

**ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ**

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΞΥΛΟ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RUNET



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :
ΣΜΥΡΛΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ
ΔΡΟΣΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ
ΔΡ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΑΚΑΒΑΣ-ΠΑΠΑΝΙΑΡΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2017

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφαλαίο 1 ^ο Σχεδιασμός ξύλινων κατασκευών με βάση τον Ευρωκώδικα #5 (EC 5)	5
1. Εισαγωγικά στοιχεία	6
Κεφ. 2ο Κατασκευαστικές λεπτομέρειες και έλεγχοι Περιλαμβάνει πρόσθετες.....	8
Εφελκυσμός καθέτως προς τις ίνες.....	21
Θλίψη καθέτως προς τις ίνες	21
2.8 Έλεγχος τελικών παραμορφώσεων μόνιμων μεταβλητών δράσεων για δοκούς χωρίς αντιβέλος.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο Εφαρμογές Ξύλινων Κατασκευών με το πρόγραμμα Runet	30
Π-1. Εφελκυσμός ξύλινης δοκού παράλληλα με τις ίνες	30
Π-2 Θλίψη παράλληλα προς τις Ίνες	32
Π-3 Κάμψη.....	33
Π-4 Κάμψη και Εφελκυσμός	35
Π-5 Θλίψη και κάμψη.....	36
Π 6 Κάμψη δοκών με κύρτωση	37
Π- 7: Διάτμηση	38
Π-9 Στρέψη	39
Π-10 Λυγισμός.....	40
Π-11 Λυγισμός με κάμψη	41
Π-12 Δάπεδα	43
Π-13 Δάπεδο δύο ανοιγμάτων	44
Π-14 Ξύλινη δοκός αμφιέρεστη.....	47
Π-15 Ξύλινη δοκός δύο ανοιγμάτων	49
Π-16 Δάπεδα ξύλο- Beton	52
Π-17 Στέγη δίριχτη	56
Π-18 Στέγη δίριχτη με αντιρήδες.....	57
Π-19 Στέγη δίριχτη τύπου W	58
Π- 20 Στέγη μονόριχτη	59
Π-21 Τετράριχτη στέγη.....	61
Συμπεράσματα	62
Βιβλιογραφία	63

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2 Μεταλλικός σύνδεσμος στη βάση ξύλινου υποστυλώματος.....	9
Εικόνα 3 Φορείς με ξύλινα και χαλύβδινα μέλη.....	10
Εικόνα 4 Ξύλινες κατασκευές.....	10
Εικόνα 5	13
Εικόνα 6 Εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες ξύλινες κατασκευές (κατηγορία υγρασίας 3)	14
Εικόνα 7 Κατηγορία υγρασίας 2 για τα μέλη που είναι μη εκτεθειμένα, και κατηγορία υγρασίας 3 για τα ξύλινα μέλη που είναι εκτεθειμένα.....	15
Εικόνα 8 Στεγασμένες ανοιχτές ξύλινες κατασκευές (κατηγορία υγρασίας 2).....	15
Εικόνα 9 Ξύλινη πέργολα	16
Εικόνα 10 Νέα υλικά, βιομηχανικά παράγωγα του ξύλου (wood based products).....	16
Εικόνα 11 Επικολλημένη ξυλεία	17
Εικόνα 12 Ξύλινα πάνελ	17
Εικόνα 13 Ξύλινα φύλλα	18
Εικόνα 14 Διάφορα είδη ξυλείας	18
Εικόνα 15 Γραμμικά στοιχεί από ξύλινα προφίλ.....	19
Εικόνα 16 Ξύλο με ρόζους.....	19
Εικόνα 17 Σχεδιασμός κατασκευής σε συνθήκες αστοχίας.....	20
Εικόνα 18 Σχεδιασμός καμπύλων μελών	20
Εικόνα 19 Μεταφορά φορτίων	21
Εικόνα 20 Ξύλινα πέργολα	21
Εικόνα 21 Υπολογισμός επιφάνειας έδρασης δοκού.....	22
Εικόνα 22 Ξύλινη κατασκευή.....	22
Εικόνα 23	22
Εικόνα 24 Θλίψη υπό γωνία προς τις ίνες	23
Εικόνα 25 Διαξονική κάμψη.....	23
Εικόνα 26 Τετραγωνισμένες διατομές.....	23
Εικόνα 27 Κάμψη δοκών	24
Εικόνα 28 Στρεπτική δυσκαμψία.....	24
Εικόνα 29 Συστημάτων εξασφάλισης στρεπτικά άκαμπτων στηρίξεων	24
Εικόνα 30 Συστημάτα εξασφάλισης του θλιβόμενου πέλματος.....	25
Εικόνα 31 Διάτμηση	25
Εικόνα 32 Αντικολλητή ξυλεία	26
Εικόνα 33 Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας ελέγχονται οι παραμορφώσεις μιας κατασκευής	27
Εικόνα 34 Ερπυστικές παραμορφώσεις μόνο από το ίδιο βάρος	27

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τη μελέτη ξύλινων κατασκευών με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος RUNET το οποίο χρησιμοποιεί τη μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων (ΠΣ) για την μελέτη στατικής ανάλυσης κατασκευών από ξύλο. Η μέθοδος των ΠΣ διαχωρίζει τον χώρο σε μικρά στοιχεία, και ο Η/Υ επιλύει το σύστημα των αλγεβρικών εξισώσεων με τη μέθοδο Gauss elimination. Το πρόγραμμα διαθέτει μετα-επεξεργαστή για τη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Το πρώτο κεφάλαιο διαπραγματεύεται με τον ευρωκώδικα 5 που αφορά τους γενικούς κανόνες σχεδιασμού ξύλινων κατασκευών. Ο Ευρωκώδικας 5 παρέχει όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για την επίλυση ξύλινων κατασκευών. Επίσης δίνεται βάση στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες καθώς και στους ελέγχους που απαιτούνται για την υλοποίηση ενός κατασκευαστικού έργου.

Στο κεφάλαιο 3^ο επιλύσαμε προβλήματα ξύλινων κατασκευών με τη βοήθεια του προγράμματος RUNET βάση του οποίου έχουμε τη δυνατότητα να ελέγχουμε αν ικανοποιούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις για ένα υλικό. Η στατική ανάλυση με το πρόγραμμά μας δίνει τη δυνατότητα για την άρτια μελέτη με ΠΣ χωρίς να πρέπει ο μηχανικός να ανατρέξει σε αναλυτικές λύσεις οι οποίες είναι δύσκολες και χρονοβόρες.

Τα συμπεράσματα των διαφόρων εφαρμογών αναγράφονται στο τέλος της εργασίας καθώς και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

Κεφαλαίο 1^ο Σχεδιασμός ξύλινων κατασκευών με βάσει τον Ευρωκώδικα #5 (EC 5)¹

¹ Ελ. Τσακανίκα – Θεοχάρη Δρ Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ (Λέκτορ ΠΔ 407)

1. Εισαγωγικά στοιχεία

Ο Ευρωκώδικας 5 (EN 1995) αποτελείται από τα παρακάτω επιμέρους κανονιστικά κείμενα :

- EN 1995-1-1 Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτήρια
- EN 1995-1-2 Γενικοί κανόνες – δομικός Σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς
- EN 1995-2 Γέφυρες

Γενικά ο EC#5 περιλαμβάνει στοιχεία για το πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα, τα απαιτούμενα συμπληρωματικά κανονιστικά κείμενα καθώς και βασικούς ορισμούς.

Πραγματεύεται τις βασικές αρχές σχεδιασμού για την οριακή κατάσταση αστοχίας και την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας με αναφορές στο EN 1990:2002

«Ευρωκώδικας – Βάσεις σχεδιασμού» και στο EN 1991 «Δράσεις στις κατασκευές»

Κυρίως όμως δίδονται συμπληρωματικά στοιχεία των παραπάνω γενικών κανονισμών που αφορούν στις ξύλινες κατασκευές.

Υπολογισμός παραμορφώσεων ξύλινων στοιχείων, τιμές των συντελεστών γ_M για ιδιότητες και αντοχές διαφόρων υλικών από ξύλο, στοιχεία για την επιρροή υγρασίας και διάρκειας φόρτισης στην αντοχή και την παραμόρφωση (ερπυσμό) των ξύλινων κατασκευών –Ορισμός κλάσεων λειτουργίας των κατασκευών, κλάσεων διάρκειας φόρτισης).

Ιδιότητες υλικών : Δίδονται πίνακες με τις τιμές των συντελεστών k_{mod} , k_{def} , μέσω των οποίων λαμβάνεται υπ' όψιν η επιρροή της υγρασίας των διάρκειας φόρτισης στον υπολογισμό των ξύλινων κατασκευών καθώς και τιμές του k_h (επιρροή του μεγέθους του μέλους στην αντοχή διαφόρων ειδών ξυλείας). Υπενθυμίζεται ότι όλα τα στοιχεία για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπου ξυλείας και των προϊόντων ξύλου (αντοχές, μέτρα ελαστικότητας και διάτμησης, πυκνότητα) βρίσκονται στα σχετικά EN και όχι σε αυτό το κεφάλαιο. Η ανθεκτικότητα (αντοχή στον χρόνο) περιλαμβάνει παραπομπές σε ENs με στοιχεία για την ανθεκτικότητα σε βιολογικούς παράγοντες της δομικής ξυλείας και των προϊόντων ξύλου. Δίδεται επίσης πίνακας με στοιχεία για την προστασία έναντι διαβρώσεως των μεταλλικών συνδέσμων που χρησιμοποιούνται σε ξύλινες κατασκευές

Βάσεις αναλύσεως: Δίδονται γενικές οδηγίες για τον τρόπο προσομοίωσης δομικών συστημάτων από ξύλο (πλαίσια δικτυώματα δικτυώματα με ηλοφόρες πλάκες)

Οριακές καταστάσεις αστοχίας: Καλύπτει τον υπολογισμό ξύλινων φερόντων στοιχείων (ευθύγραμμων, καμπύλων και γενικότερα φερόντων στοιχείων με μεταβαλλόμενη διατομή).

Περιλαμβάνονται στοιχεία για τους ελέγχους οριακής κατάστασης αστοχίας.

- Εφελκυσμό και θλίψη παράλληλα και κάθετα στις ίνες, κάμψη, διάτμηση, στρέψη.
- Θλίψη υπό γωνία ως προς τις ίνες
- Συνδυασμό αξονικών δυνάμεων και κάμψης.

Δίδονται στοιχεία για τον :

- λυγισμό και στρεπτοκαμπτική ευστάθεια (πλευρικό λυγισμό) καμπτόμενων μελών,
- υπολογισμό δοκών με απότμηση στην στήριξη,
- συντελεστή διανομής φορτίου k_{sys} .

Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας : Δίδονται μόνο συστάσεις για τις οριακές τιμές βέλους δοκών οι οριστικές τιμές των οποίων υπάρχουν στο Εθνικό Προσάρτημα.

Δίδονται επίσης στοιχεία για το μέτρο ολισθήσεως συνδέσεων, K , και ser για τον υπολογισμό ταλάντωσης πατωμάτων

Συνδέσεις με μεταλλικούς συνδέσμους: Αποτελεί το μεγαλύτερο κεφάλαιο του Ευρωκώδικα ενδεικτικό του ότι οι συνδέσεις αποτελούν τον σημαντικότερο και δυσκολότερο τμήμα του σχεδιασμού και υπολογισμού των ξύλινων κατασκευών. Καλύπτονται συνδέσεις ξύλου-ξύλου, ξυλοπλάκας, ξύλου και χάλυβα – ξύλου για ήλους, δίκαρφα, κοχλίες (μπουλόνια), βλήτρα, βίδες, ηλοφόρες πλάκες, δακτυλιοειδή δισκοειδή και οδοντωτά διατμητικά ενθέματα, υπό εγκάρσια και αξονική φόρτιση.

Μέλη σύνθετης διατομής και δομικά συστήματα Δίδονται στοιχεία για τον σχεδιασμό και υπολογισμό: - μελών σύνθετης διατομής (δοκοί και υποστυλώματα μορφής I). δικτυωμάτων. Διαφραγματικών κατασκευών πατωμάτων στεγών και τοίχων κατασκευασμένων από ξύλινο σκελετό και διαφόρων τύπων ξυλόφυλλα (κόντρα-πλακέ, OSB, κ.α.).

**Κεφ. 2ο Κατασκευαστικές λεπτομέρειες και έλεγχοι
Περιλαμβάνει πρόσθετες**

2.1 Εισαγωγικά

Απαιτήσεις για : - κατασκευαστικές λεπτομέρειες που αφορούν στις συνδέσεις, και τις διαφραγματικές κατασκευές πατωμάτων, στεγών και τοίχων, γενικότερες εργασίες στο εργοτάξιο (μεταφορά, αποθήκευση, έγερση φορέων κ.α.).

ΧΙΑΣΤΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΕΠΙΠΕΔΟ



Εικόνα 1 Μεταλλικός σύνδεσμος στη βάση ξύλινου υποστυλώματος



Εικόνα 2 Φορείς με ξύλινα και χαλύβδινα μέλη



Εικόνα 3 Ξύλινες κατασκευές

2.2 ΕΘΝΙΚΟ ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ ΤΟΥ EN 1995-1-1

Σχεδιασμός ξυλίνων κατασκευών:

Γενικά -Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτήρια

Οι Εθνικώς προσδιοριζόμενες παράμετροι έχουν ως εξής:

Α Κατάταξη φορτίων σε κλάσεις διάρκειας φορτίσεως

Το τμήμα του φορτίου του χιονιού $\psi 2 Q_i$, θεωρείται μεσοχρόνια φόρτιση και το τμήμα του φορτίου $(1-\psi 2) Q_i$ θεωρείται βραχυχρόνια φόρτιση.

Τα εξαιρετικά φορτία χιονιού και οι εξαιρετικές παρασύρσεις χιονιού όπως ορίζονται στον Ευρωκώδικα 1, Μέρος 1.3 και στο αντίστοιχο Εθνικό **Προσάρτημα** θεωρούνται ως τυχηματικές καταστάσεις και κατά συνέπεια ανήκουν στην στιγμιαία κλάση διάρκειας φόρτισης.

	winst	wnet,fin	wfin
Αμφιέριστη	$l/300$	$l/250$	$l/200$
Πρόβολος	$l/150$	$l/125$	$l/75$

Το φορτίο ανέμου θεωρείται στιγμιαία φόρτιση.

7.3.3(2) Οριακές τιμές ταλαντώσεων

$a=1,0 \text{ mm/kN}$ $b=120$

EN 338, για φυσική ξυλεία (κωνοφόρων και πλατύφυλλων ξύλων)

	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
f_{mk} [MPa]	14	16	18	22	24	27	30	35	40
$f_{t,0,k}$ [MPa]	8	10	11	13	14	16	18	21	24
$f_{t,90,k}$ [MPa]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$f_{c,0,k}$ [MPa]	16	17	18	20	21	22	23	25	26
$f_{c,90,k}$ [MPa]	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6,0	6,3
$f_{v,k}$ [MPa]	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8
$E_{0,mean}$ [GPa]	7	8	9	10	11	12	12	13	14
$E_{0,05}$ [GPa]	4,7	5,4	6	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4
$E_{90,mean}$ [GPa]	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47
G_{mean} [GPa]	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88
ρ_k [kg/m ³]	290	310	320	340	350	370	380	400	420

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΤΟΧΩΝ ΦΥΛΛΟΒΟΛΩΝ EN 338

	D30	D33	D40	D50	D60	D70
$f_{m,k}$ [MPa]	30	35	40	50	60	70
$f_{t,0,k}$ [MPa]	18	21	24	30	36	42
$f_{t,90,k}$ [MPa]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9

$f_{c,0,k}$ [MPa]	23	25	26	29	32	34
$f_{c,90,k}$ [MPa]	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
$f_{v,k}$ [MPa]	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
$E_{0,mean}$ [GPa]	10	10	11	14	17	20
$E_{0,05}$ [GPa]	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
$E_{90,mean}$ [GPa]	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
G_{mean} [GPa]	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
P_k [kg/m ³]	530	560	590	650	700	900

Ιδιότητες των υλικών

Έλεγχοι Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

$$S_d \leq R_d$$

$$S_d \leq R_k / \gamma_M$$

Για όλα τα άλλα υλικά

$$S_d \leq k_{mod} R_k / \gamma_M \quad \text{Για το ξύλο}$$

όπου:

R_k είναι η χαρακτηριστική τιμή της φέρουσας ικανότητας·

γ^M είναι ο επί μέρους συντελεστής για μία ιδιότητα του υλικού·

k_{mod} είναι ένας τροποποιητικός συντελεστής με τον οποίο λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της διάρκειας φόρτισης και το ποσοστό περιεχομένης υγρασίας του ξύλου.

1. Διάρκεια φόρτισης

Η φέρουσα ικανότητα του ξύλου και των προϊόντων ξύλου επηρεάζεται σημαντικά από τον χρόνο επιβολής των φορτίων.

Παραλαμβάνονται λιγότερα φορτία όταν αυτά καταπονούν την κατασκευή για μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. μόνιμα).

Γι' αυτό οι δράσεις που εισάγονται στους υπολογισμούς κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με την διάρκεια τους, οι οποίες ονομάζονται (κατηγορίες διάρκειας φόρτισης).

Πίνακας κατατάξεως φορτίσεων σε κατηγορίες διάρκειας όπως ορίζονται στο Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα (βλ. επίσης EN 1995-1-1, Πίνακες 2.1, 2.2)

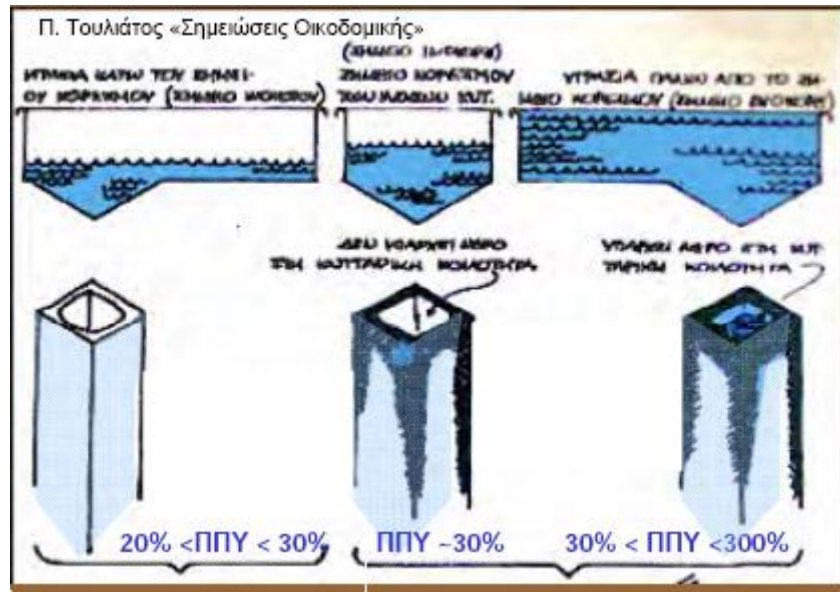
Κατηγορία διάρκειας φόρτισης	Παραδείγματα φορτίων	Σωρευτική διάρκεια χαρακτηριστικού φορτίου
Μόνιμη	ίδιο βάρος	άνω των 10 ετών
Μακροχρόνια	φορτία αποθηκεύσεως	6 μήνες έως 10 έτη
Μεσοχρόνια	Επιβαλλόμενα (κινητά) φορτία πατωμάτων	1 εβδομάδα έως 6 μήνες
Βραχυχρόνια	χιόνι	λιγότερο από 1 εβδομάδα
Στιγμαία	άνεμος, τυχηματικά φορτία (π.χ. σεισμός)	

Το ξύλο είναι ιδιαίτερα υγροσκοπικό υλικό.

Από την ώρα που υλοτομείται και σε όλη την διάρκεια της ζωής του ως δομικό μέλος, αποδίδει ή προσλαμβάνει υγρασία έως ότου το ποσοστό της υγρασίας του σταθεροποιηθεί στο λεγόμενο «ποσοστό υγρασίας σε ισορροπία με το περιβάλλον».

Το ποσοστό αυτό εξαρτάται άμεσα από την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας του χώρου που βρίσκεται το ξύλο. Επομένως ένα αποξηραμένο ξύλινο στοιχείο όταν εκτεθεί σε υγρή ατμόσφαιρα τείνει να επαναπροσλάβει υγρασία και να διογκωθεί ή το αντίθετο. Η υγρασία επηρεάζει σημαντικά τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου όταν μεταβάλλεται κάτω από το σημείο κορεσμού των ινωδών κυττάρων του (δηλαδή Π.Π.Υ.<25-30%)².

Λόγω της συμπύκνωσης της μάζας των κυτταρικών τοιχωμάτων, οι μηχανικές αντοχές του ξύλου μειώνονται όταν αυξάνεται η περιεχόμενη υγρασία του και αυξάνονται όταν ελαττώνεται η υγρασία.



Εικόνα 4

Κατηγορίες λειτουργίας	Θερμοκρασία και σχετική υγρασία περιβάλλοντος	Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου	Παραδείγματα
1	20°C, υγρασία >65% για λίγες εβδομάδες το χρόνο.	Το Π.Π.Υ. των ξύλινων στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους χώρους σταθεροποιείται στο 9 ±3%.	Κλειστές κατασκευές ή χώροι που θερμαίνονται, θερμές στέγες, εσωτερικά πατώματα και εσωτερικοί τοίχοι

²Π. Τουλιάτος «Σημειώσεις Οικοδομικής» 2000

2	20oC, υγρασία >85% για λίγες εβδομάδες το χρόνο	Π.Π.Υ. ξύλινων στοιχείων = (12 ± 3)% Π.Π.Υ. ξύλινων στοιχείων = (15 ± 3)%	Κλειστές κατασκευές, μη θερμαινόμενες. Ανοικτές στεγασμένες κατασκευές, που δεν εκτίθενται στα καιρικά φαινόμενα (π.χ. άμεση διαβροχή), ψυχρές στέγες, εξωτερικοί τοίχοι
3	Κλιματικές συνθήκες οι οποίες οδηγούν σε Π.Π.Υ. του ξύλου ανώτερο από εκείνο της κατηγορίας 2 .	Π.Π.Υ. ξύλινων στοιχείων >19%.	Κατασκευές πλήρως εκτεθειμένες στα καιρικά φαινόμενα (π.χ. άμεση διαβροχή).

Εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες φέροντα ξύλινα στοιχεία (κατηγορία υγρασίας 3)



Εικόνα 5 Εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες ξύλινες κατασκευές (κατηγορία υγρασίας 3)



Εικόνα 6 Κατηγορία υγρασίας 2 για τα μέλη που είναι μη εκτεθειμένα, και κατηγορία υγρασίας 3 για τα ξύλινα μέλη που είναι εκτεθειμένα



Εικόνα 7 Στεγασμένες ανοιχτές ξύλινες κατασκευές (κατηγορία υγρασίας 2)



Εικόνα 8 Ξύλινη πέργολα

2.3 Φυσική ξυλεία (solid timber)

Ξυλεία από κωνοφόρα ή βελονοφόρα:

- χαρακτηρίζεται ως μαλακή ξυλεία (softwood). Στα κωνοφόρα συμπεριλαμβάνονται η πεύκη, η ελάτη, το κυπαρίσσι, ο ίταμος, άρκευθος

Ξυλεία από πλατύφυλλα ή φυλλοβόλα

- χαρακτηρίζεται ως σκληρή ξυλεία (hardwood). Στα πλατύφυλλα συμπεριλαμβάνονται η δρύς, η κασταριά, η φυλλοβόλα: καρδιά, η συμίδα, το σφενδάμι, η φτελιά, η οξυά, ο πλάτανος, η φιλύρα, η λεύκη, η μάλσα κλπ.

