



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Γεωργικές και Θερμοκηπιακές κατασκευές (Εργαστήριο)

Ενότητα 11 : Οι φορτίσεις των θερμοκηπιακών
κατασκευών στην Ελλάδα σύμφωνα με τους
Ευρωκώδικες

Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Οι φορτίσεις των θερμοκηπιακών κατασκευών στην Ελλάδα σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες

5.1. Εισαγωγή

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης, CEN, ανέλαβε το 1990 την ανάπτυξη ενός συνόλου εναρμονισμένων τεχνικών κανόνων για τον σχεδιασμό έργων Πολιτικού Μηχανικού οι οποίοι έγιναν γνωστοί ως “Δομητικοί Ευρωκώδικες”. Η CEN δημιούργησε διάφορες Τεχνικές Επιτροπές οι οποίες διαμόρφωσαν καταρχήν, κατά τα έτη 1995 έως 1997, εννέα Ευρωπαϊκά Δοκιμαστικά Πρότυπα (ENV1 έως ENV9) από τα οποία προέκυψαν τα τελικά δέκα Ευρωπαϊκά Πρότυπα, (EN0 έως EN9). Από το ENV1991 προέκυψαν το EN 1990:2002 ή EC0 και το EN1991: (2002 έως 2006) ή EC1. Ο EC0 περιέχει τις βάσεις σχεδιασμού όλων των Ευρωκωδίκων και ο EC1 (δέκα μέρη) αναφέρεται σε κάθε είδους δράση που ενδέχεται ασκηθεί σε κάποια φέρουσα κατασκευή. Ο EC3, που προέκυψε από το ENV1993 αναφέρεται στο σχεδιασμό των μεταλλικών κατασκευών. Η CEN δημιούργησε επίσης την TC284 με αποστολή να διαμορφώσει ένα πρότυπο κανονισμών για τα θερμοκήπια. Η TC284 αρχικά συνέταξε το προσωρινό σχέδιο κανονισμών prEN 13031-1:1999 και στη συνέχεια το τελικό σχέδιο κανονισμών prEN13031-1:2000, βασισμένα στους EC0, EC1 και EC3 με ειδικές προσαρμογές για τις απαιτήσεις των θερμοκηπίων. Στη συνέχεια εξειδικεύονται για την Ελληνική πραγματικότητα το είδος, το μέγεθος, ο τρόπος επιβολής και οι συνδυασμοί των δράσεων στις θερμοκηπιακές κατασκευές, οι οποίες προκύπτουν από τους EC0 και EC1 και το prEN 13031-1: 2000.

5.2. Ορισμοί και κύριες ταξινομήσεις

Θερμοκήπιο είναι μία κατασκευή η οποία καλύπτεται από διαφανές υλικό ώστε να είναι δυνατή η είσοδος όσο το δυνατόν περισσότερου φυσικού φωτισμού ο οποίος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη των φυτών.

Τα θερμοκήπια κατατάσσονται: i) ανάλογα με το εάν ή όχι η επένδυσή τους έχει ανεκτικότητα σε μετατοπίσεις του σκελετού, σε τύπου Α και τύπου Β. Τύπου Α είναι ένα γυάλινο θερμοκήπιο με επένδυση από ασυνεχή φύλλα που στηρίζονται σε επιτεγίδες και τύπου Β είναι ένα τοξωτό θερμοκήπιο με επένδυση από συνεχές πλαστικό φύλλο, που στηρίζεται σε αγίδες και ii) ανάλογα με την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής τους, που κυμαίνεται από 5 έως 15 χρόνια. Επομένως υπάρχουν θερμοκήπια Α15, Α10, Α5 και Β15, Β10, Β5.

Ως φόρτιση θεωρείται μία δύναμη (φορτίο) που ασκείται στο θερμοκήπιο (άμεση φόρτιση) ή μία επιβαλλόμενη παραμόρφωση (έμμεση φόρτιση) π.χ. θερμοκρασιακές μεταβολές ή υποχωρήσεις στηρίξεων. Οι διάφορες φορτίσεις μπορεί να έχουν χρονική ή χωρική μεταβολή. Ως προς τη μεταβολή τους στο χρόνο διακρίνονται σε (α) μόνιμες φορτίσεις, π.χ. ίδια βάρη του θερμοκηπίου, βοηθητικές εγκαταστάσεις και μόνιμος εξοπλισμός, (β) μεταβλητές φορτίσεις, π.χ. επιβαλλόμενα φορτία, φορτία ανέμου, ή φορτία χιονιού και (γ) σε τυχηματικές φορτίσεις, π.χ. εκρήξεις ή προσκρούσεις οχημάτων. Ως προς τη χωρική τους μεταβολή διακρίνονται σε (α) καθορισμένες φορτίσεις, π.χ. ίδιο βάρος και (β) ελεύθερες φορτίσεις, οι οποίες οδηγούν σε διάφορες διατάξεις των δράσεων, π.χ. κινητά επιβαλλόμενα φορτία, φορτία ανέμου, ή φορτία χιονιού.

5.3. Οι φορτίσεις των θερμοκηπιακών κατασκευών

Κατά τη μελέτη των θερμοκηπιακών κατασκευών εξετάζονται οι φορτίσεις που οφείλονται σε: (α) μόνιμα φορτία, (β) μόνιμως επιβαλλόμενα φορτία, (γ) φορτία ανέμου, (δ) φορτία χιονιού, (ε) φορτία παραγωγής, (στ) συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία, (ζ) περιστασιακώς επιβαλλόμενα φορτία, (η) φορτία σεισμού, (θ) θερμικά φορτία και

(ι) συμπτωματικά φορτία χιονιού. Στον πίνακα 5.1. αναφέρεται ο τρόπος με τον οποίο συμβολίζονται τα παραπάνω φορτία καθώς και ο κανονισμός σύμφωνα με τον οποίο υπολογίζονται.

