

ΦΟΡΕΑΣ:	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Π.Ε. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ:	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ 2014 – 2020 ΑΞΟΝΑΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ 3: Προστασία του περιβάλλοντος – μετάβαση σε μία οικονομία φιλική στο περιβάλλον Δράση 4γ.3.3.1.1: Ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης των δημόσιων κτηρίων Κωδικός πρόσκλησης: 057/2018
ΕΡΓΟ:	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ 2^{ου} & 5^{ου} ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ – 2^{ου} ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ



ΘΕΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ:	ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018
------------------	--	----------------

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:		ALTEREN ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ Α.Ε. Καλλιρρόης 2, 55535 Πυλαία, Θεσ/νίκη τηλ. 2310 282528, 263960 e-mail: info@alteren.gr
-----------	---	---

Συντάχθηκε:

Εγκρίθηκε:

Για τον Αρμόδιο Φορέα

ALTEREN Α.Ε.
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΑΝΩΝΥΜΗ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ
ΚΑΛΛΙΡΡΟΗΣ 2 - ΕΛΛΑΔΗΣ, 55535 ΠΥΛΑΙΑ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ
ΤΗΛ. 2310 282528, 263960 - FAX: 2310 283725
Α.Φ.Μ. 084055550 - Δ.Ο.Υ. ΦΑΕ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ
ΑΜΑΕ 49375/62/B/01/0156



Περιεχόμενα

1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	2
2.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	3
2.1	Χαρακτηριστικά του συστήματος	3
2.2	Ενεργειακοί υπολογισμοί	3
3.	ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ.....	7

1. ΓΕΝΙΚΑ

Στο σχολικό κτίριο, που στεγάζει το 2^ο & 5^ο Γυμνάσιο καθώς και το 2^ο Λύκειο Καρδίτσας, πρόκειται να γίνουν οι παρακάτω παρεμβάσεις στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις:

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 9.9 kWp
- Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων του κτιρίου με νέα τύπου Led

Στο παρόν τεύχος δίνονται:

- Οι ενεργειακοί υπολογισμοί της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης
- Οι υπολογισμοί φωτοτεχνίας σε χαρακτηριστικές αίθουσες του κτιρίου

2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

2.1 Χαρακτηριστικά του συστήματος

Για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου, προβλέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού (ΦΒ) συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ονομαστικής ισχύος 9,90 kWp επί κεραμοσκεπής του γυμναστηρίου.

Η διασύνδεση του ΦΒ συστήματος θα γίνει στα πλαίσια της νομοθεσίας περί εγκατάστασης μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με συμψηφισμό ενέργειας (net metering) (ΦΕΚ Β' 3583/31.12.2014). Στο τέλος κάθε έτους θα γίνεται συμψηφισμός μεταξύ της ενέργειας που καταναλώθηκε από το κτίριο και αυτής που παρήγαγαν τα ΦΒ πλαίσια. Η υπηρεσία θα καλείται να καταβάλει το οικονομικό αντίτιμο που προβλέπεται για την διαφορά της καταναλισκόμενης και της παραγόμενης ενέργειας..

Το ΦΒ σύστημα θα αποτελείται από:

- Τριάντα έξι (36) φωτοβολταϊκά πλαίσια ισχύος 275 Wp το καθένα σε κλίση 26° από το οριζόντιο επίπεδο ακολουθώντας την κλίση της κεραμοσκεπής του γυμναστηρίου, σε δύο(2) στοιχειοσειρές των δεκαοκτώ (18) πλαισίων
- Κατάλληλες μεταλλικές βάσεις αλουμινίου για την στήριξη επί της κεραμοσκεπής
- Ένα (1) τριφασικό αντιστροφέα ισχύος 10kW (ac) για τη μετατροπή της συνεχούς τάσης/ρεύματος σε εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα.
- Καλωδιώσεις της πλευράς συνεχούς ρεύματος(dc). Αφορούν το μέσο ηλεκτρικής σύνδεσης μεταξύ ΦΒ πλαισίων και αντιστροφών.
- Καλωδιώσεις της πλευράς εναλλασσόμενου ρεύματος(ac). Αφορούν την ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ αντιστροφών και γενικού πίνακα Χαμηλής Τάσης και του δικτύου του ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.
- Πίνακα και γειώσεις του συστήματος
- Πιστοποιημένο μετρητή καταγραφής της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

2.2 Ενεργειακοί υπολογισμοί

Για το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό σύστημα που αναφέρθηκε προηγουμένως και για τυπικά φωτοβολταϊκά πλαίσια και αντιστροφέα που υπάρχουν στην αγορά, έγιναν οι ενεργειακοί υπολογισμοί παραγόμενης ενέργειας, με βάση το λογισμικό προσομοίωσης pvsyst.

