

Το αρχικό ερώτημα.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας LED στο χώρο του φωτισμού αλλάζει δραματικά τα δεδομένα του κλάδου. Οι εταιρείες λαμπτήρων και φωτιστικών συντάσσουν πλέον όλη την τεχνογνωσία και την επένδυση τους γύρω από αυτόν τον τομέα, ενώ η έννοια της αντικατάστασης παλιότερων τεχνολογιών προς όφελος της κατανάλωσης κινεί σημαντικό μέρος της εμπορικής δραστηριότητας στο φωτισμό. Αδιαμφισβήτητα, η τεχνολογία LED διαθέτει μια σειρά πλεονεκτημάτων σε σχέση με τις κλασικές πηγές φωτισμού στον τομέα της κατανάλωσης. Τι ισχύει όμως με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της φωτοτεχνίας?

Σε ποιο βαθμό μπορούν να αντικαταστήσουν οι λαμπτήρες led τις παλαιότερες τεχνολογίες?

Αυτό το ερώτημα ήταν και η έμπνευση για το flashlight.gr για να διεξαχθεί ένα συγκριτικό τεστ σε ένα προϊόν αιχμής, τόσο τεχνολογικής, όσο και εμπορικής, 6 μεγάλων εταιρειών λαμπτήρων.

Το πρότυπο δείγμα-λαμπτήρας που επιλέχθηκε.

Ως πρότυπο δείγμα προηγούμενης τεχνολογίας επιλέχθηκε ο λαμπτήρας αλογόνου με κάλυκα **GU10 MR 16 36° 50Watt**. Πρόκειται για έναν ευρείας κατανάλωσης λαμπτήρα, με εφαρμογές τόσο στον επαγγελματικό, όσο και στον οικιακό φωτισμό. Η θερμοκρασία χρώματος του λαμπτήρα αλογόνου είναι σταθερά 2800 K, το πιο διαδεδομένο εύρος δέσμης είναι 36°, έχει την δυνατότητα dimming και τροφοδοτείται υπό ισχύ 230Volt.

Οι λαμπτήρες που έλαβαν μέρος.

Οι λαμπτήρες που έλαβαν μέρος συγκριτική δοκιμή, είναι αυτοί των επώνυμων εταιρειών που διαθέτουν στην Ελληνική αγορά, λαμπτήρα GU10 dimmable ικανό να αντικαταστήσει το πρότυπο μας.

Οι εταιρείες που επιλέχθηκαν είναι:

(αναφέρονται με αλφαβητική σειρά)

1. GENERAL ELECTRIC
2. MEGAMAN
3. OSRAM
4. PHILIPS
5. SYLVANIA
6. TOSHIBA

Το εργαστήριο που διεξήγαγε τις μετρήσεις.

Το επόμενο βήμα ήταν να επιλεγεί το εργαστήριο που μπορούσε να καλύψει τις απαιτήσεις του τεστ. Επιλέχθηκε το Εργαστήριο Φωτοτεχνίας του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. γιατί αποτελεί το αρτιότερο εν Ελλάδι Εργαστήριο Φωτοτεχνίας και ένα από τα πληρέστερα Πανεπιστημιακά εργαστήρια στην Ευρώπη. Επιπλέον, τόσο η πανεπιστημιακή φύση του εργαστηρίου, όσο το ειδικό βάρος του υπεύθυνού του, καθηγητή κυρίου Φραγκίσκου Δ. Τοπαλή, εξασφάλισε στο τεστ την αδιαβλητότητα που επιθυμούσαμε.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά για την εκπόνηση των εργαστηριακών μετρήσεων, τον καθένα ξεχωριστά και όλους μαζί ως ομάδα, τους κυρίους:

Φραγκίσκο Δ. Τοπαλή
Κωνσταντίνο Μπουρούση,
Λάμπρο Δούλο,
Ευάγγελο-Νικόλαο Μαδιά

Τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν.

Για την αξιοπιστία των μετρήσεων παραδόθηκαν στο εργαστήριο τρία δείγματα από κάθε τύπο λαμπτήρα εκ των οποίων μετρήθηκαν τα δύο. Το επιπλέον ένα, ήταν για την περίπτωση μεγάλων αποκλίσεων μεταξύ των δύο δειγμάτων. (Δεν παρουσιάστηκε τέτοιο φαινόμενο σε καμία μέτρηση).

Το flashlight.gr επικοινωνήσε πριν το τεστ τηλεφωνικά με τους υπεύθυνους κάθε εταιρείας και τους ενημέρωσε και μέσω e-mail για την πρόθεσή διεξαγωγής συγκριτικού τεστ στους συγκεκριμένους λαμπτήρες.

Οι εταιρείες GENERAL ELECTRIC, MEGAMAN, OSRAM, SYLVANIA, TOSHIBA μας παραχώρησαν ευγενικά τα τρία δείγματα από κάθε τύπο λαμπτήρα που απαιτούνται για ένα αξιόπιστο τεστ. Τους τρεις λαμπτήρες της εταιρίας PHILIPS τους προμηθευτήκαμε από την αγορά, με οδηγό τον τύπο που η εταιρία προτείνει στη συσκευασία προς αντικατάσταση του προτύπου μας.

Τα χαρακτηριστικά των λαμπτήρων που ζητήθηκε να μετρηθούν από το flashlight, στο Ε.Μ.Π. είναι:

1. Φωτεινή ροή (Lumen)
2. Μέγιστη φωτεινή ένταση (Candela)
3. Θερμοκρασία χρώματος (K)
4. Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra / CRI
5. Βαθμός φωτεινής απόδοσης (Lumen/Watt)
6. Ενεργός ισχύς (Watt)
7. Συντελεστής ισχύος/ Power factor
8. Αρμονική παραμόρφωση IEC (%)
9. Ρεύμα (Ma)
10. Άεργος ισχύς (VAr)
11. Συμπεριφορά dimming.

Επιπλέον, για την πλήρη κάλυψη της εικόνας του συγκριτικού, θα παρατεθούν από το flashlight.gr τα στοιχεία:

12. Διαστάσεις λαμπτήρα.
13. Εγγύηση που δίδεται από τις εταιρείες.

Να σημειωθεί ότι στους παράγοντες προς μέτρηση που αρχικά ζητήσαμε, ήταν και η **διάρκεια ζωής**, καθώς και το **σύνολο on-off** των λαμπτήρων. Για να πραγματοποιηθούν οι συγκεκριμένες μετρήσεις, οι λαμπτήρες θα πρέπει να υποβληθούν σε μέτρηση υπό συνθήκες τεχνητής γήρανσης. Δυστυχώς εργαστηριακές συνθήκες τεχνητής γήρανσης για την τεχνολογία LED δεν εφαρμόζονται σε κανένα εργαστήριο παγκοσμίως, ώστε να μπορεί να δοθεί ασφαλές αποτελέσματα σε εύλογο χρονικό διάστημα.

Οι πίνακες που παρουσιάζονται συγκρίνουν με τρεις τρόπους τα δείγματα:

- Σύγκριση μεταξύ των δειγμάτων των έξι εταιρειών .
- Σύγκριση μεταξύ των δειγμάτων των έξι εταιρειών και των χαρακτηριστικών του πρότυπου δείγματος Halogen 50W.
- Σύγκριση μεταξύ εργαστηριακών μετρήσεων και στοιχείων που δημοσιεύουν οι εταιρείες.

Έχει αποφευχθεί η κάθε είδους βαθμολόγηση και η διατύπωση συμπερασμάτων από το flashlight.gr.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων μέτρησης του Ε.Μ.Π. για λογαριασμό του flashlight.gr

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα της έρευνας, όπως ακριβώς μας παραδόθηκαν από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

	General Electric		Megaman		Osram		Philips		Sylvania		Toshiba	
	ENERGY SMART GU10 25°		LED REFLECTOR PAR16 35°		PARATHOM PRO PAR16 36°		MASTER LEDspot GU10 MV 40°		HI-SPOT RefLED PAR16 36°		E-CORE LED Lamp GU10 35°	
	6.5W		8W		10W		7W		8W		8.5W	
	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2
Θερμοκρασία χρώματος (K)	2770	2795	2933	2975	2959	2957	3061	3070	3145	3140	2936	2968
Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	87	85	83	83	82	82	85	85	84	82	81	81
Φωτεινή ροή (Lumen)	367	368	317	301	353	353	313	311	307	299	315	300
Μέγιστη φωτεινή ένταση (candela)	1505	1451	793	789	786	786	674	679	764	810	689	668
Ενεργός ισχύς (Watt)	6,5	6,7	7,7	7,6	9,6	9,5	7,0	6,9	8,2	8,1	8,7	8,8
Άεργος ισχύς (VAr)	-4,0	-4,1	-8,5	-8,3	-2,9	-3,2	-8,0	-7,9	-5,0	-5,0	-9,0	-9,1
Συντελεστής ισχύος	0,85	0,85	0,68	0,68	0,96	0,95	0,66	0,66	0,85	0,85	0,69	0,69
Ρεύμα (mA)	33	34	50	49	44	44	46	46	42	42	54	55
Αρμονική παραμόρφωση IEC (%)	53		69		30		80		53		69	

Ακολουθεί η παρουσίαση των συγκριτικών πινάκων που συνέθεσε το flashlight.gr. Στον σχολιασμό των αποτελεσμάτων παραθέτονται οι τεχνικές διευκρινίσεις που ζητήθηκαν από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου Φωτοτεχνίας κο Φραγκίσκο Β. Τοπαλή, καθώς και η αριθμητική ανάλυση των αποτελεσμάτων από τη συντακτική ομάδα του flashlight.gr. Οι ορισμοί των εννοιών που δίνονται, είναι από το βιβλίο 'Φωτοτεχνία' των, Φραγκίσκου Β. Τοπαλή, Οικονόμου Λάμπρου, Κουρτέση Σταυρούλα εκδόσεις Τζιόλα έτος 2010.

Παρουσίαση συγκριτικών πινάκων του **flashlight.gr**.

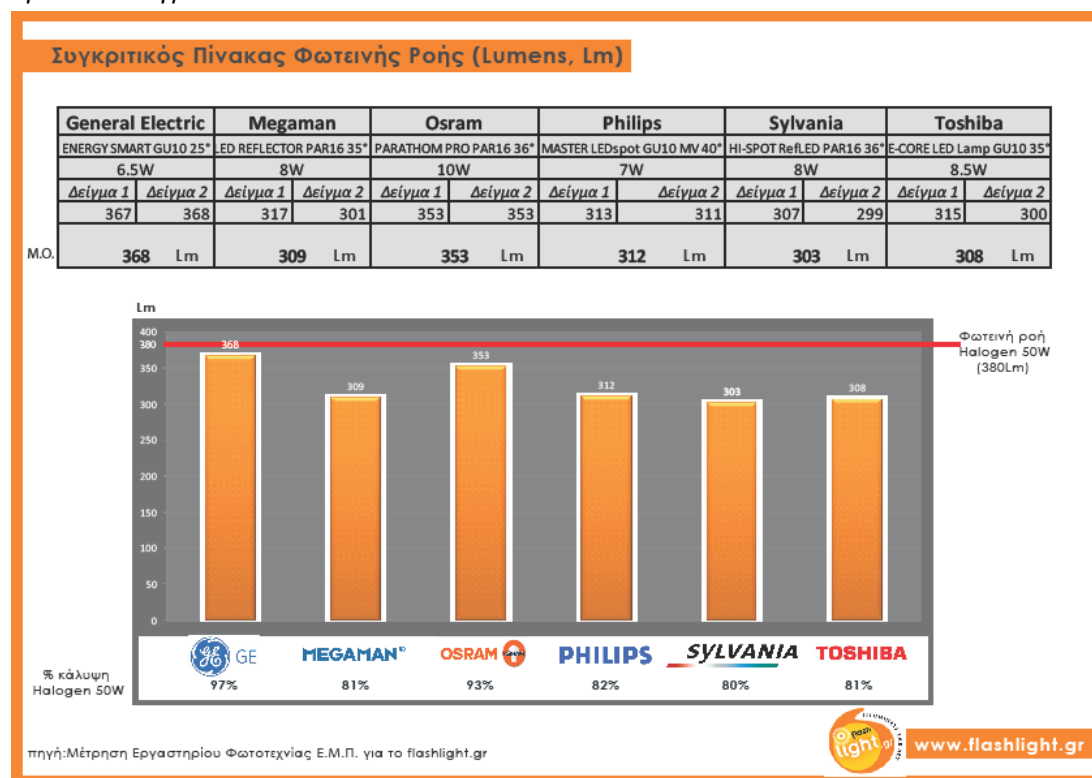
1. Φωτεινή ροή./ Luminous flux

Σύμβολο: Φ / Μονάδα μέτρησης: lumen (lm)

Ως φωτεινή ροή ορίζεται η συνολική ποσότητα ορατής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μία φωτεινή πηγή.



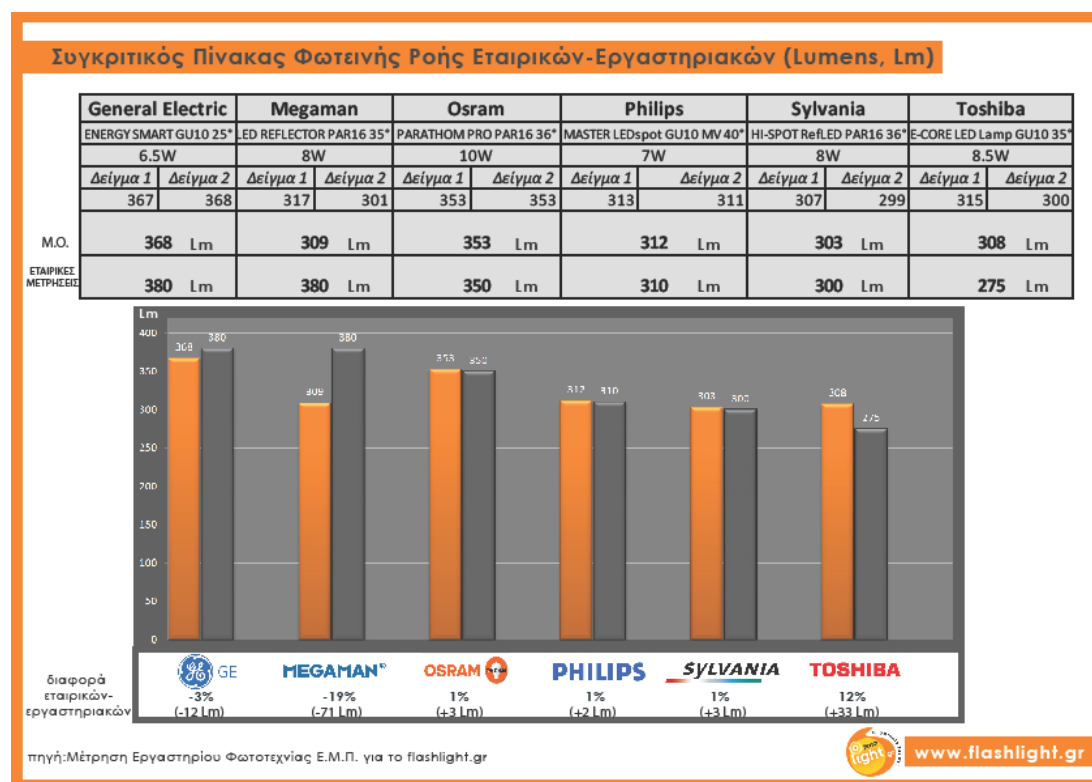
Πίνακας 1.1 Συγκριτικό φωτεινής ροής, μεταξύ εταιριών και % σύγκριση τους με το πρότυπο δείγμα.



Στον πίνακα 1.1 συγκρίνονται οι μετρήσεις της φωτεινής ροής των λαμπτήρων του τεστ μεταξύ τους και σε σχέση με τη φωτεινή ροή του προτύπου μας- λαμπτήρα αλογόνου.

Οι λαμπτήρες των εταιριών General Electric και Osram καλύπτουν τη φωτεινή ροή του προτύπου μας σε ποσοστά 97% και 93% αντίστοιχα. Οι λαμπτήρες των εταιριών, Philips, Megaman, Toshiba και Sylvania καλύπτουν τη φωτεινή ροή του προτύπου μας σε ποσοστά γύρω από το 80%. Βρίσκονται δηλαδή κάπου ανάμεσα από τη φωτεινή ροή της GU10 Halogen 35W και 50W.

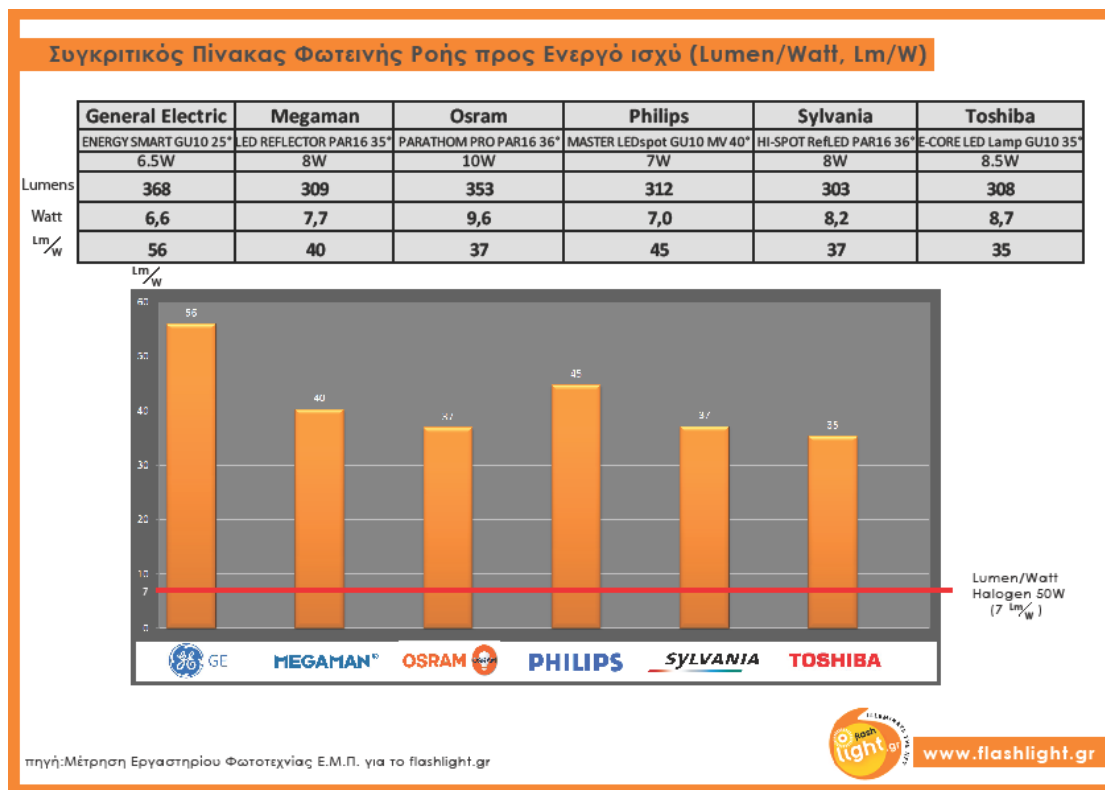
Πίνακας 1.2 Συγκριτικό φωτεινής ροής, μεταξύ εργαστηριακών και εταιρικών μετρήσεων.



Στον Πίνακα 1.2 συγκρίνονται οι εργαστηριακές μετρήσεις της φωτεινής ροής (πορτοκαλί μπάρα), με τα νούμερα της φωτεινής ροής που αναγράφουν οι εταιρείες στις συσκευασίες ή στα επίσημα data sheets (γκρι μπάρα).

Η Toshiba ανακοινώνει για τον λαμπτήρα της φωτεινή ροή χαμηλότερη κατά 12% από αυτή που μετρήθηκε από το Ε.Μ.Π. Τα νούμερα που ανακοινώνουν οι εταιρείες Osram, Philips, Sylvania και General Electric, είναι στα ίδια επίπεδα με αυτά της εργαστηριακής μέτρησης. Η εταιρεία Megaman ανακοινώνει για τον λαμπτήρα της φωτεινή ροή μεγαλύτερη κατά 19% από αυτή που μετρήθηκε από το Ε.Μ.Π.

Πίνακας 1.3 Συγκριτικό φωτεινής απόδοσης (φωτεινής ροής προς Ενεργό ισχύ- Lm/W), μεταξύ εταιριών και σύγκριση τους με το πρότυπο δείγμα.



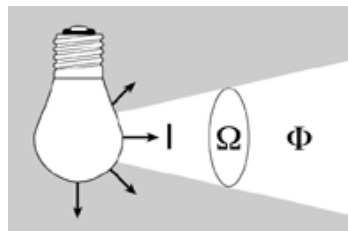
Στον πίνακα 1.3 συγκρίνονται οι μετρήσεις της φωτεινής απόδοσης (Lm/W) των λαμπτήρων του τεστ μεταξύ τους και σε σχέση με τη φωτεινή απόδοση του προτύπου μας- λαμπτήρα αλογόνου. Ως παρονομαστής έχει χρησιμοποιηθεί η ενεργός ισχύς που μετρήθηκε από το εργαστήριο.

Ο λαμπτήρας της εταιρίας General Electric εμφανίζει την υψηλότερη φωτεινή απόδοση μιας και εκτός από τον μεγαλύτερο αριθμητή (Lm) έχει και τον μικρότερο παρονομαστή (Watt). Δεύτερος σε φωτεινή απόδοση έρχεται ο λαμπτήρας της Philips, όπου είχε και τη δεύτερη μικρότερη κατανάλωση ενεργού ισχύος. Σχετικά κοντά με τη δεύτερη Philips, ακολουθούν οι λαμπτήρες των εταιρειών, Megaman, Osram, Toshiba και Sylvania με διαφορές 5 Lumen/Watt. Η γενική διαπίστωση που μπορούμε να εξάγουμε από την παραπάνω καρτέλα, είναι η σαφής υπεροχή της τεχνολογίας LED σε σχέση με το αλογόνο στο επίπεδο της εξοικονόμησης ενέργειας, μιας και τα δείγματά μας εμφάνισαν από 5 έως 8 φορές μεγαλύτερη φωτεινή απόδοση από αυτή του λαμπτήρα GU10 Halogen 50W (φωτεινή απόδοση 7Lm/Watt).

2. Φωτεινή ένταση. / luminous intensity.

Σύμβολο: I / Μονάδα μέτρησης: candela (cd)

Ως φωτεινή ένταση ορίζεται η ποσότητα ορατής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μία φωτεινή πηγή προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση στενού κώνου, προς τη στερεά γωνία του κώνου.



Πίνακας 2.1. Πίνακας αποτελεσμάτων φωτεινής έντασης. *

* Η φωτεινή ένταση επηρεάζεται άμεσα από το εύρος δέσμης του λαμπτήρα. Επειδή οι λαμπτήρες της μέτρησης μας είχαν διαφορετικό εύρος δέσμης μεταξύ τους, θα ήταν εσφαλμένο να παρουσιάζαμε σε συγκριτικό πίνακα αυτό το χαρακτηριστικό. Παραθέτουμε τα δεδομένα μέτρησης, και τα συγκρίνουμε με τα δεδομένα που οι εταιρείες δημοσιεύουν για τους συγκεκριμένους τύπους των λαμπτήρων που μετρήθηκαν.

Εργαστηριακή Μέτρηση (M.O.)	General Electric		Megaman		Osram		Philips		Sylvania		Toshiba	
	ENERGY SMART GU10 25*		LED REFLECTOR PAR16 35*		ARATHOM PRO PAR16 36		MASTER LEDspot GU10 MV 4		HI-SPOT RefLED PAR16 36*		E-CORE LED Lamp GU10 35*	
	6.5W		8W		10W		7W		8W		8.5W	
	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 1	Δείγμα 2
	1505	1451	793	789	786	786	674	679	764	810	689	668
	1478		791		786		677		787		679	
Εταιρικά Δεδομένα	1600		900		950		650		600		530	
ποσοστιαία (%) διαφορά εργαστηριακών-εταιρικών	-8%		-12%		-17%		4%		31%		28%	
ποσοτική (candelas) διαφορά εργαστηριακών-εταιρικών	-122		-109		-164		27		187		149	

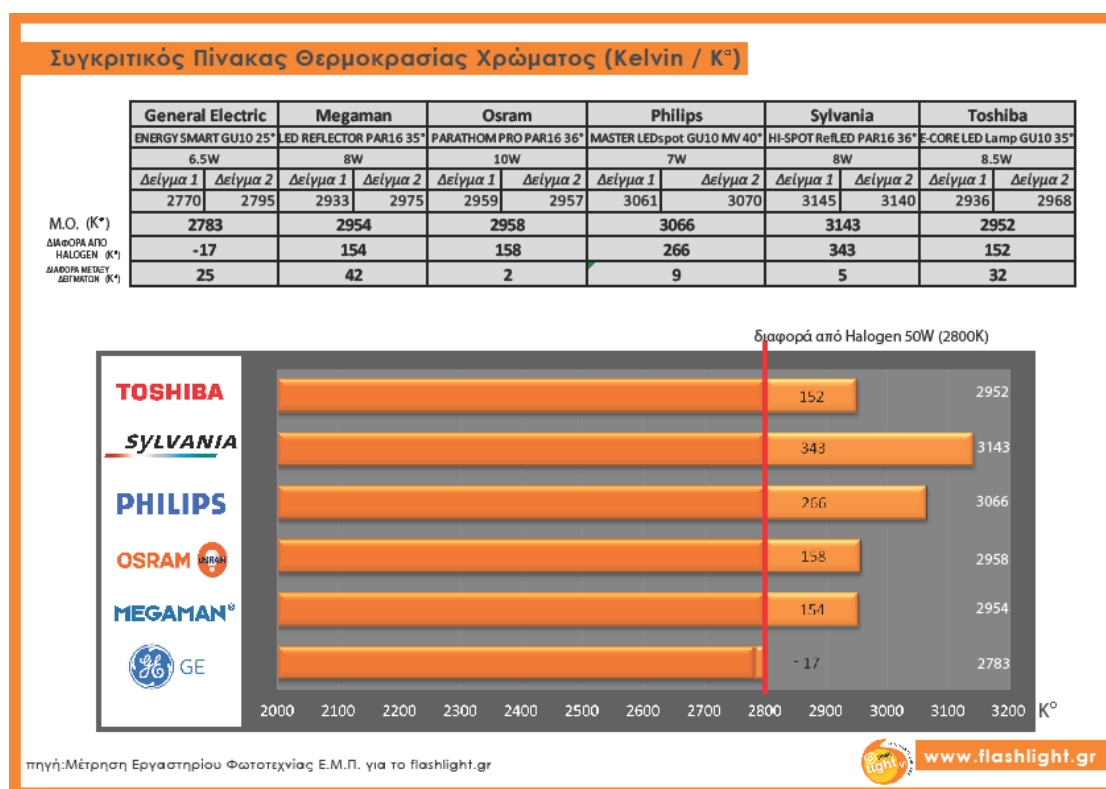
Στον πίνακα 2.1. βλέπουμε ότι οι εταιρείες Sylvania και Toshiba ανακοινώνουν εις βάρος τους πολύ μικρότερα (περίπου 30%) αποτελέσματα σε σχέση με αυτά που το εργαστήριο μέτρησε. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα της εταιρείας Philips ήταν ελαφρώς καλύτερα από αυτά που η εταιρεία δημοσιεύει. Οι εταιρείες General Electric, Megaman και Osram, δημοσιεύουν αποτελέσματα στην φωτεινή ένταση μεγαλύτερα κατά 8, 12 και 17 τοις εκατό, από αυτά που μετρήθηκαν από το Πολυτεχνείο Αθηνών στη συγκεκριμένη έρευνα.

3. Θερμοκρασία χρώματος.

Μονάδα μέτρησης: Kelvin (K)

Η θερμοκρασία χρώματος περιγράφει το χρώμα της φωτεινής πηγής. Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή της θερμοκρασίας χρώματος, τόσο θερμότερος (ερυθρωπός) είναι ο χρωματισμός της λάμπας. Μετρείται σε χιλιάδες βαθμούς Kelvin (K)

Πίνακας 3.1. Συγκριτικό θερμοκρασίας χρώματος, μεταξύ εταιριών, ποσοτική σύγκριση τους με το πρότυπο δείγμα και απόκλιση μεταξύ των δύο δειγμάτων κάθε λαμπτήρα LED.



Στον πίνακα 3.1. βλέπουμε ότι ο λαμπτήρας της General Electric προσεγγίζει σχεδόν απόλυτα τη θερμοκρασία χρώματος του αλογόνου. Οι λαμπτήρες των εταιριών Megaman, Osram, Toshiba και Philips κινούνται γύρω από τους 3000 βαθμούς Kelvin. Η θερμοκρασία χρώματος της Sylvania μετρήθηκε στους 3143 K. Η διαφορά σε βαθμούς Kelvin που γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι σύμφωνα με τον καθηγητή κύριο Τοπαλή είναι αυτή των μερικών εκατοντάδων. Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να σημειωθεί για την τεχνολογία LED, είναι το ότι όσο μικρότερη θερμοκρασία χρώματος έχει μία πηγή, τόσο μικρότερη είναι η φωτεινή ροή που αποδίδει η συγκεκριμένη πηγή. Γι αυτό οι κατασκευαστές (με εξαίρεση την General Electric) προκειμένου να μην χάσουν σε φωτεινότητα κρατιούνται στα περίεξ των 3000K, που βέβαια βρίσκονται μέσα στα όρια του θερμού φάσματος (2700K-3500K).

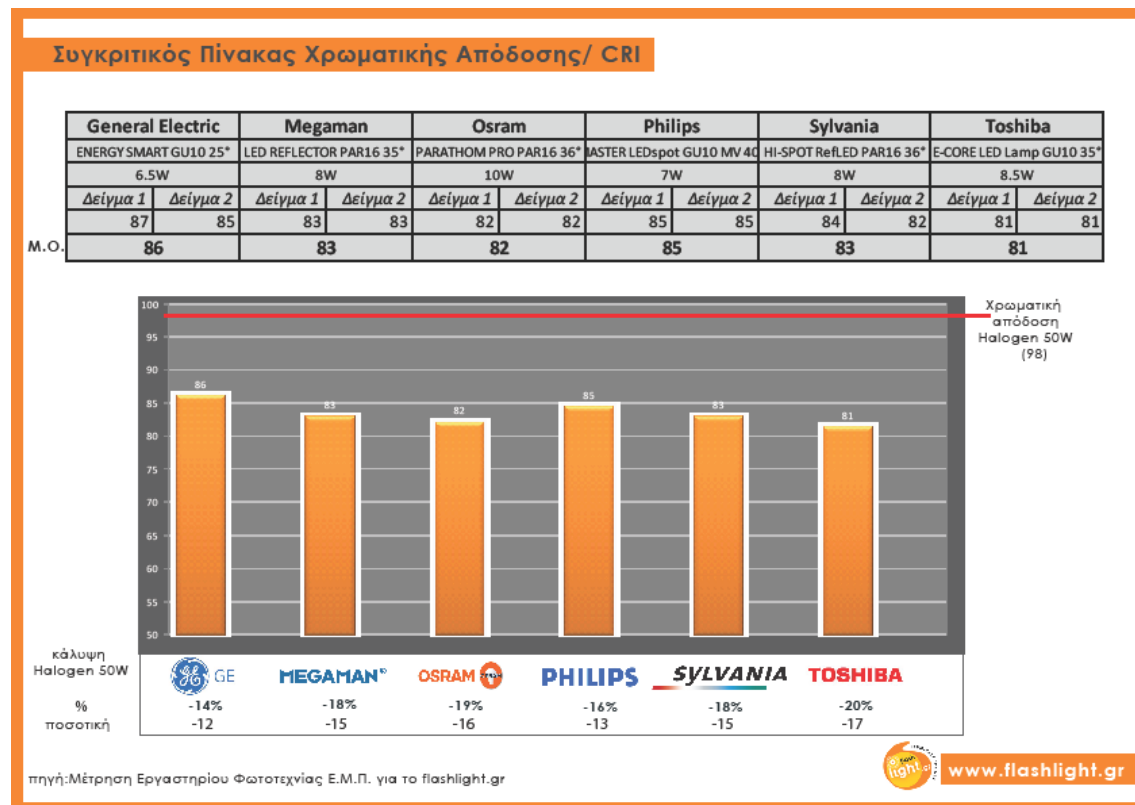
Ένα ακόμα χρήσιμο συμπέρασμα από την καρτέλα 3.1., είναι ότι δεν σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο δειγμάτων κάθε εταιρίας. Κάτι τέτοιο θα δημιουργούσε ανομοιογένεια χρωματική σε χώρους όπου τοποθετείται σειρά λαμπτήρων.

4. Χρωματική απόδοση.

Η ποιότητα του χρώματος μιας φωτεινής πηγής αποτελεί την ένδειξη της ικανότητας ρεαλιστικής αναπαραγωγής του χρώματος ενός αντικειμένου.

Λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 100.

Πίνακας 4.1. Συγκριτικό χρωματικής απόδοσης, μεταξύ εταιριών και ποσοτική σύγκριση τους με το πρότυπο δείγμα.



Στον πίνακα 4.1. βλέπουμε ότι η χρωματική απόδοση των λαμπτήρων της έρευνας κινείται από 81 έως 86. Η κατάταξη σε αυτό το μέγεθος είναι General Electric (86), Philips (85), Megaman (83), Sylvania (83), Osram (82) και Toshiba (81).

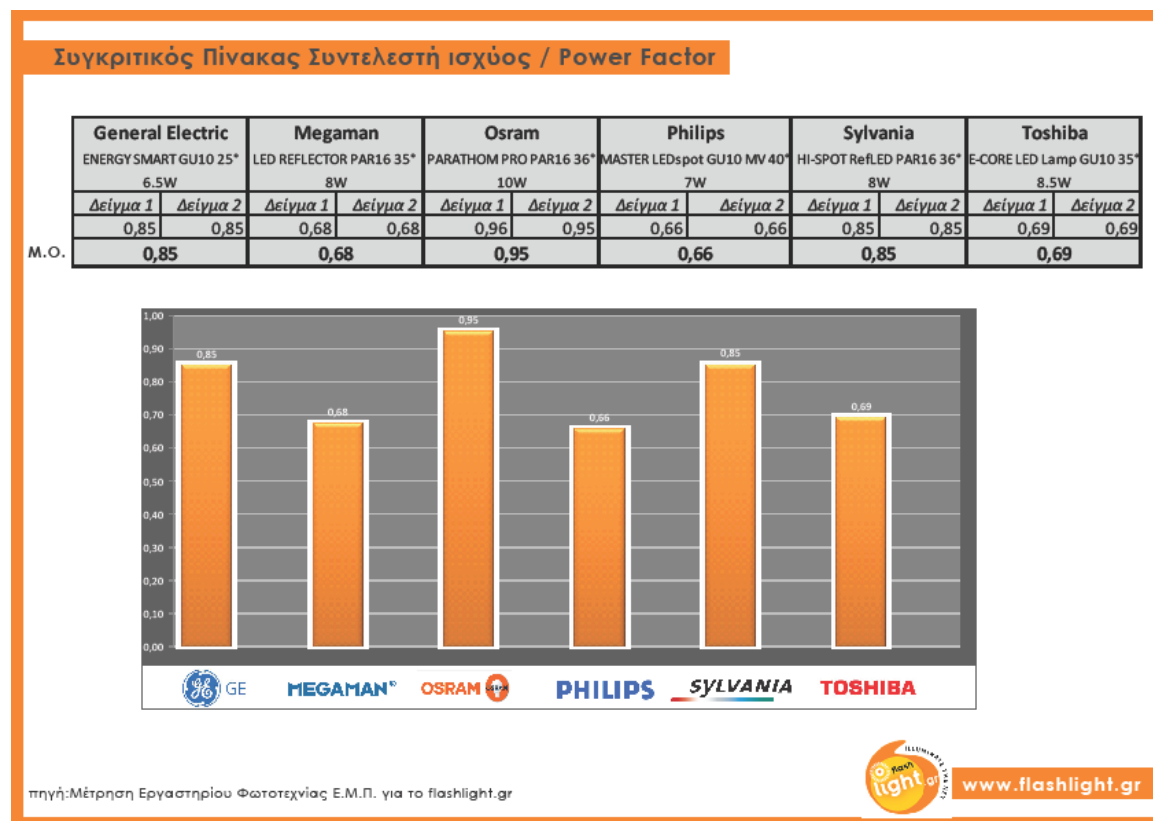
Παρόλο που οι τιμές της χρωματικής απόδοσης που μετρήθηκαν είναι καλύτερες από αυτές που οι εταιρίες δημοσιεύουν, εν τούτοις υπολείπονται σημαντικά από την χρωματική απόδοση του αλογόνου που έχει τιμή 98

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε εφαρμογές όπως, εκθέσεις, ιατρικές εξετάσεις, μίξη χρωμάτων, επιχειρήσεις ρούχων και γραφικών, απαιτούνται χρωματικές αποδόσεις από τη φωτεινή πηγή άνω του 90.

5. Συντελεστής απόδοσης / Power factor.

Γενικά, ως συντελεστής απόδοσης ορίζεται η σχέση ωφέλιμης ενέργειας προς την ενέργεια παραγωγής. Παίρνει τιμές έως τη μονάδα.

Πίνακας 5.1. Συγκριτικό συντελεστή ισχύος, μεταξύ εταιριών.



Στον πίνακα 5.1. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του συντελεστή ισχύος των λαμπτήρων. Η Osram έχει τον υψηλότερο συντελεστή (0,96) και ακολουθεί η General Electric με τη Sylvania με 0,85. Οι εταιρίες Toshiba, Megaman και Philips παρουσιάζουν αρκετά χαμηλότερο συντελεστή (0,69 - 0,68 - 0,65 αντίστοιχα) .

Ρωτήσαμε τον καθηγητή κο Τοπαλή, τι σημαίνει πρακτικά χαμηλός συντελεστής ισχύος σε έναν λαμπτήρα:

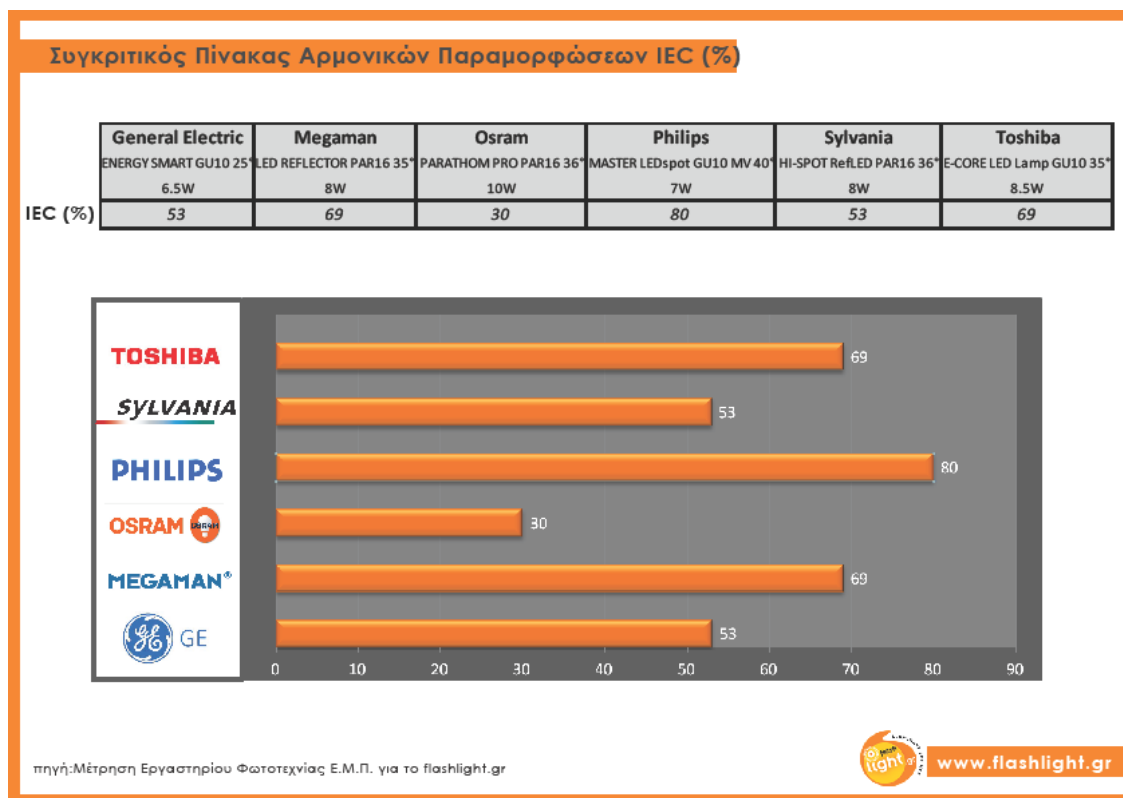
‘Όποιοδήποτε φορτίο –όχι μόνο ο λαμπτήρας- αν έχει χαμηλό συντελεστή ισχύος τότε καταναλώνει ή παράγει άεργο ισχύ η οποία βέβαια δεν χρεώνεται στους μικρούς καταναλωτές παρά μόνο στους μεγάλους (εργοστάσια, κτίρια με δικό τους υποσταθμό). Η άεργος ισχύς δεν παράγει έργο, δηλαδή τίποτα χρήσιμο, αλλά απαιτεί πρόσθετο ρεύμα, άρα υπερφορτίζει τις γραμμές. Γι αυτό η ΔΕΗ βάζει πρόστιμο στους πελάτες Μέσης Τάσης που εμφανίζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος.’

6. Αρμονική παραμόρφωση/IEC%.

Ως αρμονική παραμόρφωση του ρεύματος ορίζεται η διαφορά μεταξύ του συνολικού ρεύματος και της θεμελιώδους συνιστώσας του.

Λαμβάνει τιμές από 0-100% της θεμελιώδους.

Πίνακας 6.1. Συγκριτικό αρμονικών παραμορφώσεων, μεταξύ εταιριών.



Στον πίνακα 6.1. παραθέτουμε τις τιμές που λαμβάνει η αρμονική παραμόρφωση στα δείγματα που μετρήθηκαν. Ο λαμπτήρας της εταιρίας Osram έχει τις χαμηλότερες αρμονικές (30%) και ακολουθεί η General Electric με τη Sylvania (53%). Οι εταιρίες Megaman και Toshiba εμφάνισαν υψηλές αρμονικές (69%). Η μεγαλύτερη αρμονική παραμόρφωση καταγράφηκε στο λαμπτήρα της εταιρίας Philips με 80%. Συγκρίνοντας τους πίνακες 5.1. και 6.1. θα διαπιστώσουμε ότι οι εταιρίες με χαμηλό συντελεστή ισχύος παρουσιάζουν υψηλές αρμονικές παραμορφώσεις.

Ρωτήσαμε τον καθηγητή κο Τοπαλή για τους κινδύνους που έχει η υψηλή αρμονική παραμόρφωση για ένα κύκλωμα.

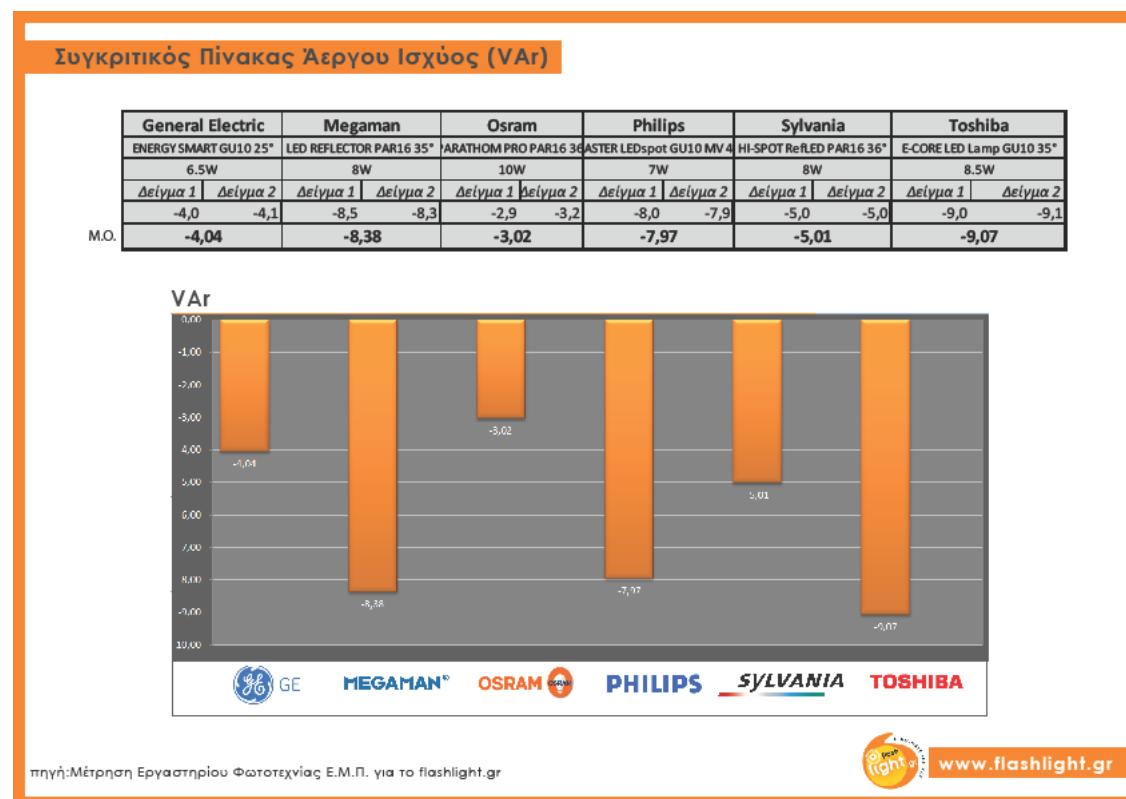
‘Αν γίνει μαζική χρησιμοποίηση λαμπτήρων με υψηλή αρμονική παραμόρφωση μπορεί να παρουσιασθούν διαταραχές σε ηλεκτρονικές συσκευές. Σε μεγάλα τριφασικά φορτία μπορεί να ανυψωθεί το ρεύμα του ουδετέρου και να προκληθεί τήξη του και πυρκαγιά. Αυτά όλα όμως προκαλούνται από μεγάλα αρμονικά φορτία. Δεν πιστεύω ότι τα τόσο μικρής ισχύος LED μπορούν να προκαλέσουν πρόβλημα. Πάντως η αρμονική παραμόρφωση είναι ένα μέγεθος που εξετάζεται πάντοτε.’

7. Άεργος ισχύς (VAr)

Αν το φορτίο είναι επαγωγικό (υπερισχύουν τα πηνία) τότε καταναλώνει άεργο ισχύ (θετικό πρόσημο). Αν το φορτίο είναι χωρητικό (υπερισχύουν οι πυκνωτές) τότε παράγει άεργο ισχύ (αρνητικό πρόσημο). Και στις 2 περιπτώσεις έχουμε άεργο ρεύμα από ή προς το επαγωγικό φορτίο.

Η άεργος μετράται σε VAr (Volt*Ampere reactive)

Πίνακας 7.1. Συγκριτικό άεργου ισχύος, μεταξύ εταιριών (VAr).

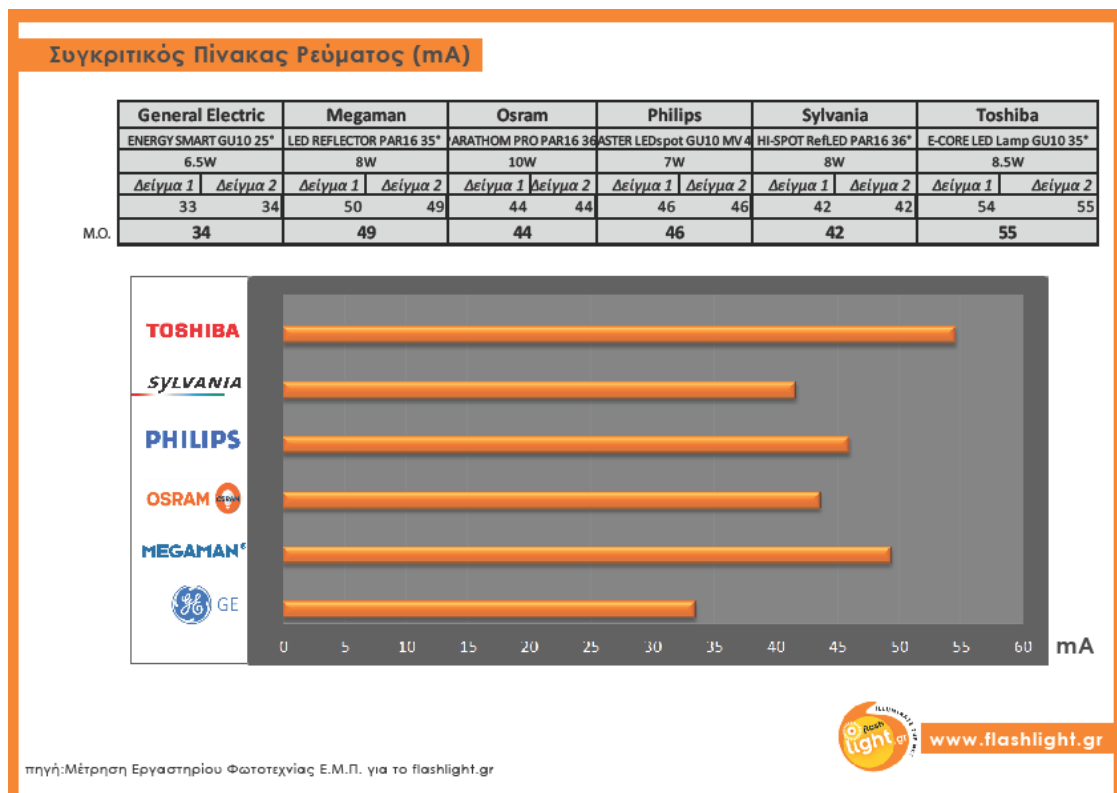


Στον πίνακα 7.1. παρουσιάζεται η άεργος ισχύς που παράγουν οι λαμπτήρες της έρευνας.

Ο λαμπτήρας της Osram παράγει -3,02 VAr, της General Electric -4,04 VAr, Sylvania -5,01 VAr, Philips -7,97 VAr, Megaman -8,38 VAr και Toshiba -9,07 VAr.

8. Ρεύμα (Ma)

Πίνακας 8.1. Συγκριτικό ρεύματος , μεταξύ εταιριών (VAr).



Το ρεύμα που τραβάει το κύκλωμα επηρεάζεται από το συντελεστή ισχύος της συσκευής.

Έτσι, αν ο λαμπτήρας για παράδειγμα της Toshiba, είχε συντελεστή ισχύος μονάδα θα τραβούσε ρεύμα $8.7\text{Watt}/230\text{Volt}=38\text{mA}$. Τώρα με συντελεστή ισχύος 0.69 τραβά ρεύμα 55mA, δηλαδή 42% παραπάνω από αυτό που θα χρειαζόταν.

Το υψηλό ρεύμα (mA) ανεβάζει τη θερμοκρασία του LED και απαιτεί καλύτερη ψύξη. Αν έχει καλή ψύκτρα τότε το πρόβλημα φθοράς μειώνεται. Αν δεν έχει καλή ψύκτρα, τότε το ρεύμα ανεβάζει τη θερμοκρασία (φαινόμενο Joule) και το LED καταστρέφεται γρήγορα. Το σημαντικότερο λοιπόν είναι το σύστημα ψύξης, πράγμα που χρειάζεσαι ειδικό εξοπλισμό και χώρο για να το ελέγξεις.

9. Συμπεριφορά dimming.

Η συμπεριφορά dimming των λαμπτήρων μελετήθηκε από το εργαστήριο Φωτοτεχνίας του Ε.Μ.Π.. Ως μέσο οδήγησης χρησιμοποιήθηκε ένας απλός ροοστάτης όπως ακριβώς ντιμάρεται ο λαμπτήρας αλογόνου. Ο καθηγητής κύριος Τοπαλής σημειώνει για το θέμα:

‘Κατά τη διαδικασία ρύθμισης της φωτεινότητας, αλλά και της ισχύος των λαμπτήρων, παρατηρήθηκε ότι κάποιοι τύποι (λαμπτήρα) θα έπρεπε να χρησιμοποιούσαν δικό τους κύκλωμα οδήγησης, το οποίο θα έκανε και το dimming, γιατί το τυποποιημένο κύκλωμα που χρησιμοποιήσαμε εμείς, με μείωση της τάσης, έδειξε κάποιες διαταραχές. Άρα δεν θα πρέπει άκριτα να χρησιμοποιούνται dimmers για όλους τους λαμπτήρες LED, αλλά να εξετάζεται η συμβατότητα των LED με το κύκλωμα οδήγησης.

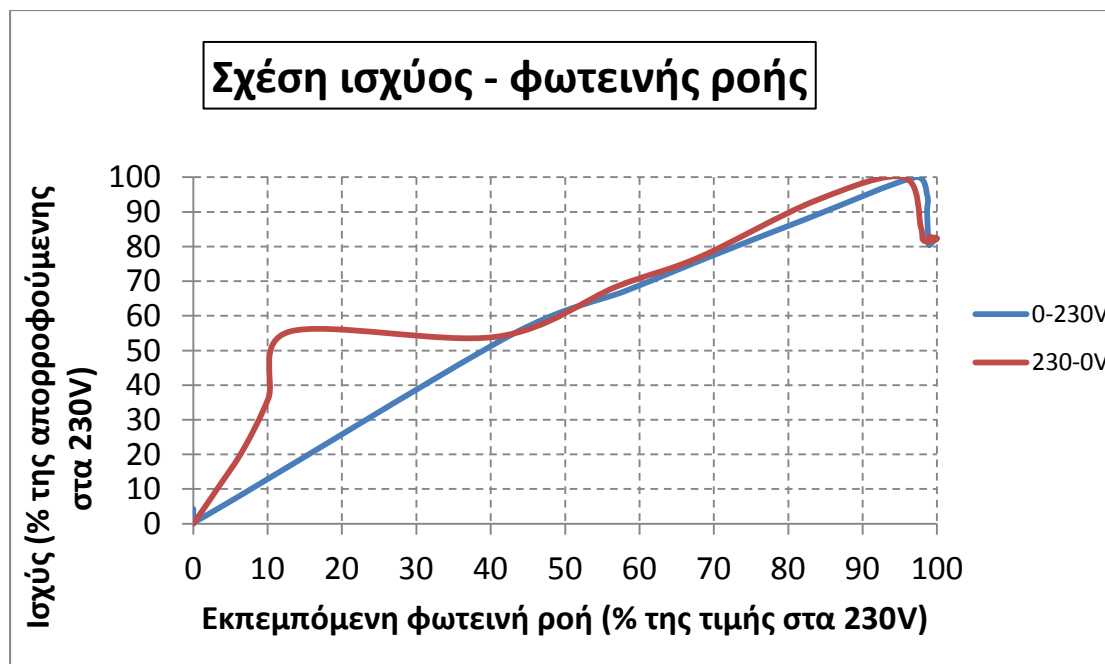
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με δύο τρόπους.

α) Σχέση Ισχύος-Φωτεινής Ροής κατά το 0-230V και 230-0V dimming.

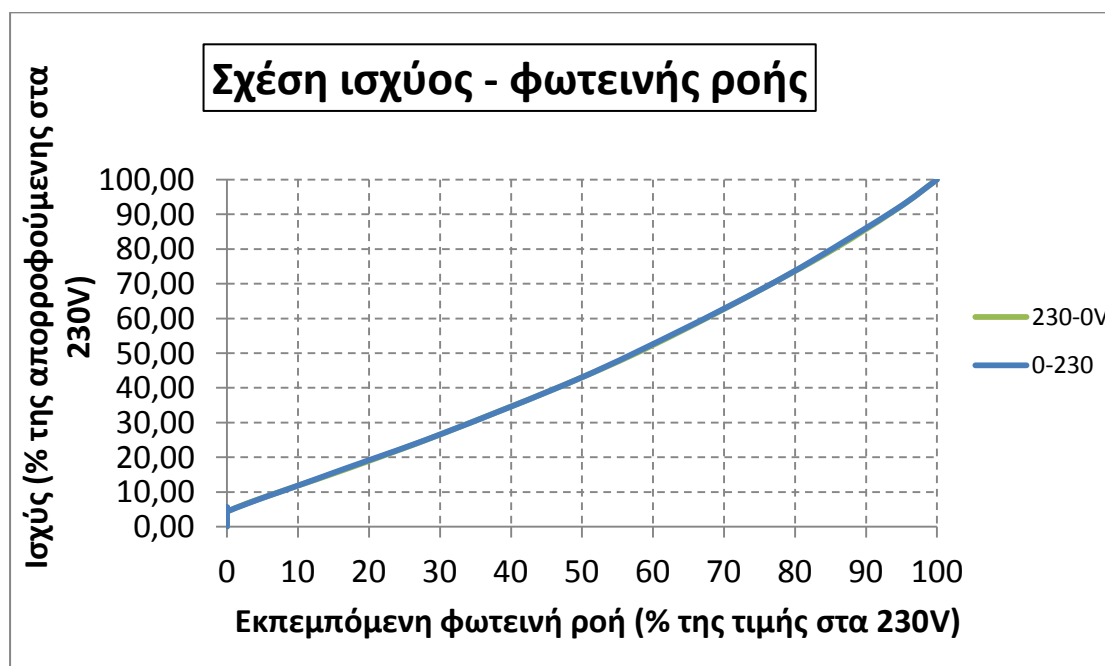
β) Ποσοστό επί της τιμής στα 230V της φωτεινότητας και της ενεργούς ισχύος κατά την άνοδο (από 0V στα 230V) και κατά την κάθοδο (από τα 230V στο 0V)

α) Σχέση Ισχύος-Φωτεινής Ροής κατά το 0-230V και 230-0V dimming.

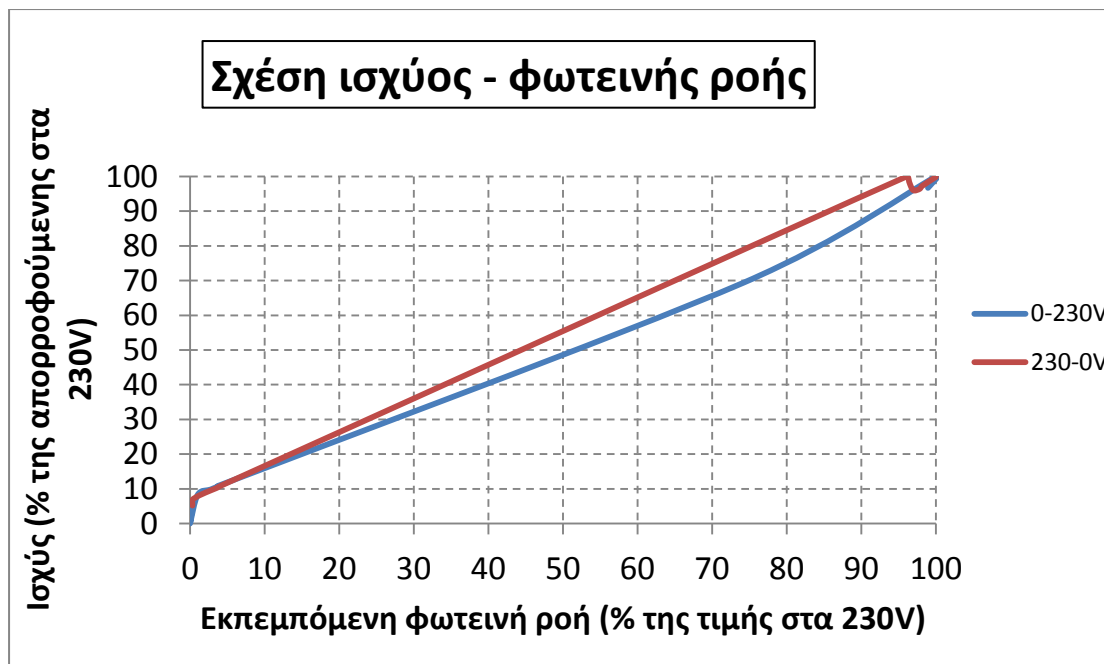
General Electric Led Gu10 6,5W



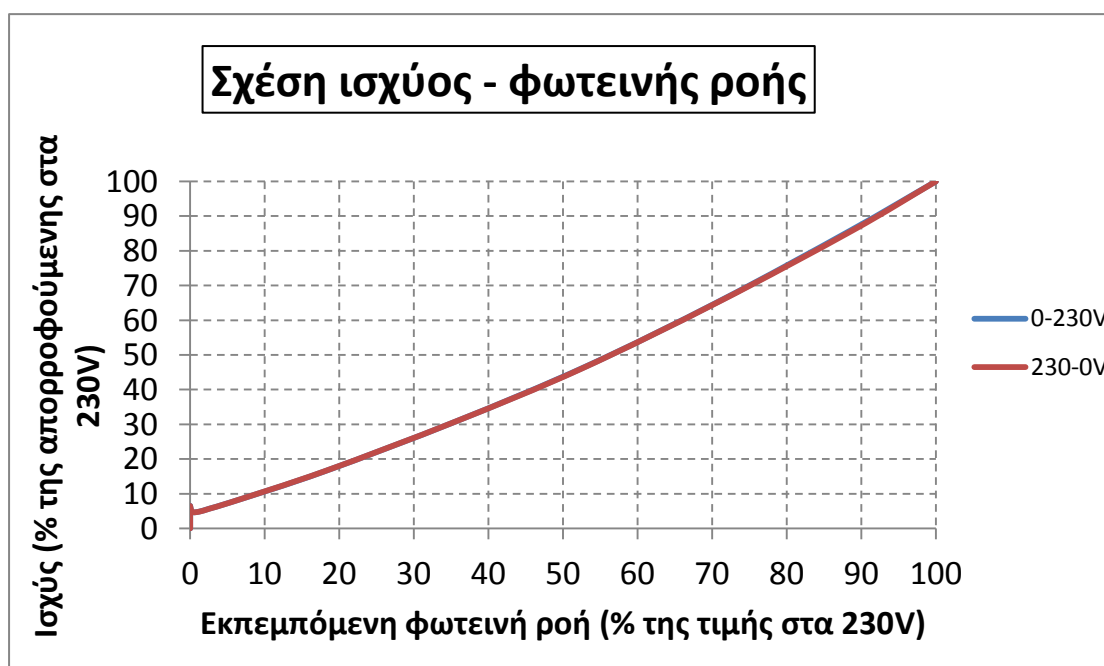
Megaman Led Reflector Gu10 8W



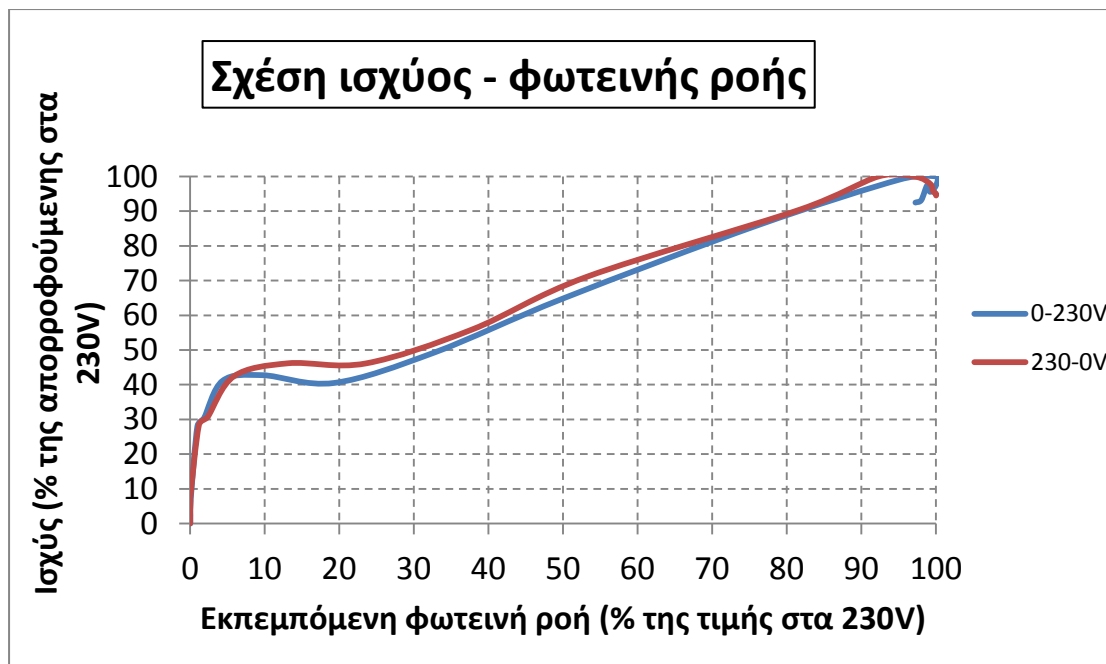
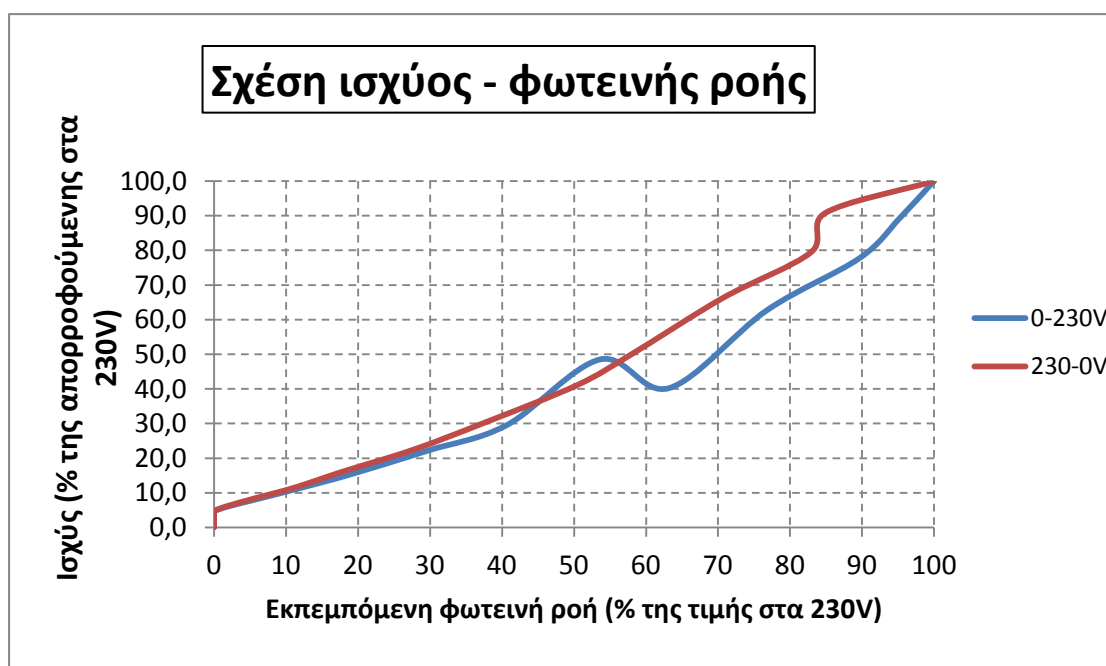
Osram Parathom Led Par16 10W



Philips Master Led Gu10 7W

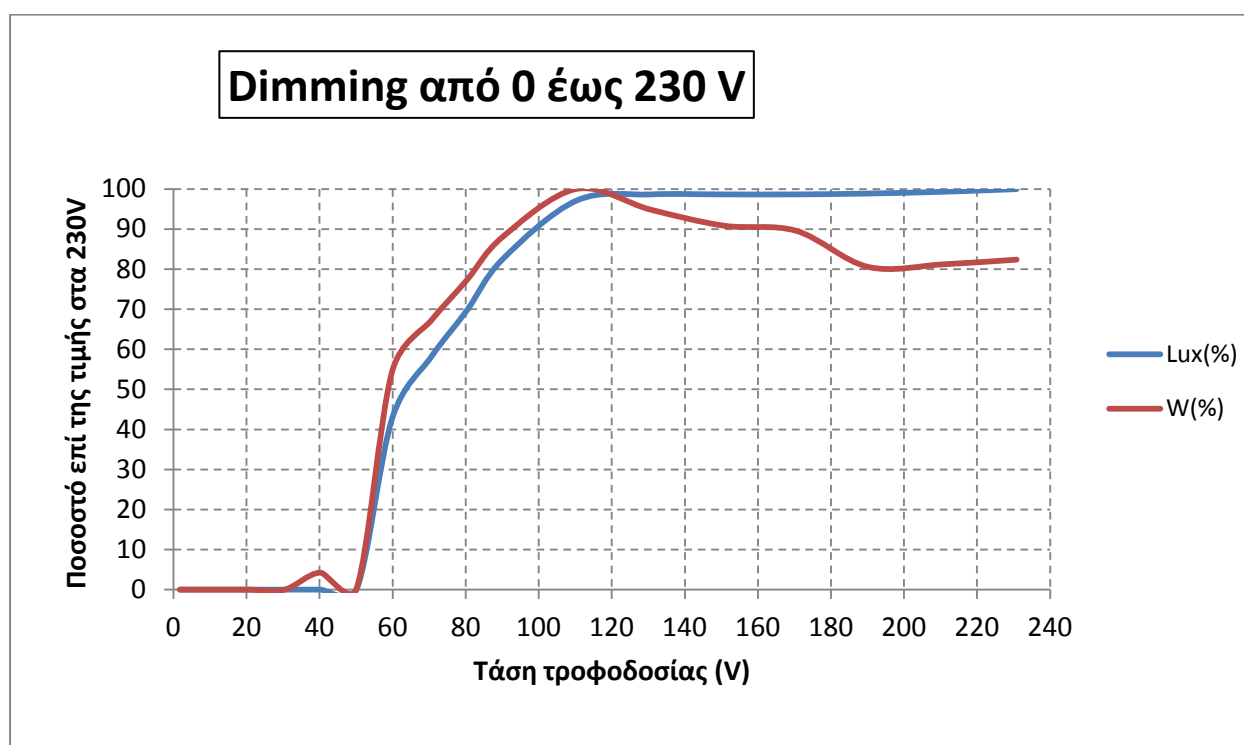
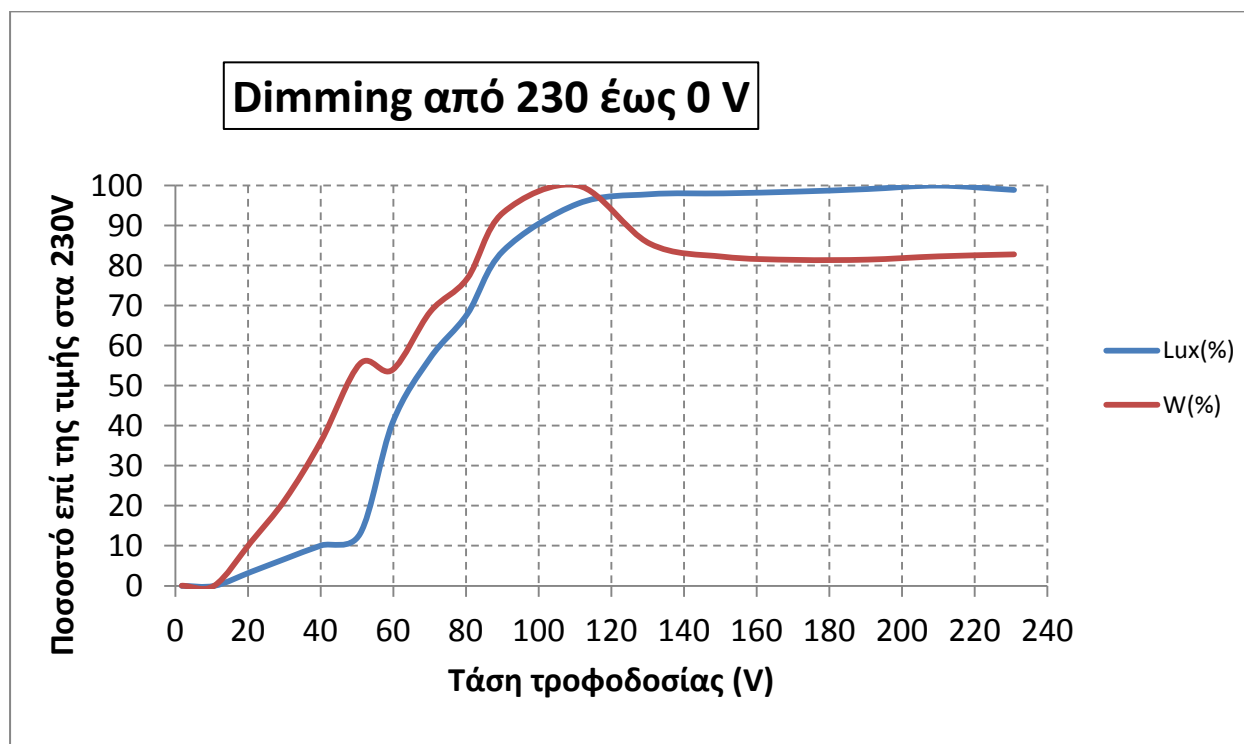


Sylvania Refled 8W Par16

**Toshiba LED Gu10 8,5W**

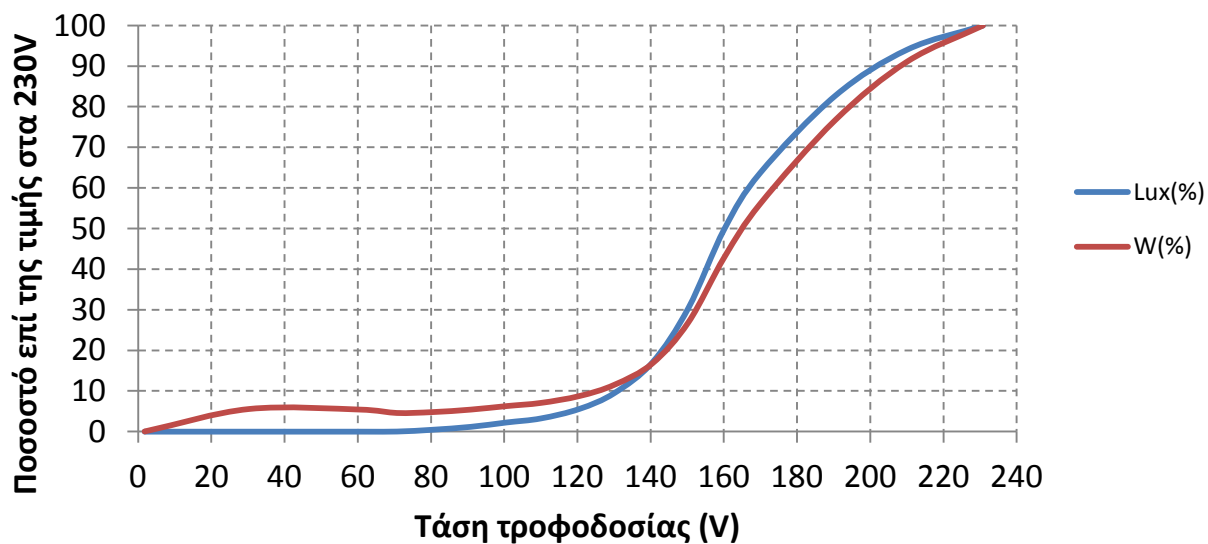
β) Ποσοστό επί της τιμής στα 230V της φωτεινότητας και της ενεργούς ισχύος κατά την άνοδο (από 0V στα 230V) και κατά την κάθοδο (από τα 230V στο 0V)

General Electric Led Gu10 6,5W

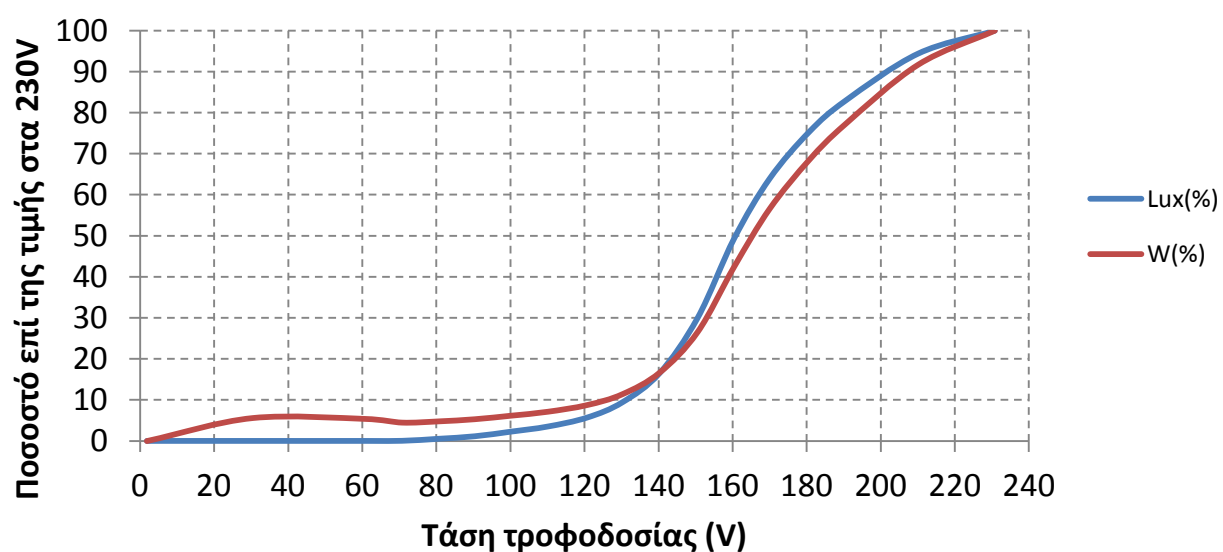


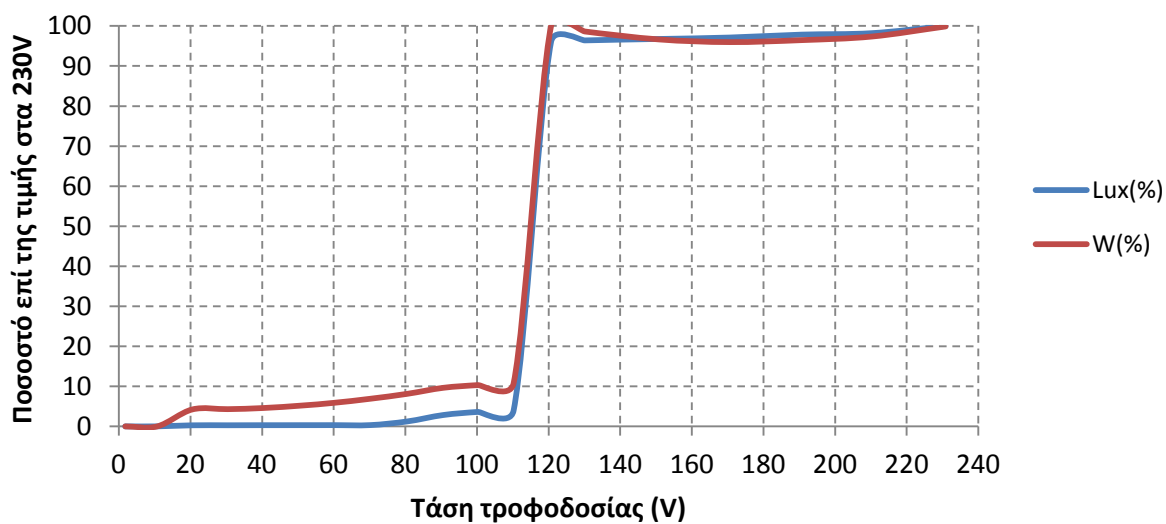
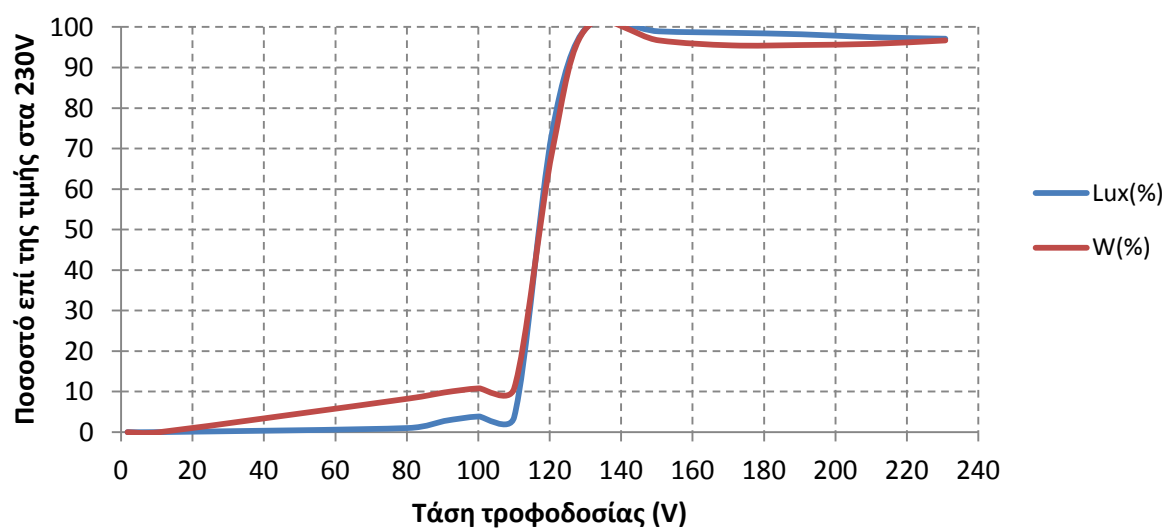
Megaman Led Reflector Gu10 8W

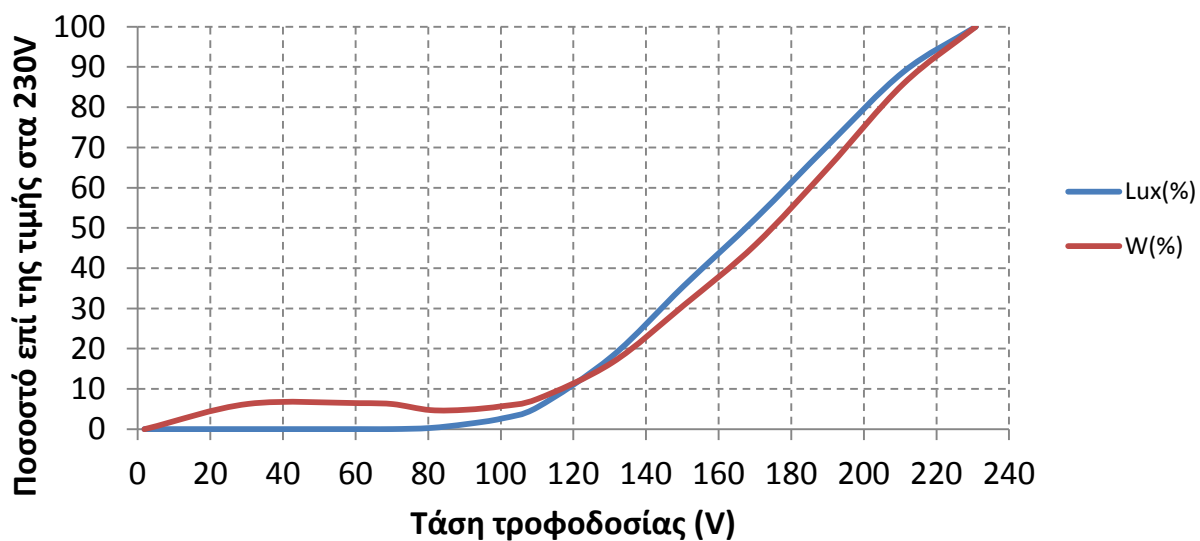
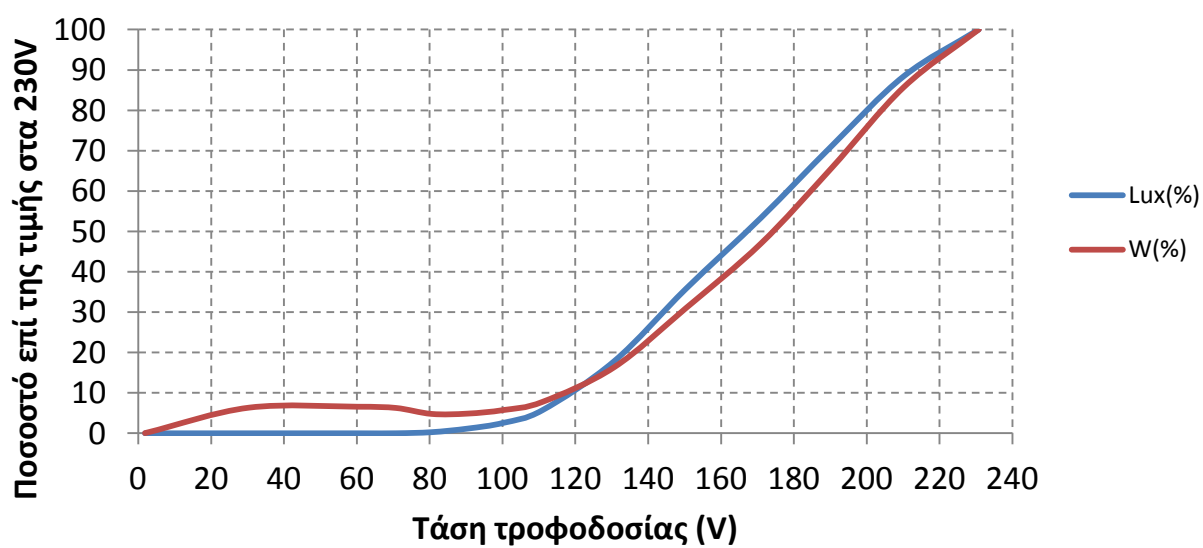
Dimming από 230 έως 0 V



Dimming από 0 έως 230 V

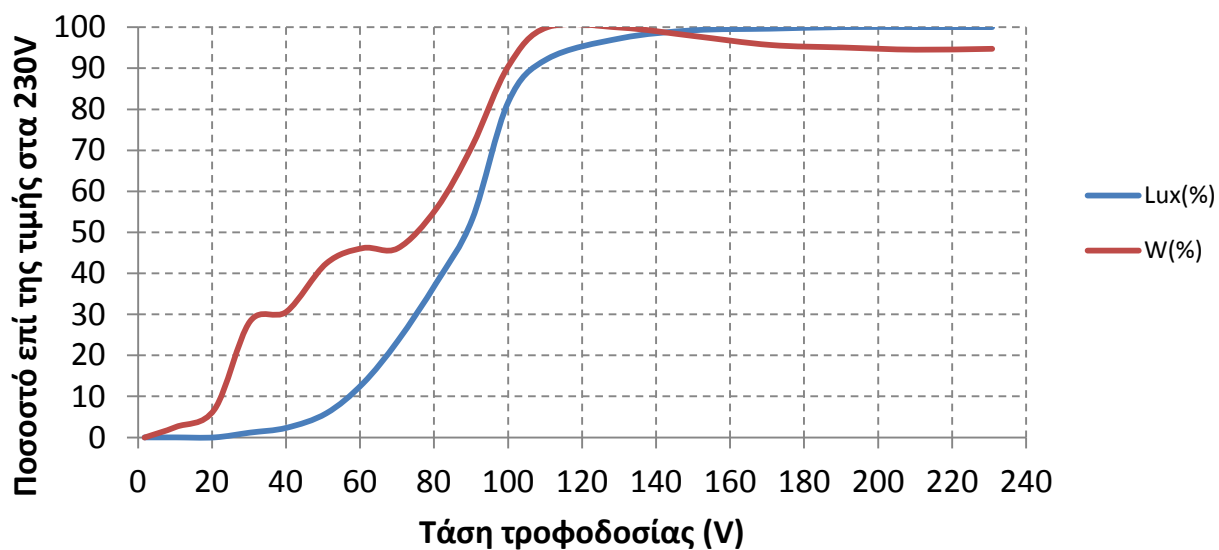


*Osram Parathom Led Par16 10W***Dimming από 230 έως 0 V****Dimming από 0 έως 230 V**

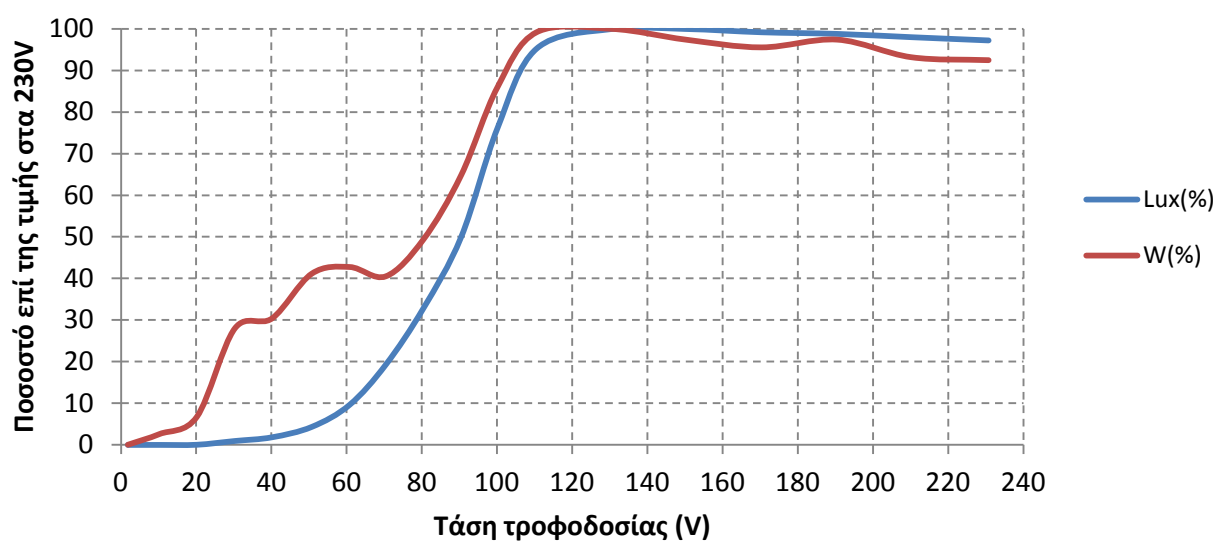
*Philips Master Led Gu10 7W***Dimming από 230 έως 0 V****Dimming από 0 έως 230 V**

Sylvania Refled 8W Par16

Dimming από 230 έως 0 V

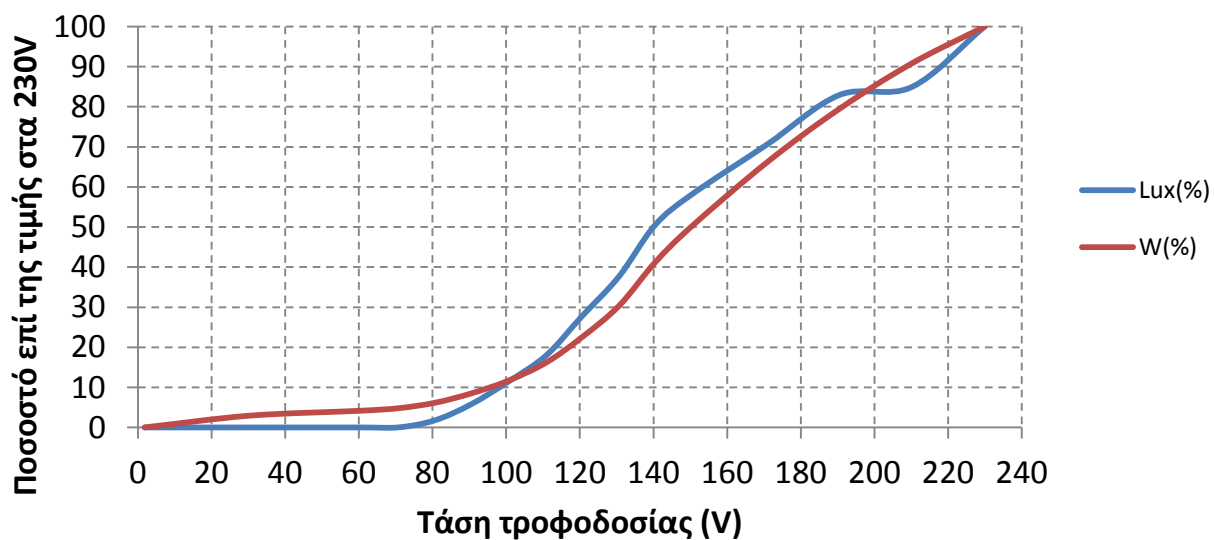


Dimming από 0 έως 230 V

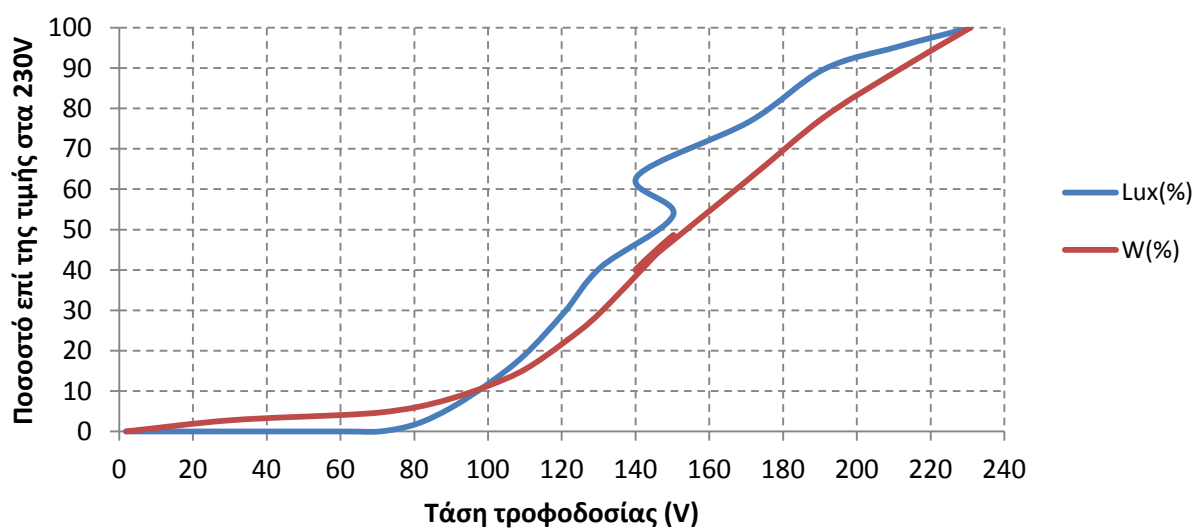


Toshiba LED GU10 8,5W

Dimming από 230 έως 0 V



Dimming από 0 έως 230 V



10. Πίνακας διαστάσεων, εγγύησης και ωρών ζωής που δίνονται από τον κατασκευαστή.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διαστάσεις των λαμπτήρων, η εγγύηση αντικατάστασης που δίνεται από τους κατασκευαστές στον οικιακό χρήστη και οι ώρες ζωής που οι κατασκευαστές ισχυρίζονται ότι οι λαμπτήρες τους διαρκούν.

	General Electric ENERGY SMART GU10 25* 6.5W	Megaman LED REFLECTOR PAR16 35* 8W	Osram PARATHOM PRO PAR16 36* 10W	Philips MASTER LEDspot GU10 MV 40* 7W	Sylvania HI-SPOT RefLED PAR16 36* 8W	Toshiba E-CORE LED Lamp GU10 35* 8.5W
ΥΨΟΣ	77,6mm	79mm	85mm	80mm	80mm	80mm
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	50mm	50mm	50mm	50mm	50mm	50mm
ΕΓΓΥΗΣΗ (ΕΤΗ)	2	2	5	-	2	2
ΩΡΕΣ ΖΩΗΣ (ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ)	25000	25000	25000	40000	35000	40000

Βιβλιογραφία:

Φραγκίσκος Β.Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου και Σταυρούλα Κουρτέση *Φωτοτεχνία* (2010 Τζιόλας)

Στέφανος Τούλογλου *Ειδικές εγκαταστάσεις Φωτοτεχνίας (2003 ION)*

Ι.Α. Οικονομόπουλος, *Θεωρητική και εφηρμοσμένη φωτοτεχνία (1975 Αθήνα)*

Η έρευνα διεξήχθη για λογαριασμό του flashlight.gr από το Εργαστήριο Φωτοτεχνίας του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. τον Ιανουάριο 2012 από την ομάδα των κυρίων:

Φραγκίσκο Δ. Τοπαλή,
Κωνσταντίνο Μπουρούση,
Λάμπρο Δούλο,
Ευάγγελο-Νικόλαο Μαδιά

Δημοσιογραφική επιμέλεια- επεξεργασία στοιχείων έρευνας. Ψυλλιάς Μιλτιάδης

Οργάνωση Παραγωγής- Δημόσιες σχέσεις. Λιανόπουλος Εμμανουήλ

Flashlight.gr 2012