Στην Ελλάδα το κρισιμότερο φορτίο για τα θερμοκήπια είναι το φορτίο ανέμου. Τα σύγχρονα τυποποιημένα θερμοκήπια είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να έχουν μεγάλη αντοχή στην πίεση του ανέμου. Ακόμα όμως και στο πιο καλοσχεδιασμένο και καλοκατασκευασμένο θερμοκήπιο, η αστοχία του υλικού κάλυψης (π.χ. το σπάσιμο ενός τζαμιού ή το ξεκάρφωμα του πλαστικού σε ένα σημείο του σκελετού του θερμοκηπίου) ή η κακή χρήση του συστήματος αερισμού μπορεί να γίνει η αιτία να ξεκινήσει μία διαδοχική ανακατανομή καταπονήσεων και αστοχιών με ενδεχόμενο ακόμη και την πλήρη καταστροφή του. Αν στις περιπτώσεις αυτές προστεθεί το ότι περισσότερα από τα μισά θερμοκήπια στην Ελλάδα είναι χωρικού τύπου και ότι πολλά θερμοκήπια δεν συντηρούνται σωστά (π.χ. δεν αντικαθίσταται το πλαστικό κάλυψης στα χρόνια που προβλέπεται) καθίσταται αντιληπτό γιατί ο άνεμος αποτελεί πολύ σημαντικό αίτιο καταστροφών των θερμοκηπίων.

Πίνακας 5.1. Φορτία που επιβαρύνουν τα θερμοκήπια και κανονισμοί

A/A	Φορτίο	Συμβολισμός (EN 13031-:2000)	Κανονισμός βάσει του οποίου γίνεται ο υπολογισμός σύμφωνα με το EN 13031-1:2000
1	Μόνιμα φορτία	G_{k1}	ENV 1991-2-1:1995
2	Μονίμως επιβαλλόμενα φορτία	G_{k2}	EN 13031-1:2000 ENV 1991-2-1:1995
3	Φορτίο ανέμου	Q_{k1}	EN 13031-1:2000 ENV 1991-2-4:1995
4	Φορτίο χιονιού	Q_{k2}	EN 13031-1:2000 ENV 1991-2-3:1995
5	Φορτία παραγωγής	Q_{k3}	EN 13031-1:2000
6	Συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία	Q_{k4}	EN 13031-1:2000 ENV 1991-2-1:1995
7	Περιστασιακώς επιβαλλόμενα φορτία	Q_{k5}	EN 13031-1:2000 ENV 1991-2-1:1995
8	Φορτία σεισμού	Q_{k6}	NEAK 1992, 1995
9	Θερμικά φορτία	Q_{k7}	EN 13031-1:2000
10	Συμπτωματικά φορτία χιονιού	A_k	EN 13031-1:2000 ENV 1991-2-3:1995

Κανονισμοί:

- ENV 1991-1-1:1994 Eurocode 1-Part 1: Basis of design
- ENV 1991-2-1:1995 Eurocode 1-Part 2-1:Actions on structures–Densities, self-weight and imposed loads
- ENV 1991-2-3:1995 Eurocode 1-Part 2-3: Actions on structures – Snow loads
- ENV 1991-2-4:1995 Eurocode 1-Part 2-4: Actions on structures – Wind actions
- ENV 1991-2-5: Eurocode 1-Part 2.5:Thermal actions
- ENV 1998 Eurocode 8: Earthquake resistant design of structures
- Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (NEAK), ΦΕΚ 613B/12.10.1992 και ΦΕΚ 534B/20.6.1995
- EN 13031-1:2000 Greenhouses, Actions, Design, Construction Part1: Commercial Production Greenhouses
- ENV 1993 –1-1:1992 Eurocode 3: Design of steel structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings & Εθνικό κείμενο Εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3 (απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ Δ11β/031/9.5.1996 και ΦΕΚ 383B/24.5.96)
- “ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ”, Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος (Α.Τ.Ε.), Υπουργείο Γεωργίας (ΥΠ.ΓΕ.), Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών (Α.Γ.Σ.Α.), Αθήνα 1986.
- Ελληνικός κανονισμός φορτίσεως δομικών έργων (Β.Δ. 10.12.45).

5.3.1. Τα μόνιμα φορτία της κατασκευής, G_{k1}

Τα μόνιμα φορτία είναι τα φορτία λόγω του ίδιου βάρους της κατασκευής καθώς και τα φερόμενα στοιχεία με εξαίρεση τις εγκαταστάσεις ακόμη και αν αυτές είναι μόνιμες.

Τα βάρη των μερών των κατασκευών και των μη δομικών στοιχείων προσδιορίζονται από τα βάρη των στοιχείων, από τα οποία αποτελούνται και από τη γεωμετρία.

Αν δεν παρέχονται πιο αξιόπιστα δεδομένα από προδιαγραφές των προϊόντων, τα βάρη των ιδιαίτερων στοιχείων θα εκτιμώνται από τις ονομαστικές διαστάσεις και τις ονομαστικές πυκνότητες των συστατικών τους υλικών.