Παρατήρηση: οι ονομασίες «μαλακή» ή «σκληρή» ξυλεία δεν συνεπάγονται αντίστοιχη σκληρότητα. Η ψευδοτσούγκα (Douglas fir) είναι ιδιαίτερα σκληρό ξύλο, ενώ η μάλσα πολύ μαλακό.

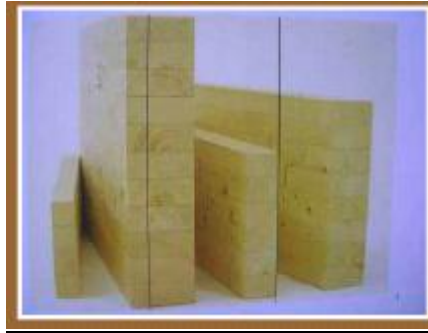
Η φυσική ξυλεία παράγεται με την μορφή στρογγυλής ξυλείας, πελεκητής και πριστής ξυλείας.



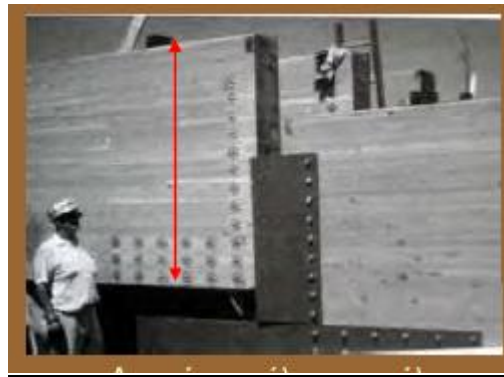
Εικόνα 9 Νέα υλικά, βιομηχανικά παράγωγα του ξύλου (wood based products)

Γραμμικού τύπου και Επιφανειακού τύπου στοιχεία (ξυλοπλάκες)

Επικολλητή ξυλεία (γραμμικά στοιχεία)



Εικόνα 10 Επικολλημένη ξυλεία



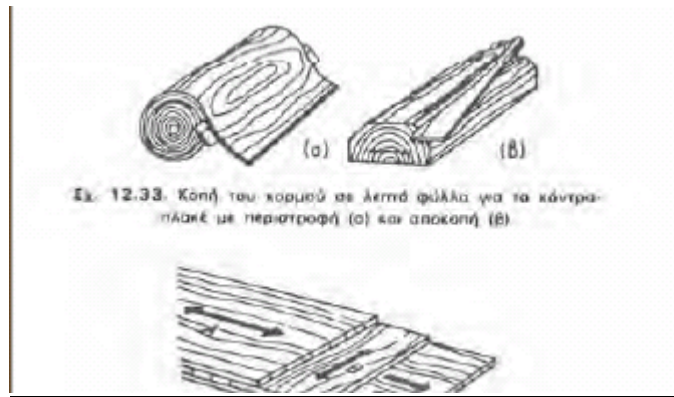
Εικόνα 11 Ξύλινα πάνελ

2.4 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

«Κόντρα –πλακέ», αντικολλητή ξυλεία (plywood)



ΕΙΚΟΝΑ 12 Κόντρα πλακέ



Εικόνα 12 Ξύλινα φύλλα

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από την κατεργασία των υπολειμμάτων της φυσικής ξυλείας (τεμαχίδια ξύλου, πριονίδια, κομμάτια από κλαδιά κλπ) ή και από τον επί τούτου θρυμματισμό του ξύλου παράγονται βιομηχανικά προϊόντα μορφής πλάκας με διάφορες χρήσεις στην δόμηση. Οι δύο βασικότερες κατηγορίες είναι οι μοριόπλακες και οι ινόπλακες.

- OSB)
- Μοριόπλακες και ινόπλακες διαφόρων ιδιοτήτων και αντοχών. Ένας σημαντικός αριθμός Προτύπων (EN) που συνοδεύουν τον Ευρωκώδικα προδιαγράφει μεθόδους δοκιμών για την εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών τέτοιων προϊόντων, ώστε να γίνεται δυνατή η αξιόπιστη ένταξή τους στο πλαίσιο των Κανονισμών.



Εικόνα 13 Διάφορα είδη ξυλείας

ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Εικόνα 14 Γραμμικά στοιχεία από ξύλινα προφίλ

2.5 ΓΙΑΤΙ Ο ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 5 ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΙ

Όσον αφορά στην επικολλητή ξυλεία, πολλές βιομηχανίες και παραγωγοί στην Ευρώπη, έχουν ήδη υιοθετήσει τους Νέους Κανονισμούς και μπορούν να προμηθεύουν, προφανώς και στην Ελλάδα, βαθμονομημένη ως προς την αντοχή επικολλητή ξυλεία. Πρόσφατα και Ελληνικές βιομηχανίες προμηθεύουν βαθμονομημένο ξύλο. Πρέπει να τονιστεί η σημαντικότερη αλλαγή στον τρόπο βαθμονόμησης των ξύλινων μελών σε σχέση με την αντοχή. Η παρουσία των φυσικών ελαττωμάτων και κυρίως των ρόζων (διάταξη, θέση, αριθμός, μέγεθος) αποτελεί τον κρισιμότερο παράγοντα καθορισμού των μηχανικών ιδιοτήτων. Η πυκνότητα ακολουθεί. Γι' αυτό το ξύλο, σε αντίθεση με τα άλλα δομικά υλικά (σκυρόδεμα, χάλυβα κλπ.) ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ να διαβαθμιστεί ως προς την αντοχή μέσω δοκιμίων «καθαρών», δηλαδή μικρών κομματιών ξύλου σε εργαστήρια. Διαβαθμίζεται όλο το δομικό μέλος όπως θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή.



Εικόνα 15 Ξύλο με ρόζους

Μηχανική διαβάθμιση

Βασίζεται στην μέτρηση του μέτρου ελαστικότητας και την σταθερή συσχέτιση όλων των παραμέτρων μηχανικής συμπεριφοράς του ξύλου (αντοχές, μέτρα ελαστικότητας, πυκνότητα) μεταξύ τους, μέσω ειδικών μηχανών. Υψηλός βαθμός αξιοπιστίας, που βελτιώνεται εάν συνεκτιμηθούν και άλλες παράμετροι καθορισμού των αντοχών του ξύλου.

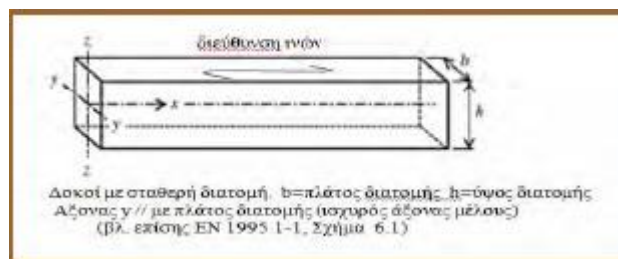
Οπτική Διαβάθμιση:

Βασίζεται στην οπτική αποτίμηση της σπουδαιότητας των ελαττωμάτων του ξύλου (μέγεθος και διάταξη ρόζων, της πυκνότητας και ευθυγραμμίας των ινών του ξύλου, ρωγμές κ.λ.π.) την αξιολόγηση του πάχους των ετησίων δακτυλίων.

Πραγματοποιείται από άτομα με ειδική και πιστοποιημένη εκπαίδευση και εμπειρία

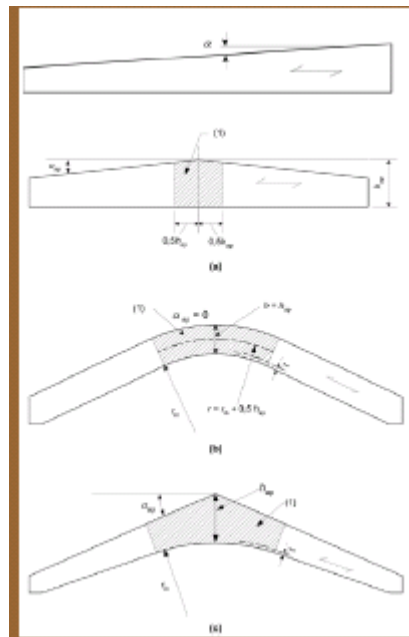
2.6 Έλεγχοι Οριακών καταστάσεων αστοχίας

Σχεδιασμός ευθύγραμμων μελών με σταθερή διατομή



Εικόνα 16 Σχεδιασμός κατασκευής σε συνθήκες αστοχίας

Σχεδιασμός καμπύλων μελών και μελών με μεταβαλλόμενη Διατομή



Εικόνα 17 Σχεδιασμός καμπύλων μελών

Εφελκυσμός παράλληλα στις ίνες

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d}$$

EN 1995 1-1, (6.1)

όπου:

$$\sigma_{\perp,0,d} = F_d / A$$

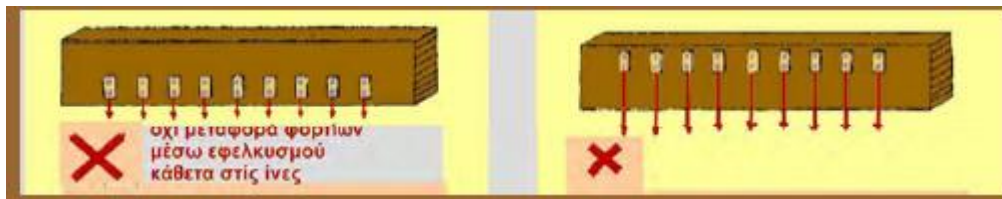
εφελκυστική τάση σχεδιασμού παράλληλα προς τις ίνες

$$f_{t,0,d} = k_{11} \cdot k_{90,90} \cdot k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού παράλληλα προς τις ίνες
 k_{11} , $k_{90,90}$, k_{mod} διάφοροι τροποποιητικοί συντελεστές της αντοχής

Εφελκυσμός καθέτως προς τις ίνες

Στην πραγματικότητα ο έλεγχος αυτός δεν αφορά έλεγχο μέλους (N,Q,M) αλλά έλεγχο σύνδεσης (τρόπο δηλαδή μεταφοράς φορτίων)



Εικόνα 18 Μεταφορά φορτίων

Αποτελεί αρκετά επικίνδυνη καταπόνηση εάν δεν ελεγχθεί σωστά

Θλίψη καθέτως προς τις ίνες

Η θλιπτική αντοχή κάθετα στις ίνες είναι δύσκολο να μετρηθεί γιατί αυξάνει όσο αυξάνει η παραμόρφωση, φθάνοντας φ ς στο μέγιστο της τιμής όταν το ξύλο έχει συμπιεστεί στο ένα τρίτο περίπου της αρχικής του διατομής.

Οι ίνες που δεν βρίσκονται στην περιοχή εφαρμογής της δύναμης υποβοηθούν τις άμεσα φορτιζόμενες. Γι' αυτό η αντοχή μικρών περιοχών φόρτισης είναι μεγαλύτερη από αυτή μεγαλύτερων περιοχών, για την ίδια τάση.

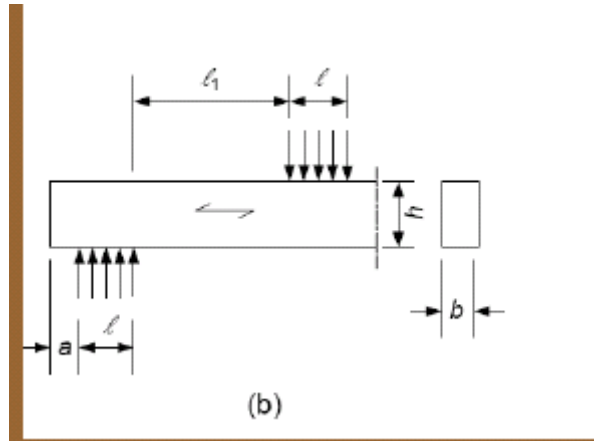
Στον EC5 η συμπεριφορά αυτή λαμβάνεται υπ' όψιν μέσω του αυξητικού συντελεστή της θλιπτικής αντοχής $k_{c,90}$. $1 < k_{c,90} < 1.75$

Συνήθης έλεγχος για την περιοχή εδράσεων δοκών – Έλεγχος επιφάνειας επαφής



Εικόνα 19 Ξύλινα πέργολα

2. Υπολογισμός επιφάνειας έδρασης δοκού σε μεμονωμένες στηρίξεις



Εικόνα 20 Υπολογισμός επιφάνειας έδρασης δοκού



Εικόνα 21 Ξύλινη κατασκευή

Θλίψη // στις ίνες

Αφορά περιπτώσεις που δεν υπάρχει περίπτωση ανάπτυξης λυγισμού.

Ο Έλεγχος αυτός απαιτείται στην περίπτωση πχ. Έδρασης υποστυλώματος αξονικά θλιβόμενου, όπου η μεταφορά των κατακόρυφων φορτίων στην μεταλλική βάση γίνεται μέσω θλίψης // στις ίνες. Από τον έλεγχο αυτό προκύπτει η απαιτούμενη επιφάνεια έδρασης.



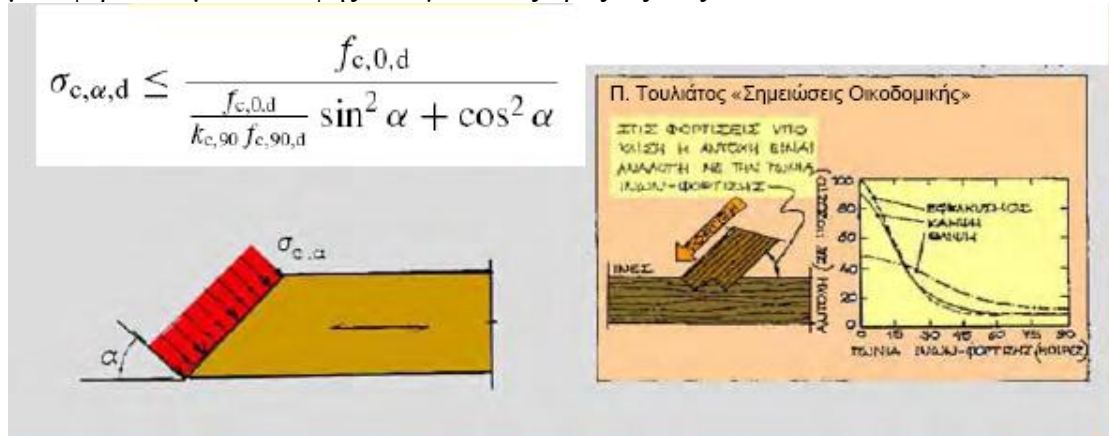
Εικόνα 22 Έδρασης υποστυλώματος αξονικά θλιβόμενου

Στις ξύλινες κατασκευές οι συνδέσεις σχεδιάζονται συχνά έτσι ώστε τα φορτία να μεταφέρονται μέσω θλίψης παράλληλα ή υπό γωνία ως προς τις ίνες.

Θλίψη υπό γωνία προς τις ίνες

Στις ξύλινες κατασκευές οι συνδέσεις σχεδιάζονται συχνά έτσι ώστε τα φορτία να

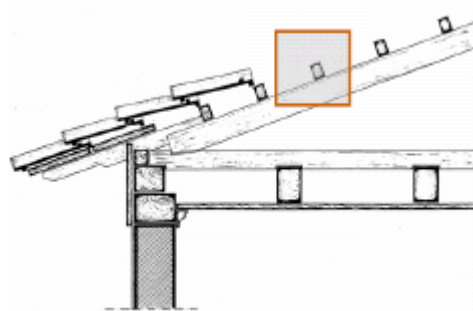
μεταφέρονται μέσω θλίψης υπό γωνία ως προς τις ίνες.



Εικόνα 23 Θλίψη υπό γωνία προς τις ίνες

Διαξονική κάμψη

Συνήθης έλεγχος τεγίδων στέγης



Εικόνα 24 Διαξονική κάμψη

Κάμψη ως προς τον άξονα y ή z



Εικόνα 25 Τετραγωνισμένες διατομές

Κάμψη ως προς τον άξονα y ή z και Έλεγχος στρεπτοκαμπτικής ευστάθειας (πλευρικού λυγισμού)

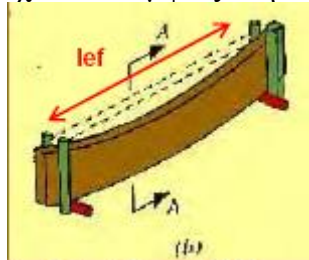


Εικόνα 26 Κάμψη δοκών

Κάμψη ως προς τον άξονα y ή z και έλεγχος στρεπτοκαμπτικής ευστάθειας

Η στρεπτοκαμπτική ευστάθεια καμπτόμενων στοιχείων εξαρτάται από :

- την στρεπτική τους δυσκαμψία ($GItor$)
- την πλευρική τους δυσκαμψία (EIz)
- το lef το οποίο εξαρτάται από :
 - την πλευρική εξασφάλιση των εδράσεων
 - την απόσταση εγκάρσιων στοιχείων ακαμψίας στην θλιβόμενη περιοχή



Εικόνα 27 Στρεπτική δυσκαμψία

Παραδείγματα συστημάτων εξασφάλισης στρεπτικά άκαμπτων στηρίξεων.

Παραδείγματα συστημάτων εξασφάλισης στρεπτικά άκαμπτων στηρίξεων

Caironi, Bonera, 1989

ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΔΡΑΣΗΣ ΑΜΦΙΠΡΕΣΤΗΣ ΔΟΚΟΥ
Εξασφάλιση έναντι στροφής

(Caironi, Bonera, 1989).
Δημιουργία οβάλ σπής για την εξασφάλιση της αρθρωτής λειτουργίας στην στήριξη και για την αποφυγή ρωγμών που μπορεί να δημιουργηθούν λόγω ανάπτυξης εφελκυστικών τάσεων κάθετα στις ίνες στο άνω τμήμα της δοκού.

Προτείνεται στο παραπάνω σχήμα η απουσία συνδεσης του ξύλου με την μεταλλική γωνία που έχει τοποθετηθεί στο ανώτερο τμήμα της διατομής για την αποφυγή ρωγμών λόγω δημιουργίας εφελκυστικών τάσεων κάθετα στις ίνες.

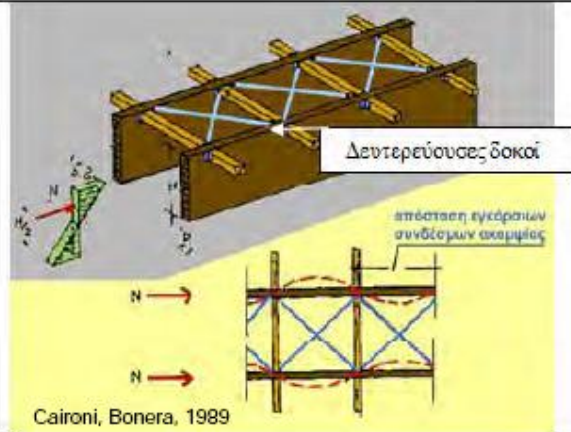
Εικόνα 28 Συστημάτων εξασφάλισης στρεπτικά άκαμπτων στηρίξεων.

Παραδείγματα συστημάτων εξασφάλισης του θλιβόμενου πέλματος



Η ύπαρξη σανιδώματος σε όλο το μήκος, π.χ. αμφιέριστα δοκών πατώματος, εξασφαλίζει έναντι πλευρικής μετατόπισης το θλιβόμενο πέλμα. Όταν και οι εδράσεις είναι εξασφαλισμένες έναντι στροφής. $k_{crit} = 1$. (EN 6.3.3 (5)).

$k_{crit} = 1$



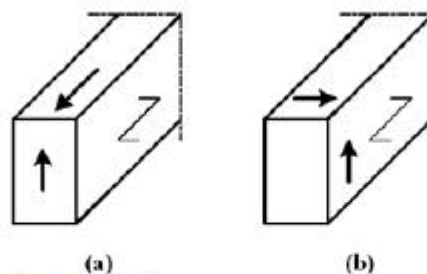
Εγκάρσια στοιχεία ακαμψίας στην θλιβόμενη περιοχή (bracing, δευτερεύουσες δοκοί (δοκίδες ή τεγίδες)).

Απόσταση εγκάρσιων στοιχείων = l_{ef}

Εικόνα 29 Συστήματα εξασφάλισης του θλιβόμενου πέλματος.

Διάτμηση

(2 τύποι διάτμησης)



Μέλος με, (α): μία συνιστώσα διατμητικής τάσης παράλληλη προς τις ίνες.

(β): και τις δύο συνιστώσες τάσης κάθετες προς τις ίνες (διάτμηση κυλινδρικού) (EN 1995 Σχήμα 6.5).

Εικόνα 30 Διάτμηση

Η περίπτωση της δεύτερης μορφής εμφανίζεται συνήθως σε σύνθετες δοκούς μορφής διπλού T με κορμό απο αντικολλητή ξυλεία (plywood) και πέλματα από φυσικό ξύλο, ιδιαίτερα στην περιοχή της συγκόλλησης των πελμάτων με τον κορμό. (συνήθης έλεγχος στην περιοχή σύνδεσης αμείβοντα με ελκυστήρα)



Εικόνα 31 Αντικολλητή ξυλεία

Οι αποτιμήσεις, οι οπές και εγκοπές, εκτός από απομείωση της διατομής (hef) προκαλούν συγκέντρωση τάσεων (βλ. kv) στις αντίστοιχες περιοχές προκαλώντας πρώιμες και ψαθυρές διατμητικές αστοχίες και γι' αυτό μείωση της φέρουσας ικανότητας διατήρησης.

Έλεγχοι Οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας

2.7 ΕΛΕΓΧΟΙ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας ελέγχονται οι παραμορφώσεις μιας κατασκευής που προκύπτουν λόγω :

- Εντατικών μεγεθών (καμπτική στιγμιαία παραμόρφωση uinst).
- Ερπυσμού (ερπυστική παραμόρφωση ucreep).
- Ολίσθησης των συνδέσεων των ξύλινων στοιχείων (καρφιά, βίδες, βλήτρα κ.α, βλ. kser)
- Ταλαντώσεων (στον EC6 πατώματα για συνήθη χρήση). Πολύπλοκος υπολογισμός.

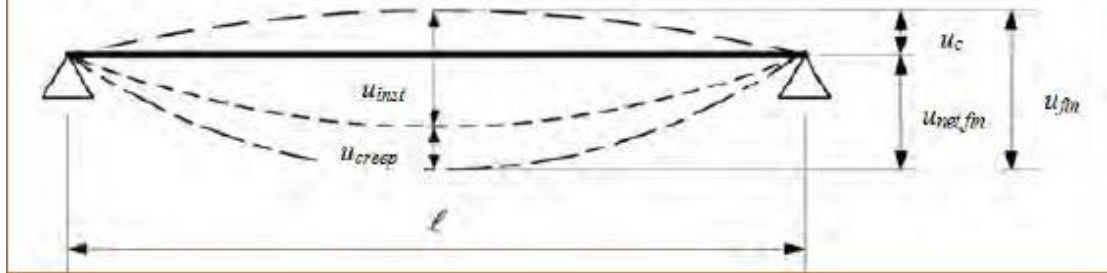
Παραμορφώσεις λόγω :

- Εντατικών μεγεθών (στιγμιαία παραμόρφωση (uinst). Από επίλυση φορέα με Emean, Gmean
- Ερπυσμού (ερπυστική παραμόρφωση ucreep)

Παραμόρφωση δοκού λόγω εντατικών μεγεθών και ερπυσμού

Οι συνιστώσες του βέλους λόγω ενός συνδυασμού δράσεων, φαίνονται στο παρακάτω σχήμα, με τον ακόλουθο ορισμό των συμβόλων.

- u_c είναι το αντιβέλος (εάν υπάρχει)
- u_{inst} είναι το στιγμιαίο βέλος
- u_{creep} είναι το ερπυστικό βέλος
- u_{fin} είναι το τελικό βέλος
- $u_{net,fin}$ είναι το καθαρό τελικό βέλος.



