακὸν σύστημα φορτίσεως θὰ λαμβάνεται τὸ ὀριακὸν σύστημα τῆς συνολικῆς φορτίσεως τῆς κατασκευῆς ἢ τὸ ὀριακὸν σύστημα μόνον τοῦ ὠφελίμου αὐτῆς φορτίου.

Ἐκφρασις τῆς ἱκανότητος κατασκευῆς ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς ἐνδείξεως τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως θὰ ὠδήγει εἰς τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων εἰς δυσχερείας καὶ περιπλοκάς. Ὅθεν ἀνεζητήθη ποσοτικὴ ἔκφρασις τῆς ἱκανότητος δι' ἐνὸς ἀριθμοῦ (τοῦ βαθμοῦ ἱκανότητος) ὅποτε ὄχι μόνον ἀπλοποιεῖται ἡ ἐνδείξις ἀλλ' ἐπιτυγχάνεται καὶ ἡ ἄμεσος σύγκρισις ἱκανοτήτων.

Ὁ βαθμὸς ἱκανότητος (ἀριθμὸς ἀδιάστατος) εἶναι ὁ λόγος τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως τῆς κατασκευῆς (συνολικῆς ἢ κάλλιον ὠφελίμου) πρὸς ἓν θεμελιῶδες σύστημα ὅμοιον πρὸς τὸ ὀριακόν, ἐπέχον ἔναντι ἐκείνου θέσιν μονάδος, καὶ καλούμενον «βασικόν» σύστημα φορτίσεως.

Τὸ βασικὸν σύστημα φορτίσεως εἰς περιπτώσεις κατασκευῶν ἀπλῆς φορτίσεως ἀνακύπτει αὐτομάτως καὶ εἶναι τρόπον τινὰ δεδομένον. Προκειμένου ὅμως περὶ τάξεως κατασκευῶν πολυπλοκωτέρας φορτίσεως πρέπει τοῦτο νὰ προκαθορισθῇ, ἀκριβῶς ὡς προκαθορίζονται διάφορα στοιχεῖα καὶ παραδοχαὶ ἐν τῇ διενεργείᾳ τοῦ ὑπολογισμοῦ τῶν κατασκευῶν. Δι' ἐκάστην τάξιν τοιούτων κατασκευῶν πολυπλοκωτέρας φορτίσεως ἢ ἀναζήτησις καὶ ὁ καθορισμὸς τοῦ βασικοῦ συστήματος φορτίσεως ἀποτελεῖ ἀντικείμενον εἰδικῆς ἐρεῦνης.

Ὁ βαθμὸς ἱκανότητος προσδιορίζεται ἀπλούστερον ὡς λόγος τῆς ἐπιρροῆς (τάσεως, παραμορφώσεως, μέτρου ἀνατροπῆς) τῆς προκαλουμένης ἐκ τοῦ ὀριακοῦ συστήματος φορτίσεως πρὸς τὴν ἀντίστοιχον ἐπιρροὴν τὴν προκαλουμένην ἐκ τοῦ βασικοῦ συστήματος φορτίσεως. Ὁ κατὰ τ' ἀνωτέρω προσδιοριζόμενος βαθμὸς ἱκανότητος προϋποθέτει ὡς δεδομένα :

- τὴν συγκρότησιν τῆς κατασκευῆς καὶ τὸ εἶδος τοῦ ὕλικου
- τὸν τύπον φορτίσεως αὐτῆς
- τὸν τρόπον ὑπολογισμοῦ
- τὴν τιμὴν τοῦ ἰσχύοντος συντελεστοῦ ἀσφαλείας

Ἡ τιμὴ τοῦ βαθμοῦ ἱκανότητος μεταβάλλεται ἐν γένει, ἐὰν καὶ ἐν μόνον ἐκ τῶν δεδομένων τούτων μεταβληθῇ.

Ἡ σύγκρισις τῶν ἀντιστοιχῶν ἱκανοτήτων ὁμοειδῶν κατασκευῶν ἐπιτυγχάνεται καὶ μάλιστα διευκολύνεται, διὰ τῆς συγκρίσεως τῶν ἀντιστοιχῶν βαθμῶν ἱκανότητος δεδομένου ὅτι οἱ ἀριθμοὶ οὗτοι εὐρίσκονται εἰς εὐθείαν ἀναλογίαν πρὸς τὰ ὀριακὰ συστήματα φορτίσεως (ὡς μεγέθη λαμβανόμενα) καὶ πρὸς τὰς ἐπιρροὰς τὰς προκαλουμένας ἐξ αὐτῶν.

37. Διὰ τοῦ βαθμοῦ ἱκανότητος ἡ δομικὴ κατασκευὴ εὐρίσκει τὸ μέσον ἀπλῆς, συνοπτικῆς, ἀλλὰ καὶ ἀκριβοῦς ἐκφράσεως τῆς δυναμικότητός της, οὕτω δὲ ἐπιτυγχάνεται ἡ ἄμεσος στάθμισις τῆς μηχανικῆς ἀξίας τῆς κατασκευῆς, ἢ κατὰτάξις της

ἐν μέσῳ παρομοίων κατασκευῶν καὶ ἡ σύγκρισις αὐτῆς πρὸς ἄλλας καθὼς καὶ ἡ προδιαγραφὴ καὶ ἐπιδίωξις μιᾶς ἐπιθυμητῆς ἰκανότητος δι' αὐτήν.

Δι' ὠρισμένα εἶδη κατασκευῶν ἡ εἰσαγωγή τῆς ἐννοίας καὶ ἡ ἔκφρασις τοῦ βαθμοῦ ἰκανότητος ἐνέχει ἀκόμη μεγαλύτεραν σημασίαν, διότι προσφέρει λύσιν εἰς ζητήματα μεγάλως ἐνδιαφέροντα τὴν πράξιν καὶ τὰς ἐφαρμογὰς καὶ ἅτινα ἄνευ αὐτοῦ περιορισμένως καὶ ἀτελῶς μόνον εἶναι δυνατὸν ν' ἀντιμετωπισθῶσι¹.

¹ Τοῦτο δύναται νὰ λεχθῆ κατ' ἐξοχὴν προκειμένου περὶ τῆς ἰκανότητος τῆς ἐπιδομῆς σιδ/κῆς γραμμῆς, ἡ ἀναζήτησις ἐκφράσεως τῆς ὁποίας ἔδωκε καὶ τὴν ἀφορμὴν τῆς ὡς ἄνω γενικωτέρας ἐρεῦνης. Λεπτομερεστέρα ὅμως τούτου ἀνάπτυξις θὰ ἐξήρχετο τοῦ σκοποῦ καὶ τῶν ὁρίων τῆς παρουσίας δι' ὃ καὶ θέλει ἀποτελέσει τὸ θέμα ἰδιαιτέρας ἐργασίας.