Τιμές του ίδιου βάρους των υλικών των κατασκευαστικών στοιχείων των θερμοκηπίων σε kNm^{-3} δίνονται στον πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2. Βάρη των κυριότερων υλικών των θερμοκηπιακών κατασκευών

Υλικό		Βάρος (kN/m^3)
Υλικά κάλυψης	Γυαλί	25
	Πολυαιθυλένιο	13**
	Φύλλο ακρυλικού (plexiglass, perspex, verdil, mouch)	12**
	Ενισχυμένος πολυεστέρας (fiberglass)	13- 18**
	Πολυκαρβονικές πλάκες (thermoclear, molanex, qualex κ.λπ.)	2,45*
Μέταλλα	Αλουμίνιο	27
	Χυτοσίδηρος (κ. μαντέμι)	71
	Χαλκός	87
	Κατεργασμένος σίδηρος	76
	Χάλυβας	77
Σκυρό- δεμα***	Ελαφρύ	9-20
	Κανονικού βάρους	24*
	Βαρύ	>28

* Το βάρος του σκυροδέματος μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 20-28 ανάλογα με τα αδρανή υλικά

** Τα βάρη των υλικών αυτών δεν ελήφθησαν από το μέρος 2-1 του Ευρωκώδικα 1.

*** Σύμφωνα με τον ENV 206

5.3.2. Τα μόνιμως επιβαλλόμενα φορτία, G_{k2}

Είναι φορτία λόγω του εγκατεστημένου μόνιμου εξοπλισμού θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, σκίασης, άρδευσης, αερισμού και μόνωσης. Για τα θερμοκήπια κατηγορίας A15 τα φορτία λόγω του μόνιμου εξοπλισμού δεν πρέπει να είναι μικρότερα από 70 Nm^{-2} καλυμμένης επιφάνειας.

Τα φορτία των σωλήνων θέρμανσης πρέπει να παίρνονται ίσα με το ίδιο βάρος των σωλήνων όταν είναι γεμάτοι νερό.

Οι ελάχιστες τιμές των οριζόντιων δυνάμεων στα σύρματα και στα καλώδια από τον εξοπλισμό των συστημάτων σκίασης και άρδευσης δίνονται στον πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3. Ελάχιστες τιμές οριζόντιων δυνάμεων λόγω ανάρτησης εξοπλισμού

Εξοπλισμός	Βάρος (N ανά σύρμα ή καλώδιο)
Συστήματα σκίασης αναρτημένα σε σύρματα	250
Συστήματα σκίασης αναρτημένα σε καλώδια οδήγησης	500
Εξοπλισμός άρδευσης αναρτημένος σε σύρματα	1250

5.3.3. Τα φορτία ανέμου, Q_{k1}

Η συνολική απόκριση των κατασκευών και των επιμέρους στοιχείων τους στη δράση του ανέμου, μπορεί να θεωρηθεί ως επαλληλία μιας "βασικής" και μιάς "συντονιστικής" συνιστώσας, όπου η βασική συνιστώσα ενεργεί ως οιονεί στατική, ενώ η συντονιστική ως δυναμική. Στην περίπτωση των θερμοκηπίων, λόγω του μικρού ύψους τους, αυτή η δεύτερη είναι μικρή και μπορεί να αγνοηθεί οπότε ο υπολογισμός γίνεται μόνο βάσει της πρώτης μέσω της απλοποιημένης μεθόδου, που προτείνεται στο μέρος 1- 4 του EC1.

5.3.3.1. Η πίεση του ανέμου στις επιφάνειες

Η πίεση λόγω του ανέμου, w , δρα κάθετα στις προσβαλλόμενες επιφάνειες μίας θερμοκηπιακής κατασκευής και προκύπτει από τη σχέση:

$$w = w_e + w_i + w_{if} = q_b c_e(z_e) c_{pe} + q_b c_e(z_i) c_{pi} + q_b c_e(z_e) c_{if} \quad \text{Nm}^{-2} \quad (5.1)$$

όπου: w_e , w_i και w_{if} είναι αντίστοιχα η πίεση στις εξωτερικές επιφάνειες, στις εσωτερικές επιφάνειες και η πίεση λόγω τριβής· q_b είναι η βασική πίεση, $[\text{Nm}^{-2}]$ · $c_e(z_e)$ και $c_e(z_i)$ είναι συντελεστές έκθεσης· $z_e = z_i = z$ είναι το ύψος αναφοράς των θερμοκηπίων το οποίο για μεν τα αμφικλινή θερμοκήπια είναι η απόσταση από το έδαφος μέχρι το ύψος της κορυφαίας οριζόντιας δοκού οροφής (κορυφιάς) για δε τα τοξωτά θερμοκήπια είναι το μεγαλύτερο από i) το 75 % του ύψους του κορυφιά και ii) το μέσο όρο των υψών κορυφιά και υδρορροής· c_{pe} , c_{pi} και c_{if} είναι αεροδυναμικοί συντελεστές εξωτερικής πίεσης, εσωτερικής πίεσης και τριβής.

Η βασική πίεση, q_b , για την Ελλάδα και για συχνότητα επανεμφάνισης του ανέμου, p , υπολογίζεται από τη σχέση (Μ. Θεοχάρης, 2000α, β):

$$q_{b(p)} = \frac{\rho}{2} V_{b(p)}^2 = 0,351047 V_{b(0)}^2 \left[1 - 0,2 \ln \left[-\ln(1 - p) \right] \right] \quad (5.2)$$

όπου: $\rho = 1,25 \text{ Kg m}^{-3}$ είναι η πυκνότητα του ανέμου και $V_{b(0)}$ είναι η βασική ταχύτητα του ανέμου η οποία σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα του μέρους 1- 4 του EC1, για μεν τα νησιά και τις παράκτιες ζώνες, που απέχουν μέχρι 10 Km από τη θάλασσα είναι 33 ms^{-1} , για δε το εσωτερικό της χώρας είναι 27 ms^{-1} .

Ο συντελεστής εκθέσεως, $c_e(z)$, για την περίπτωση των θερμοκηπίων, (Μ. Θεοχάρης, 2000α, β), δίδεται από τη σχέση:

$$c_e(z) = (c_r(z))^2 c_t^2 \left[1 + 2gI_v(z) \right] = c_r(z) c_t \left[c_r(z) c_t + 1,33 \right] \quad (5.3)$$

όπου: $c_r(z) = 0,19 \ln z + 0,569$ είναι ο συντελεστής τραχύτητας και c_t είναι ο συντελεστής αναγλύφου ο οποίος λαμβάνεται υπόψη για θερμοκήπια που κατασκευάζονται σε επικλινείς περιοχές σε απόσταση από την κορυφή της πλαγιάς μικρότερη είτε από το μισό του μήκους της πλαγιάς είτε από 1,5 φορά το ύψος της πλαγιάς.