Εικόνα 32 Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας ελέγχονται οι παραμορφώσεις μιας κατασκευής

Παραμορφώσεις λόγω :

- Εντατικών μεγεθών(στιγμιαία παραμόρφωση)
- Ερπυσμού(ερπυστική παραμόρφωση)



Εικόνα 33 Ερπυστικές παραμορφώσεις μόνο από το ίδιο βάρος

1. Έλεγχος στιγμιαίων παραμορφώσεων δράσεων για δοκούς χωρίς αντιβέλος

Στον Ευρωκώδικα 5 (EN 1995-1-1, 2.2.3 (2), αναφέρεται ότι η στιγμιαία παραμόρφωση, u_{inst} , θα πρέπει να υπολογίζεται για τον χαρακτηριστικό (σπάνιο) συνδυασμό που δίδεται στο EN 1990.

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$u_{fin} = u_{net,fin} \text{ (για δοκούς χωρίς αντιβέλος)}$$

Οριακές τιμές παραμόρφωσης δοκών όπως έχουν οριστεί στο Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα

	Uinst	U _{net,fin}
Δοκοί ενός ή περισσοτέρων ανοιγμάτων	1/300	1/250
πρόβολοι	1/150	1/125

Επισημαίνεται ότι σε αρκετά εγχειρίδια (διεθνής βιβλιογραφία), ο έλεγχος των στιγμιαίων παραμορφώσεων γίνεται μόνο για τις μεταβλητές δράσεις.

2.8 Έλεγχος τελικών παραμορφώσεων μόνιμων μεταβλητών δράσεων για δοκούς χωρίς αντιβέλος

Στον Ευρωκώδικα 5 (EN 1995-1-1, 2.2.3 (3)), αναφέρεται ότι η τελική παραμόρφωση, u_{fin} , θα πρέπει να υπολογίζεται για τον οιονεί – μόνιμο συνδυασμό που δίδεται στο EN 1990.

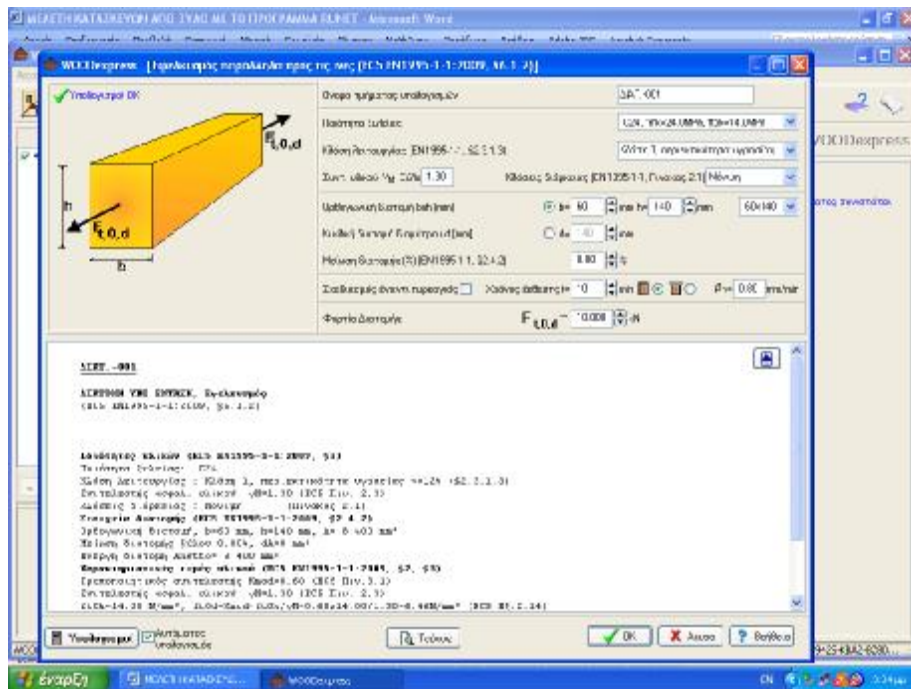
$$\Sigma G_{kj} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Σημείωση :

Οι διαστάσεις των μελών στις ξύλινες κατασκευές δεν οριστικοποιούνται με την ολοκλήρωση των παραπάνω ελέγχων. Απαιτείται και η ολοκλήρωση του υπολογισμού των συνδέσεων (βλ. επόμενο κεφάλαιο). Είναι σύνηθες να αυξάνουν οι διαστάσεις των διατομών για να τοποθετηθούν τα απαιτούμενα μεταλλικά μέσα σύνδεσης στις απαιτούμενες αποστάσεις από τα άκρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο Εφαρμογές Ξύλινων Κατασκευών με το πρόγραμμα Runet

Π-1. Εφελκυσμός ξύλινης δοκού παράλληλα με τις ίνες



Συντελεστής ασφαλείας $\gamma_M=1,3$

Ποιότητα ξύλου C24 με $f_{mk}=24$ MPa και $f_{t0k}=14$ MPa

Περιεκτικότητα σε υγρασία $<12\%$

Ορθογωνική διατομή 60 x 140 mm, και $\beta_n=0,80$ mm/min. Το φορτίο διατομής ισούται με 10 κN.

Χαρακτηριστικές τιμές υλικού (EC5 EN1995-1-1:2009, §2, §3)

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.60$ (EC5 Πιν.3.1)

Συντελεστής ασφαλείας του υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

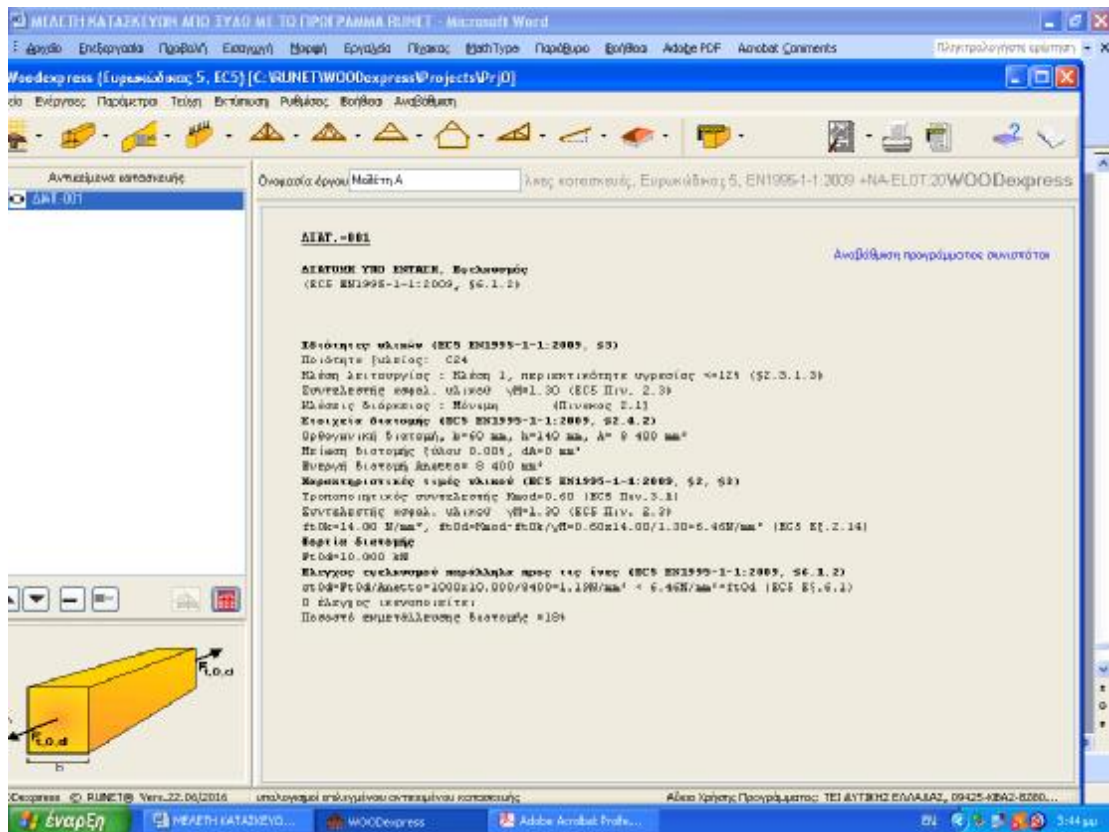
Υπολογισμός του σχεδιαστικού f_{t0d} κάτωθι:

$$f_{t0k}=14.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.60 \times 14.00 / 1.30 = 6.46 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{EC5 Εξ.2.14})$$

Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες (EC5 EN1995-1-1:2009, §6.1.2)

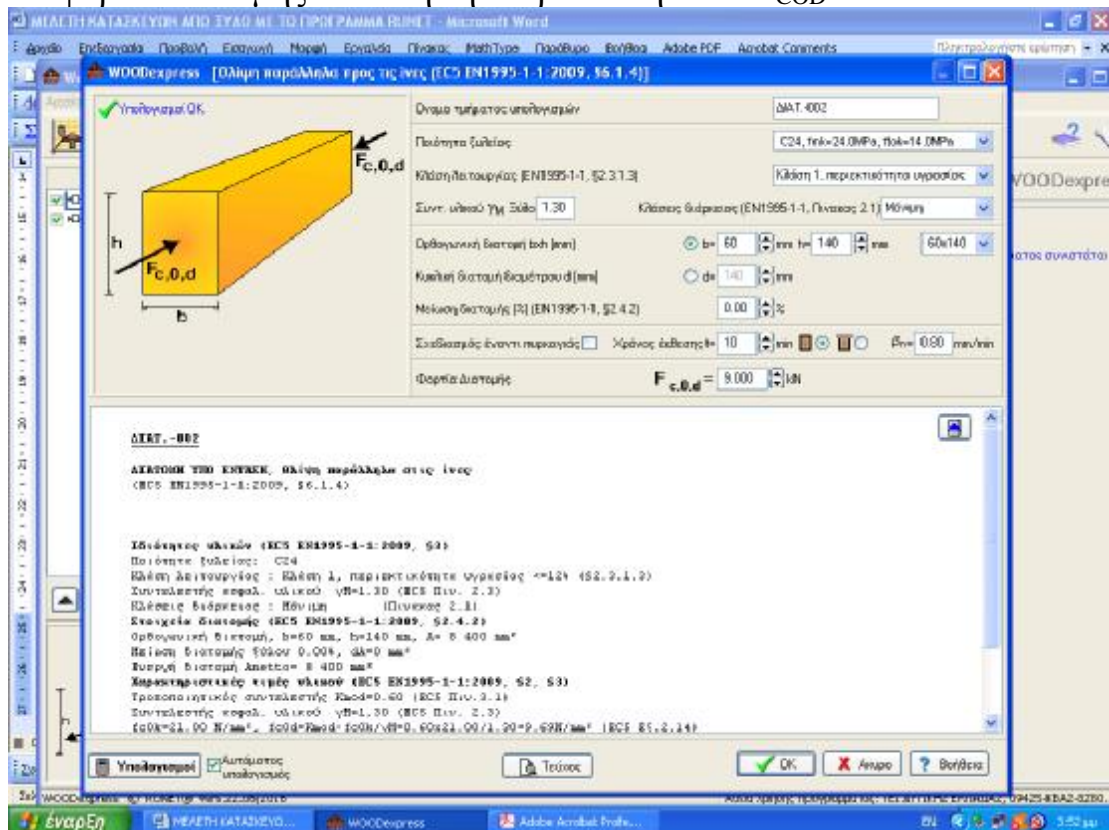
$$\sigma_{t0d} = F_{t0d} / A_{netto} = 10000 \times 10.000 / 8400 = 1.19 \text{ N/mm}^2 < 6.46 \text{ N/mm}^2 = f_{t0d} \quad (\text{EC5 Εξ.6.1})$$

ok!



Π-2 Θλίψη παράλληλα προς τις Ίνες

Το φορτίο διατομής σε αυτή την περίπτωση είναι $F_{c,0d}=9$ KN



Χαρακτηριστικές τιμές υλικού (EC5 EN1995-1-1:2009, §2, §3)

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{\text{mod}}=0.60$ (EC5 Πιν.3.1)

Συντελεστής ασφαλείας υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)
 $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.60 \times 21.00 / 1.30 = 9.69 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)
 Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες (EC5 EN1995-1-1:2009, §6.1.4)
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 9.000 / 8400 = 1.07 \text{ N/mm}^2 < 9.69 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$ (EC5 Εξ.6.2)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Π-3 Κάμψη

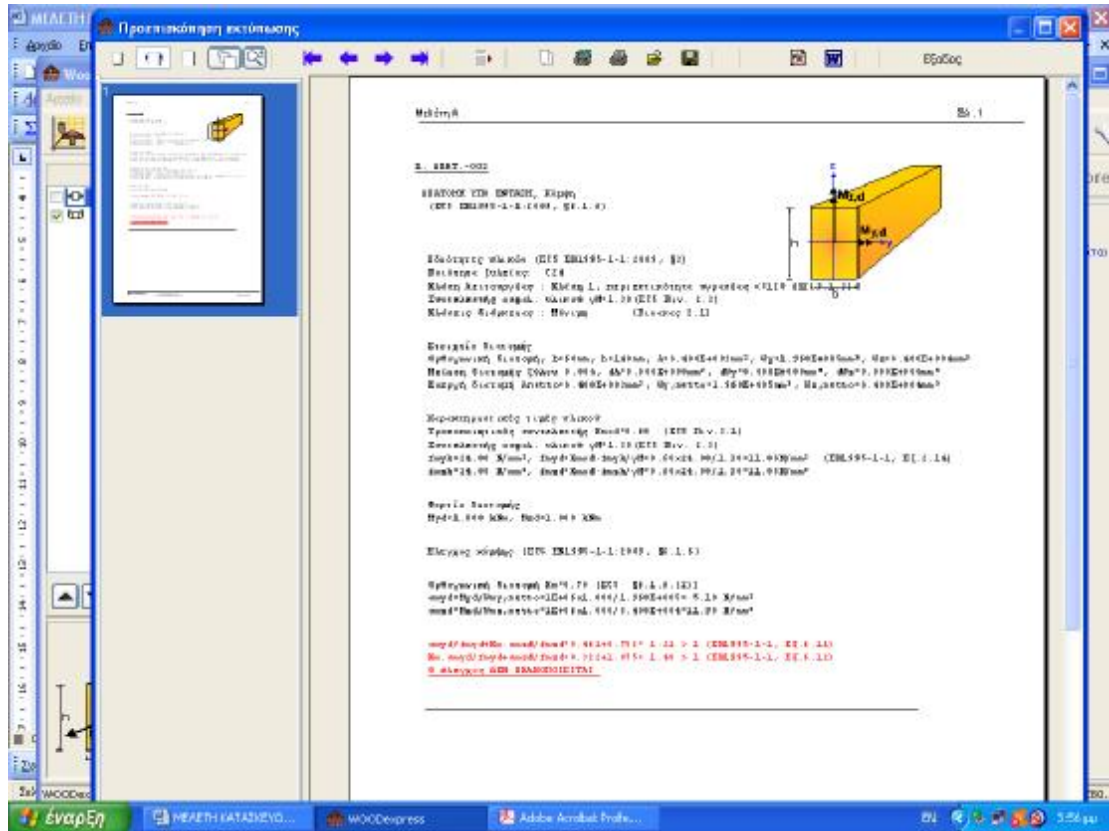
ΔΙΑΤΥ.-002

ΔΙΑΤΥΟΚ ΣΥΝ ΕΠΙΣΤΑΣΗ, Κάμψη
 (EC5 EN1995-1-1:2009, §6.1.6)

Χρόνιατος υλικού (EC5 EN1995-1-1:2009, §9)
 Ποιότητα βελύκας: C24
 Ελάση λειτουργίας: Ελάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (§2.3.1.3)
 Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)
 Ελάσεις θέρμανσης: Πόντιση (Πίνακας 2.1)

Σταθμική διάτμηση:
 Πρόσθια διατμηση: $h=60\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $I_y=8.400\text{E}+00\text{mm}^4$, $I_z=1.360\text{E}+00\text{mm}^4$, $W_y=8.400\text{E}+00\text{mm}^3$
 Μεγίστη διατμηση ξ όλου: 0.00% , $d=0.000\text{E}+00\text{mm}$, $\theta_{\text{max}}=0.000\text{E}+00\text{mm}^2$, $\theta_{\text{max}}=0.000\text{E}+00\text{mm}^2$
 Μεγίστη διατμηση ξ στο d : 0.00% , $d=0.000\text{E}+00\text{mm}$, $\theta_{\text{max}}=0.000\text{E}+00\text{mm}^2$, $\theta_{\text{max}}=0.000\text{E}+00\text{mm}^2$

Κριση παρακλίσης τιμών υλικού
 Τοπογραφικό σημείο: $\sigma_{c0d} = 1.07 \text{ N/mm}^2 < 9.69 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$ (EC5 Πιν. 2.3)



Για την κάμψη δοκού χρησιμοποιήθηκε το ίδιο ξύλο όπως και στα προηγούμενα παραδείγματα, δηλαδή τύπου C24 (fmk=24 Mpa). Η ροπή κάμψης στους άξονες y και z είναι 1 kN m. Ο συντελεστής ασφαλείας είναι $\gamma=1,3$. Οι διαστάσεις της διατομής είναι $b=40\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, οπότε η επιφάνεια της διατομής ισούται με 8400 mm^2 . Οι

ροπές αδρανείας υπολογίζονται από τον τύπο $I_y = \frac{1}{12}bh^3, I_z = \frac{1}{12}b^3h$ και οι ροπές

αντιστάσεις $W_y = \frac{1}{6}bh^2, I_z = \frac{1}{6}b^2h$. Για την παρούσα εφαρμογή $W_y=1.960\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=8.400\text{E}+004\text{mm}^3$. Ενεργή διατομή $A_{\text{netto}}=8.400\text{E}+003\text{mm}^2$

Αντοχές

$$f_{\text{myk}}=24.00\text{ N/mm}^2, f_{\text{myd}}= K_{\text{mod}} \cdot f_{\text{myk}}/\gamma M=0.60 \times 24.00/1.30=11.08\text{N/mm}^2$$

$$f_{\text{mzk}}=24.00\text{ N/mm}^2, f_{\text{mzd}}=K_{\text{mod}} \cdot f_{\text{mzk}}/\gamma M=0.60 \times 24.00/1.30=11.08\text{N/mm}^2$$

Έλεγχος κάμψης (EC5 EN1995-1-1:2009, §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{\text{myd}}=M_{\text{yd}}/W_{\text{my,netto}}=1\text{E}+06 \times 1.000/1.960\text{E}+005= 5.10\text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{mzd}}=M_{\text{zd}}/W_{\text{mz,netto}}=1\text{E}+06 \times 1.000/8.400\text{E}+004=11.90\text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{myd}}/f_{\text{myd}}+K_m \cdot \sigma_{\text{mzd}}/f_{\text{mzd}}=0.461+0.752= 1.21 > 1 \text{ (EN1995-1-1, Εξ.6.11)}$$

$$K_m \cdot \sigma_{\text{myd}}/f_{\text{myd}}+\sigma_{\text{mzd}}/f_{\text{mzd}}=0.322+1.075= 1.40 > 1 \text{ (EN1995-1-1, Εξ.6.12)}$$

Ο έλεγχος ΔΕΝ ΙΚΑΝΟΠΟΙΕΙΤΑΙ

Οπότε απαιτείται η μετατροπή των διαστάσεων του δοκιμίου ή μείωση των φορτίων.

Π-4 Κάμψη και Εφελκυσμός

The screenshot shows the WOODexpress software interface for configuring a test. On the left, a 3D model of a rectangular wood specimen is shown with coordinate axes (x, y, z) and applied forces and moments: $F_{x,d}$, $M_{y,d}$, and $M_{z,d}$. The specimen dimensions are labeled as h (height), b (width), and d (thickness).

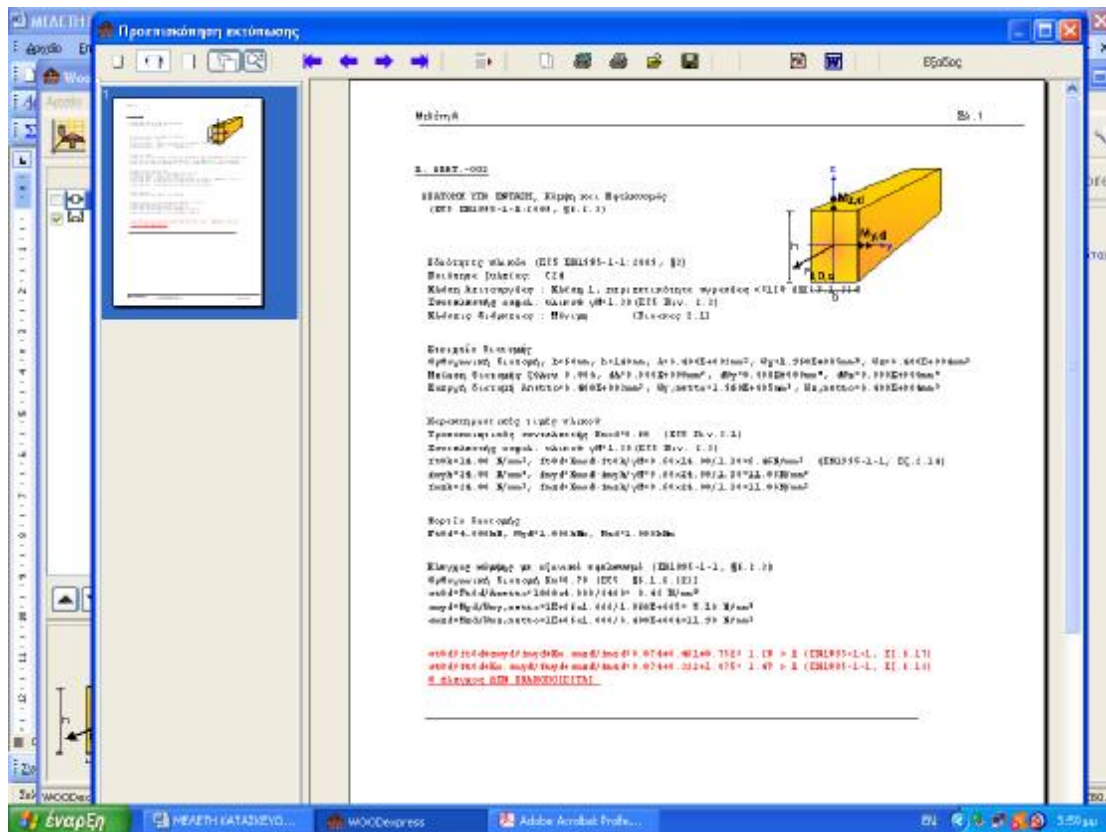
The main configuration panel on the right includes the following settings:

- Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΔΙΑΤ-002
- Ποιότητα βελύδας: C24, $f_{td}=24 \text{ MPa}$, $f_{tk}=14 \text{ MPa}$
- Κλάση λεπτομερείας (EN1995-1-1, §2.3.1.3): Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας
- Συντ. υλικού γ_{M2} : 1.30
- Κλάση διάρκειας (EN1995-1-1, Πίνακας 2.1): Μόνη
- Ορθογώνια διατομή βελύδας: $b=60 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, B_{0x140}
- Κυκλική διατομή φορέα d [mm]: $d=140 \text{ mm}$
- Μείωση διατομής (%) EN1995-1-1, §2.4.2: 0.00
- Σταθερά αναντι τριβής: Χρόνος αέθρασης: 10 min, $\delta=0.00 \text{ mm/min}$
- Φορτίο Διατομής: $F_{x,d} = 4.000 \text{ kN}$, $M_{y,d} = 1.000 \text{ kWh}$, $M_{z,d} = 1.000 \text{ kWh}$