Τα ετήσια δεδομένα του ηλιακού δυναμικού λήφθηκαν από την βάση δεδομένων εφαρμοσμένης κλιματολογίας METEONORM. Στον υπολογισμό συνυπολογίζονται οι παράγοντες της

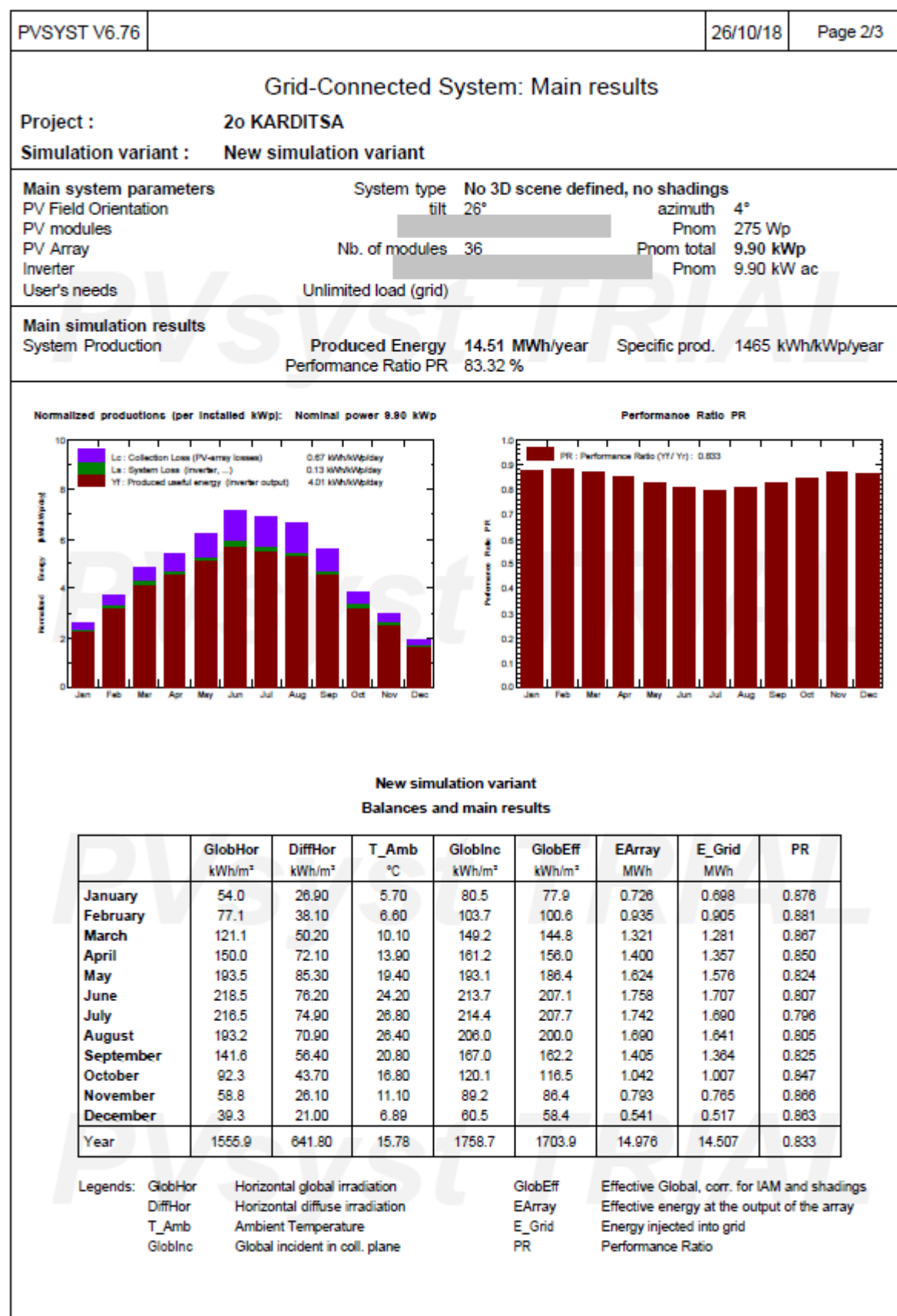
θερμοκρασίας, υγρασίας, μέσος όρος ηλιοφάνειας, μορφολογίας του εδάφους και ετήσιας βροχόπτωσης. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης

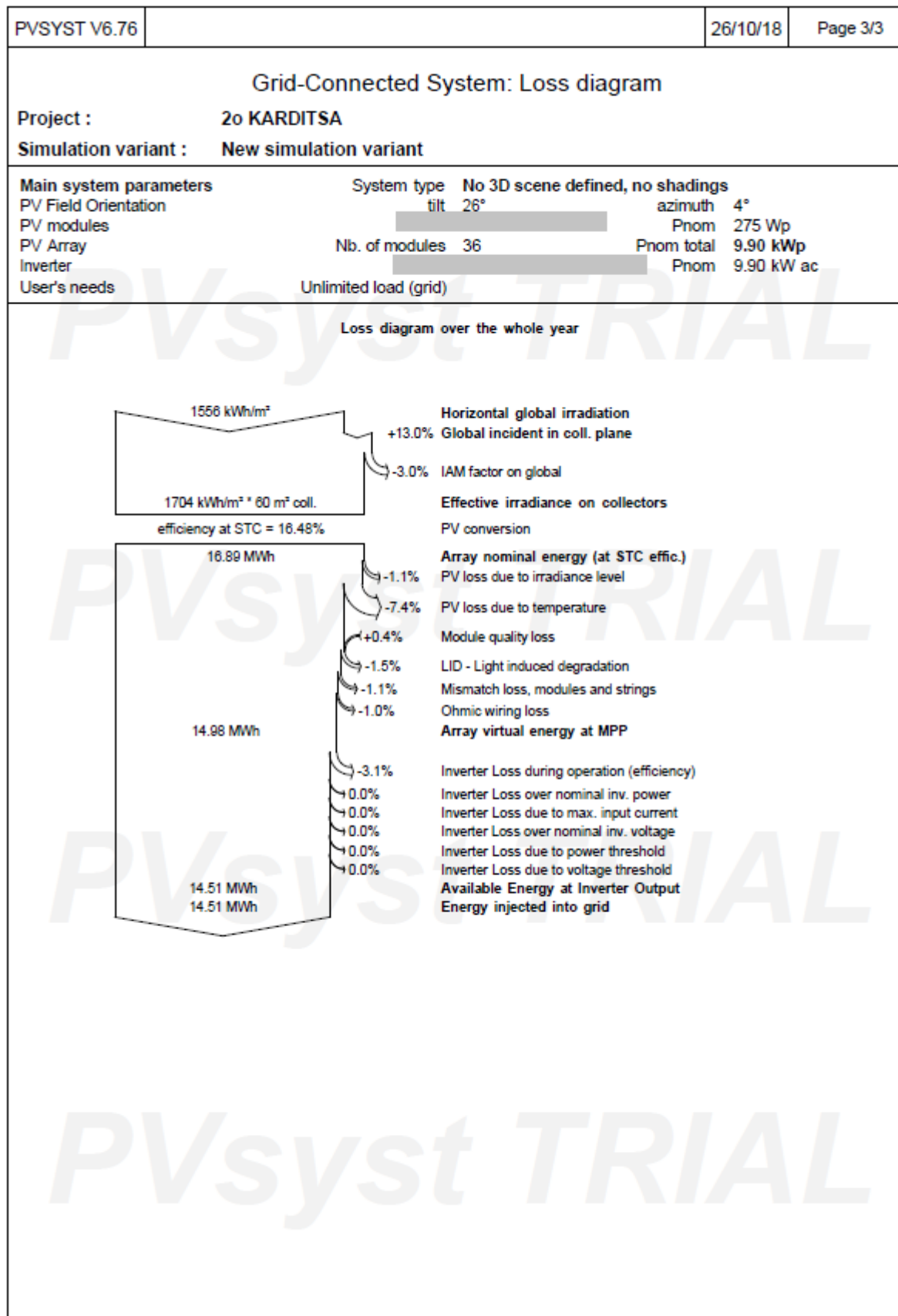
εξάγονται σε ετήσια κατανομή της ηλιακής ενέργειας, θερμοκρασίας (κλπ) ανά ώρα.

Το λογισμικό υπολογίζει απώλειες της εγκατάστασης από τις παρακάτω αιτίες και καταλήγει στον υπολογισμό της μηνιαίας ενεργειακής απολαβής της εγκατάστασης.

- Απώλειες από εσωτερική σκίαση από μπροστινές σειρές πλαισίων και κοντινά αντικείμενα.
- Απώλειες IAM (Incidence angle modifier- IAM), οι απώλειες οπτικού τύπου, λόγω ανάκλασης και διάδοσης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο πλαίσιο.
- Απώλειες αναφορικά με την διάδοση της ακτινοβολίας και τις ανακλάσεις της πάνω στο προστατευτικό στρώμα γυαλιού που επικαλύπτει τα Φ/Β κύτταρα των πλαισίων καθώς και πάνω στην ίδια την επιφάνεια των κυττάρων
- Απόδοση πλαισίου σε πρότυπες συνθήκες σύμφωνα με τον κατασκευαστή.
- Απώλειες λόγω διαφορετικού επιπέδου της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Θερμικές απώλειες
- Απώλειες λόγω ανακρίβειας των ποιοτικών χαρακτηριστικών των Φ/Β πλαισίων η τιμή που παίρνεται από το πρόγραμμα είναι της τάξης του (-3%)
- Απώλειες αναντιστοιχίας που οφείλονται στο γεγονός ότι τα πλαίσια που αποτελούν την συστοιχία στη πραγματικότητα δεν είναι μεταξύ τους πανομοιότυπα.
- Ωμικές απώλειες λόγω καλωδιώσεων
- Απώλειες του Inverter κατά την λειτουργία του.
- Παρασιτικό φορτίο του Inverter (ιδιοκατανάλωση).
- Λοιπές απώλειες του αντιστροφέα λόγω μέγιστης τάσης εξόδου της συστοιχίας σε σχέση με την τάση της συστοιχίας

Σύμφωνα με τα παραπάνω και για συγκεκριμένη επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων και αντιστροφέα, τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα.





3. ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ

Η φωτοτεχνική μελέτη των εσωτερικών χώρων περιλάμβανε την προσομοίωση και υπολογισμό της μέσης έντασης στάθμης φωτισμού (σε lux) λαμβάνοντας υπόψη την αποδιδόμενη φωτεινή ροή (σε lumen) των φωτιστικών σωμάτων, το ύψος εγκατάστασης τους, την μέθοδο σχεδίου συντήρησης τους (μέσω του εξελιγμένου υπολογισμού κατά EN 12464) και τα χρώματα και τις υφές των εγκατεστημένων υλικών.

Οι φωτοτεχνικοί υπολογισμοί έγιναν για τα φωτιστικά που έχουν επιλεγεί και για συγκεκριμένους χώρους αιθουσών, όπως ακολουθούν στις επόμενες σελίδες.

Σχολικές αίθουσες

Τυπικές σχολικές αίθουσες ορόφου

Date: 19.10.2018
Operator:

GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 Θεσσαλονίκη

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

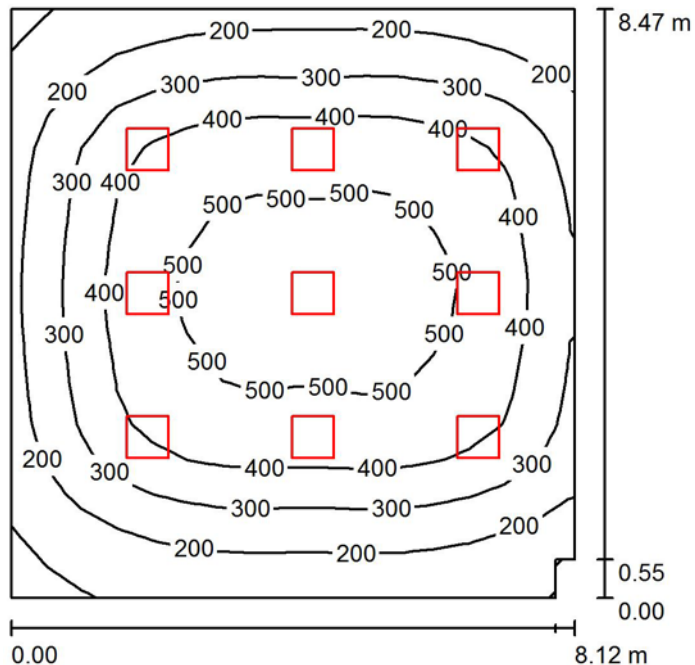
Table of contents

Σχολικές αίθουσες	
Project Cover	1
Table of contents	2
Τυπική αίθουσα με 9 Φ.Σ.	
Summary	3
Luminaire parts list	4
Luminaires (coordinates list)	5
Room Surfaces	
Workplane	
Isolines (E)	6
Τυπική αίθουσα με 4 Φ.Σ.	
Summary	7
Luminaire parts list	8
Luminaires (coordinates list)	9
Room Surfaces	
Workplane	
Isolines (E)	10
Τυπική αίθουσα με 6 Φ.Σ.	
Summary	11
Luminaire parts list	12
Luminaires (coordinates list)	13
Room Surfaces	
Workplane	
Isolines (E)	14

GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail

Τυπική αίθουσα με 9 Φ.Σ. / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:109

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	350	84	543	0.239
Floor	20	315	101	489	0.322
Ceiling	70	61	38	73	0.623
Walls (6)	50	118	42	230	/

Workplane:Height: 0.800 m
Grid: 16 x 17 Points
Boundary Zone: 0.000 m**Luminaire Parts List**

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	9	Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova PanelTech A 4000k_ plaf CLD CELL white (1.000)	3470	3470	34.4
Total:			31227	31230	309.6

Specific connected load: $4.51 \text{ W/m}^2 = 1.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 68.68 m^2)

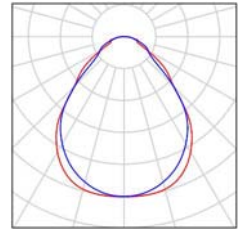
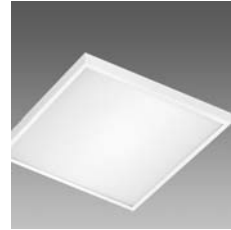
GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 Θεσσαλονίκη

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Τυπική αίθουσα με 9 Φ.Σ. / Luminaire parts list

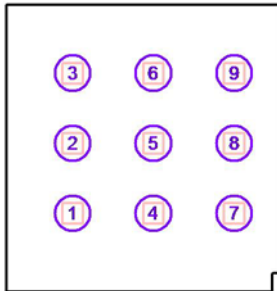
9 Pieces Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova
PanelTech A 4000k_ plaf CLD CELL white
Article No.: PanelTech A - UGR<19 - Ceiling
Luminous flux (Luminaire): 3470 lm
Luminous flux (Lamps): 3470 lm
Luminaire Wattage: 34.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 63 88 97 100 101
Fitting: 1 x Led/pltB 4000 (Correction Factor
1.000).



GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail**Τυπική αίθουσα με 9 Φ.Σ. / Luminaires (coordinates list)****Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova PanelTech A 4000k_ plaf CLD CELL white**

3470 lm, 34.4 W, 1 x 1 x Led/pltB 4000 (Correction Factor 1.000).

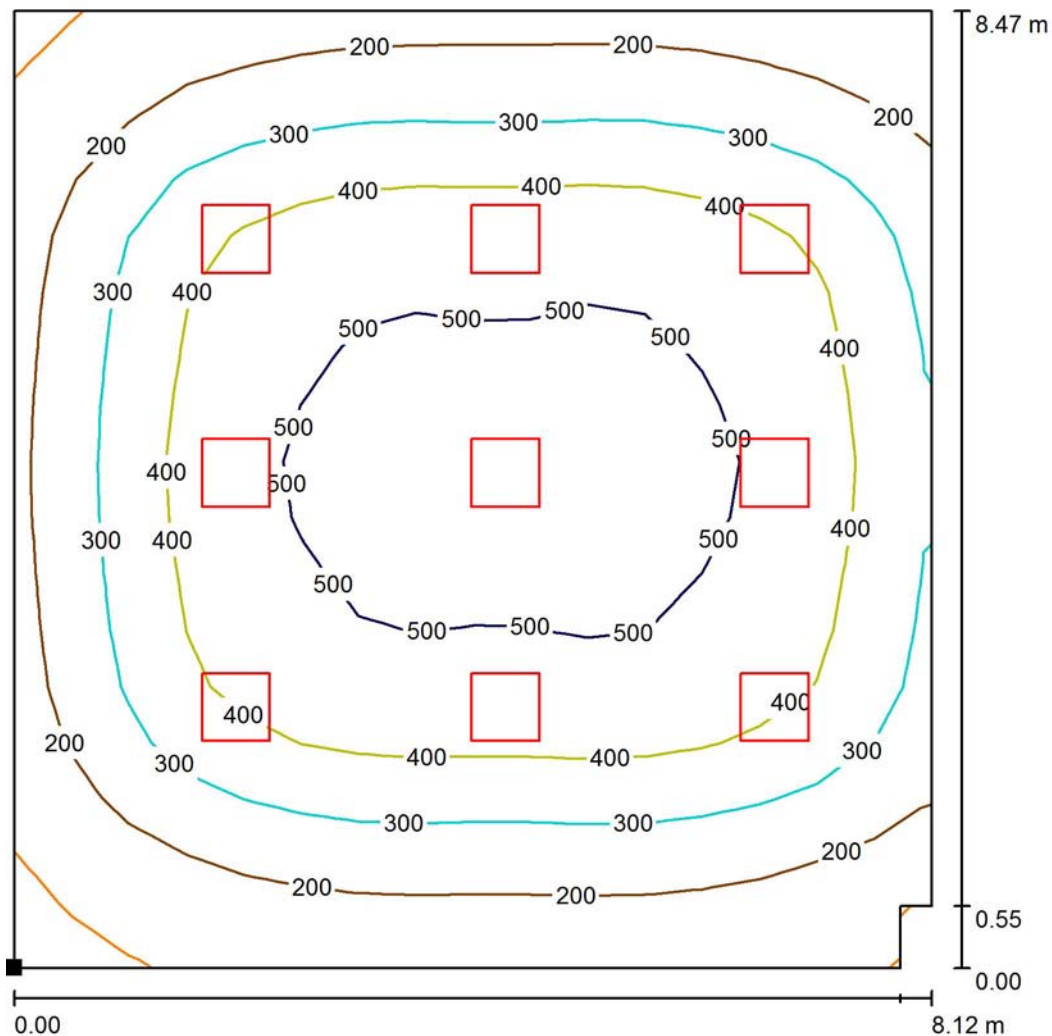


No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	26.115	12.630	3.200	0.0	0.0	0.0
2	26.115	14.700	3.200	0.0	0.0	0.0
3	26.115	16.770	3.200	0.0	0.0	0.0
4	28.500	12.630	3.200	0.0	0.0	0.0
5	28.500	14.700	3.200	0.0	0.0	0.0
6	28.500	16.770	3.200	0.0	0.0	0.0
7	30.885	12.630	3.200	0.0	0.0	0.0
8	30.885	14.700	3.200	0.0	0.0	0.0
9	30.885	16.770	3.200	0.0	0.0	0.0

GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail

Τυπική αίθουσα με 9 Φ.Σ. / Workplane / Isolines (E)



Values in Lux, Scale 1 : 67

Position of surface in room:
Marked point:
(24.150 m, 10.318 m, 0.800 m)



Grid: 16 x 17 Points

 E_{av} [lx]
350

 E_{min} [lx]
84

 E_{max} [lx]
543

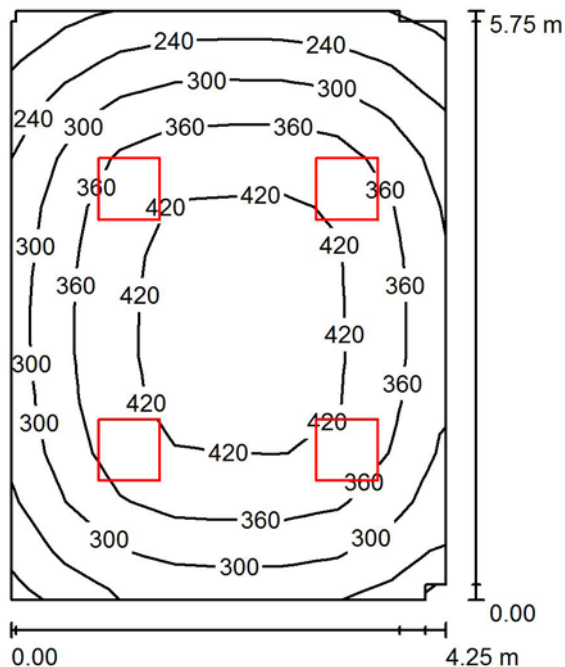
 u_0
0.239

 E_{min} / E_{max}
0.154

GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail

Τυπική αίθουσα με 4 Φ.Σ. / Summary

Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Maintenance factor:
0.80

Values in Lux, Scale 1:74

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
Workplane	/	353	176	447	0.498
Floor	20	294	157	390	0.534
Ceiling	70	68	49	79	0.719
Walls (10)	50	149	47	313	/

Workplane:Height: 0.800 m
Grid: 8 x 12 Points
Boundary Zone: 0.000 m**Luminaire Parts List**

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	4	Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova PanelTech A 4000k_plaf CLD CELL white (1.000)	3470	3470	34.4
Total:			13879	13880	137.6

Specific connected load: $5.65 \text{ W/m}^2 = 1.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 24.36 m^2)

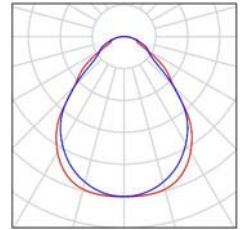
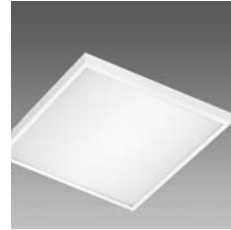
GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 Θεσσαλονίκη

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Τυπική αίθουσα με 4 Φ.Σ. / Luminaire parts list

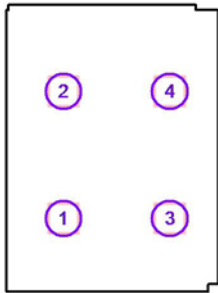
4 Pieces Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova
PanelTech A 4000k_ plaf CLD CELL white
Article No.: PanelTech A - UGR<19 - Ceiling
Luminous flux (Luminaire): 3470 lm
Luminous flux (Lamps): 3470 lm
Luminaire Wattage: 34.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 63 88 97 100 101
Fitting: 1 x Led/pltB 4000 (Correction Factor
1.000).



GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail**Τυπική αίθουσα με 4 Φ.Σ. / Luminaires (coordinates list)****Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova PanelTech A 4000k_ plaf CLD CELL white**

3470 lm, 34.4 W, 1 x 1 x Led/pltB 4000 (Correction Factor 1.000).

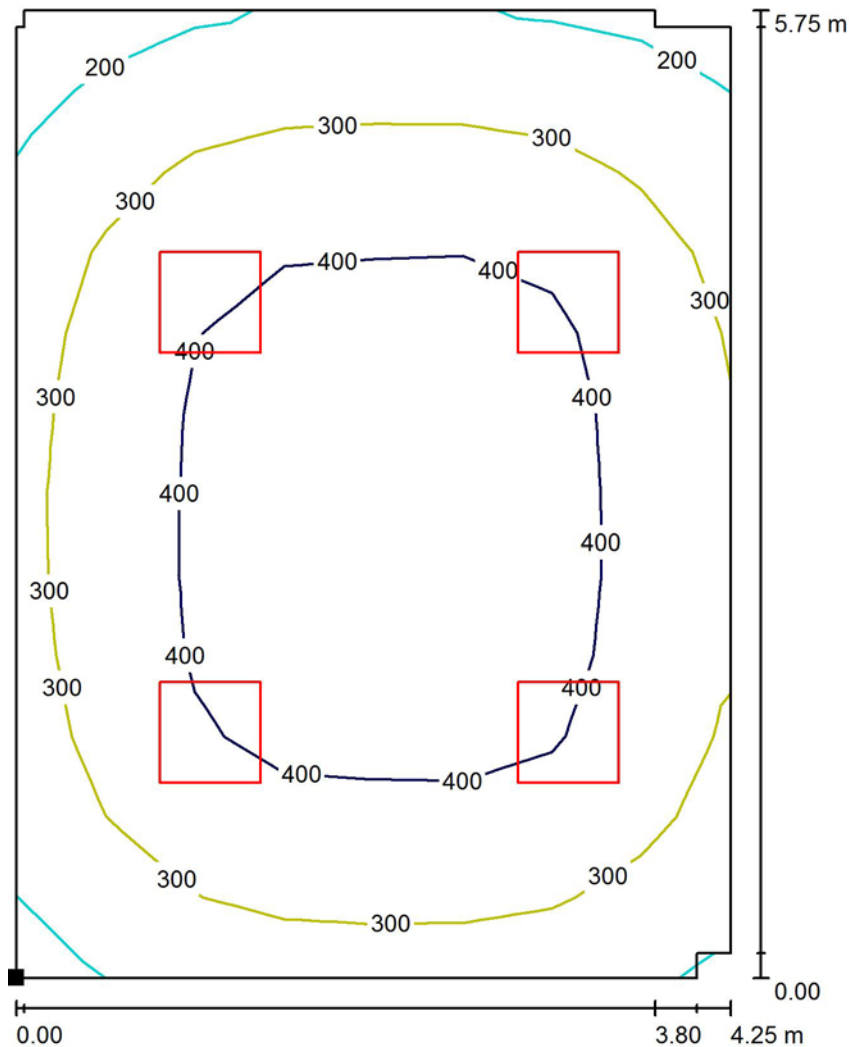


No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	29.356	24.280	3.200	0.0	0.0	90.0
2	29.356	26.832	3.200	0.0	0.0	90.0
3	31.486	24.280	3.200	0.0	0.0	90.0
4	31.486	26.832	3.200	0.0	0.0	90.0

GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail

Τυπική αίθουσα με 4 Φ.Σ. / Workplane / Isolines (E)



Values in Lux, Scale 1 : 45

Position of surface in room:
Marked point:
(28.200 m, 22.818 m, 0.800 m)



Grid: 8 x 12 Points

 E_{av} [lx]
353

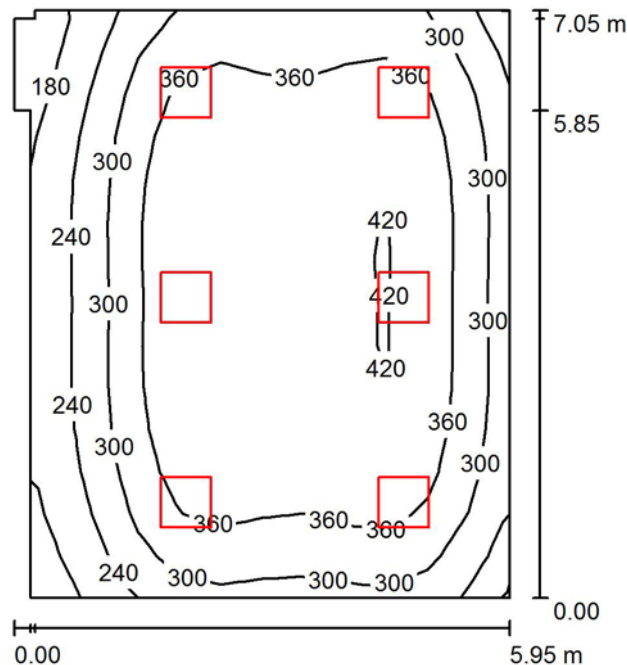
 E_{min} [lx]
176

 E_{max} [lx]
447

 u_0
0.498

 E_{min} / E_{max}
0.393

GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail**Τυπική αίθουσα με 6 Φ.Σ. / Summary**

Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:91

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	337	144	427	0.428
Floor	20	298	135	381	0.455
Ceiling	70	67	46	81	0.689
Walls (8)	50	146	42	313	/

Workplane:Height: 0.800 m
Grid: 14 x 12 Points
Boundary Zone: 0.000 m**Luminaire Parts List**

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	6	Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova PanelTech A 4000k_ plaf CLD CELL white (1.000)	3470	3470	34.4
Total:			20818	20820	206.4

Specific connected load: $5.06 \text{ W/m}^2 = 1.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 40.75 m^2)

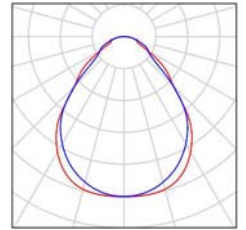
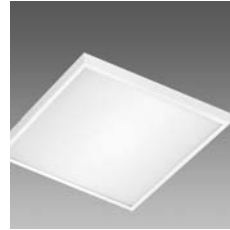
GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 Θεσσαλονίκη

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Τυπική αίθουσα με 6 Φ.Σ. / Luminaire parts list

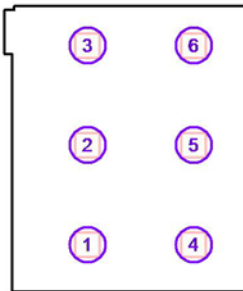
6 Pieces Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova
PanelTech A 4000k_ plaf CLD CELL white
Article No.: PanelTech A - UGR<19 - Ceiling
Luminous flux (Luminaire): 3470 lm
Luminous flux (Lamps): 3470 lm
Luminaire Wattage: 34.4 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 63 88 97 100 101
Fitting: 1 x Led/pltB 4000 (Correction Factor
1.000).



GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail**Τυπική αίθουσα με 6 Φ.Σ. / Luminaires (coordinates list)****Disano PanelTech A - UGR<19 - Ceiling Fosnova PanelTech A 4000k_ plaf CLD CELL white**

3470 lm, 34.4 W, 1 x 1 x Led/pltB 4000 (Correction Factor 1.000).

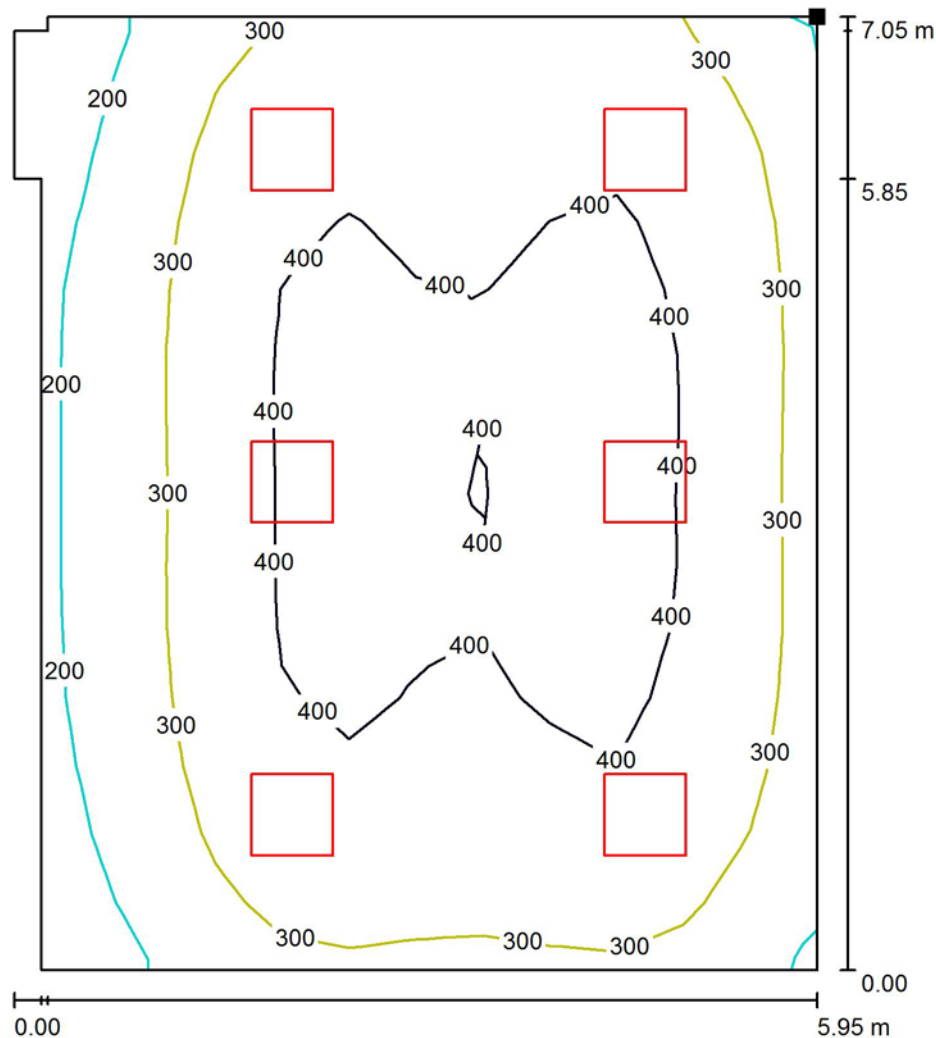


No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	34.561	24.118	3.200	0.0	0.0	90.0
2	34.561	26.578	3.200	0.0	0.0	90.0
3	34.561	29.037	3.200	0.0	0.0	90.0
4	37.175	24.118	3.200	0.0	0.0	90.0
5	37.175	26.578	3.200	0.0	0.0	90.0
6	37.175	29.037	3.200	0.0	0.0	90.0

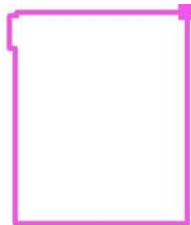
GRAVANI – lighting

Ναπ. Ζέρβα 20
54640 ΘεσσαλονίκηOperator
Telephone
Fax
e-Mail

Τυπική αίθουσα με 6 Φ.Σ. / Workplane / Isolines (E)



Values in Lux, Scale 1 : 56

Position of surface in room:
Marked point:
(38.450 m, 30.018 m, 0.800 m)

Grid: 14 x 12 Points

 E_{av} [lx]
337 E_{min} [lx]
144 E_{max} [lx]
427 u_0
0.428 E_{min} / E_{max}
0.338