Ο συντελεστής αναγλύφου ορίζεται από τις σχέσεις (i) $c_t = 1$ για $\Phi < 0,05$ (ii) $c_t = 1 + 2s \Phi$ για $0,05 < \Phi < 0,30$ και (iii) $c_t = 1 + 0,6s$ για $\Phi > 0,30$ όπου Φ είναι η προσήνεμη κλίση της πλαγιάς και s είναι συντελεστής τοπογραφικής θέσης (Μ. Θεοχάρης, 2000α, β).

Για επίπεδα εδάφη και εδάφη με κλίσεις $\Phi < 5\%$ για τα οποία είναι $c_t = 1$, ο συντελεστής εκθέσεως δίνεται από τη σχέση:

$$c_e(z) = c_r(z) \left[c_r(z) + 1,33 \right] = 0,0361(\ln z)^2 + 0,46892 \ln z + 1,080531 \quad (5.4)$$

Οι αεροδυναμικοί συντελεστές, c_{pe} και c_{pi} , προκύπτουν από το σχήμα και τη μορφή της προσβαλλόμενης επιφάνειας καθώς και από τη διεύθυνση του ανέμου. Αναλυτικές τιμές των c_{pe} και c_{pi} δίδονται από το παράρτημα Β του prEN13031-1:2000. Ο αεροδυναμικός συντελεστής τριβής λαμβάνεται σταθερός, $c_{fr} = 0,01$.

5.3.3.2. Η ανεμοπίεση λόγω των ανεμιστήρων

Όταν εφαρμόζεται η πίεση λόγω λειτουργίας των ανεμιστήρων, δεν θα εφαρμόζεται άλλη ανεμοπίεση. Ο συντελεστής πίεσης για ανοιχτούς ανεμιστήρες σύμφωνα με το prEN13031-1:2000 είναι $c_{ven} = \pm 1,25$ και θα εφαρμόζεται σε όλες τις πλευρές του θερμοκηπίου. Η μέγιστη ταχύτητα του ανέμου που θα επικρατεί λόγω του δυναμικού αερισμού εντός του θερμοκηπίου $V_{b(v)} = 1,5 \text{ ms}^{-1}$. Επομένως:

$$W_{ven} = q_{b(v)} c_{ven} = \frac{\rho}{2} V_{b(v)}^2 c_{ven} = \pm 1,76 \text{ Nm}^{-2} \quad (5.5)$$

5.3.4. Τα φορτία χιονιού, Q_k

Τα φορτία χιονιού κατατάσσονται στις μεταβλητές ελεύθερες δράσεις, είναι δηλαδή δράσεις οι οποίες δεν δρουν μόνιμα κατά τη διάρκεια ζωής του έργου, η διακύμανση του μεγέθους τους με το χρόνο δεν είναι αμελητέα και οι οποίες μπορεί να έχουν οποιαδήποτε χωρική κατανομή πάνω στο δόμημα. Το ειδικό βάρος του χιονιού αυξάνεται με τη χρονική διάρκεια που μεσολαβεί από τη διάστρωσή του. Τιμές του ειδικού βάρους του χιονιού στο έδαφος σύμφωνα με το παράρτημα D του μέρους 1-3 του EC1, είναι: (i) Φρέσκο χιόνι: $1,00 \text{ kNm}^{-3}$ (ii) Χιόνι στρωμένο (αρκετές ώρες ή μέρες μετά τη χιονόπτωση): $2,00 \text{ kNm}^{-3}$ (iii) Χιόνι παλαιό 2,50 έως 3,50 kNm^{-3} και (iv) Βρεγμένο χιόνι $4,00 \text{ kNm}^{-3}$

5.3.4.1. Καθορισμός του φορτίου χιονιού

Το φορτίο χιονιού θεωρείται ότι επενεργεί κατακόρυφα, αναφέρεται στην οριζόντια προβολή της επιφάνειας της οροφής και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$S = \mu_i C_e C_t S_k \quad \text{kNm}^{-2} \quad (5.6)$$

όπου: μ_i είναι ο συντελεστής μορφής του φορτίου χιονιού • S_k είναι η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού στο έδαφος [kNm^{-2}] • C_e είναι ο συντελεστής έκθεσης στις καιρικές επιδράσεις που συνήθως παίρνει την τιμή 1,0. Ο C_e μπορεί να πάρει τιμές μικρότερες από 1,0 αν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση των ποικιλόμορφων συνθηκών ανέμου • C_t είναι ο θερμικός συντελεστής.

Για μη θερμαινόμενα θερμοκήπια είναι $C_t = 1,0$. Για θερμαινόμενα θερμοκήπια, σύμφωνα με το παράρτημα E του prEN13031-1:2000, ο C_e παίρνει τις τιμές: (i) Για επικάλυψη από απλά φύλλα γυαλιού ή πλαστικού: $C_t = 0,6$. (ii) Για επικάλυψη από διπλά φύλλα γυαλιού ή από κυματοειδή πλαστικά φύλλα: $C_t = 0,7$ και (iii) Για επικάλυψη από διπλά πλαστικά φύλλα (φουσκωμένα): $C_t = 0,9$

5.3.4.2. Η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου του χιονιού, s_k

Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος, s_k , για μία τοποθεσία που βρίσκεται σε υψόμετρο $A \leq 1500$ m, σύμφωνα με το παράρτημα C του μέρους 1-3 του EC1 δίνεται από τη σχέση:

$$s_k = s_{k,0} \left(1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right) \text{ KN m}^{-2} \quad (5.7)$$

όπου $s_{k,0}$ είναι το φορτίο χιονιού για έδαφος που βρίσκεται στη στάθμη της θάλασσας και για πιθανότητα υπέρβασης $p = 2\%$.

Σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα του μέρους 1-3 του EC1 η Ελλάδα χωρίζεται σε τρεις εθνικές ζώνες στις οποίες ισχύουν αντίστοιχες τιμές του $s_{k,0}$, οι εξής: **Ζώνη Ι** ($s_{k,0} = 0,4 \text{ kN m}^{-2}$): Νομοί Αρκαδίας, Ηλείας, Λακωνίας και όλα τα νησιά πλην των Σποράδων και της Εύβοιας. **Ζώνη ΙΙ** ($s_{k,0} = 1,7 \text{ kN m}^{-2}$): Νομοί Μαγνησίας, Φθιώτιδας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Λάρισας, Εύβοιας και Σποράδες. **Ζώνη ΙΙΙ** ($s_{k,0} = 0,8 \text{ kN m}^{-2}$): Υπόλοιπη Χώρα. Για τοποθεσίες με $A > 1500$ m πρέπει να γίνεται ειδική μελέτη και αξιολόγηση σύμφωνα με τις πληροφορίες που περιέχονται στο Εθνικό Προσάρτημα.

Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού, S_n , για πιθανότητα υπέρβασης διάφορη του 2% προτείνεται (Μ. Θεοχάρης, 2000, 2003) να υπολογίζεται από τη σχέση:

$$S_n = S_k \left[0,3375 - 0,1698 \ln \left[-\ln(1-p) \right] \right] \quad (5.8)$$

5.3.4.3. Ο συντελεστής μορφής του φορτιού χιονιού, μ_i

Για τον προσδιορισμό συντελεστών μορφής, λαμβάνονται υπόψη τρεις μορφές κατανομής φορτίου: (α) Η πρώτη προκύπτει από μία ομοιόμορφη κατανομή του χιονιού πάνω σε ολόκληρη την οροφή, και ισχύει όταν το χιόνι πέφτει με μικρή πνοή ανέμου. (β) Η δεύτερη προκύπτει από μία αρχική ασύμμετρη κατανομή, ή από ανακατανομή του χιονιού που επηρεάζει την κατανομή του φορτίου στο σύνολο της οροφής. (π.χ. χιόνι που μεταφέρεται από την προσήνεμη στην υπήνεμη πλευρά της οροφής). (γ) Η τρίτη προκύπτει από ανακατανομή του χιονιού στα υψηλότερα τμήματα της οροφής, λόγω ολίσθησης. Αναλυτικές τιμές του μ_i , τους διαφόρους τύπους θερμοκηπιακών κατασκευών δίδονται από το παράρτημα C του prEN13031-1:2000.

5.3.5. Τα φορτία της παραγωγής, Q_{k3}

Είναι φορτία λόγω του βάρους των φυτών και των καρπών που στηρίζονται στην κατασκευή. Τα φορτία αυτά θεωρούνται κατακόρυφα κατανεμημένα ομοιόμορφα και σύμφωνα με το prEN13031-1:2000 παίρνουν τις τιμές: (i) Παραγωγές σαν τις ντομάτες και τα αγγούρια $Q_{k3} = 0,15 \text{ kNm}^{-2}$ (ii) Παραγωγές σε ελαφρά δοχεία, όπως οι φράουλες $Q_{k3} = 0,30 \text{ kNm}^{-2}$ και (iii) Παραγωγές σε βαριά δοχεία, όπως οι γλάστρες $Q_{k3} = 1,00 \text{ kNm}^{-2}$.

Όταν τα φορτία παραγωγής μεταφέρονται στην κατασκευή με τη βοήθεια οριζόντιων συρμάτων, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι δυνάμεις από τα σύρματα στα σημεία που αυτά συνδέονται με την κατασκευή. Η οριζόντια δύναμη ανά σύρμα μπορεί να ληφθεί ως:

$$F_w = Q_{k3} \cdot a \cdot \frac{\ell_{ws}^2}{8 \cdot u_w} \quad \text{kN} \quad (5.9)$$

όπου: a είναι η απόσταση μεταξύ των συρμάτων, ℓ_{ws} είναι η απόσταση μεταξύ των στηρίξεων του σύρματος και u_w είναι το βέλος στο μέσο του σύρματος.

5.3.6. Τα συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία, Q_{k4}

Είναι φορτία ανθρώπων που επιβάλλονται κατά την συντήρηση και επισκευή. Στις επικαλύψεις, είτε αυτές είναι γυάλινες είτε από πλαστικό, καθώς επίσης σε απλά θερμοκήπια χωρίς δοκό στο ύψος της υδρορροής, δεν επιβάλλονται συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία.

Τα Q_{k4} θεωρούνται ότι δρουν σε μία επιφάνεια διαστάσεων 10×10 cm, ή σε μήκος 10 cm και σε ολόκληρο το πλάτος αν ένα μέλος κατασκευής στενότερο από 10 cm και παίρνουν τις τιμές: (i) Φορτίο στο σκελετό και την υδρορροή: $Q_{k4} = 1,00$ kN και (ii) Φορτίο σε δευτερεύοντα δομικά στοιχεία όπως οι επιτεγίδες ή η κορυφαία οριζόντια δοκός οροφής (μόνο για τις κατηγορίες θερμοκηπίων A15, A10, B15 και B10): $Q_{k4} = 0,35$ kN.