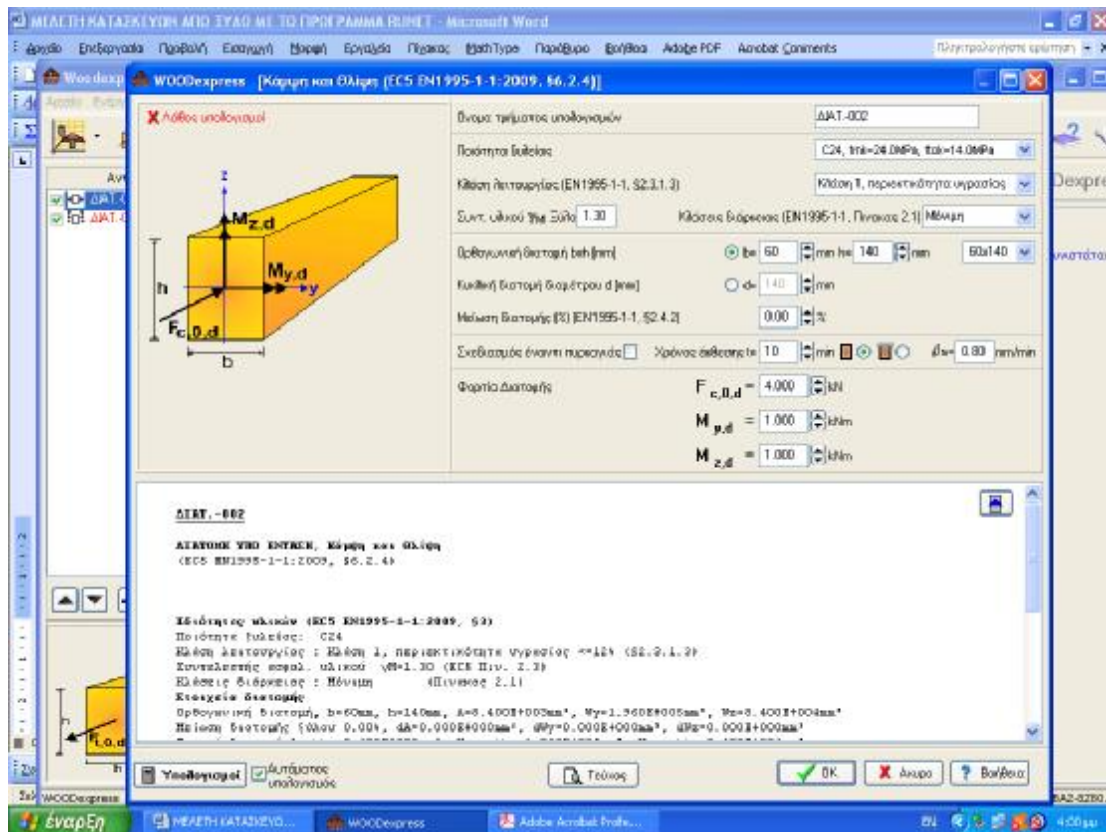
Below the configuration panel, a text box displays the test name and parameters:

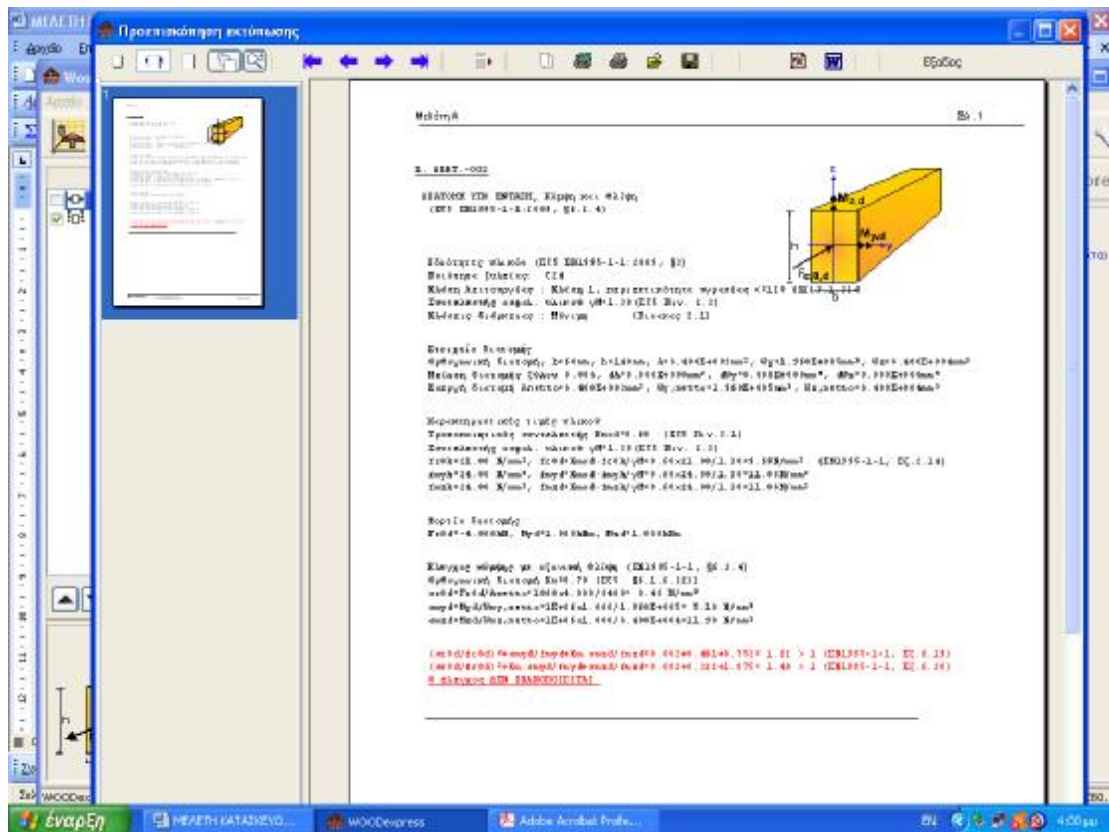
ΔΙΑΤ-002
ΔΙΑΤΥΧΗ ΥΠΟ ΕΝΤΕΣΗ, Κάμψη και Εφελκυσμός
 (ΕΚΣ EN1995-1-1:2009, §6.2.3)

Σε είδη υλικών (ΕΚΣ EN1995-1-1:2009, §9)
 Ποιότητα βελύδας: C24
 Κλάση λεπτομερείας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (§2.3.1.3)
 Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_{M2}=1.30$ (ΕΚΣ Π.ν. 2.3)
 Είδη διατομής: Μόνη (Πίνακας 2.1)
 Σταθερά διατομής:
 Ορθογώνια διατομή: $b=60\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $\delta=0.400\text{E}+000\text{mm}^3$, $M_y=1.360\text{E}+005\text{mm}^4$, $M_z=0.400\text{E}+005\text{mm}^4$
 Κυκλική διατομή: $d=140\text{mm}$, $\delta=0.000\text{E}+000\text{mm}^3$, $M_y=0.000\text{E}+000\text{mm}^4$, $M_z=0.000\text{E}+000\text{mm}^4$