5.3.7. Τα περιστασιακώς επιβαλλόμενα φορτία, Q_{k5}

Είναι φορτία λόγω κινητού εξοπλισμού όπως είναι γερανογέφυρες κινούμενες σε σιδηροτροχιές, που στηρίζονται στην κατασκευή και εξοπλισμός καθαρισμού, που κινείται κατά μήκος της οροφής και περιλαμβάνει και τον εργάτη καθαριστή. Τιμές των φορτίων παίρνονται από δεδομένα που προτείνονται από τον κατασκευαστή για το ίδιο βάρος του εξοπλισμού και για το μέγιστο ωφέλιμο μεταφερόμενο φορτίο σχεδιασμού.

5.3.8. Τα σεισμικά φορτία, Q_{k6}

Σύμφωνα με την ισχύουσα πρακτική για το σεισμικό σχεδιασμό, τα φορτία σεισμού αντικαθίστανται με την εφαρμογή στην κατασκευή ισοδυνάμων οριζοντίων πλευρικών δυνάμεων με μέγεθος που προκύπτει από το βάρος της κατασκευής επί ένα συντελεστή ε ο οποίος παίρνει τιμές κυμαινόμενες από 0,12 έως 0,32 ανάλογα με τη σεισμικότητα της περιοχής. Σύμφωνα με το prEN13031-1:2000 δεν προβλέπεται ταυτόχρονη δράση σεισμού και ανέμου στα θερμοκήπια. Επειδή τα θερμοκήπια είναι ελαφρές κατασκευές, το μέγεθος των ισοδυνάμων οριζοντίων δυνάμεων για τον υπολογισμό του σεισμού είναι πολύ μικρότερο από το μέγεθος των οριζοντίων πλευρικών δυνάμεων λόγω ανεμοφόρτισης. Επομένως δεν χρειάζεται να ληφθούν ιδιαίτερα υπόψη κατά τον υπολογισμό.

5.3.9. Τα θερμικά φορτία, Q_{k7}

Οφείλονται σε θερμοκρασιακές μεταβολές που μπορεί να συμβούν σε περίοδο 24 ωρών. Σύμφωνα με το παράρτημα E του prEN13031-1:2000 οι μεταβολές που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι: α) αύξηση της θερμοκρασίας (i) από 20°C σε 60°C για σκούρα δομικά στοιχεία των εξωτερικών παρειών και (ii) από 20°C σε 40°C για λευκά δομικά στοιχεία των εξωτερικών παρειών καθώς και για όλα τα δομικά στοιχεία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και β) μείωση της θερμοκρασίας από 20°C σε -10°C για όλα τα δομικά στοιχεία του θερμοκηπίου. Για να αποτραπούν ζημιές στην επένδυση λόγω συστολοδιαστολής, κατασκευάζονται αρμοί διαστολής. Για θερμοκήπια τύπου B δεν λαμβάνονται υπόψη θερμικά φορτία όταν το μήκος και το πλάτος του θερμοκηπίου είναι μικρότερα από 150 m.

5.3.10. Τα συμπτωματικά φορτία χιονιού, A_k

Είναι φορτία που οφείλονται σε ακραίες τιμές χιονιού οι οποίες δεν είναι δυνατό να διαχειριστούν από τις συνήθεις στατιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της τιμής του φορτίου χιονιού. Αυτές οι ακραίες τιμές επιτρέπεται να θεωρούνται συμπτωματικά φορτία. Τα συμπτωματικά φορτία χιονιού μπορεί να εφαρμόζονται για την περίοδο επαναφοράς που ισχύει για το φορτίο χιονιού.

5.4. Οι συνδυασμοί φορτίσεων

Προκειμένου να ελεγχθεί η επάρκεια μιας κατασκευής στις οριακές καταστάσεις αστοχίας (ULS) και λειτουργικότητας (SLS), μελετώνται συνδυασμένα οι δράσεις που δίνονται στον πίνακα 5.4 οι οποίες μπορεί να επισυμβούν ταυτόχρονα. Για την Ελλάδα εξετάζονται μόνο οι περιπτώσεις $a_1, a_2, a_3, b_1, c_1, d_1, d_2$ και e_1 .

Πίνακας 5.4. Συνδυασμοί των δράσεων

a. $G_{k1}+G_{k2} + Q_{k1}+Q_{k2}+Q_{k3}$	a1) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \psi_{0Q2} \gamma_{Q2}Q_{k2} + \psi_{0Q3} \gamma_{Q3}Q_{k3}$
	a2) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \psi_{0Q1} \gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{Q2}Q_{k2} + \psi_{0Q3} \gamma_{Q3}Q_{k3}$
	a3) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \psi_{0Q1} \gamma_{Q1}Q_{k1} + \psi_{0Q2} \gamma_{Q2}Q_{k2} + \gamma_{Q3}Q_{k3}$
b. $G_{k1}+Q_{k1}$	b1) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{Q1}Q_{k1}$
c. $G_{k1}+G_{k2}+Q_{k3}+Q_{k4}+ Q_{k5}$	c1) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \psi_{0Q3} \gamma_{Q3}Q_{k3} + \gamma_{Q4}Q_{k4} + \psi_{0Q5} \gamma_{Q5}Q_{k5}$
	c2) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \gamma_{Q5}Q_{k5}$
d. $G_{k1}+G_{k2}+Q_{k2}+Q_{k3}+A_{Ek}$	d1) $G_{k1} + G_{k2} + \psi_{2Q3}Q_{k3} + \gamma_{AE}A_{Ek}$
	d2) $G_{k1} + G_{k2} + \psi_{2Q2}Q_{k2} + \psi_{2Q3}Q_{k3} + \gamma_{AE}A_{Ek}$
e. $G_{k1} + G_{k2} + Q_{k6}$	e1) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \gamma_{Q6}Q_{k6}$
f. $G_{k1}+ G_{k2} + Q_{k3} + A_k$	f1) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \psi_{1Q3} \gamma_{Q3}Q_{k3} + \gamma_{AA}A_k$

5.4.1. Ο συντελεστής σπουδαιότητας της κατασκευής, γ

Είναι ο επί μέρους συντελεστής ασφάλειας, ο οποίος είναι ανάλογος με το επίπεδο ασφαλείας της κατασκευής. Σύμφωνα με το παράρτημα Ε του prEN 13031-1:2000 οι τιμές του γ παίρνονται από τον πίνακα 5.5 όπου η μεγαλύτερη τιμή χρησιμοποιείται για δυσμενή επιρροή του G_k .

Πίνακας 5.5. Συντελεστές σπουδαιότητας των θερμοκηπιακών κατασκευών στην Ελλάδα

Είδος φόρτισης	γ	SLS	ULS	Είδος φόρτισης	γ	SLS	ULS
Μόνιμα φορτία	γ_{G1}	1,0	1,2/1,0	Συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία	γ_{Q4}	-	1,2
Μονίμως επιβαλλόμενα φορτία	γ_{G2}	1,0	1,2/1,0				
Φορτία ανέμου	γ_{Q1}	1,0	1,2	Περιστασιακώς επιβαλλόμενα φορτία	γ_{Q5}	1,0	1,2
Φορτία χιονιού	γ_{Q2}	1,0	1,2	Φορτία σεισμού	γ_{AE}	-	0,8
Φορτία παραγωγής	γ_{Q3}	1,0	1,2	Θερμικά φορτία	γ_{Q6}	1,0	1,0

5.4.2. Ο συντελεστής συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων, Ψ

Χρησιμοποιείται για να ληφθεί υπόψη η μειωμένη πιθανότητα ταυτόχρονης συνόπαρξης των πλέον δυσμενών τιμών των διαφόρων ανεξάρτητων μεταβλητών δράσεων. Σύμφωνα με το παράρτημα Ε του prEN 13031-1:2000 οι τιμές του Ψ παίρνονται από τον πίνακα 5.6.

Πίνακας 5.6. Συντελεστές συνδυασμού των μεταβλητών δράσεων.

Συνδυασμοί φορτίσεων		a ₁	a ₂	a ₃	c ₁	d ₁	d ₂
Άνεμος	Ψ _{0Q1}	--	0,6/0,0	0,6/0,0	--	--	--
Χιόνι	Ψ _{0Q2} ή Ψ _{2Q2}	0,6/0,0	--	0,6/0,0	--	--	0,3
Παραγωγή	Ψ _{0Q3} ή Ψ _{1Q3} ή Ψ _{2Q3}	1,0/0,0	1,0/0,0	--	1,0/0,0	1,0/0,0	1,0/0,0
Περστ. Φορτ.	Ψ _{0Q5}	--	--	--	0,0	--	--

5.5. Συμπεράσματα

Οι φορτίσεις των θερμοκηπιακών κατασκευών αντιμετωπίζονται συστηματικά σύμφωνα με τους EC0 και EC1 και το τελικό σχέδιο prEN13031-1: 2000 της CEN/TC284.

Οι δυνάμεις τριβής λόγω του ανέμου εφαρμόζονται στο τμήμα των παράλληλων με τον άνεμο εξωτερικών επιφανειών που βρίσκονται πέραν μιας απόστασης από το προσήνεμο άκρο ίσης με τη μικρότερη τιμή από 2h και 2L/5 για τις όψεις και 2h και 2S/5 για τις πλευρές (όπου h x L x S = ύψος υδροροής x μήκος θερμοκηπίου x πλάτος θερμοκηπίου). Επειδή ο c_{fr}, συγκρινόμενος με τους c_{pe} και c_{pi}, είναι πάρα πολύ μικρός η πίεση λόγω τριβής μπορεί να παραλείπεται από τους υπολογισμούς.

Επειδή η πίεση λόγω λειτουργίας των ανεμιστήρων, συγκρινόμενη με την ανεμοπίεση είναι πολύ μικρή, είναι w_{ven} ≅ 1,15 % w, μπορεί να παραλείπεται από τους υπολογισμούς.

Σύμφωνα με το prEN13031-1:2000 δεν προβλέπεται ταυτόχρονα με τη δράση σεισμού και δράση ανέμου ή χιονιού στα θερμοκήπια. Επειδή τα θερμοκήπια είναι ελαφρές κατασκευές, το μέγεθος των ισοδυνάμων οριζοντίων δυνάμεων για τον υπολογισμό του σεισμού είναι πολύ μικρότερο από το μέγεθος των οριζόντιων πλευρικών δυνάμεων λόγω ανεμοφόρτισης. Επομένως δεν χρειάζεται να ληφθούν υπόψη κατά τον υπολογισμό.

Σύμφωνα με το prEN13031-1:2000 τα συμπτωματικά φορτία χιονιού στην Ελλάδα δεν λαμβάνονται υπόψη και επομένως ο συνδυασμός φορτίσεων f δεν εξετάζεται. Επίσης δεν προβλέπεται, να εξετάζεται στην Ελλάδα ο συνδυασμός φορτίσεων c₂.

Οι συνδυασμοί των δράσεων για τα διάφορα δομικά στοιχεία των θερμοκηπίων στην Ελλάδα που προκύπτουν ύστερα από τις παραπάνω απλοποιήσεις δίνονται στον πίνακα 5.7.