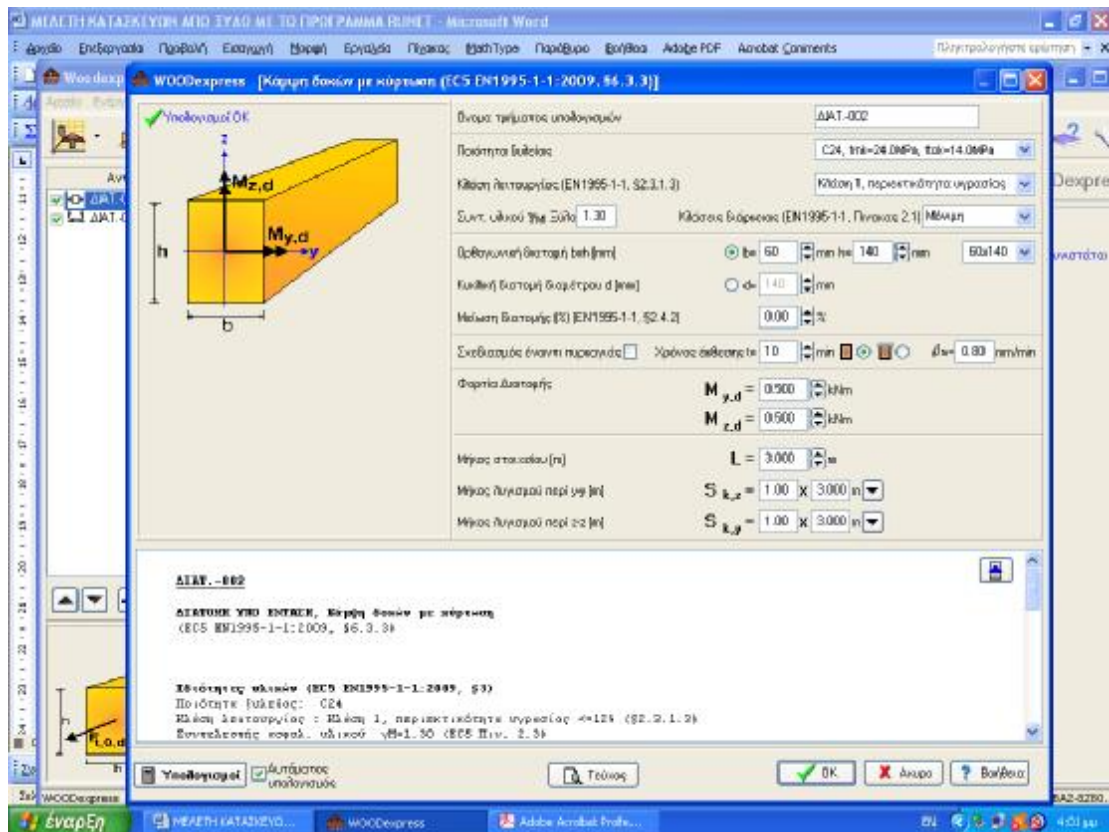


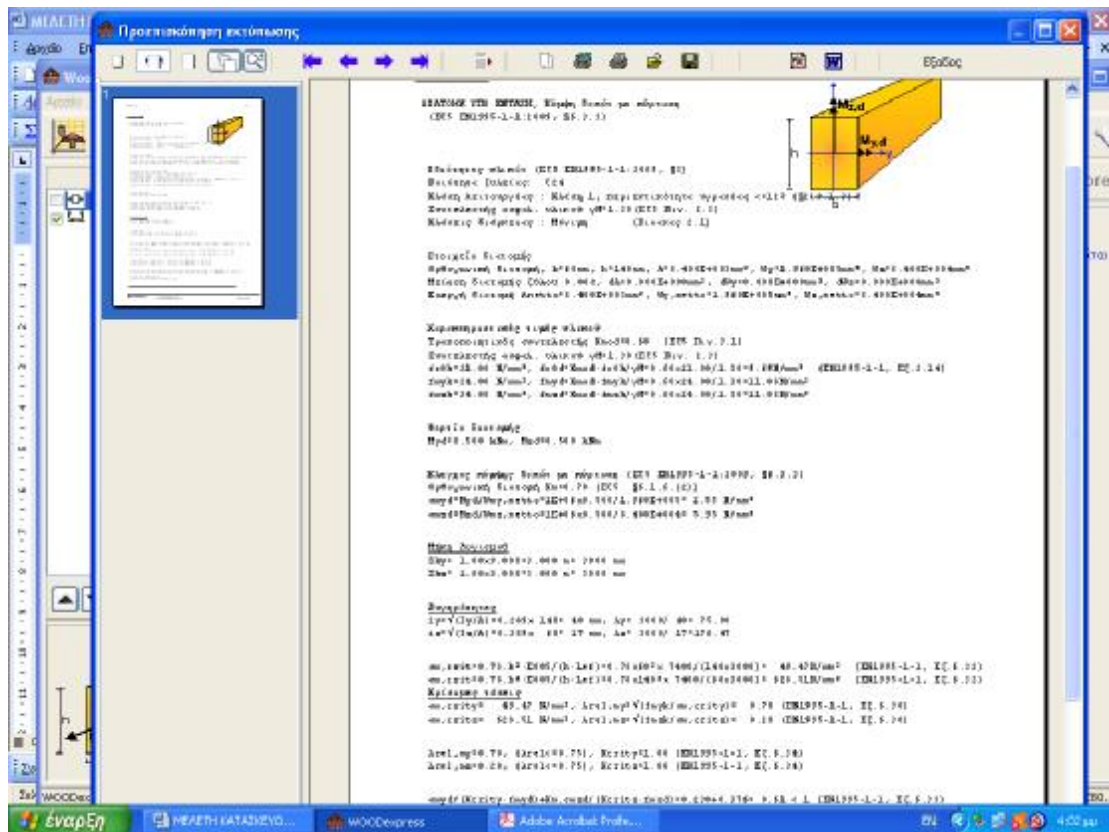
Π-5 Θλίψη και κάμψη



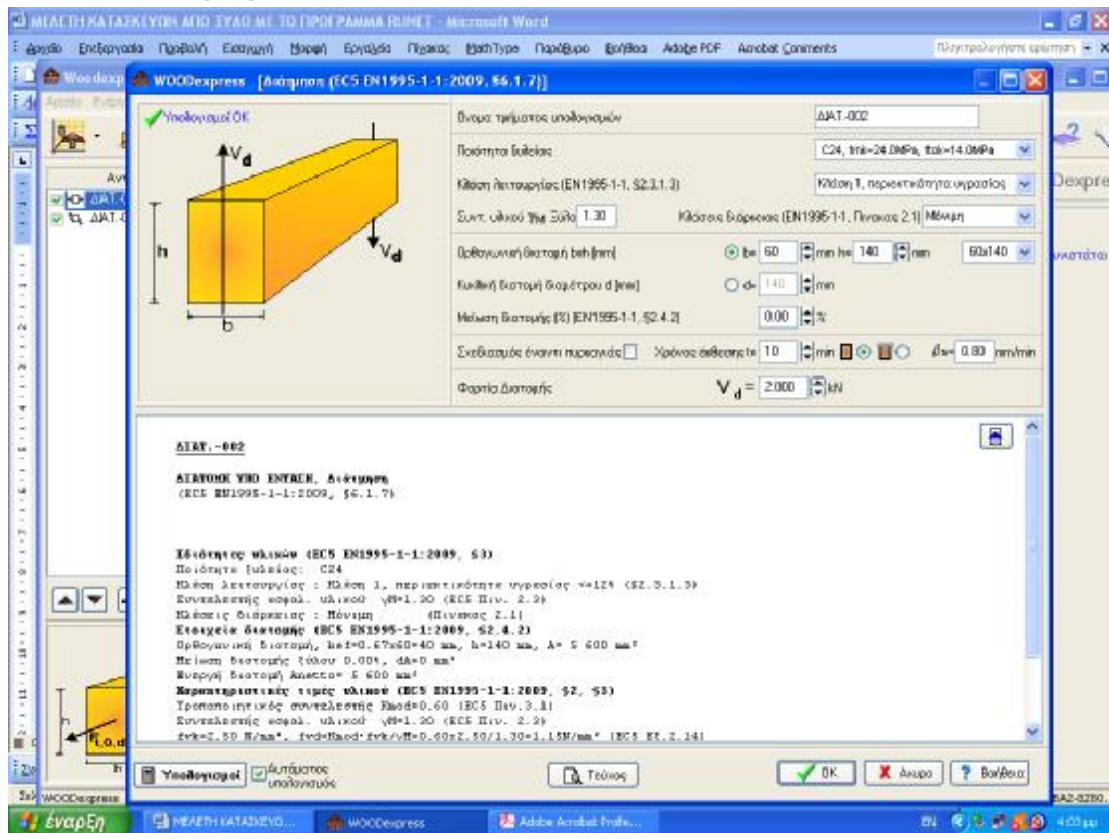


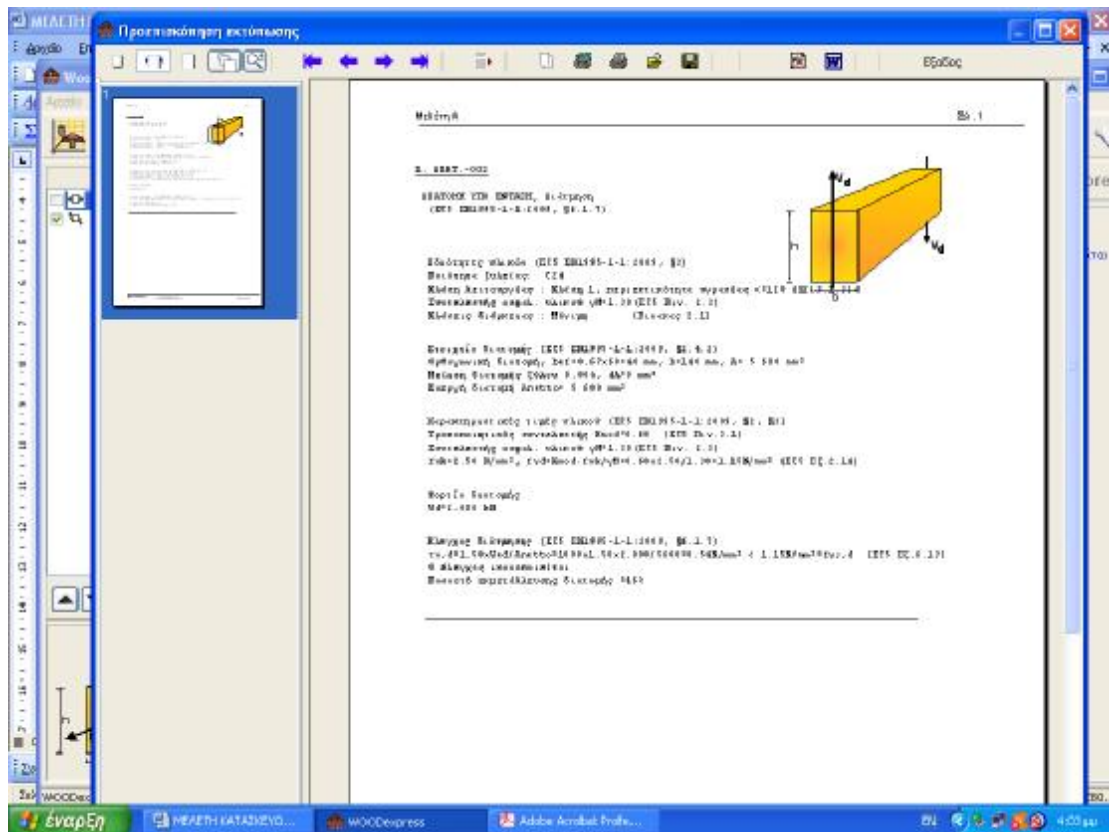
Π 6 Κάμψη δοκών με κέρτωση



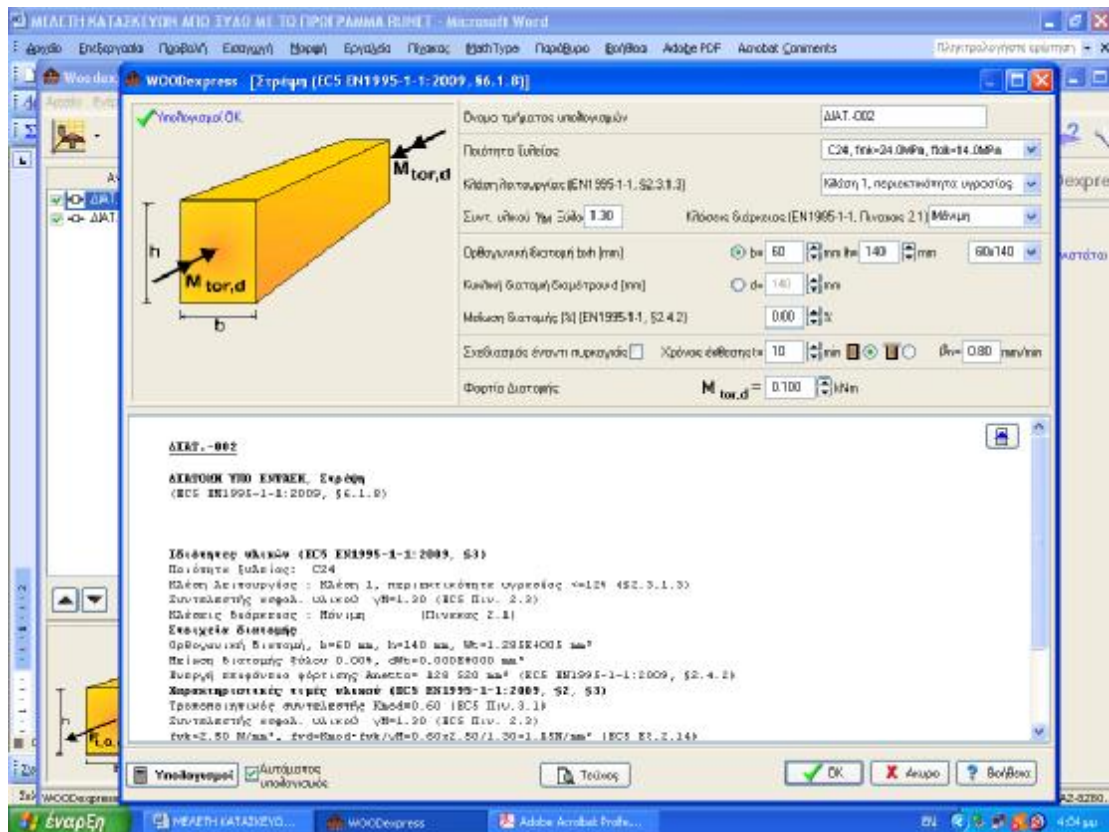


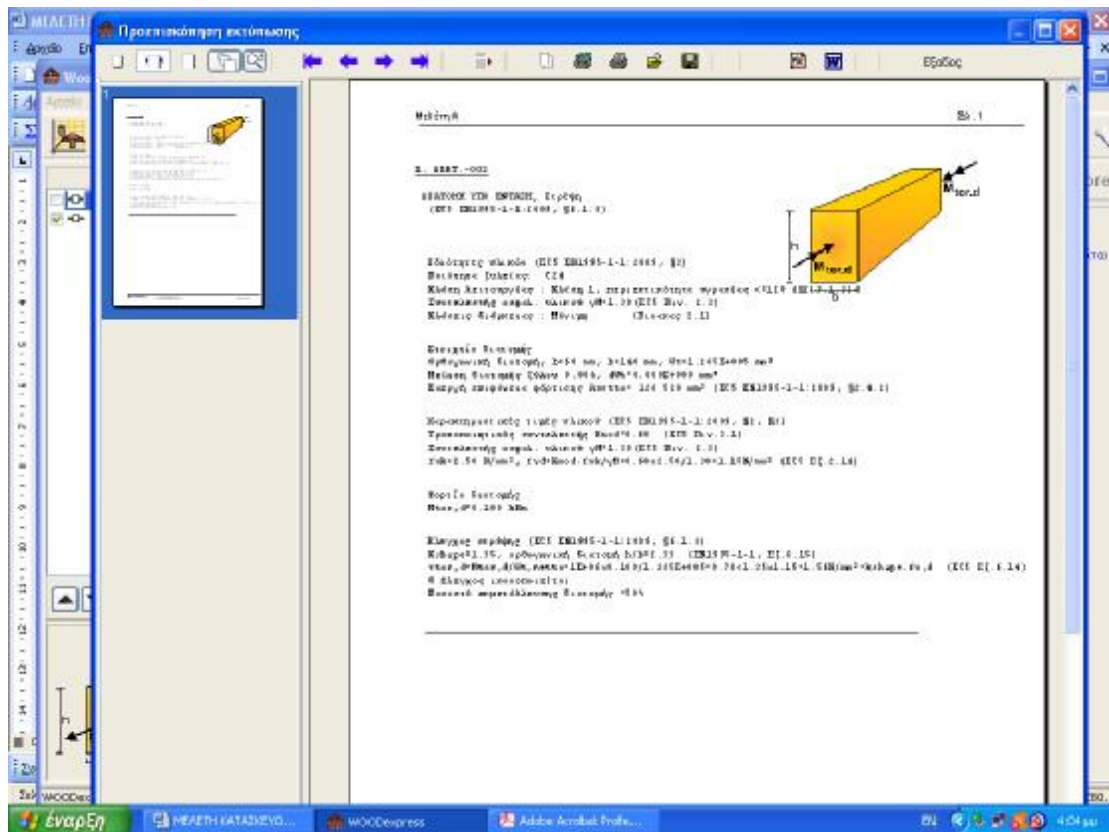
Π- 7: Διάτμηση



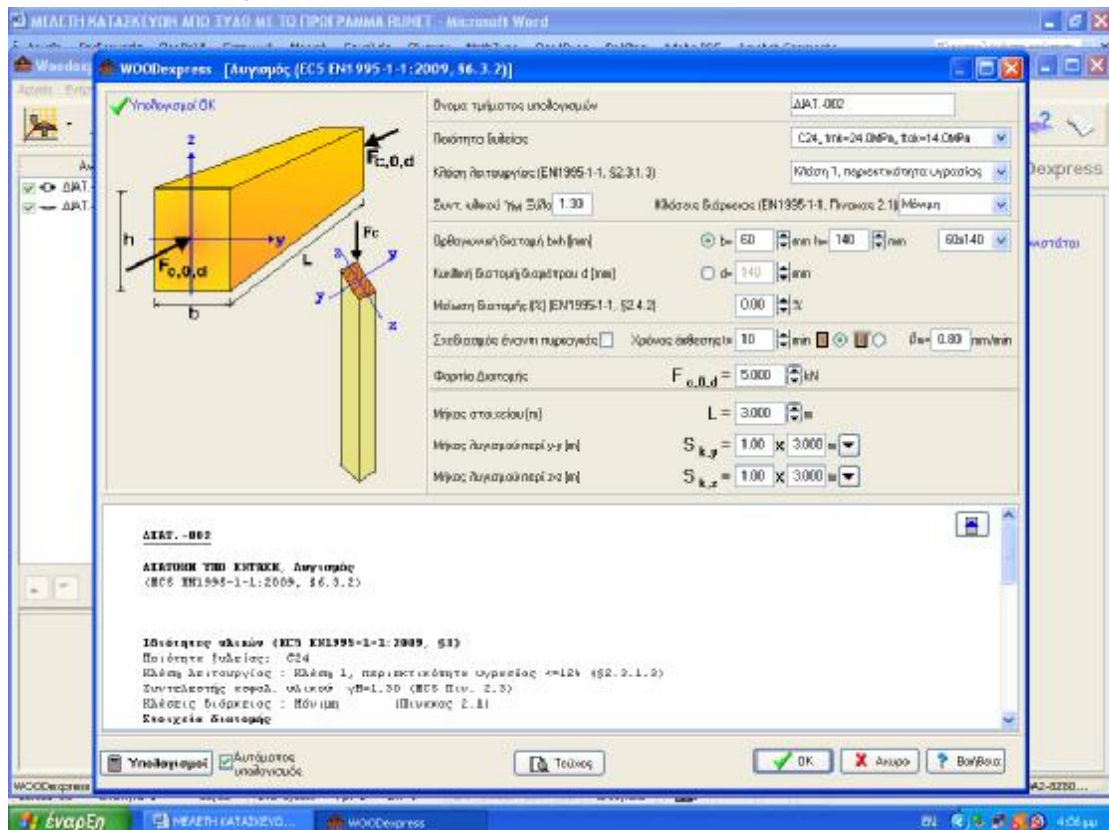


Π-9 Στρέψη





Π-10 Λυγισμός



Ιδιότητες υλικών (ΕΚ5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (§2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (ΕΚ5 Πιν. 2.3)

Κλάσεις διάρκειας : Μόνιμη (Πίνακας 2.1)

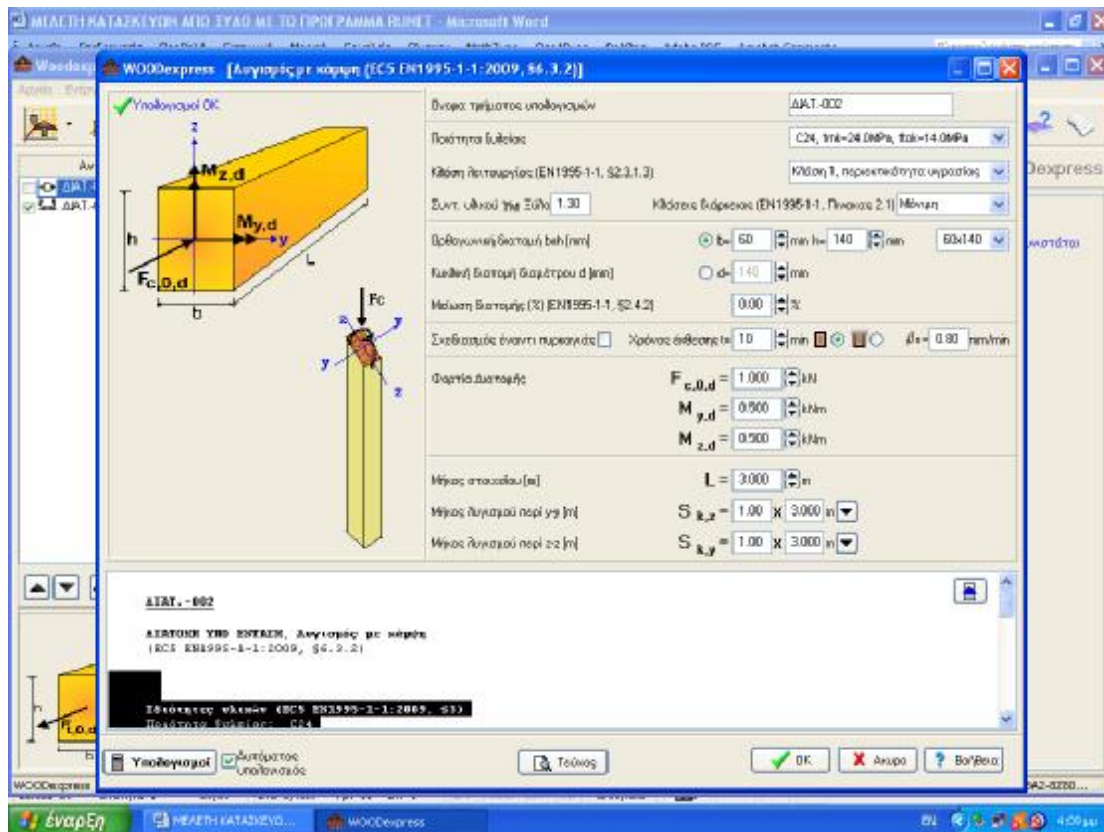
Στοιχεία διατομής
 Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $A=8.400\text{E}+003\text{mm}^2$, $W_y=1.960\text{E}+005\text{mm}^3$,
 $W_z=8.400\text{E}+004\text{mm}^3$
 Μείωση διατομής ξύλου 0.00%, $dA=0.000\text{E}+000\text{mm}^2$, $dW_y=0.000\text{E}+000\text{mm}^3$,
 $dW_z=0.000\text{E}+000\text{mm}^3$
 Ενεργή διατομή $A_{\text{netto}}=8.400\text{E}+003\text{mm}^2$, $W_{y,\text{netto}}=1.960\text{E}+005\text{mm}^3$,
 $W_{z,\text{netto}}=8.400\text{E}+004\text{mm}^3$

Χαρακτηριστικές τιμές υλικού
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{\text{mod}}=0.60$ (EC5 Πιν.3.1)
 Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)
 $E_{005}=7400\text{MPa}$
 $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{\text{mod}} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.60 \times 21.00 / 1.30 = 9.69\text{N/mm}^2$ (EN1995-1-1, Εξ.2.14)
 $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{\text{mod}} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.30 = 11.08\text{N/mm}^2$
 $f_{mzk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{\text{mod}} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.30 = 11.08\text{N/mm}^2$

Φορτία διατομής
 $F_{c0d}=-5.000\text{ kN}$

Έλεγχος Λυγισμού (EC5 EN1995-1-1:2009, §6.3.2)
 Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 5.000 / 8400 = 0.60\text{ N/mm}^2$
Μήκη Λυγισμού
 $S_{ky}=1.00 \times 3.000 = 3.000\text{ m} = 3000\text{ mm}$
 $S_{kz}=1.00 \times 3.000 = 3.000\text{ m} = 3000\text{ mm}$
Λυγηρότητες
 $i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289 \times 140 = 40\text{ mm}$, $\lambda_y=3000/40=75.00$
 $i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289 \times 60 = 17\text{ mm}$, $\lambda_z=3000/17=176.47$
Κρίσιμες τάσεις
 $\sigma_{c,\text{crit}y}=\pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 12.98\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{\text{rel},y}=(f_{c0k} / \sigma_{c,\text{crit}y})^{1/2} = 1.27$ (EN1995-1-1, Εξ.6.21)
 $\sigma_{c,\text{crit}z}=\pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 2.35\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{\text{rel},z}=(f_{c0k} / \sigma_{c,\text{crit}z})^{1/2} = 2.99$ (EN1995-1-1, Εξ.6.22)
 $\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο)
 $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{\text{rel}y}-0.3)+\lambda_{\text{rel}y}^2]=1.41$, $K_{cy}=1/(k_y+(k_y^2-\lambda_{\text{rel}y}^2)^{1/2})=0.499$
 (Εξ.6.27 6.25)
 $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{\text{rel}z}-0.3)+\lambda_{\text{rel}z}^2]=5.25$, $K_{cz}=1/(k_z+(k_z^2-\lambda_{\text{rel}z}^2)^{1/2})=0.105$
 (Εξ.6.28 6.26)
 $\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})=0.12 < 1$ (EN1995-1-1, Εξ.6.23)
 $\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})=0.58 < 1$ (EN1995-1-1, Εξ.6.24)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Π-11 Λυγισμός με κάμψη



ΔΙΑΤ. -002

ΔΙΑΤΟΜΗ ΥΠΟ ΕΝΤΑΣΗ, Λυγισμός με κάμψη (EC5 EN1995-1-1:2009, §6.3.2)

Ιδιότητες υλικών (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (§2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Κλάσεις διάρκειας : Μόνιμη (Πίνακας 2.1)

Στοιχεία διατομής

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $A=8.400\text{E}+003\text{mm}^2$, $W_y=1.960\text{E}+005\text{mm}^3$,
 $W_z=8.400\text{E}+004\text{mm}^3$

Μείωση διατομής ξύλου 0.00% , $dA=0.000\text{E}+000\text{mm}^2$, $dW_y=0.000\text{E}+000\text{mm}^3$,
 $dW_z=0.000\text{E}+000\text{mm}^3$

Ενεργή διατομή $A_{\text{netto}}=8.400\text{E}+003\text{mm}^2$, $W_{y,\text{netto}}=1.960\text{E}+005\text{mm}^3$,
 $W_{z,\text{netto}}=8.400\text{E}+004\text{mm}^3$

Χαρακτηριστικές τιμές υλικού

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{\text{mod}}=0.60$ (EC5 Πιν.3.1)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

$E_{005}=7400\text{MPa}$

$f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{\text{mod}} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.60 \times 21.00 / 1.30 = 9.69\text{ N/mm}^2$ (EN1995-1-1,
Εξ.2.14)

$f_{m y k}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{m y d}=K_{\text{mod}} \cdot f_{m y k} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.30 = 11.08\text{ N/mm}^2$

$f_{m z k}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{m z d}=K_{\text{mod}} \cdot f_{m z k} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.30 = 11.08\text{ N/mm}^2$

Φορτία διατομής

$F_{c0d}=-1.000\text{kN}$, $M_{y d}=0.500\text{kNm}$, $M_{z d}=0.500\text{kNm}$

Έλεγχος λυγισμού με κάμψη (EC5 EN1995-1-1:2009, §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 1.000 / 8400 = 0.12\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{m y d}=M_{y d}/W_{m y,\text{netto}}=1\text{E}+06 \times 0.500 / 1.960\text{E}+005 = 2.55\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{m z d}=M_{z d}/W_{m z,\text{netto}}=1\text{E}+06 \times 0.500 / 8.400\text{E}+004 = 5.95\text{ N/mm}^2$

Μήκη λυγισμού

$S_{k y}=1.00 \times 3.000 = 3.000\text{ m} = 3000\text{ mm}$

$S_{k z}=1.00 \times 3.000 = 3.000\text{ m} = 3000\text{ mm}$

Λυγηρότητες

$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}$, $\lambda_y = 3000 / 40 = 75.00$
 $i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}$, $\lambda_z = 3000 / 17 = 176.47$
Κρίσιμες τάσεις
 $\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E I_{005} / \lambda_y^2 = 12.98 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = (f_{c0k} / \sigma_{c,crit,y})^{1/2} = 1.27$ (EN1995-1-1, Εξ.6.21)
 $\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E I_{005} / \lambda_z^2 = 2.35 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = (f_{c0k} / \sigma_{c,crit,z})^{1/2} = 2.99$ (EN1995-1-1, Εξ.6.22)
 $\beta_c = 0.20$ (φυσικό ξύλο)
 $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.41$, $K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0.499$ (Εξ.6.27 6.25)
 $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 5.25$, $K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{1/2}) = 0.105$ (Εξ.6.28 6.26)
 $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{m, \sigma mzd} / f_{mzd} = 0.025 + 0.230 + 0.376 = 0.63 < 1$ (EN1995-1-1, Εξ.6.23)
 $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{m, \sigma myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.117 + 0.161 + 0.537 = 0.82 < 1$ (EN1995-1-1, Εξ.6.24)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Π-12 Δάπεδα

WOODexpress [Δάπεδο]
 Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΔΑΠΕ-001
 Ποσότητα Ευλίσια: C24, f_{yk}=24.0MPa, ρ_{yk}=14.0MP
 Ελάχιστη ποιότητα (EN1995-1-1, §2.3.1): Γάβια 1, περιεκτικότητα υγρα
 Συντ. υλικού γιν. ξύλου: 1.30
 Συνδυασμοί δράσεων: A-ψ₁=0.70, ψ₂=0.30
 Φορτίο επικάλυψης δαπέδου: 0.500 kN/m²
 Βιο βάρος δοκών και μόνωσης: 0.100 kN/m²
 Φορτίο οροφής εκτός δαπέδου: 0.300 kN/m²
 Κινητό φορτίο δαπέδου: 2.000 kN/m²
 Απόσταση δοκών πατώματος μεταξύ τους: d=0.600 m
 Ελεύθερο άνοιγμα δοκών πατώματος: l=3.000 m
 Διατομή δοκών πατώματος: B=60 mm, H=220 mm, 6Dx220
 Πάχος επίστρωσης πατώματος: h_f=25 mm
 Εγκάρσιο πλάτος πατώματος: b=6.000 m
 Λόγος ακαμμένων πατώματος (EN1995-1-1, §7.3.3): γ_{Ey}/γ_{Ez} 0.100

ΔΑΠΕ - 001
Δάπεδο ενός ανοίγματος
Τεχνικά Περιγραφικά στοιχεία, υλικά στοιχεία
Τρόπος κατασκευής
 20άρινο δάπεδο, από τμήλα C24
 Απόσταση μεταξύ δοκών πατώματος 0.600m, ελεύθερο άνοιγμα δοκού 3.000m
 Διατομή δοκών πατώματος BxH=60x220mm. Πέχος πατώματος 25mm
Κανονισμοί
 EN1995-1-1:2002
 EN1991-1-1:2002, Φορτία κατασκευής

Ο έλεγχος ικανοποιείται
Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd} = 2.845 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)
 Ορθογωνική διατομή, $b = 60 \text{ mm}$, $h = 220 \text{ mm}$, $A = 1.320 \text{ E} + 004 \text{ mm}^2$, $W_y = 4.840 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$,
 $W_z = 1.320 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod} = 0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
 $\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{c0k} = 21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 21.00 / 1.30 = 12.92 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$
 Ορθογωνική διατομή $K_m = 0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1 \text{ E} + 06 \times 2.845 / 4.840 \text{ E} + 005 = 5.88 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1 \text{ E} + 06 \times 0.000 / 1.320 \text{ E} + 005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$
Μήκη Λυγισμού
 $S_{ky} = 1.00 \times 3.000 = 3.000 \text{ m} = 3000 \text{ mm}$
 $S_{kz} = 0.10 \times 3.000 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$
Λυγηρότητες

$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 220 = 64 \text{ mm}$, $\lambda_y = 3000 / 64 = 46.88$
 $i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 17 = 17.65$
 $\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 60^2 \times 7400 / (220 \times 2700) = 34.98 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)
 $\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 220^2 \times 7400 / (60 \times 300) = 15520.27 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)
Κρίσιμες τάσεις
 $\sigma_{m,crit,y} = 34.98 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,m,y} = (f_{m,y} / \sigma_{m,crit,y})^{1/2} = 0.83$ (EC5 Εξ.6.30)
 $\sigma_{m,crit,z} = 15520.27 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,m,z} = (f_{m,z} / \sigma_{m,crit,z})^{1/2} = 0.04$ (EC5 Εξ.6.30)
 $\lambda_{rel,m,y} = 0.83$, ($0.75 < \lambda_{rel,m,y} < 1.40$, $K_{crit,y} = 1.56 - 0.75 \lambda_{rel,m,y}$), $K_{crit,y} = 0.94$ (EC5 Εξ.6.34)
 $\lambda_{rel,m,z} = 0.04$, ($\lambda_{rel,m,z} < 0.75$), $K_{crit,z} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)
 $\sigma_{m,y} / (K_{crit,y} \cdot f_{m,y}) + K_{m,y} \cdot \sigma_{m,z} / (K_{crit,z} \cdot f_{m,z}) = 0.424 + 0.000 = 0.42 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 $K_{m,y} \cdot \sigma_{m,y} / (K_{crit,y} \cdot f_{m,y}) + \sigma_{m,z} / (K_{crit,z} \cdot f_{m,z}) = 0.297 + 0.000 = 0.30 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Π-13 Δάπεδο δύο ανοιγμάτων

Δάπεδο δύο ανοιγμάτων
Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία
Τρόπος Κατασκευής
 Εύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24
 Απόσταση μεταξύ δοκών πατώματος 0.600m, ελεύθερα ανοίγματα δοκού L1=3.000m, L2=3.000m
 Διατομή δοκών πατώματος BxH=60mmx220mm. Πάχος πατώματος 25mm
Κανονισμοί
 EN1990:2002 Δράσεις
 EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής
 EN1995-1-1:2009 Εύλινες κατασκευές
Μέθοδος υπολογισμού
 Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη

Δάπεδο δύο ανοιγμάτων

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής

Εύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24
 Απόσταση μεταξύ δοκών πατώματος 0.600m, ελεύθερα ανοίγματα δοκού L1=3.000m, L2=3.000m

Διατομή δοκών πατώματος BxH=60mmx220mm. Πάχος πατώματος 25mm

Κανονισμοί

EN1990:2002 Δράσεις
 EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής
 EN1995-1-1:2009 Εύλινες κατασκευές

Μέθοδος υπολογισμού

Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη

σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις

σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Ιδιότητες υλικών (ξυλεία) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας <=12% (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0$ MPa, $f_{t0k} = 14.0$ MPa, $f_{t90k} = 0.4$ MPa

$f_{c0k} = 21.0$ MPa, $f_{c90k} = 5.3$ MPa, $f_{vk} = 2.5$ MPa

$E_{0m} = 11000$ MPa, $E_{005} = 7400$ MPa, $E_{90m} = 370$ MPa

$G_m = 690$ MPa, $\rho_k = 350$ Kg/m³

Κατανεμημένα φορτία δαπέδου

Επικάλυψη δαπέδου $G_e = 0.500$ kN/m²

Ιδιο βάρος (μόνωση-δοκοί) $G_w = 0.100$ kN/m²

Οροφή κάτω επιφάνειας $G_c = 0.300$ kN/m²

Σύνολο μόνιμων φορτίων $G_e+G_w+G_c = G_s = 0.900$ kN/m²

Κινητό φορτίο δαπέδου $Q_f = 2.000$ kN/m²

Φορτία ανά m δοκού δαπέδου

Μόνιμο φορτίο $G_k=0.600 \times 0.900 = 0.540$ kN/m

Κινητό φορτίο $Q_k=0.600 \times 2.000 = 1.200$ kN/m

Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου

Διατομή $B \times H = 60 \text{ mm} \times 220 \text{ mm}$, $A = 1.320 \text{ E} + 004 \text{ mm}^2$, $I = 1.174 \text{ E} + 008 \text{ mm}^4$, $W = 4.840 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$

Εντατικά μεγέθη δοκού (L1=3.000m, L2=3.000m)

Μόνιμο φορτία $G_k = 0.540$ kN/m, $\max V = 1.01$ kN, $\max M = 0.61$ kNm, $\max \Delta = 0.18$ mm

Κινητό φορτία $Q_k = 1.200$ kN/m, $\max V = 2.25$ kN, $\max M = 1.35$ kNm, $\max \Delta = 0.69$ mm

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3,

§7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο της δοκού (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ_0
ψ_1	ψ_2 Kdef			
	(G) Μόνιμο $G_k = 0.540$	0.183	Μόνιμη	1.00
1.00	1.00 0.60			
	(Qf) Κινητό $Q_k = 1.200$	0.693	Μεσοχρόνια	0.70
0.50	0.30 0.60			
Συνδυασμός φόρτισης		w.inst	w.fin [mm]	
	1 G	0.183	0.294	
	2 Q1	0.693	0.817	
	3 G + Q1	0.876	1.111	

$w_{fin,g} = w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q} = w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.876$ mm, $w_{fin} = 1.111$ mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.876$ mm < $L/300 = 3000/300 = 10.000$ mm

$w_{net,fin} = 1.111$ mm < $L/250 = 3000/250 = 12.000$ mm

$w_{fin} = 1.111$ mm < $L/200 = 3000/200 = 15.000$ mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ταλαντώσεις (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα πατώματος $f = (3.14/2L^2)(EI/M)^{1/2}$ (EC5 EN1995-1-1:2009 §7.3.3)

$L = 0.75 \times 3.000 \text{ m} = 2.250$ m, $E = 1.100 \text{ E} + 010$ N/m², $I = 1.174 \text{ E} - 004$ m⁴, $M = 55.05$ kg,

$f = 47.52$ Hz

$f = 47.52$ Hz > 8 Hz. Η θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα είναι αποδεκτή

$w/F = 0.60 \times 0.0150 \times L^3 / EI = 0.188$ <= $a = 1.0$ mm/kN, $L = 3.000$ m (EC5 Eq.7.3)

$(EI)l / (EI)b = 10$, $b/l = 6.00 / 2.25 = 2.67$, $n_{40} = 2.26$ (EC5 Εξ.7.7)

$v = 4 \times (0.4 + 0.6 \times 2.26) / (55.05 \times 6.00 \times 2.25 + 200) = 0.007$ (EC5 Εξ.7.6)

$\zeta = 0.01$, $v_{lim} = 120 \wedge (39.00 \times 0.01 - 1) = 0.054$, $v = 0.007 <= 0.054 = v_{lim}$, $a = 1.0$ mm/kN, $b = 120$ m/Ns² (EC5 Eq.7.4)

Οι απαιτήσεις EN 1995 §7.3.3 για πατώματα κατοικιών ικανοποιούνται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση	[kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q
ψ_0				
(G) Μόνιμο $G_k = 0.540$		Μόνιμη	1.35	0.00
1.00				

(Qf) Κινητό Qk = 1.200 Μεσοχρόνια 0.00 1.50
0.70

<u>M/Kmod</u>	<u>Σ.Φ.</u>	<u>Συνδυασμός φόρτισης</u>	<u>Κλάση διάρκειας</u>	<u>kmod</u>	<u>V/Kmod</u>
1.367	1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	2.278
3.556	2	γγ.G + γα.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	5.927
3.556		Μέγιστες τιμές			5.927

Έλεγχος διάτμησης, Fv=4.742 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x60=40 mm, h=220 mm, A= 8 800 mm²
Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
γM=1.30 (Πιν. 2.3)
fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x2.50/1.30=1.54N/mm² (EC5 Εξ.2.14)
Fv=4.742 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x4.742/8800=0.81N/mm² <
1.54N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος κάμψης, Myd=2.845 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, b=60mm, h=220mm, A=1.320E+004mm², Wy=4.840E+005mm³,
Wz=1.320E+005mm³
Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
γM=1.30 (Πιν. 2.3)
fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²
fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²
Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))
omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.845/4.840E+005= 5.88 N/mm²
omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.320E+005= 0.00 N/mm²
omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.398+0.000= 0.40 < 1 (EC5 Εξ.6.11)
Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.279+0.000= 0.28 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, Myd=2.845 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, b=60mm, h=220mm, A=1.320E+004mm², Wy=4.840E+005mm³,
Wz=1.320E+005mm³
Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
γM=1.30 (Πιν. 2.3)
fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x21.00/1.30=12.92N/mm²
fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²
fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²
Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))
omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.845/4.840E+005= 5.88 N/mm²
omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.320E+005= 0.00 N/mm²

Μήκη λυγισμού

Sky= 1.00x3.000=3.000 m= 3000 mm

Skz= 0.10x3.000=0.300 m= 300 mm

Λυγνρότητες

iy=(Iy/A)^{1/2}=0.289x 220= 64 mm, λy= 3000/ 64= 46.88

iz=(Iz/A)^{1/2}=0.289x 60= 17 mm, λz= 300/ 17= 17.65

σm,crit=0.78·b²·E005/(h·Lef)=0.78x60²x 7400/(220x2700)= 34.98N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

σm,crit=0.78·b²·E005/(h·Lef)=0.78x220²x 7400/(60x300)=15520.27N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

σm,crity= 34.98 N/mm², λrel,my=(fmyk/σm,crity)^{1/2}= 0.83 (EC5 Εξ.6.30)

σm,critz=15520.27 N/mm², λrel,mz=(fmzk/σm,critz)^{1/2}= 0.04 (EC5 Εξ.6.30)

λrel,my=0.83, (0.75<λrel<=1.40, Kcrit=1.56-0.75λrelm), Kcritey=0.94 (EC5 Εξ.6.34)

λrel,mz=0.04, (λrel<=0.75), Kcritz=1.00 (EC5 Εξ.6.34)

omyd/(Kcritey·fmyd)+Km.omzd/(Kcritz·fmzd)=0.424+0.000= 0.42 < 1 (EC5 Εξ.6.33)

Km.omyd/(Kcritey·fmyd)+omzd/(Kcritz·fmzd)=0.297+0.000= 0.30 < 1 (EC5 Εξ.6.33)

Π-14 Ξύλινη δοκός αμφιέριστη

WOODexpress [Ξύλινη δοκός αμφιέριστη]

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΔΑΠΕ-001

Ποιότητα ξυλείας: C24, $f_{mk}=24.0\text{MPa}$, $f_{tk}=14.0\text{MPa}$

Κλάση λειτουργίας (EN1995-1-1, §2.3.1.3): Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$

Συντ. υλικού για ξύλο: 1.30

Συνδυασμοί δράσεων: A-ψ₁=0.70, ψ₂=0.30

Μόνιμο φορτίο: 0.500 kN/m

Κινητό φορτίο: 2.000 kN/m

Ελεύθερο άνοιγμα δοκών πατώματος: $L=3.000\text{m}$

Διατομή δοκών πατώματος: B=60 mm, H=220 mm, ED-220

ΔΑΠΕ.-001

Ξύλινη δοκός αμφιέριστη

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής
 Ξύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24
 Ελεύθερο άνοιγμα δοκού 3.000 m
 Διατομή δοκού BxH=60mmx220mm

Κανονισμοί
 EN1990:2002 Δράσεις
 EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής
 EN1995-1-1:2009 Ξύλινες κατασκευές

Μέθοδος υπολογισμού
 Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.2)

Ιδιότητες υλικών (ξυλεία) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)
 Ποιότητα ξυλείας: C24
 Κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)
 Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας
 $f_{mk} = 24.0\text{ MPa}$, $f_{tk} = 14.0\text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4\text{ MPa}$
 $f_{c0k} = 21.0\text{ MPa}$, $f_{c90k} = 5.3\text{ MPa}$, $f_{vk} = 2.5\text{ MPa}$
 $E_{0m} = 11000\text{ MPa}$, $E_{005} = 7400\text{ MPa}$, $E_{90m} = 370\text{ MPa}$
 $G_m = 690\text{ MPa}$, $\rho_k = 350\text{ Kg/m}^3$

Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου
 Διατομή BxH=60mmx220mm, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $I=5.324\text{E}+007\text{mm}^4$, $W=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$

Εντατικά μεγέθη δοκού (L=3.000m)

Μόνιμο φορτίο $G_k = 0.500\text{ kN/m}$	$\max V = 0.75\text{ kN}$	$\max M = 0.56\text{ kNm}$	$\max \Delta = 0.97\text{ mm}$
Κινητό φορτίο $Q_k = 2.000\text{ kN/m}$	$\max V = 3.00\text{ kN}$	$\max M = 2.25\text{ kNm}$	$\max \Delta = 3.90\text{ mm}$

ΔΑΠΕ.-001

Ξύλινη δοκός αμφιέριστη

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής

Ξύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24
 Ελεύθερο άνοιγμα δοκού 3.000 m
 Διατομή δοκού BxH=60mmx220mm

Κανονισμοί

EN1990:2002 Δράσεις
 EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής
 EN1995-1-1:2009 Ξύλινες κατασκευές

Μέθοδος υπολογισμού

Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι

ταλαντώσεις

σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.2)

Ιδιότητες υλικών (ξυλεία) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0\text{ MPa}$, $f_{tk} = 14.0\text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4\text{ MPa}$

$f_{c0k} = 21.0\text{ MPa}$, $f_{c90k} = 5.3\text{ MPa}$, $f_{vk} = 2.5\text{ MPa}$

$E_{0m} = 11000\text{ MPa}$, $E_{005} = 7400\text{ MPa}$, $E_{90m} = 370\text{ MPa}$

$G_m = 690\text{ MPa}$, $\rho_k = 350\text{ Kg/m}^3$

Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου

Διατομή BxH=60mmx220mm, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $I=5.324\text{E}+007\text{mm}^4$, $W=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$

Εντατικά μεγέθη δοκού (L=3.000m)

Μόνιμο φορτίο $G_k = 0.500\text{ kN/m}$, $\max V = 0.75\text{ kN}$, $\max M = 0.56\text{ kNm}$, $\max \Delta = 0.97\text{ mm}$

Κινητό φορτίο $Q_k = 2.000\text{ kN/m}$, $\max V = 3.00\text{ kN}$, $\max M = 2.25\text{ kNm}$, $\max \Delta = 3.90\text{ mm}$

§7) Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3,

Ελεγχος βέλους κάμψης στο μέσο της δοκού (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]			u[mm]	Δράση	ψ0
ψ1	ψ2	Kdef			
1.00	1.00	(G) Μόνιμο Gk = 0.500	0.975	Μόνιμη	1.00
0.50	0.30	(Qf) Κινητό Qk = 2.000	3.898	Μεσοχρόνια	0.70
Συνδυασμός φόρτισης			w.inst	w.fin [mm]	
1 G			0.975	1.559	
2 Q1			3.898	4.600	
3 G + Q1			4.873	6.159	

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef)(EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

w.inst = 4.873 mm, w.fin = 6.159 mm

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης

w.inst = 4.873 mm < L/300=3000/300= 10.000 mm

w.net,fin = 6.159 mm < L/250=3000/250= 12.000 mm

w.fin = 6.159 mm < L/200=3000/200= 15.000 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ταλαντώσεις (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα πατώματος $f=(3.14/2L^2)(EI/M)^{1/2}$ (EC5 EN1995-1-1:2009 §7.3.3)

L=3.000 m, E=1.100E+010 N/m², I=5.324E-005 m⁴, M=50.97 kg, f=18.71 Hz

f=18.71 Hz > 8 Hz. Η θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα είναι αποδεκτή

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση [kN/m]		Δράση	γg	γq
ψ0	(G) Μόνιμο Gk = 0.500	Μόνιμη	1.35	0.00
1.00	(Qf) Κινητό Qk = 2.000	Μεσοχρόνια	0.00	1.50
0.70				
Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	V/Kmod
M/Kmod	1 γg.G	Μόνιμη	0.60	1.688
1.266	2 γg.G + γq.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	6.891
5.168	Μέγιστες τιμές			6.891
5.168				

Ελεγχος διάτμησης, Fv=5.512 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x60=40 mm, h=220 mm, A= 8 800 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x2.50/1.30=1.54N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fv=5.512 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x5.512/8800=0.94N/mm² <

1.54N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης, Myd=4.134 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, b=60mm, h=220mm, A=1.320E+004mm², Wγ=4.840E+005mm³, Wz=1.320E+005mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x4.134/4.840E+005= 8.54 N/mm²

omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.320E+005= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.578+0.000= 0.58 < 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.405+0.000= 0.40 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, Myd=4.134 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80\times 21.00/1.30=12.92\text{N/mm}^2$

$f_{yk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{yd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.80\times 24.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$

$f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80\times 24.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 4.134/4.840\text{E}+005= 8.54\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/1.320\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky}= 1.00\times 3.000=3.000\text{ m}= 3000\text{ mm}$

$S_{kz}= 0.10\times 3.000=0.300\text{ m}= 300\text{ mm}$

Λυγηρότητες

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289\times 220= 64\text{ mm}$, $\lambda_y= 3000/ 64= 46.88$

$i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289\times 60= 17\text{ mm}$, $\lambda_z= 300/ 17= 17.65$

$\sigma_{m,crit}=0.78\cdot b^2\cdot E_{005}/(h\cdot L_{ef})=0.78\times 60^2\times 7400/(220\times 2700)= 34.98\text{N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

$\sigma_{m,crit}=0.78\cdot b^2\cdot E_{005}/(h\cdot L_{ef})=0.78\times 220^2\times 7400/(60\times 300)=15520.27\text{N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crity}= 34.98\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my}=(f_{yk}/\sigma_{m,crity})^{1/2}= 0.83$ (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,critz}=15520.27\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz}=(f_{mk}/\sigma_{m,critz})^{1/2}= 0.04$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.83$, ($0.75<\lambda_{rel}\leq 1.40$, $K_{crit}=1.56-0.75\lambda_{relm}$), $K_{critey}=0.94$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz}=0.04$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{critz}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{yd}/(K_{critey}\cdot f_{yd})+K_m\cdot\sigma_{zd}/(K_{critz}\cdot f_{md})=0.616+0.000= 0.62 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$K_m\cdot\sigma_{yd}/(K_{critey}\cdot f_{yd})+\sigma_{zd}/(K_{critz}\cdot f_{md})=0.431+0.000= 0.43 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Π-15 Ξύλινη δοκός δύο ανοιγμάτων

WOODexpress [Ξύλινη δοκός δύο ανοιγμάτων]

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΔΑΠΕ-001

Ποιότητα ξυλείας: C24, $f_{tk}=24.00\text{MPa}$, $f_{yk}=24.00\text{MP}$

Κλάση λειτουργίας (EN1995-1-1, §2.3.1.3): Κλίση 1, περιεκτικότητα υγρα.

Συντ. υλικού γιν. ξύλου: 1.30

Συντελεστές βράστασης: $A\cdot\psi_0=0.70$, $\psi_2=0.30$

Μήκμο ασφατί: 0.500 m

Κινητό φορτίο: 2.000 kN/m

Ελεύθερα άνοιγμα βράστων πατώματος: $L1= 3.000\text{ m}$, $L2= 3.000\text{ m}$

Διατομή δοκών πατώματος: $B= 60\text{ mm}$, $H= 220\text{ mm}$, 60×220

ΔΑΠΕ - 001

Ξύλινη δοκός δύο ανοιγμάτων

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής:
 Ξύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24
 Ξυλόστρω ανοιγμάτω δοκός $L1=3.000\text{ m}$, $L2=3.000\text{ m}$
 Διατομή δοκού $B\times H=60\times 220\text{mm}$

Στοιχεία:
 EN1995-1-1:2002 Δοκός
 EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής
 EN1995-1-1:2002 Ξύλινες κατασκευές

Μέθοδος υπολογισμού:
 Τελολογίζονται οι ροταρικές θωλήσεις στο άκρο και στο μέσον του δοκόν του πατώματος, καθώς και τα κλαστικά βέλη κλίσης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσων σύμφωνα με του Eur. 1 και Eur. 5, και γίνονται λάα οι έλεγχοι γέρονσης κινότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Υπόλοιπα υλικών (ξυλεία) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3):
 Ποιότητα ξυλείας: C24

Ξύλινη δοκός δύο ανοιγμάτων

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής

Ξύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24

Ελεύθερα ανοίγματα δοκού L1=3.000 m, L2=3.000 m
 Διατομή δοκού BxH=60mmx220mm

Κανονισμοί

EN1990:2002 Δράσεις
 EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής
 EN1995-1-1:2009 Ξύλινες κατασκευές

Μέθοδος υπολογισμού

Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις

σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Ιδιότητες υλικών (ξυλεία) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας <=12% (EC5 §2.3.1.3)
 Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

f_{mk} = 24.0 MPa, f_{t0k} = 14.0 MPa, f_{t90k} = 0.4 MPa
 f_{c0k} = 21.0 MPa, f_{c90k} = 5.3 MPa, f_{vk} = 2.5 MPa
 E_{0m} = 11000 MPa, E₀₀₅ = 7400 MPa, E_{90m} = 370 MPa
 G_m = 690 MPa, ρ_k = 350 Kg/m³

Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου

Διατομή BxH=60mmx220mm, A=1.320E+004mm², I=5.324E+007mm⁴, W=4.840E+005mm³

Εντατικά μεγέθη δοκού (L1=3.000m, L2=3.000m)

Μόνιμο φορτία G_k= 0.500kN/m, maxV= 0.94kN, maxM= 0.56kNm, maxΔ= 0.37mm
 Κινητό φορτία Q_k= 2.000kN/m, maxV= 3.75kN, maxM= 2.25kNm, maxΔ= 2.54mm

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3,

§7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο της δοκού (EC5 §7.2)

ψ1	Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0
	ψ2 Kdef			
1.00	(G) Μόνιμο G _k = 0.500	0.375	Μόνιμη	1.00
0.50	(Qf) Κινητό Q _k = 2.000	2.545	Μεσοχρόνια	0.70

Συνδυασμός φόρτισης

	w.inst	w.fin [mm]
1 G	0.375	0.599
2 Q1	2.545	3.003
3 G + Q1	2.920	3.602

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef)(EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

w.inst = 2.920 mm, w.fin = 3.602 mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

w.inst = 2.920 mm < L/300=3000/300= 10.000 mm
 w.net,fin = 3.602 mm < L/250=3000/250= 12.000 mm
 w.fin = 3.602 mm < L/200=3000/200= 15.000 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ταλαντώσεις (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα πατώματος f=(3.14/2L²)(EI/M)^½(EC5 EN1995-1-1:2009 §7.3.3)

L=0.75x3.000m=2.250 m, E=1.100E+010 N/m², I=5.324E-005 m⁴, M=50.97 kg,
 f=33.26 Hz

f=33.26 Hz > 8 Hz. Η θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα είναι αποδεκτή

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

ψ0	Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq
1.00	(G) Μόνιμο G _k = 0.500	Μόνιμη	1.35	0.00
0.70	(Qf) Κινητό Q _k = 2.000	Μεσοχρόνια	0.00	1.50

M/Kmod	Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	V/Kmod
1.266	1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	2.109
5.168	2	γγ.G + γα.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	8.613
5.168		Μέγιστες τιμές			8.613

Έλεγχος διάτμησης, $F_v=6.891 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 60=40 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=8800 \text{ mm}^2$
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{vk}=2.50 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 2.50 / 1.30 = 1.54 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)
 $F_v=6.891 \text{ kN}$, $\tau_{0d}=1.50 F_v / (0d / A_{netto}) = 1000 \times 1.50 \times 6.891 / 8800 = 1.17 \text{ N/mm}^2 < 1.54 \text{ N/mm}^2 = f_{vd}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=4.134 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=1.320 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=4.840 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=1.320 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_{yd} / W_{my,netto} = 1 \text{ E}+06 \times 4.134 / 4.840 \text{ E}+005 = 8.54 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{zd}=M_{zd} / W_{mz,netto} = 1 \text{ E}+06 \times 0.000 / 1.320 \text{ E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{yd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{zd} / f_{mzd} = 0.578 + 0.000 = 0.58 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{yd} / f_{myd} + \sigma_{zd} / f_{mzd} = 0.405 + 0.000 = 0.40 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd}=4.134 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=1.320 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=4.840 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=1.320 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 21.00 / 1.30 = 12.92 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_{yd} / W_{my,netto} = 1 \text{ E}+06 \times 4.134 / 4.840 \text{ E}+005 = 8.54 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{zd}=M_{zd} / W_{mz,netto} = 1 \text{ E}+06 \times 0.000 / 1.320 \text{ E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky} = 1.00 \times 3.000 = 3.000 \text{ m} = 3000 \text{ mm}$

$S_{kz} = 0.10 \times 3.000 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$

Λυγνηρότητες

$i_y = (I_y / A)^{1/2} = 0.289 \times 220 = 64 \text{ mm}$, $\lambda_y = 3000 / 64 = 46.88$

$i_z = (I_z / A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 17 = 17.65$

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 60^2 \times 7400 / (220 \times 2700) = 34.98 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 220^2 \times 7400 / (60 \times 300) = 15520.27 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crit,y} = 34.98 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my} = (f_{myk} / \sigma_{m,crit,y})^{1/2} = 0.83$ (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,crit,z} = 15520.27 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz} = (f_{mzk} / \sigma_{m,crit,z})^{1/2} = 0.04$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my} = 0.83$, ($0.75 < \lambda_{rel} \leq 1.40$, $K_{crit} = 1.56 - 0.75 \lambda_{rel,m}$), $K_{crit,y} = 0.94$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz} = 0.04$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crit,z} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{yd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{zd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.616 + 0.000 = 0.62 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{yd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{zd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.431 + 0.000 = 0.43 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Π-16 Δάπεδα ξύλο- Beton

WOODexpress [Δάπεδο Ξύλο-Μπετόν]

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΔΑΠΕ-001

Ποιότητα ξυλείας: C24, $f_{mk}=24.0MPa$, $f_{tk}=14.0MPa$

Κλάση λειτουργίας (EN1995-1-1, §2.3.1.3): Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$

Συντ. υλικού για ξύλο: 1.30 Χάλυβα: 1.10 Συνδυασμοί βελόνων: A-ψ₂*0.70, ψ₂*0.30

Φορτίο επικάλυψης δαπέδου: 0.500 kN/m²

Επιβ. βάρος δοκών και μόνωσης: 0.100 kN/m²

Φορτίο οροφής εκτός δαπέδου: 0.300 kN/m²

Κινητό φορτίο δαπέδου: 2.000 kN/m²

Απόσταση δοκών πατώματος μεταξύ τους: d= 0.600 m

Ελεύθερο άνοιγμα δοκών πατώματος: L= 3.000 m

Διατομή δοκών πατώματος: B= 60 mm H= 220 mm 60x220

Πάχος πλάκας σκυροδέματος: h₁= 40 mm ρ_c= 2400 kg/m³

Κενό ανάμεσα από σκυρόδεμα και ξύλο: h₃= 20 mm

Κατηγορία αντοχής σκυροδέματος και χάλυβα: C25/30 B550A

Βήμα (τραβ. διάμετρος και αριθμωτική αντοχή): D₁= 10.0 mm l_w= 500 mm/m²

Απόσταση βήτηρων (0 επιλογή από το πρόγραμμα): s= 100 mm

ΔΑΠΕ.-001

Δάπεδο Ξύλο-Μπετόν

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής

Σύνθετο πάτωμα ξύλο-σκυρόδεμα

Κατηγορία ξυλείας : C24

Κατηγορία σκυροδέματος: C25/30

Ελεύθερο άνοιγμα δοκών πατώματος: L= 3.000m

Πάχος πλάκας σκυροδέματος : h₁= 40mm

Διατομή δοκών πατώματος : BxH=60mmx220mm

Απόσταση μεταξύ δοκών πατώματος : 0.600 m

Κανονισμοί

EN1990:2002 Δράσεις

EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής

EN1995-1-1:2009 Ξύλινες κατασκευές

EN1992-1-1:2004 Κατασκευές από σκυρόδεμα

EN1994-1-1:2000 Σύμμικτες κατασκευές από σκυρόδεμα και χάλυβα

Μέθοδος υπολογισμού

Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Ιδιότητες σύνθετου πατώματος από ξύλο και σκυρόδεμα σύμφωνα με:

Ιδιότητες υλικών

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EN1995-1-1, §2.3.1.3)

$f_{mk} = 24.0 MPa$, $f_{tk} = 14.0 MPa$, $f_{t90k} = 0.4 MPa$

$f_{c0k} = 21.0 MPa$, $f_{c90k} = 5.3 MPa$, $f_{vk} = 2.5 MPa$

$E_{0m} = 11000 MPa$, $E_{005} = 7400 MPa$, $E_{90m} = 370 MPa$

ΔΑΠΕ.-001

Δάπεδο Ξύλο-Μπετόν

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής

Σύνθετο πάτωμα ξύλο-σκυρόδεμα

Κατηγορία ξυλείας : C24

Κατηγορία σκυροδέματος: C25/30

Ελεύθερο άνοιγμα δοκών πατώματος: L= 3.000m

Πάχος πλάκας σκυροδέματος : h₁= 40mm

Διατομή δοκών πατώματος : BxH=60mmx220mm

Απόσταση μεταξύ δοκών πατώματος : 0.600 m

Κανονισμοί

EN1990:2002 Δράσεις

EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής

EN1995-1-1:2009 Ξύλινες κατασκευές

EN1992-1-1:2004 Κατασκευές από σκυρόδεμα

EN1994-1-1:2000 Σύμμικτες κατασκευές από σκυρόδεμα και χάλυβα

Μέθοδος υπολογισμού

Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις

σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Ιδιότητες σύνθετου πατώματος από ξύλο και σκυρόδεμα σύμφωνα με:

Ιδιότητες υλικών

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EN1995-1-1, §2.3.1.3)

$f_{mk} = 24.0 MPa$, $f_{tk} = 14.0 MPa$, $f_{t90k} = 0.4 MPa$

$f_{c0k} = 21.0 MPa$, $f_{c90k} = 5.3 MPa$, $f_{vk} = 2.5 MPa$

$E_{0m} = 11000 MPa$, $E_{005} = 7400 MPa$, $E_{90m} = 370 MPa$

Gm = 690 MPa, ρk = 350 Kg/m³
Χαρακτηριστικές ιδιότητες σκυροδέματος (EC2 EN1992-1-1:2004, §3.1)
 Πλάκα σκυροδέματος: C25/30, fck=25 N/mm², fcm=2.60 N/mm², Ecm=31000 N/mm²
 fcd=0.85x25/1.50=14.17 N/mm², fctmd=0.85x3/1.50=1.47 N/mm² (EC4 EN1994-1-1:2000, §4.4.1.4)

Χάλυβας σκυροδέματος: B550A

Χαρακτηριστικές ιδιότητες συνδέσμων

Διάμετρος συνδέσμων Ø=10.0 mm, Εφελκυστική αντοχή fu=500 N/mm²
 Απόσταση συνδέσμων: smin=100 mm (0-L/4, 3L/4-L), smax=300 mm (L/4-3L/4)
 sef=0.75x100+0.25x300=150 mm (EC5 EN1995-1-1:2009, §9.1.3(2))

Κατανομημένα φορτία δαπέδου

Επικάλυψη δαπέδου Ge= 0.500 kN/m²
 Ιδιο βάρος πλάκας σκυροδέματος Gb= 0.960 kN/m²
 Ιδιο βάρος (μόνωση-δοκοί) Gw= 0.100 kN/m²
 Οροφή κάτω επιφάνειας Gc= 0.300 kN/m²
 Σύνολο μόνιμων φορτίων Ge+Gb+Gw+Gc= Gs= 1.860 kN/m²
 Κινητό φορτίο δαπέδου Qf= 2.000 kN/m²

Φορτία ανά m δοκού δαπέδου

Μόνιμο φορτίο Gk=0.600x 1.860= 1.116 kN/m
 Κινητό φορτίο Qk=0.600x 2.000= 1.200 kN/m

Αντοχή συνδέσμων

Πλευρά σκυροδέματος, (EC4 EN1994-1-1:2000, §6.3.2.1)

Αστοχία σε διάτμηση, Rd=0.8fu(pd²/4)/γv=25.13 kN (EC4 EN1994-1-1:2000, Εξ.6.13)

Τοπική θλίψη, Rd=0.23d²(fck.Ecm/γv)^{1/2}=18.11 kN (EC4 EN1994-1-1:2000, Εξ.6.14)

d=10.0mm, fu=500N/mm², fck=25N/mm², Ecm=31000N/mm², γv=1.25

Πλευρά ξύλου, (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.8.10.d)

fhk=0.082(1-0.01d)ρk=25.83N/mm², (ρk=350kg/m³, d=10.0mm) (EN1995-1-1 Εξ.8.32)

Myrk=0.30fuk.d².6=0.30x500x10.0².6=59716 Nmm (fuk=500N/mm²) (EN1995-1-1 Εξ.8.30)

Fvrk=2.30[Myrk.fhk.d]^{1/2}=9.033 kN (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.10.d)

Κλάσεις διάρκειας : Μόνιμη, kmod=0.60

Rd=Kmod.Fvrk/γM=0.60x9.033/1.30=4.169 kN

Κλάσεις διάρκειας : Μακροχρόνια, kmod=0.70

Rd=Kmod.Fvrk/γM=0.70x9.033/1.30=4.864 kN

Κλάσεις διάρκειας : Μεσοχρόνια, kmod=0.80

Rd=Kmod.Fvrk/γM=0.80x9.033/1.30=5.559 kN

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ιδιότητες σύνθετης διατομής (EC5 EN1995-1-1:2009 Παράρτημα Β)

Συνεργαζόμενο πλάτος, b1=2L/8=2x3000/8=750mm and b1<=600mm. b1=600mm (EN1994-1-1, §2.2.21)

Ku=(2/3)*Kser=(2/3)(ρk)^{1.5}(d/23)=(2/3)x(350)^{1.5}(10/23)=8333 N/mm (Πιν. 7.1)

μέση απόσταση συνδέσμων sef=150 mm
 b1=600mm, h1=40mm

A1=600x40=24000 mm²

I1=600x40³/12=3.20E+006 mm⁴

E1=31000 N/mm²

γ1=0.06

α1=113.1 mm

EIef=1.49E+012 Nmm²

b2=60mm, h2=220mm

A2=60x220=13200 mm²

I2=60x220³/12=5.32E+007 mm⁴

E2=11000 N/mm²

γ2=1.00

α2=36.9 mm

Εντατικά μεγέθη δοκού (L=3.000m)

Μόνιμο φορτία Gk= 1.116kN/m, maxV= 1.67kN, maxM= 1.26kNm, maxΔ= 0.96mm

Κινητό φορτία Qk= 1.200kN/m, maxV= 1.80kN, maxM= 1.35kNm, maxΔ= 1.03mm

Δυνάμεις σχεδιασμού (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq
(G) Μόνιμο Gk = 1.116	Μόνιμη	1.35	0.00
(Qf) Κινητό Qk = 1.200	Μεσοχρόνια	0.00	1.50

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	V/Kmod
1	γg.G	Μόνιμη	0.60	3.766

2.825

4.650	2	γγ.G + γγ.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	6.200
4.650		Μέγιστες τιμές			6.200

Τάσεις σχεδιασμού

Μεγίστη Ροπή $M=3.72$ kNm, μέγιστη Τέμνουσα $V=4.96$ kN

Πλευρά σκυροδέματος

$\sigma_{cl,d} = \gamma_1 \cdot E_1 \cdot \alpha_1 \cdot M / (EI)_{ef} = 0.56$ N/mm² (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.3a)
 $\sigma_{ml,d} = 0.5E_1 \cdot h_1 \cdot Md / (EI)_{ef} = 1.55$ N/mm² (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.3b)
 $\sigma_{cd} = 0.56 + 1.55 = 2.11$ N/mm² < 14.17 N/mm² (Θλίψη)
 $\sigma_{td} = 1.55 - 0.56 = 0.99$ N/mm² < 1.47 N/mm² (εφελκυσμός)

Πλευρά ξύλου

$\sigma_{c2,d} = \gamma_2 \cdot E_2 \cdot \alpha_2 \cdot M / (EI)_{ef} = 1.01$ N/mm² (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.3a)
 $\sigma_{m2,d} = 0.5E_2 \cdot h_2 \cdot Md / (EI)_{ef} = 3.02$ N/mm² (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.3b)
 $\tau_{2,max} = 1.50 Vd / (b \cdot h) = 0.56$ N/mm² (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.4)
 $f_{md} = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77$ N/mm²
 $f_{t0,d} = 0.80 \times 14.00 / 1.30 = 8.62$ N/mm²
 $f_{vd} = 0.80 \times 2.50 / 1.30 = 1.54$ N/mm²
 $\sigma_{t2,d} / f_{t0,d} + \sigma_{m2,d} / f_{md} = 1.01 / 8.62 + 3.02 / 14.77 = 0.32 < 1.00$
 $\tau_{2,max} = 0.56$ N/mm² < 1.54 N/mm²

Σχεδιασμός συνδέσμων

Απόσταση συνδέσμων: $s_{min} = 100$ mm (0-L/4, 3L/4-L), $s_{max} = 300$ mm (L/4-3L/4)
 $sef = 0.75 \times 100 + 0.25 \times 300 = 150$ mm (EC5 EN1995-1-1:2009, §9.1.3(2))
 $F_{1,d} = \gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot \alpha_1 \cdot s_1 \cdot Vd / (EI)_{ef}$ (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.4)
 $F_{1,d} = 0.06 \times 31000 \times 24000 \times 113.07 \times 100.0 \times 4.96 / 1.49E+012 = 1.79$ kN < 5.56 kN

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3,

§7)

Ιδιότητες σύνθετης διατομής (EC5 EN1995-1-1:2009 Παράρτημα Β)

Συνεργαζόμενο πλάτος, $b_1 = 2L/8 = 2 \times 3000/8 = 750$ mm and $b_1 \leq 600$ mm. $b_1 = 600$ mm
(EN1994-1-1, §2.2.21)
 $K_{ser} = (\rho_k)^{1.5} (d/23) = (350)^{1.5} \times (10/23) = 12500$ N/mm (EC5 EN1995-1-1:2009, Πιν. 7.1)

μέση απόσταση συνδέσμων $sef = 150$ mm

$b_1 = 600$ mm, $h_1 = 40$ mm	$b_2 = 60$ mm, $h_2 = 220$ mm
$A_1 = 600 \times 40 = 24000$ mm ²	$A_2 = 60 \times 220 = 13200$ mm ²
$I_1 = 600 \times 40^3 / 12 = 3.20E+006$ mm ⁴	$I_2 = 60 \times 220^3 / 12 = 5.32E+007$ mm ⁴
$E_1 = 31000$ N/mm ²	$E_2 = 11000$ N/mm ²
$\gamma_1 = 0.09$	$\gamma_2 = 1.00$
$\alpha_1 = 101.7$ mm	$\alpha_2 = 48.3$ mm
$EI_{ef} = 1.74E+012$ Nmm ²	

Εντατικά μεγέθη δοκού (L=3.000m)

Μόνιμο φορτία $G_k = 1.116$ kN/m, $maxV = 1.67$ kN, $maxM = 1.26$ kNm, $max\Delta = 0.84$ mm
Κινητό φορτία $Q_k = 1.200$ kN/m, $maxV = 1.80$ kN, $maxM = 1.35$ kNm, $max\Delta = 0.91$ mm

Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο της δοκού (EC5 §7.2)

ψ1	Φόρτιση [kN/m]		u [mm]	Δράση	ψ0
	ψ2	Kdef			
1.00	(G) Μόνιμο $G_k = 1.116$		0.843	Μόνιμη	1.00
0.50	(Qf) Κινητό $Q_k = 1.200$		0.907	Μεσοχρόνια	0.70

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 G	0.843	1.349
2 Q1	0.907	1.070
3 G + Q1	1.750	2.419

$w_{fin,g} = w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q} = w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 1.750$ mm, $w_{fin} = 2.419$ mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 1.750$ mm < $L/300 = 3000/300 = 10.000$ mm
 $w_{net,fin} = 2.419$ mm < $L/250 = 3000/250 = 12.000$ mm
 $w_{fin} = 2.419$ mm < $L/200 = 3000/200 = 15.000$ mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τελικό στάδιο

Τελικό μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος (EC4 EN1994-1-1:2000, §3.1.4.2(4))
 $E1,fin = E_{cm}/2 = 31000/2 = 15500 \text{ N/mm}^2$

Τελικό μέτρο ελαστικότητας ξύλου (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.3.2.2)

$E2,fin = E_o,meam / (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) = 11000 / (1 + 0.50 \times 0.60) = 8462 \text{ N/mm}^2$

$K_{ser,fin} = K_{ser} / (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) = 12500.000 / (1 + 0.50 \times 0.60) = 9615.385 \text{ N/mm}$

Ιδιότητες σύνθετης διατομής (EC5 EN1995-1-1:2009 Παράρτημα Β)

Συνεργαζόμενο πλάτος, $b1 = 2L/8 = 2 \times 3000/8 = 750 \text{ mm}$ and $b1 \leq 600 \text{ mm}$. $b1 = 600 \text{ mm}$

(EN1994-1-1, §2.2.21)

$K_u = (2/3) \cdot K_{ser} = (2/3) \times 9615 = 6410 \text{ N/mm}$

μέση απόσταση συνδέσμων $sef = 150 \text{ mm}$

$b1 = 600 \text{ mm}$, $h1 = 40 \text{ mm}$

$b2 = 60 \text{ mm}$, $h2 = 220 \text{ mm}$

$A1 = 600 \times 40 = 24000 \text{ mm}^2$

$A2 = 60 \times 220 = 13200 \text{ mm}^2$

$I1 = 600 \times 40^3 / 12 = 3.20E+006 \text{ mm}^4$

$I2 = 60 \times 220^3 / 12 = 5.32E+007 \text{ mm}^4$

$E1 = 15500 \text{ N/mm}^2$

$E2 = 8462 \text{ N/mm}^2$

$\gamma1 = 0.09$

$\gamma2 = 1.00$

$\alpha1 = 114.0 \text{ mm}$

$\alpha2 = 36.0 \text{ mm}$

$EI_{ef} = 1.10E+012 \text{ Nmm}^2$

Εντατικά μεγέθη δοκού (L=3.000m)

Μόνιμο φορτίο $G_k = 1.116 \text{ kN/m}$, $maxV = 1.67 \text{ kN}$, $maxM = 1.26 \text{ kNm}$, $max\Delta = 1.23 \text{ mm}$

Κινητό φορτίο $Q_k = 1.200 \text{ kN/m}$, $maxV = 1.80 \text{ kN}$, $maxM = 1.35 \text{ kNm}$, $max\Delta = 1.33 \text{ mm}$

Δυνάμεις σχεδιασμού (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ψο	Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq
1.00	(G) Μόνιμο $G_k = 1.116$	Μόνιμη	1.35	0.00
0.70	(Qf) Κινητό $Q_k = 1.200$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50
	Σ.Φ. Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	V/Kmod
2.825	1 γg.G	Μόνιμη	0.60	3.766
4.650	2 γg.G + γq.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	6.200
4.650	Μέγιστες τιμές			6.200

Τάσεις σχεδιασμού

Μεγίστη Ροπή $M = 3.72 \text{ kNm}$, μέγιστη Τέμνουσα $V = 4.96 \text{ kN}$

Πλευρά σκυροδέματος

$\sigma_{1d} = \gamma_1 \cdot E1 \cdot \alpha_1 \cdot M / (EI)_{ef} = 0.56 \text{ N/mm}^2$ (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.3a)

$\sigma_{m1d} = 0.5E1 \cdot h1 \cdot Md / (EI)_{ef} = 1.05 \text{ N/mm}^2$ (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.3b)

$\sigma_{cd} = 0.56 + 1.05 = 1.61 \text{ N/mm}^2 < 14.17 \text{ N/mm}^2$ (θλίψη)

$\sigma_{td} = 1.05 - 0.56 = 0.48 \text{ N/mm}^2 < 1.47 \text{ N/mm}^2$ (εφελκυσμός)

Πλευρά ξύλου

$\sigma_{2d} = \gamma_2 \cdot E2 \cdot \alpha_2 \cdot M / (EI)_{ef} = 1.03 \text{ N/mm}^2$ (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.3a)

$\sigma_{m2d} = 0.5E2 \cdot h2 \cdot Md / (EI)_{ef} = 3.14 \text{ N/mm}^2$ (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.3b)

$\tau_{2max} = 1.50 Vd / (b \cdot h) = 0.56 \text{ N/mm}^2$ (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.4)

$f_{md} = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{t0d} = 0.80 \times 14.00 / 1.30 = 8.62 \text{ N/mm}^2$

$f_{vd} = 0.80 \times 2.50 / 1.30 = 1.54 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{2d} / f_{t0d} + \sigma_{m2d} / f_{md} = 1.03 / 8.62 + 3.14 / 14.77 = 0.33 < 1.00$

$\tau_{2max} = 0.56 \text{ N/mm}^2 < 1.54 \text{ N/mm}^2$

Σχεδιασμός συνδέσμων

Απόσταση συνδέσμων: $s_{min} = 100 \text{ mm}$ (0-L/4, 3L/4-L), $s_{max} = 300 \text{ mm}$ (L/4-3L/4)

$sef = 0.75 \times 100 + 0.25 \times 300 = 150 \text{ mm}$ (EC5 EN1995-1-1:2009, §9.1.3(2))

$F_{1d} = \gamma_1 \cdot E1 \cdot A1 \cdot \alpha_1 \cdot s1 \cdot Vd / (EI)_{ef}$ (EC5 EN1995-1-1:2009, Εξ.Β.4)

$F_{1d} = 0.09 \times 15500 \times 24000 \times 114.00 \times 100.0 \times 4.96 / 1.10E+012 = 1.81 \text{ kN} < 5.56 \text{ kN}$

Π-17 Στέγη δόριχτη

WOODexpress [Στέγη αδόριχτη]

Όνομα τμήματος υπολογισμών: ΕΤΕΤ-001

Ποσότητα βελόνες: C24, $f_{tk}=24.0\text{MPa}$, $f_{yk}=14.0\text{MPa}$

Κλάση λειτουργίας (EN1995-1-1, §2.3.1.3): Κλάση 1, περιορισμένητα υφάσματα ≤ 1

Συντ. υλικού γ_M : Εύλη: 1.30, Χαλύβας: 1.10, Συντελεστήι άνδρστων: $\psi_1=0.70$, $\psi_2=0.30$

Φορτίο κσνού επί του εδάφους: $s_{k1}=1.038 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο ανέμου σε κάθετη επιφάνεια: $s_{k2}=0.820 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο ανεμόφυσης: $s_{k3}=0.450 \text{ kN/m}^2$

Βιοβάρος τοιχών και ανδράματος: $s_{k4}=0.100 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο αρχικής κώτι επιφάνειας: $s_{k5}=0.300 \text{ kN/m}^2$

Είδος επικάλυψης:

Αντιστατική μελέτη: αντιστατική μελέτη $\alpha = 0.90/g$

Απόσταση ζσεκτών: 0.700 m

Απόσταση τοιχών: 0.300 m, Συμβόλι τοιχών: C24

Διαστάση τοιχών βελί: β=90, Η=90, 50x50

Πάχος επικαλύματος: β=30, Συμβόλι επικαλύματος: C24

Πλάτος συνδέσμων: $b=2.0$ m

Πλάτος εδάματος: $b=2.0$ m

Τύπος διακροτήσ: κώλυτο $b_k=240.0 \text{ kN/m}^2$

Ηλια: ΕΜ/τρα: ΕΙΣες:

Διάμετρος: 4.0 m

Επιχειρητική αντοχή f_{k1} : 400 N/mm² (κώλυτο), Ηλια-ΕΜ/τρα

Υψηλότατα συνδέσμων:

Απόσταση συνδέσμων: min

Ποσότητα/μήκος/πλάτος:

Διαστάσεις: Π, Β, Η

1, 2	60	4
3, 4	60	4
5	60	4

Μείωση φαινομένων %: 0 %

Στηρίξεις κώλυτων: 1, 3 1, 4, 3 1, 4

Σχεδίαση:

Υψηλότατοι: Αυτόματος: Σελίδα: Τελευταίο:

OK, Άκυρο, Βοήθεια

Σχεδίαση 2 εικονού

Εμφάνιση: Εμφάνιση λεπτομέρειας Εμφάνιση φαινομένων Εμφάνιση προτύπων

Διαστάσεις σε: 0.00 m, Κλίμακας: 0.30 m

Λεγές: Ραβδοί ζσεκτού Ραβδοί ζσεκτού fill Συνδέσεις Κώλυμα συνδέσμων Δίονος στενέκων Κώλυμα διαστάσεων Διότιοτα Θεωστάσεις Διαστάσεις μεγέθη Κλίμακας Κωδικός γραμμής Στιρίξεις Αριθμοί εδάμων

Εύλογες αναλογίες αναδίωσης:

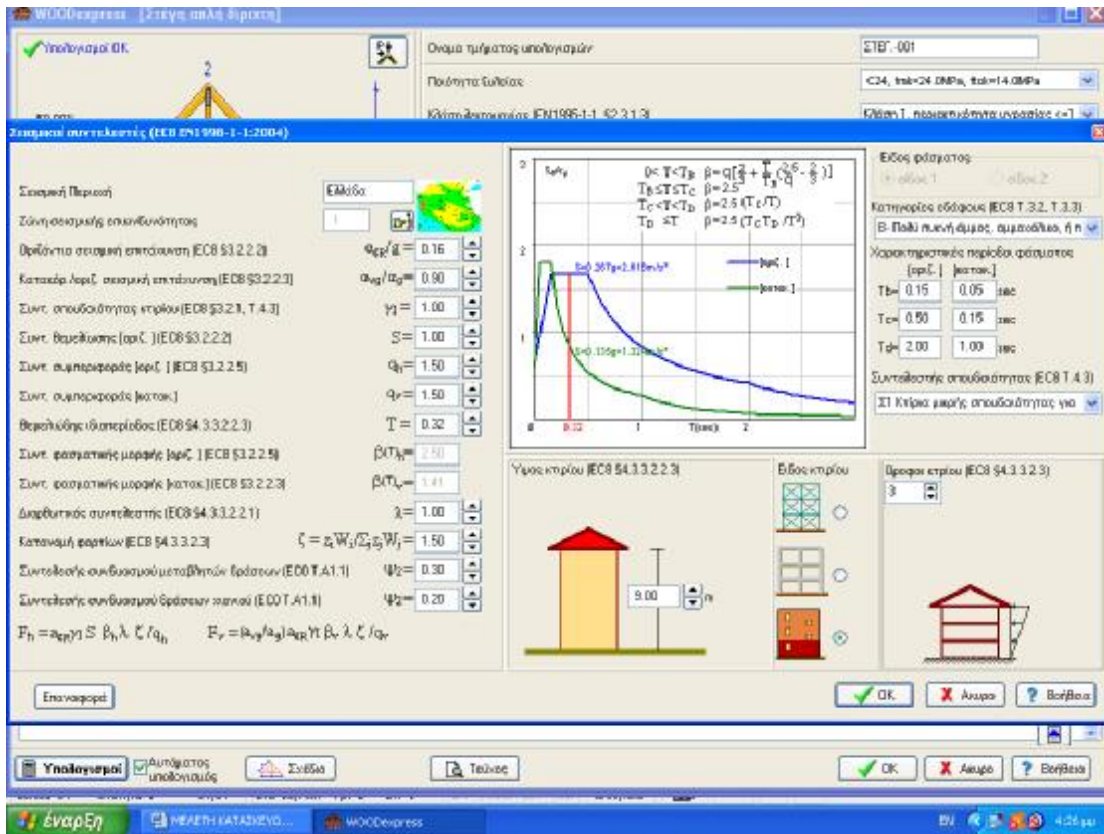
Χρώμα	Γραμμή	Γραμμή	Γραμμή
Ραβδοί ζσεκτού	7	7	1
Συνδέσεις	7	7	1
Δίονος και κώλυμα	9	9	1
Διαστάσεις	7	7	1
Κλίμακας	7	7	1

Εύλογη απόσταση: εύλογη απόσταση 3, μετακίνηση 30

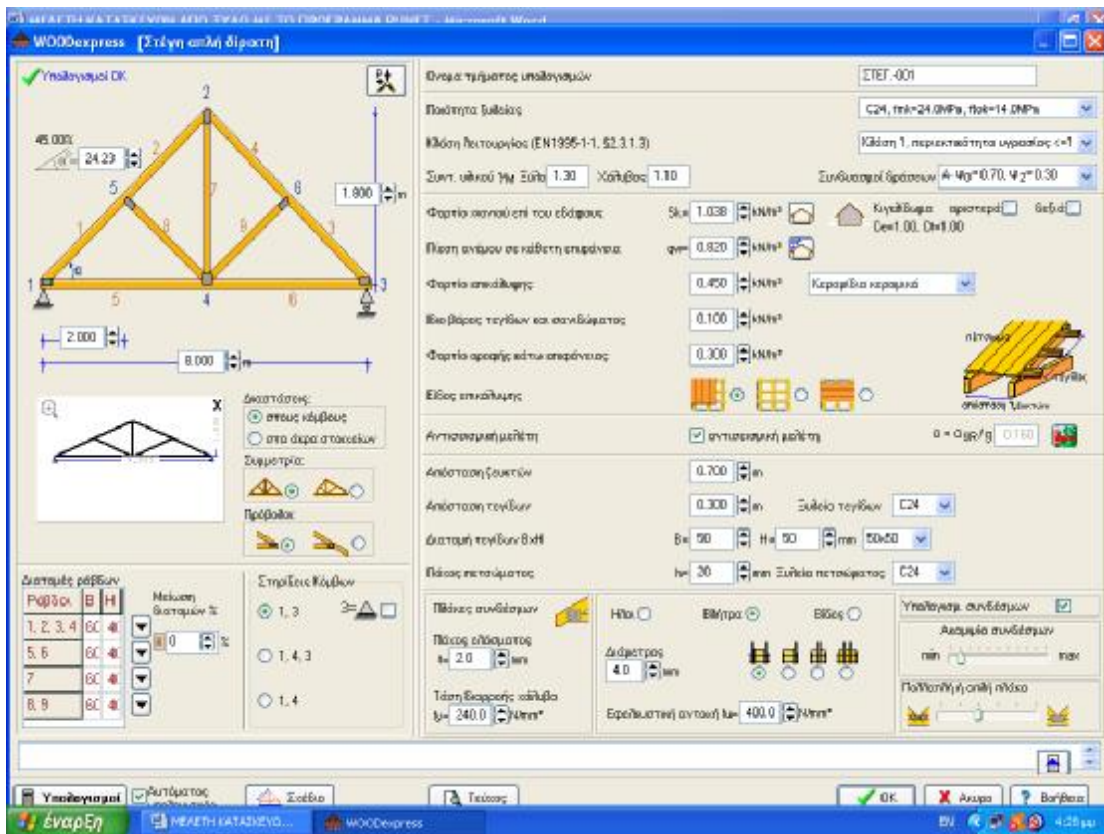
Απόσταση διαστάσεων: 500, Άλλα: εκκένωση 90, Reset

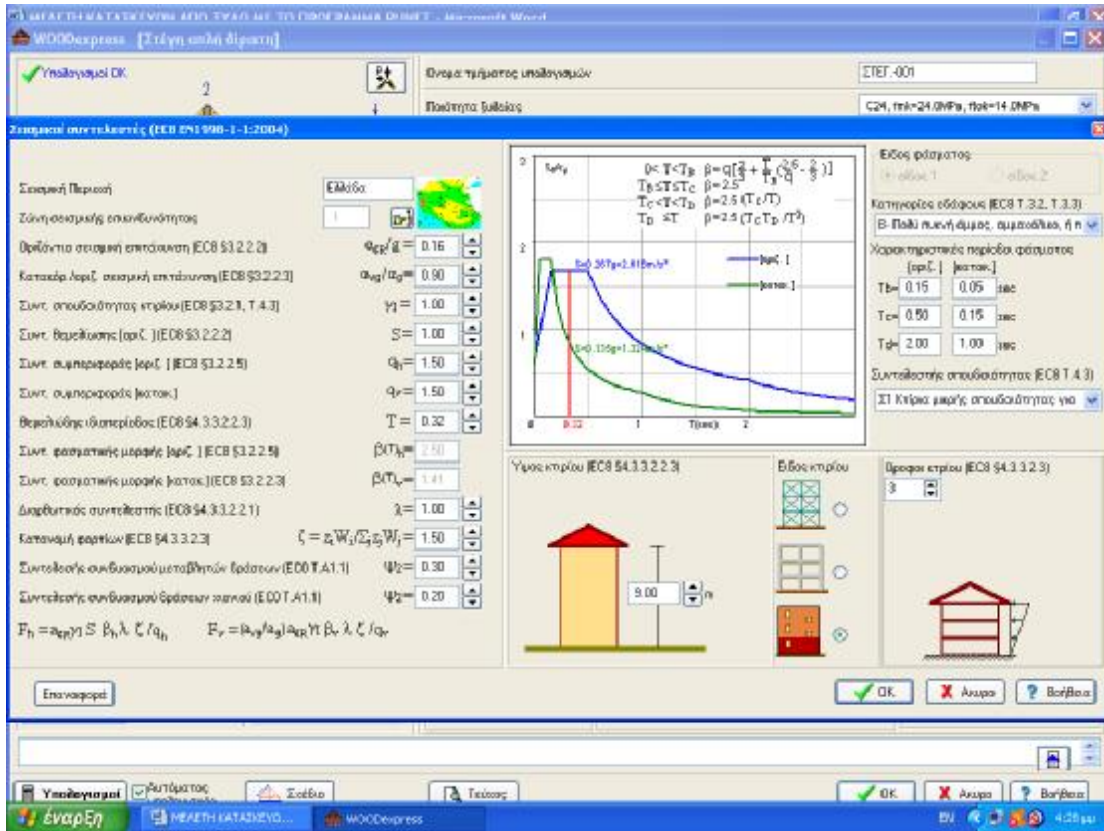
Είδη: $\alpha=6.682$, $\gamma=0.553$, $\delta_{inj}M=0.790$, $\delta_{inj}H=1.350$, $\chi_{inh}M=0.000$, $\chi_{inh}H=0.000$, $\psi_{1,2}C_{all}=0$

Εμφάνιση: HEATH KATASKEVO... WOODexpress

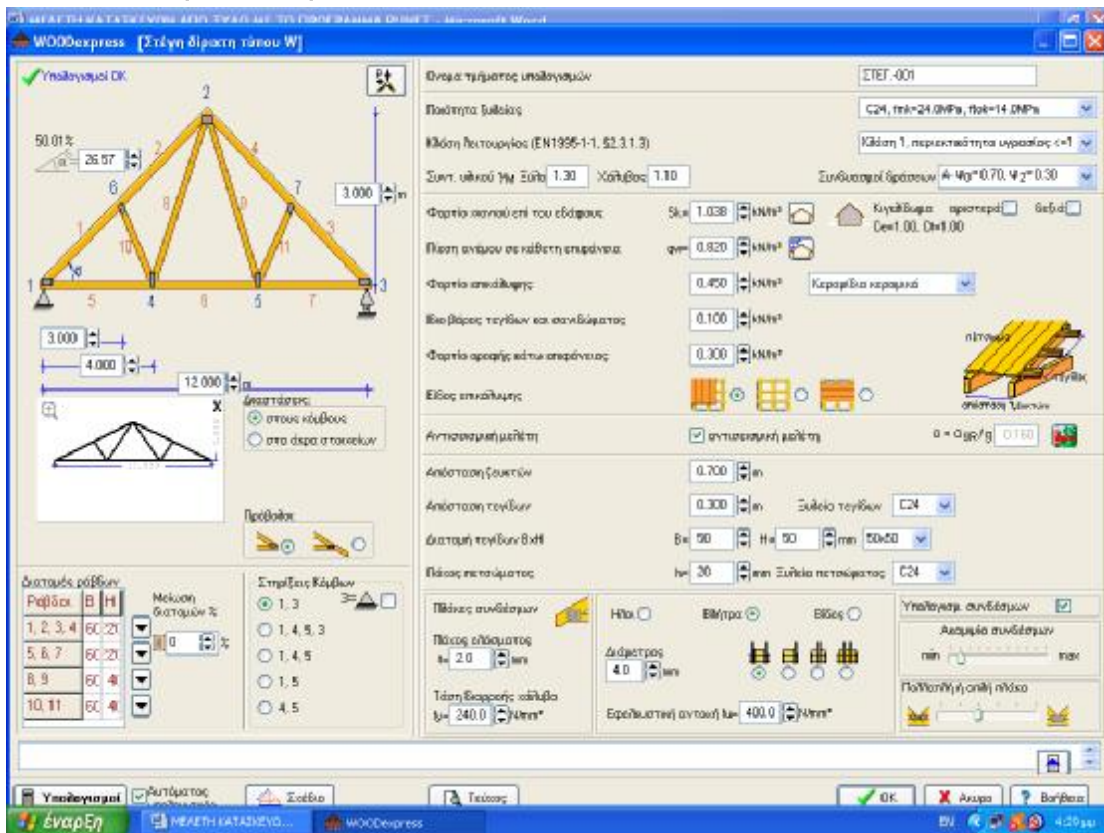


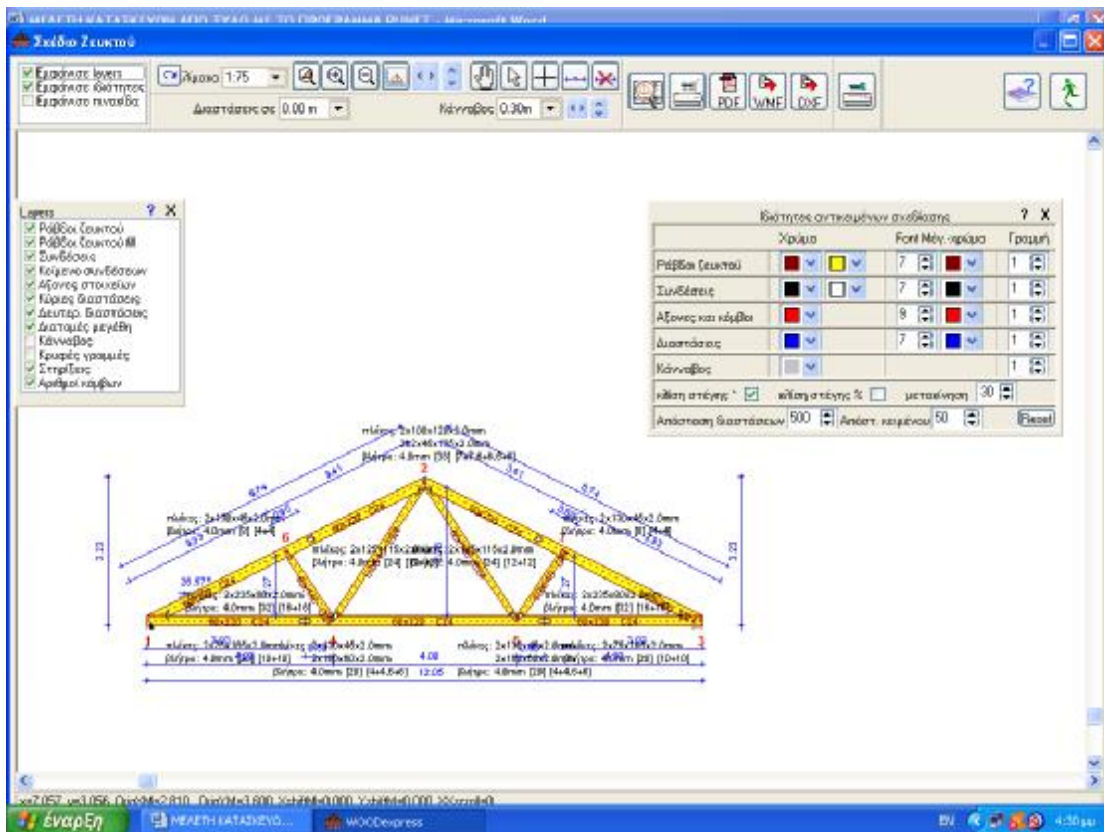
Π-18 Στέγη δίριχτη με αντιρήδες





Π-19 Στέγη δίρκτη τύπου W

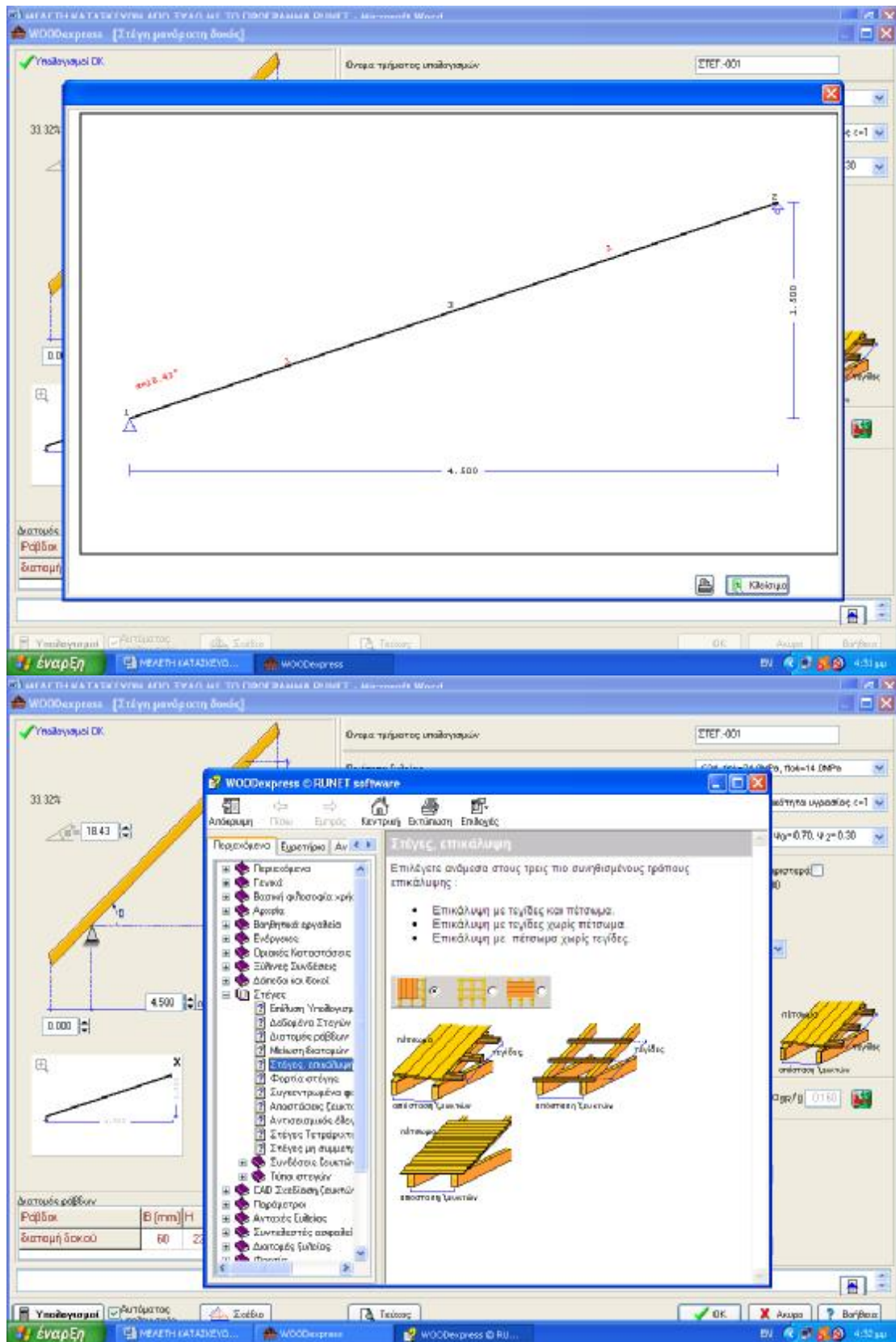


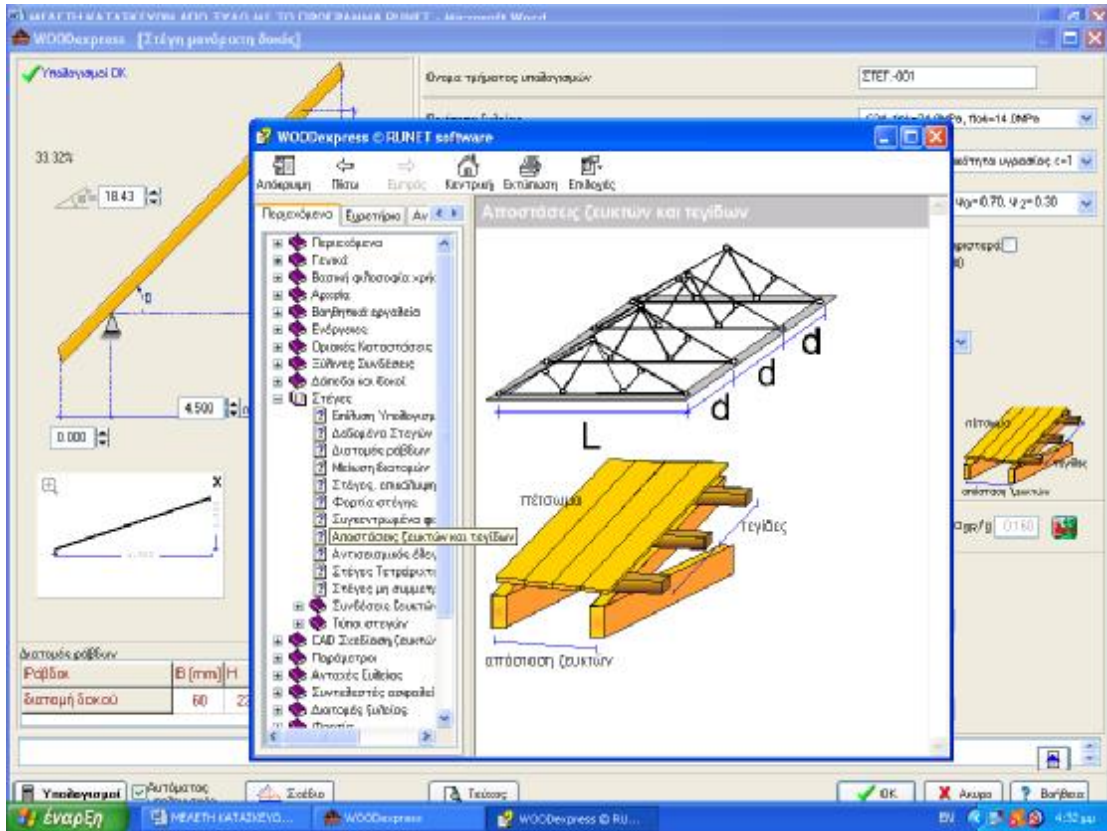


Π- 20 Στέγη μονόριχτη

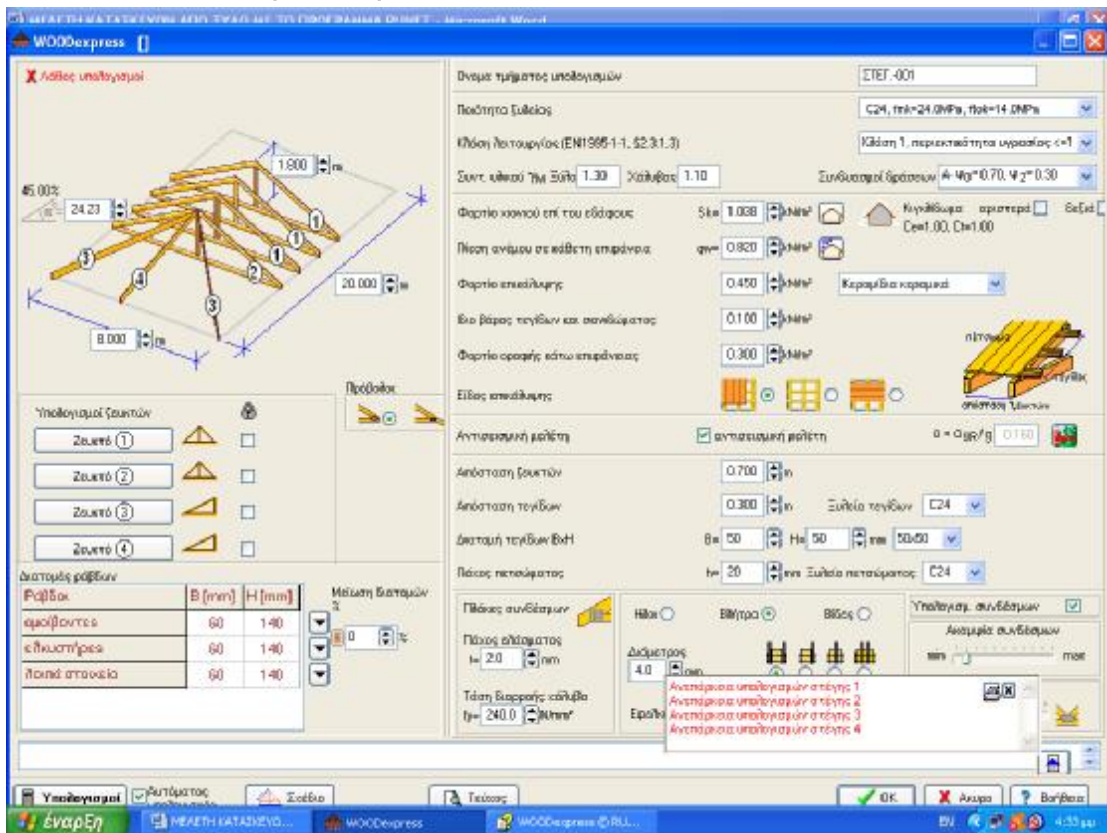
The screenshot displays the 'WOODexpress' software interface for configuring a single-ridge roof beam. The main window shows a diagram of the beam with dimensions and a table of material specifications.

Παράμετρος	Μονάδα	Μείωση διαστάσεων %
Πλάτος ράβδου	B (mm)	60
Ύψος ράβδου	H	220





Π-21 Τετράριχτη στέγη



Συμπεράσματα

1. Εφελκυσμό μιας ξύλινης δοκού παράλληλες προς τις ίνες. Η διατομή είναι $b=60$, $h=40$ mm και το φορτίο διατομής 10kN (εφελκυστικό). Υπολογίσαμε αντοχή σε εφελκυσμό 1.19 MPa η οποία είναι μικρότερη της αντοχής σχεδιασμού της δοκού δηλ. 6.46 MPa. Οπότε η δοκός αντέχει την εφελκυστική φόρτιση. Το υλικό χαρακτηρίζεται από C24 δηλ $f_{mk}=24$ MPa, $f_{0k}=14$ MPa.
2. Θλίψη παράλληλα προς τις ίνες. Η διατομή είναι $b=60$, $h=140$ mm και το φορτίο διατομής 9kN (θλιπτικό) παράλληλα προς τις ίνες. Υπολογίσαμε την ανοχή σε θλίψη 1.07 MPa η οποία είναι μικρότερη από την μέγιστη 9.69 MPa. Οπότε η δοκός αντέχει το θλιπτικό φορτίο.
3. Κάμψη δι' εφαρμογής ροπών κάμψης $M_{y,d}=kNm$ και $M_{z,d}=1$ kNm. Η διατομή είναι $b=60$, $h=140$ mm. Από τις ροπές αδρανείας μπορούμε να υπολογίσουμε τις ροπές αντίστασης $W_y=1.96 (10^5) mm^3$ και $W_z=8.4 (10^5) mm^3$. Από τον έλεγχο κάμψης βρέθηκε ότι οι συνθήκες δεν ικανοποιούνται οπότε απαιτείται αλλαγή της φόρτισης.
4. Κάμψη και εφελκυσμό. Σε αυτή την περίπτωση οι ροπές κάμψης είναι όπως και στο προηγούμενο πρόβλημα και το φορτίο εφελκυσμού ισούται με 4 kN. Από τον έλεγχο βρήκαμε ότι οι συνθήκες αντοχών δεν ικανοποιούνται οπότε πρέπει να μεταβάλλουμε τη φόρτιση.
5. Κάμψη και θλίψη. Το φορτίο είναι το ίδιο αλλά με αλλαγή κατεύθυνσης. Και σε αυτή την περίπτωση ο έλεγχος δεν ικανοποιείται οπότε απαιτεί αλλαγή φόρτισης.
6. Κάμψη δοκών με κύρτωση (λυγισμός). Οι ροπές ισούται με $M_{y,d}=0,5$ και $M_{z,d}=0,5$ kNm. Το μήκος της δοκού ισούται με $L=3$ m και μήκη λυγισμού είναι $S_{k,y}=S_{k,z}=3m$. Υπολογίσαμε τις κρίσιμες τάσεις, τις λυγιρότητες και τα μήκη λυγισμού και βρήκαμε ότι ικανοποιούνται όλες οι συνθήκες.
7. Εξετάσαμε επίσης φόρτιση σε Διάτμηση, στρέψη, Λυγισμό, Λυγισμό με κάμψη, Δάπεδα, Δάπεδο δύο ανοιγμάτων, ξύλινη δοκό αμφιέρεστη, Ξύλινη δοκός δύο ανοιγμάτων, Δάπεδο ξύλινο με Beton, Στέγη δίριχτη, Στέγη δίριχτη με αντηρήδες, Στέγη δίριχτη τύπου. Στέγη μονόριχτη, Τετράριχτη στέγη. Σε όλες τις περιπτώσεις εξετάσαμε τα κριτήρια αστοχίας και προσπαθήσαμε αλλάζοντας τις φορτίσεις να ικανοποιούνται όλες οι συνθήκες.

Βιβλιογραφία

1. Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ – ΕΠΙΠΛΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ Διδάσκων: Καθηγητής Dr. Γεώργιος Μαντάνης
2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΠΙΤΙΩΝ ΑΠΟ ΕΛΑΦΡΥ ΞΥΛΙΝΟ ΣΚΕΛΕΤΟ . ΤΕΙ Λάρισας Παράρτημα Καρδίτσας Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου Εργαστήριο Τεχνολογίας & Συντήρησης Ξυλοκατασκευών Δρ . Ιωάννης Κακαράς
3. <http://www.infodom.gr/>
4. <https://www.aggouria.net/15-xilines-kataskeves-diakosmisi-spitiou/>