Πίνακας 5.7. Οι συνδυασμοί των δράσεων των θερμοκηπιακών κατασκευών στην Ελλάδα

Επικάλυψη	
a. G _{k1} + Q _{k1} +Q _{k2}	a1) γ _{G1} G _{k1} + γ _{Q1} Q _{k1} + ψ _{0Q2} γ _{Q2} Q _{k2}
	a2) γ _{G1} G _{k1} + ψ _{0Q1} γ _{Q1} Q _{k1} + γ _{Q2} Q _{k2}
	a3) γ _{G1} G _{k1} + ψ _{0Q1} γ _{Q1} Q _{k1} + ψ _{0Q2} γ _{Q2} Q _{k2}
b. G _{k1} + Q _{k1}	b1) γ _{G1} G _{k1} + γ _{Q1} Q _{k1}
Επιτεγίδες και τεγίδες	
a. G _{k1} + Q _{k1} +Q _{k2}	a1) γ _{G1} G _{k1} + γ _{Q1} Q _{k1} + ψ _{0Q2} γ _{Q2} Q _{k2}
	a2) γ _{G1} G _{k1} + ψ _{0Q1} γ _{Q1} Q _{k1} + γ _{Q2} Q _{k2}
	a3) γ _{G1} G _{k1} + ψ _{0Q1} γ _{Q1} Q _{k1} + ψ _{0Q2} γ _{Q2} Q _{k2}
b. G _{k1} + Q _{k1}	b1) γ _{G1} G _{k1} + γ _{Q1} Q _{k1}
c. G _{k1} + Q _{k4}	c1) γ _{G1} G _{k1} + γ _{Q4} Q _{k4}
e. G _{k1} + Q _{k6}	e1) γ _{G1} G _{k1} + γ _{Q6} Q _{k6} (Μόνο για θερμοκήπια τύπου Α)
Πλαίσια	

a. $G_{k1}+G_{k2}+Q_{k1}+Q_{k2}+Q_{k3}$	a1) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \psi_{0Q2} \gamma_{Q2}Q_{k2} + \psi_{0Q3}\gamma_{Q3}Q_{k3}$
	a2) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \psi_{0Q1}\gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{Q2}Q_{k2} + \psi_{Q3} \gamma_{Q3}Q_{k3}$
	a3) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \psi_{0Q1}\gamma_{Q1}Q_{k1} + \psi_{0Q2} \gamma_{Q2}Q_{k2} + \gamma_{Q3}Q_{k3}$
b. $G_{k1}+ Q_{k1}$	b1) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{Q1}Q_{k1}$
c. $G_{k1}+G_{k2}+Q_{k3}+Q_{k4}+ Q_{k5}$	c1) $\gamma_{G1}G_{k1} + \gamma_{G2}G_{k2} + \psi_{0Q3}\gamma_{Q3}Q_{k3} + \gamma_{Q4}Q_{k4}+ \psi_{0Q5} \gamma_{Q5}Q_{k5}$
e. $G_{k1} +G_{k2} + Q_{k6}$	e1) $\gamma_{G1}G_{k1}+\gamma_{G2}G_{k2}+ \gamma_{Q6}Q_{k6}$ (Μόνο για θερμοκήπια τύπου Α)

Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. EN13031-1. Greenhouses-Design and construction - Part 1: Commercial production Greenhouses, CEN/TC284, December 2001.
2. EN 1990. Eurocode 0 – Basis of structural design, CEN, April 2002.
3. EN 1991. Eurocode 1: Actions on structures, General actions. Part 1-1: Densities, self-weight, imposed loads for buildings, CEN, April 2002, Part 1-3: Snow loads, CEN, July 2003, Part 1-4: Wind actions, CEN, April 2005, Part 1-5: Thermal actions, CEN, Nov. 2003.
4. Θεοχάρης, Μ., 2000. Η εφαρμογή των Ευρωκώδικων στη μελέτη των Ελληνικών θερμοκηπίων, Μεταπτ. Διατρ., Τμ. Γεωπ. Φυτ. και Ζωικ. Παρ/γής Παν/μίου Θεσσαλίας, Βόλος, Μάρτ. 2000, σελ. 215.
5. Θεοχάρης, Μ., 2000. Η ανεμοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Πρακτ. 2ου Πανελλ. Συν. Γεωργ. Μηχαν., σελ. 406-414, Βόλος, Σεπτ. 2000.
6. Θεοχάρης, Μ., 2003. Η Χιονοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Πρακτ. 3ου Πανελλ. Συν. Γεωργ. Μηχαν., σελ.337-344, Θεσ/νίκη, Μαΐος 2003.
7. Θεοχάρης Μ.: " Γεωργικές Κατασκευές", Άρτα 2000
8. Θεοχάρης Μ.: " Γεωργικές Κατασκευές, Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 2000
9. Θεοχάρης Μ.: " Θερμοκηπιακές Κατασκευές", Άρτα 2000
10. Ιωαννίδης Π. " Οι στέγες στην Οικοδομή " , Αθήνα 1986
11. Αναστασόπουλος Α.: "Γεωργικές Κατασκευές" Αθήνα 1993
12. Beton Kalender 1984: Τόμοι 1 και 2. Μετάφραση στα Ελληνικά , Εκδότης Μ. Γκιούρδας.
13. Βαγιανός Ι. : "Πρακτική των Θερμοκηπίων και των Σηράγγων "
14. Γεωργακάκης Δ. : "Στοιχεία Ρύθμισης Περιβάλλοντος και Σχεδιασμού Αγροτικών Κατασκευών " , Αθήνα 1992
15. Γραφιαδέλλης Μ : "Σύγχρονα Θερμοκήπια" Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1980.
16. Δεϊμέζης Α : " Γενική Δομική " , Τόμοι Ι , ΙΙ , Αθήνα 1992
17. Δούκας Σ. : " Οικοδομική", Αθήνα 1994
18. Ευσταθιάδης Α. : " Θερμοκήπια Στοιχεία Κατασκευής, Λειτουργίας και Καλλιέργειας"
19. Μαυρογιαννόπουλος Γ. : " Θερμοκήπια " , Εκδοση Γ' , Αθήνα 2001
- Μπουρνιά Ε. : "Αγροτικά Κτίρια " , Έκδοση Ο.Ε.Δ.Β. , Αθήνα 1995

Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Γεωργικές και Θερμοκηπιακές Κατασκευές (Εργαστήριο). ΤΕΙ Ηπείρου. Διαθέσιμο από:
<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG113/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης