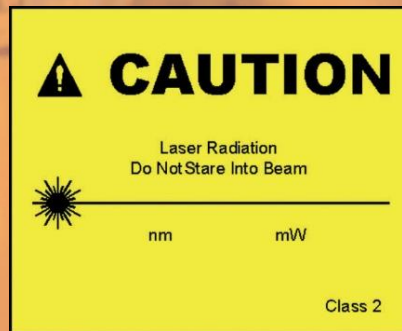


Διαδικασίες ασφαλείας στην τεχνητή οπτική ακτινοβολία (ασύμφωνη-laser)

Γ. Γουρζουλίδης
Δρ. Ακτινοφυσικός



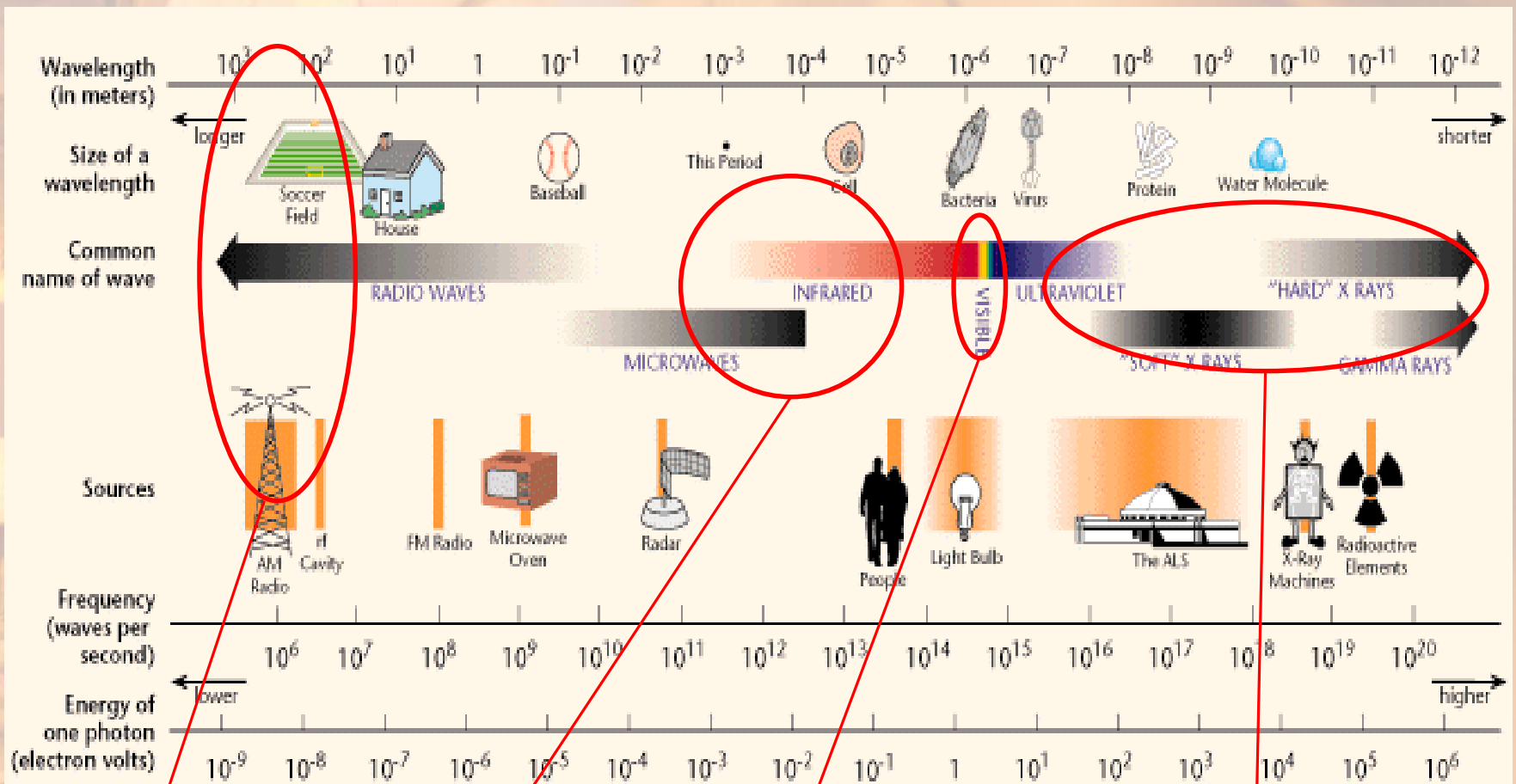
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΤΙΣ ΜΗ-ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΕΣ
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

ΠΑΤΡΑ, 16-17.2.2019

Βασικά ερωτήματα

- Πώς αλληλεπιδρά το σώμα με τα ΗΜΠ;
 - Αισθητήρες
 - Μηχανισμός αλληλεπίδρασης
 - Δυσμενείς επιπτώσεις
- Μεγάλη συζήτηση για τα EMF
 - Μέγιστη απορρόφηση στα ραδιοφωνικά ($\lambda/2$)
 - Υποκινούμενος φόβος
- Σχεδόν ανύπαρκτη η ενασχόληση με την τεχνητή οπτική ακτινοβολία

Η/Μ ΦΑΣΜΑ



νευρικό σύστημα

θερμότητα
αισθητήρες

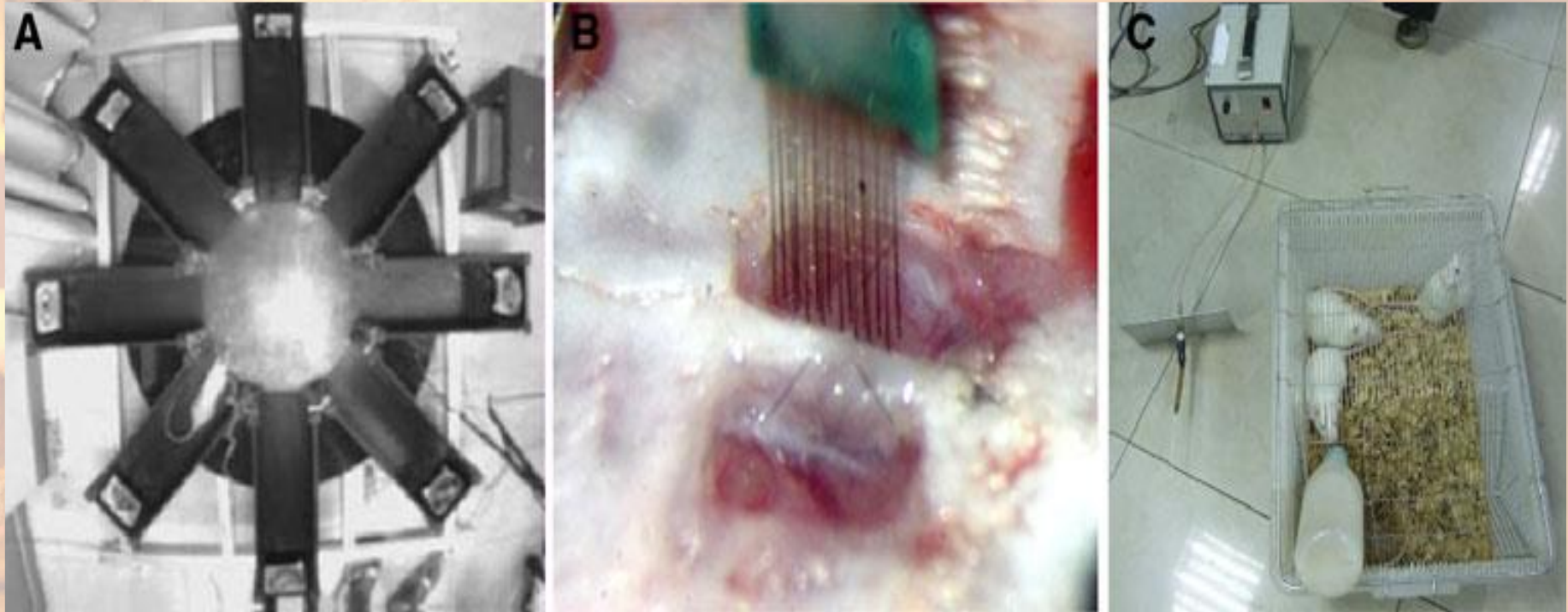
αισθητήρες

δυσμενείς επιπτώσεις
μηχανισμοί επιδιόρθωσης



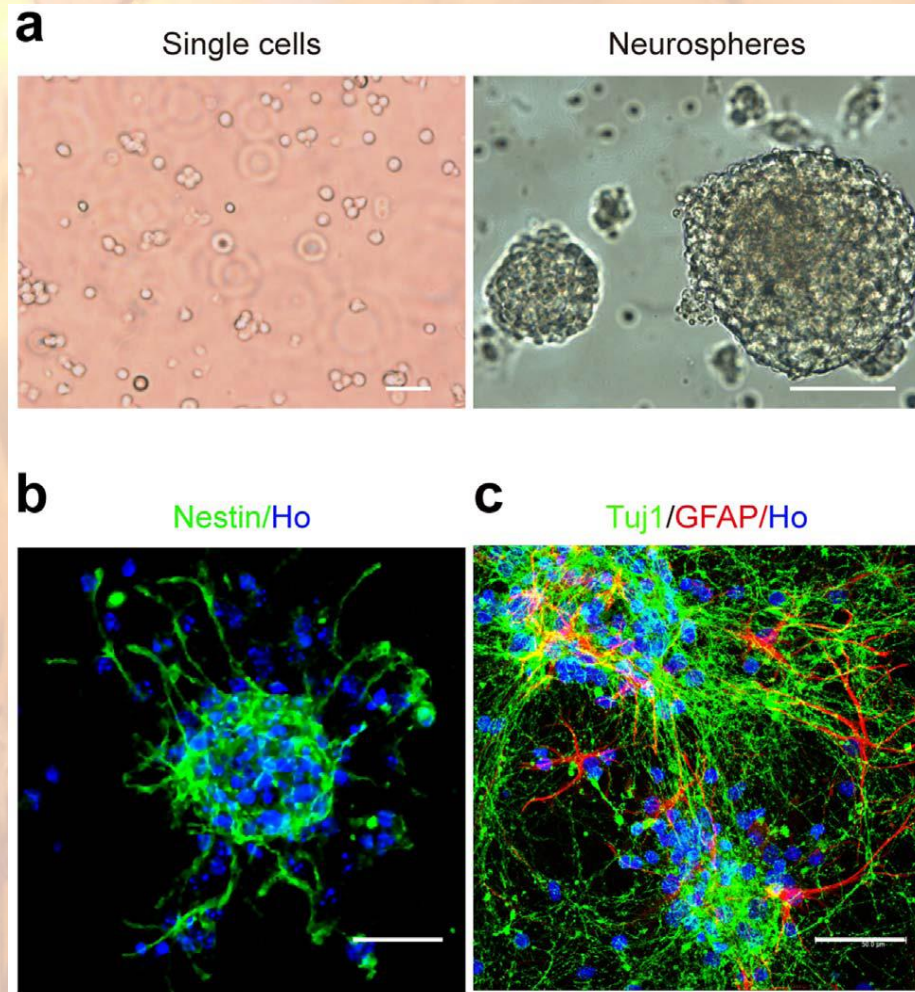
Ολίγα ΕΜΦ...

Επιπτώσεις των ΗΜΠ – *in vivo*



Σε τι κατάσταση βρίσκονται τα πειραματόζωα;

Επιπτώσεις των ΗΜΠ – *in vitro*

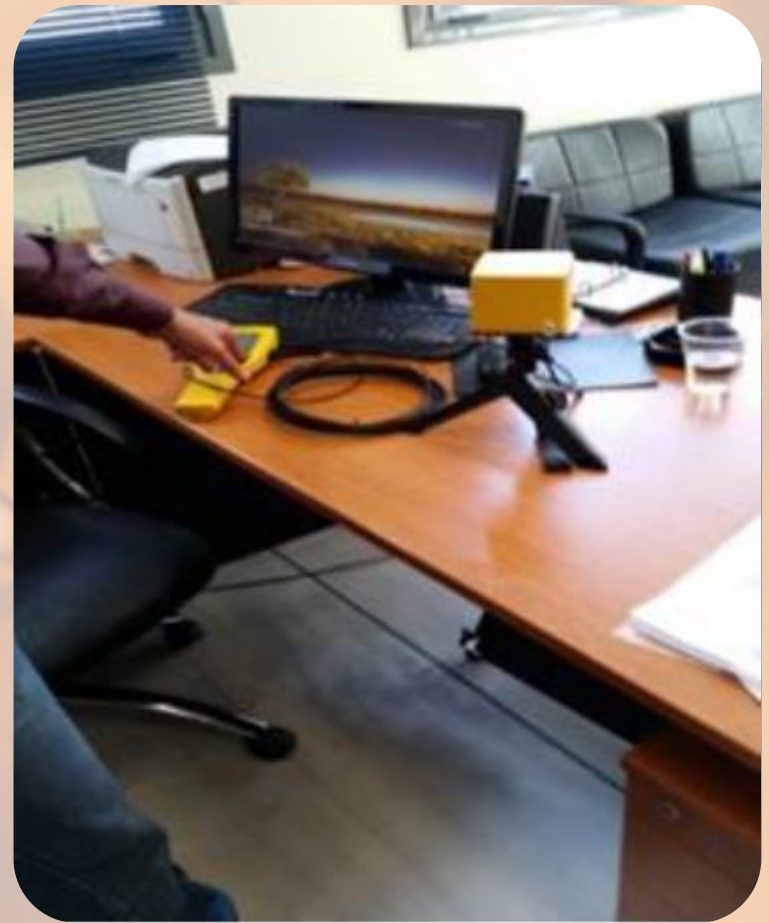


Ερωτηματικά για την δράση των χημικών!

‘μελέτες’ ...

- Άσθμα και παιδική παχυσαρκία
- Δεξαμενές νερού
- Παιδική λευχαιμία: 0.3-0.4μT
 - Απροσδιοριστία των μετρήσεων
 - Επιδημιολογία?
 - Προσθετικοί παράγοντες
- Κόστος-όφελος
 - Μετακίνηση 12 εκατομμυρίων πολιτών λόγω του 0.3μT
- **ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟΤΗΤΑ**
- Νέες τεχνολογίες
- Η αίσθηση για τα ΗΜΠ που έχουν οι άνθρωποι
- Ηλεκτροευαισθησία

Μετρήσεις...



Τα όρια... ΣΤΟΑ και COST281



- COST action 281 is aware that **Dr. Hyland** is not an expert in the field of investigation and assessing biological EMF interaction although his work is supported by a company, which markets EMF protective devices. However, since many of his arguments and conclusions can also be found in the public domain they are discussed *inter alia* in this *paper*.

Οι τάξεις μεγέθους...



$0.1 \text{ km/h} = 100 \text{ m/h}$

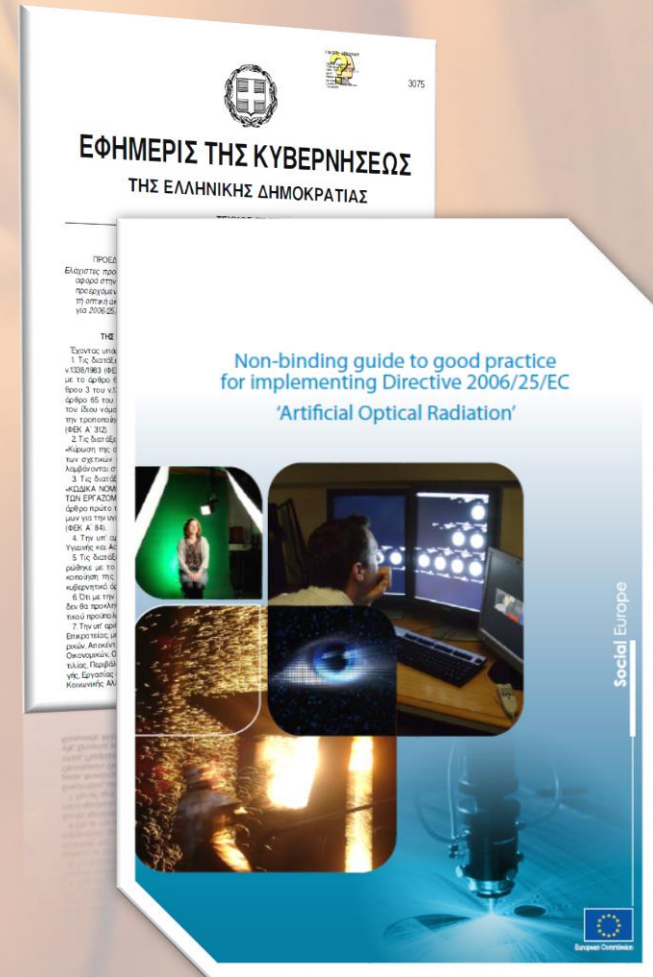




Τεχνητή οπτική ακτινοβολία

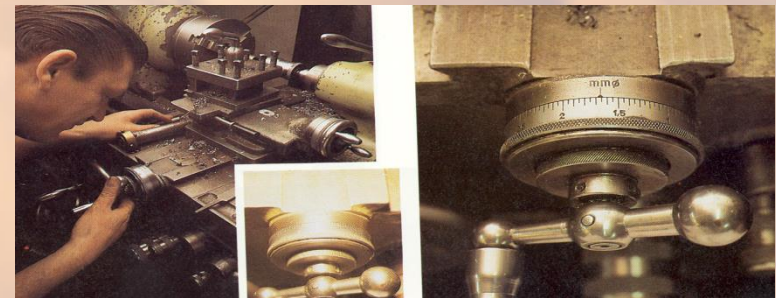
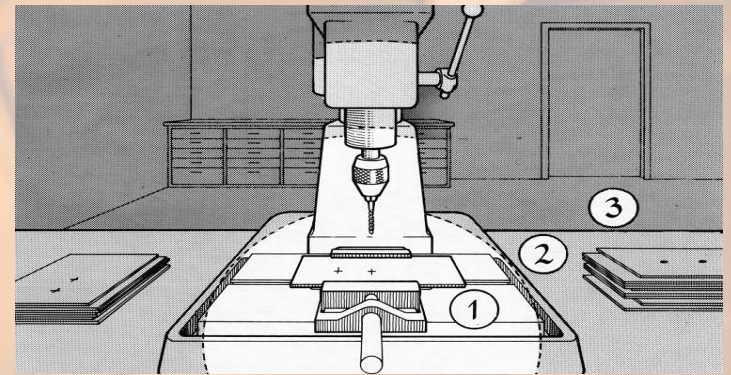
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Η 2006/25/EC είναι ειδική οδηγία ΥΑΕ για την τεχνητή οπτική ακτινοβολία - **UV, ορατό και IR**.
 - Εισάγει **όρια** και **μέτρα ΥΑΕ** για **laser** και ασύμφωνη AOR.
 - Περιορισμένες δράσεις στην Ελλάδα 12 χρόνια μετά.
- Αρχικές δράσεις από Υπ. Εργασίας, ΕΜΠ και ΕΕΑΕ.



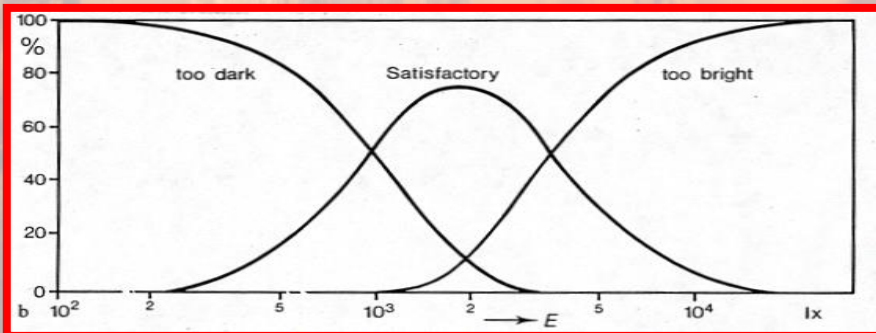
ΦΩΤΙΣΜΟΣ

- Ένταση φωτισμού (lux)
- Χρωματική θερμοκρασία (Χρώμα)
- Κατανομή του φωτισμού στο χώρο - Θάμβωση
- ΠΔ 16/96 Ι - 9. Φωτισμός
- ISO 8995



ΛΑΘΟΣ

ΣΩΣΤΟ

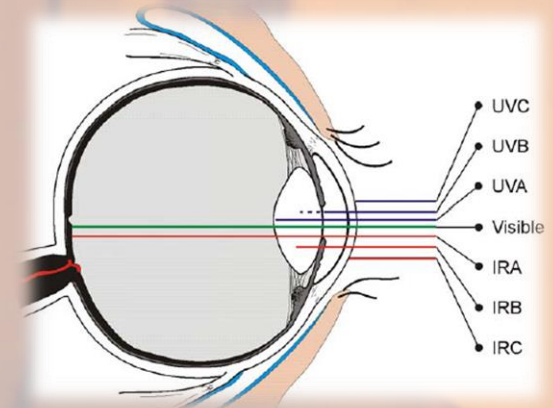
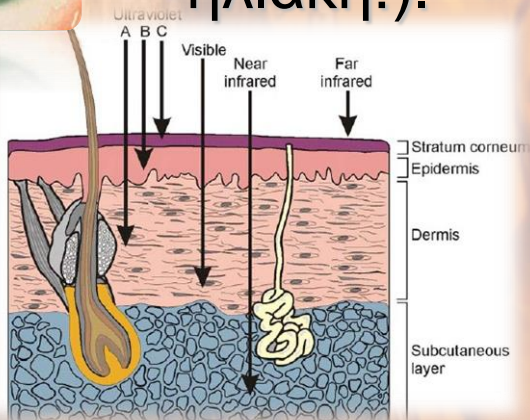
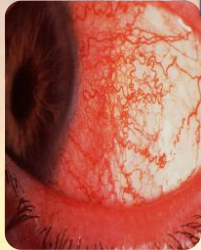
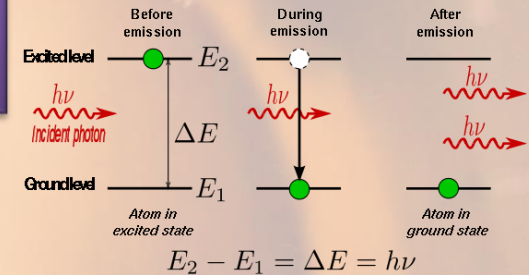


ΤΥΠΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (LUX)
Όριο διάκρισης χαρακτηριστικών προσώπου.	20
Περιστασιακή απασχόληση σε αυτοματοποιημένες διαδικασίες.	200
Εργασία με μέτριες οπτικές απαιτήσεις.	500
Δύσκολη εργασία με υψηλές οπτικές απαιτήσεις.	1.000
Χειρουργική επέμβαση	20.000

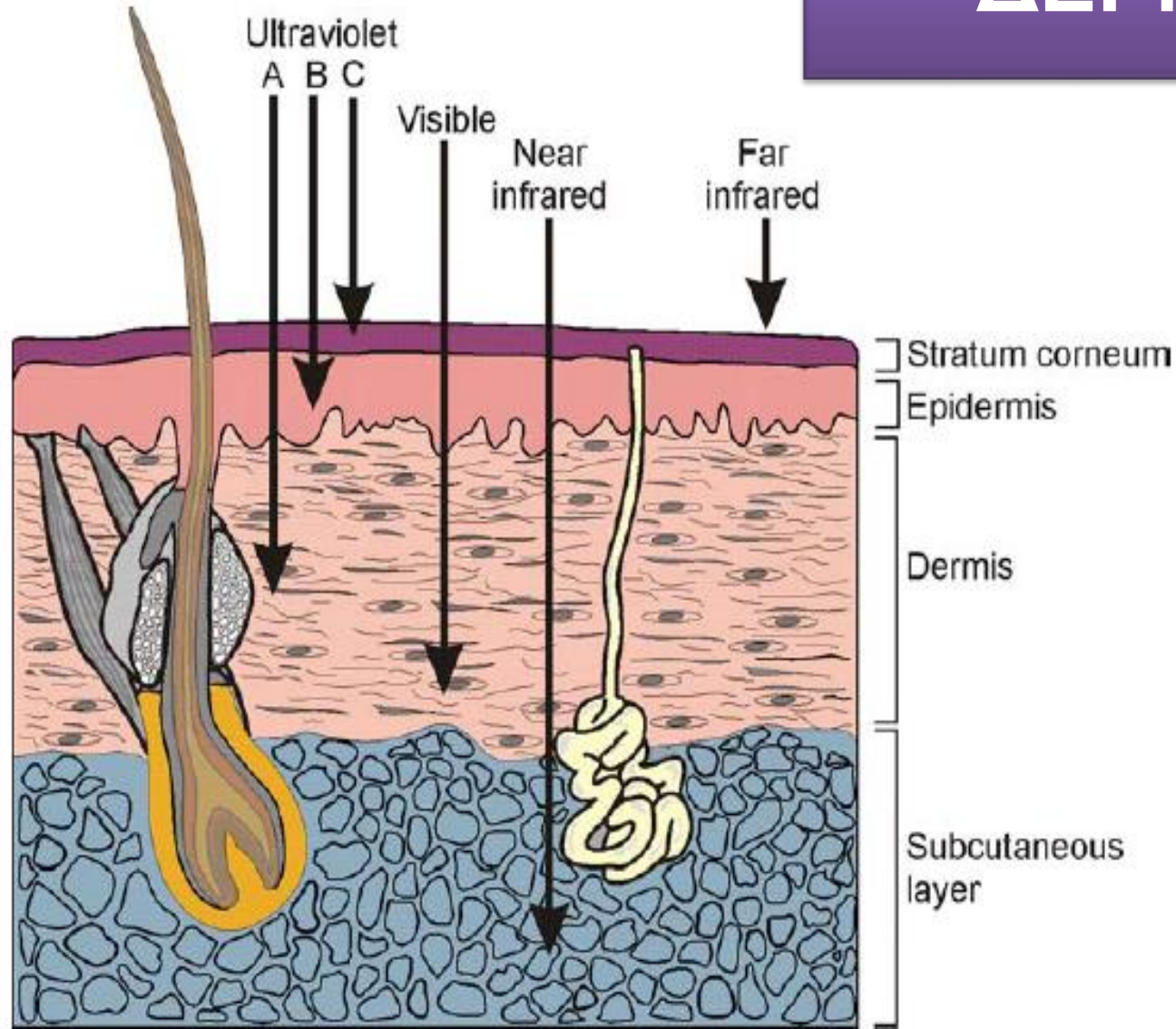
ΟΠΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ - ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ

◆ Νομοθεσία

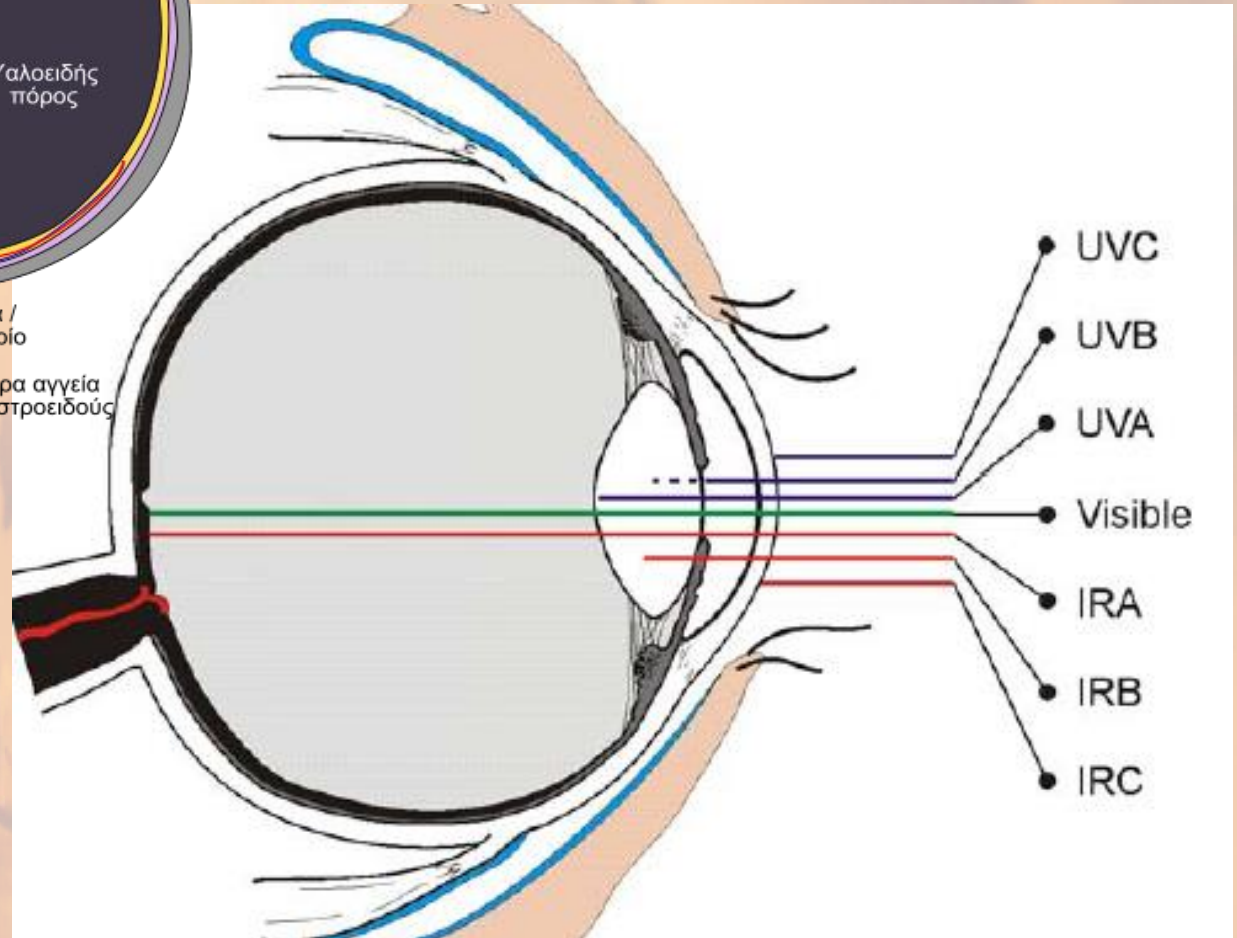
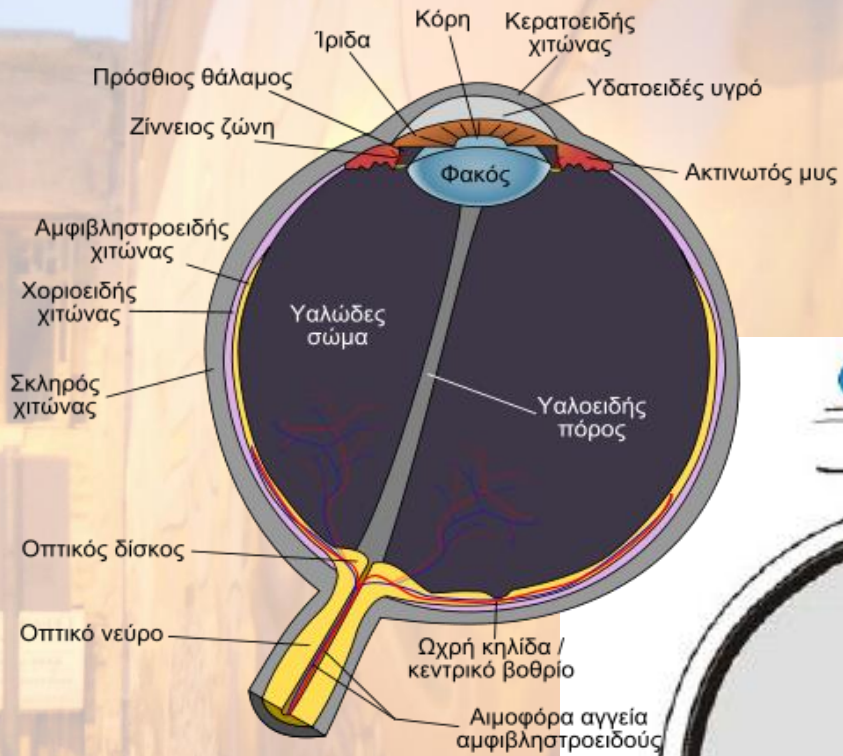
- π.δ. 82/2010 (Οδηγία 2006/25/EK). Προστασία ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ για τα μάτια και το δέρμα.
- Ασύμφωνη και laser ακτινοβολία στις περιοχές **UV**, **ορατό** και **IR** από τις κατευθυντήριες οδηγίες της **ICNIRP**.
- Μόνο τεχνητή οπτική ακτινοβολία (εξαιρείται η ηλιακή!).



ΔΕΡΜΑ



ΟΦΘΑΛΜΟΣ



ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

λ (nm)		ΜΑΤΙΑ	ΔΕΡΜΑ
100-280	UVC	Φωτοκερατίτιδα Φωτοεπιπεφυκίτιδα	Ερύθημα Καρκίνος δέρματος
280-315	UVB	Φωτοκερατίτιδα Φωτοεπιπεφυκίτιδα Καταρράκτης	Ερύθημα Καρκίνος δέρματος Φωτογήρανση
315-400	UVA	Φωτοκερατίτιδα Φωτοεπιπεφυκίτιδα Καταρράκτης Βλάβη αμφιβληστροειδούς	Ερύθημα Καρκίνος δέρματος Φωτογήρανση Μελάγχρωση
380-780	ΟΡΑΤΟ	Βλάβη αμφιβληστροειδούς Έγκαυμα αμφιβληστροειδούς	Έγκαυμα
780-1400	IRA	Καταρράκτης Έγκαυμα αμφιβληστροειδούς	Έγκαυμα
1400-3000	IRB	Καταρράκτης	Έγκαυμα
3000-10 ⁶	IRC	Έγκαυμα κερατοειδούς	Έγκαυμα

Μια δύσκολη οδηγία...

- ΙΑΤΡΙΚΑ (όχι μόνο lasers...)
- **ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**
- ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ...
- ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

$$E_B = \int_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$E_{IR} = \int_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$

$$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda = 180 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$

$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda = 315 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$

$$L_B = \int_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$

Δείκτης	Μήκος κύματος (nm)	Ορακή τιμή έκθεσης				
α.	180-400 (UVA, UVB και UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ για 8ωρη ημερήσια έκθεση				
β.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ για 8ωρη ημερήσια έκθεση				
γ.	300-700 (κυανό φως) βλ. σημείωση 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ για $t \leq 10\,000$ s	L_B [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [sec]		για $\alpha \geq 11$ mrad	
δ.	300-700 (κυανό φως) βλ. σημείωση 1	$L_B = 100$ για $t > 10\,000$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
ε.	300-700 (κυανό φως) βλ. σημείωση 1	$E_B = \frac{100}{t}$ για $t \leq 10\,000$ s	E_B [W m ⁻²] t: [sec]		για $\alpha < 11$ mrad βλ. σημείωση 2	οφθαλμικός αμφιβληστροειδής χιτώνας
στ.	300-700 (κυανό φως) βλ. σημείωση 1	$E_B = 0.01$ t > 10 000 s	[W m ⁻²]			φωτοαμφιβληστρο

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Εν Λεφκο 87.7 | Official We x | Yahoo! Ελλάδας x | OIRA — Online Interactive x

www.oiraproject.eu

Temp

Αυτή η σελίδα είναι στα Αγγλικά | Θέλετε να τη μεταφράσετε; Μετάφραση | Όχι | Επιλογές x

Μετάφραση

European Agency for Safety and Health at Work

Online Interactive Risk Assessment

Get involved | Tool creation | Demo | Tools | Partners | Documenta

Welcome to OIRA, the Online Interactive Risk Assessment project

...iative lead by the [European Agency for Work](#) to develop an easy-to-use and cost-free online risk assessment tools.

...n helps **Sectoral Social Partners** (employers' associations) and **National authorities** (Ministries, SH institutes, etc.) produce sector-specific risking small businesses.

NEWS

OIRA project.

LS

...risk assessment tools for micro and small

10:10 πμ 4/4/2013



εκτίμηση - προτεραιότητα

- **Ασφαλείς πηγές** (στοιχεία: κατασκευαστές, εκτιμήσεις, μετρήσεις, Ο.Τ.)
 - Έκθεση <20% της Ο.Τ. για **ΟΛΕΣ** τις πηγές
- **Καταγραφή** πηγών
- **Συνθήκες εργασίας** (σενάρια έκθεσης)
- Άλλοι κίνδυνοι (π.χ. ασφάλεια αν ελαττωθούν οι πηγές)
- Φωτοευαίσθητοι εργαζόμενοι
- **Κίνδυνος – επικινδυνότητα – συνέπειες**
- Καθορισμός προτεραιοτήτων στα μέσα ελέγχου για τις πηγές που αυτό απαιτείται.
- **UV** ακτινοβολία → προσέγγιση **ALARA**

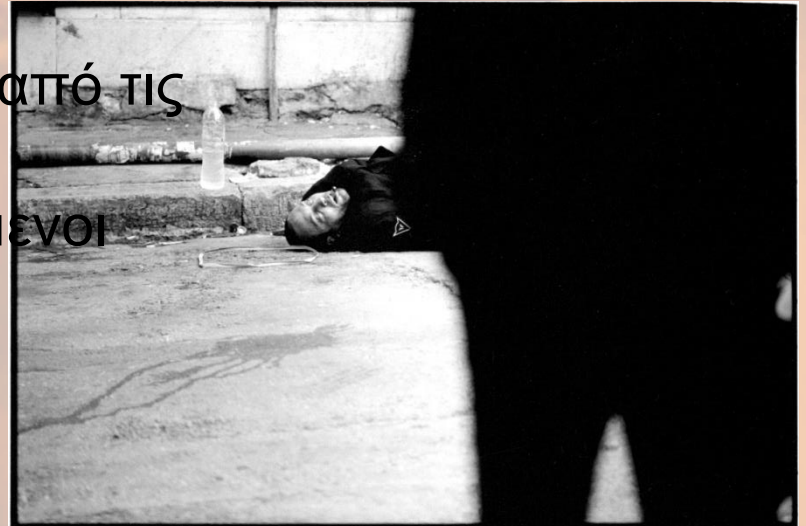
οργανωτικά μέτρα

- Κανονισμοί - **Υπεύθυνοι ασφαλείας**
 - Γραπτές Οδηγίες Ασφαλείας
- **Ελεγχόμενες περιοχές**
 - πιθανότητα υπέρβασης Ο.Τ.
 - περιορισμένη πρόσβαση
- **Σήμανση**
- Εκπαίδευση - Ενημέρωση/Διαβούλευση των Εργαζομένων



έΚΤΑΚΤΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ

- Ατυχήματα – παρολίγον ατυχήματα – συμβάντα
- **Σχεδιασμός έκτακτων περιστατικών**
 - **Laser 3B, 4 – ασύμφωνη κατηγορίας 3**
 - Δράσεις όταν:
 - εργαζόμενοι εκτεθούν πάνω από τις Ο.Τ.
 - υπάρχει υπόνοια ότι εργαζόμενοι εκτέθηκαν πάνω από τις Ο.Τ.



Μέτρα Ατομικής Προστασίας

- **Τελευταίο μέτρο - εργονομία** (άλλοι πιθανοί κίνδυνοι) - αποθήκευση - συντήρηση - επιθεώρηση
- Εξάρτηση από το μήκος κύματος – **Οριακές Τιμές**
- Προστασία ματιών
 - Ποιότητα όρασης: Χρώμα – Φωτεινότητα (>20%) - Ανακλάσεις
- Προστασία δέρματος
 - Χέρια – Πρόσωπο – Κεφάλι – Λαιμός
 - ΓΕΝΝΗΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ! (στείρωση)



πηγές ασύμφωνης ακτινοβολίας

◆ Ασφαλείς πηγές

Sources only likely to produce insignificant exposures, which can be considered "safe"

Ceiling mounted fluorescent lighting with diffusers over the lamps
Computer or similar display screen equipment
Ceiling mounted compact fluorescent lighting
Compact fluorescent floodlighting
UVA insect traps
Ceiling mounted tungsten halogen spotlighting
Tungsten lamp task lighting (including daylight spectrum bulbs)
Ceiling mounted tungsten lamps
Photocopiers
Interactive whiteboard presentation equipment
Indicator LEDs
Personal digital assistants
Vehicle indicator, brake, reversing and foglamps
Photographic flashlamps
Gas-fired overhead radiant heaters
Street lighting

◆ Σχετικά ασφαλείς πηγές

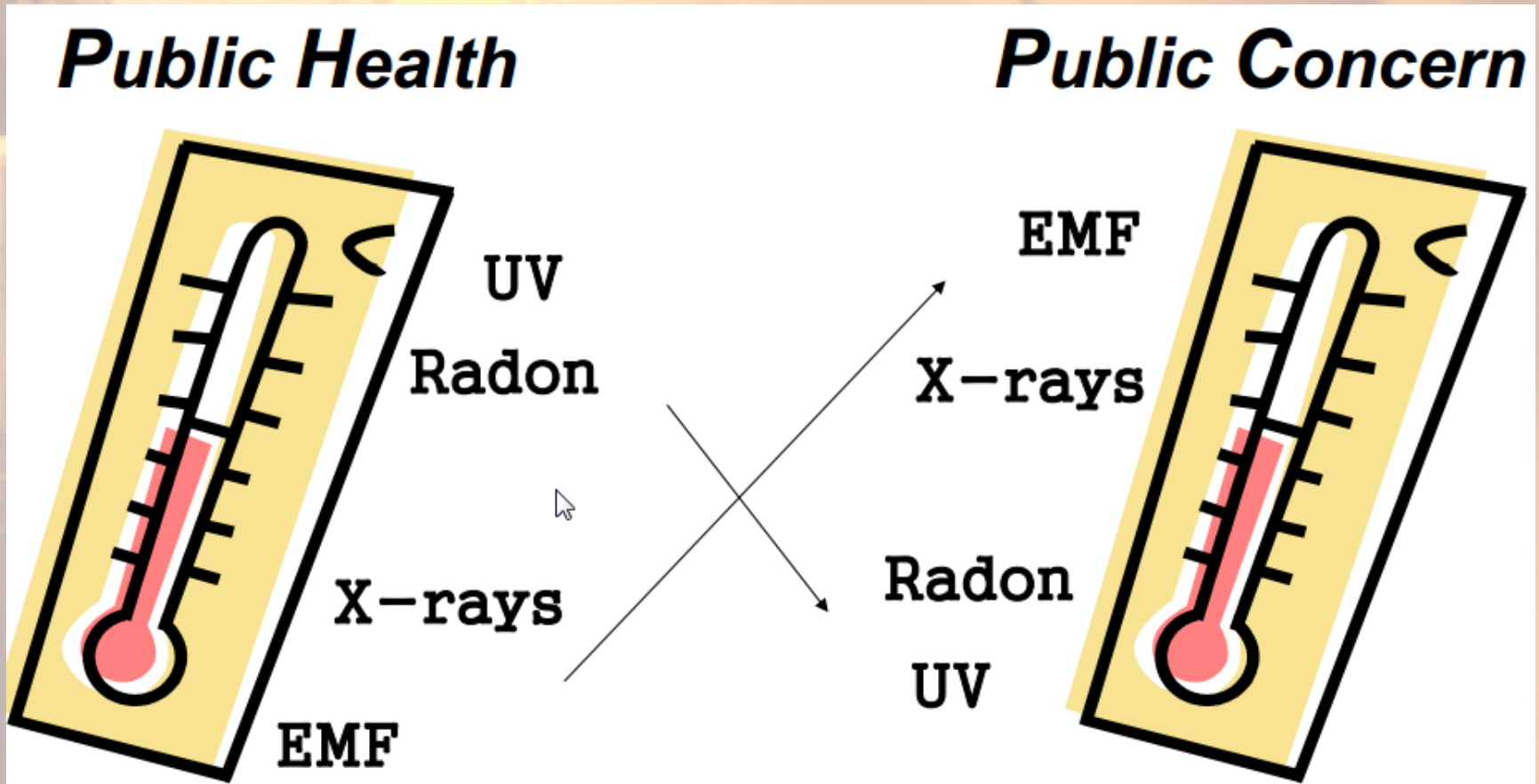
Sources not likely to present a health risk under specific circumstances

<i>Source</i>	<i>Circumstances for safe use</i>
Ceiling mounted fluorescent lighting without diffusers over the lamps	Safe at normal working illumination levels (≈ 600 lux)
Metal halide/high pressure mercury floodlighting	Safe if front cover glass intact and if not in line of sight.
Desktop projectors	Safe if beam not looked into
Low pressure UVA blacklight	Safe if not in line of sight.
Any "Class 1" laser device (to EN 60825-1)	Safe if covers intact. May be unsafe if covers removed
Any "Exempt Group" product (to EN 62471)	Safe if not in line of sight. May be unsafe if covers removed
Vehicle headlights	Safe if extended direct intra-beam viewing avoided

◆ Κολλήσεις (welding)



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ...



Οπτική ακτινοβολία... **solarium**



Το ΤΕΧΝΗΤΟ
μαύρισμα
«ακτινοβολεί»
κινδύνους

(ΕΕΑΕ)

(ΕΕΑΕ)

ΚΙΑΡΑΡΑΡΟΣ

Οπτική ακτινοβολία... αισθητική



χώροι εργασίας - laser

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
Επεξεργασία υλικών	Κοπή, Συγκόλληση, Οριοθέτηση, Φωτολιθογραφία, Ταχείες γραμμές παραγωγής
Οπτικών μετρήσεων	Μέτρηση αποστάσεων, Παρακολούθηση, Καταγραφή ταχύτητας, Μέτρηση δονήσεων, Μέτρηση μεγέθους σωματιδίων, Καταγραφή εικόνων υψηλών ταχυτήτων, Υδρόφωνα οπτικών ινών, Ηλεκτρονική συμβολομετρία ψηφίδων (ESPI)
Ιατρικών εφαρμογών	Οφθαλμολογία, Διαθλαστική χειρουργική, Φωτοδυναμική θεραπεία, Δερματολογία, Νυστέρια laser, Αγγειοχειρουργική, Διάγνωση, Οδοντιατρική
Επικοινωνιών	Οπτικές ίνες, Επικοινωνίες Laser, Δορυφόροι
Οπτικών συσκευών πληροφορικής	Οπτικοί δίσκοι, Εκτυπωτές
Φασματοσκοπίας	Ταυτοποίηση ουσιών
Ολογραφημάτων	Διασκέδαση, Ηλεκτρονική αποθήκευση
Τομέα διασκέδασης	Laser show, δείκτες laser



μελέτες περιπτώσεων

Παράδειγμα - Λάμπες φθορισμού

- 3x36W, πλαστικό κάλυμμα διάχυσης 57.5 cm x 117.5 cm
- Οι λάμπες δεν εκπέμπουν IR και το πλαστικό απορροφά το UV → όριο δ



$$r=100\text{cm} - Z=87,5\text{cm} - \alpha = Z/r=0.875 \text{ rad} - A=6756 \text{ cm}^2$$
$$- \omega=A/r^2 = 0.68 \text{ sr}$$

$$\omega_R=\omega_B=\omega = 0.68 \text{ sr}$$

$$E=1009 \text{ lux} (E_v=1477 \text{ mW m}^{-2})$$

$$(E=K_m \cdot E_v= 683 \cdot 1,477(\text{lm/W}) \cdot \text{W})$$

$$L=E/\omega=1009/0.68 = 1484 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} < 10.000, \text{ άρα } \mathbf{\delta\epsilon\nu}$$

απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση.

Παράδειγμα - Λάμπες φθορισμού

1x58W ανοικτή λάμπα 153cm x 2cm, σε ανακλαστική βάση: 153cm x 13cm .
Οι λάμπες δεν εκπέμπουν IR → όρια α, β, δ (ορατό, UV)



- $r=100\text{cm}$ - $Z=77,5\text{cm}$ - $\alpha = Z/r=0.775\text{rad}$ - $A=306\text{cm}^2$ - $\omega=A/r^2 = 0.03 \text{ sr}$ - $\omega_R=\omega_B=\omega = 0.03 \text{ sr}$
- $E=1120 \text{ lux}$ ($E_V=1640 \text{ mW m}^{-2}$) ($E=K_m \cdot E_V= 683 \cdot 1,477\text{lm}$)
- $L=E/\omega=1120/0.03 = 37333 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} > 10.000$, άρα **απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση για το UV.**
- Μετρήσεις: $E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W m}^{-2}$, $E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW m}^{-2}$, $E_B = 561 \text{ mW m}^{-2}$, $E_R = 7843 \text{ mW m}^{-2}$,
- Παραδοχές: $L_B = 561 \text{ mW m}^{-2}/0.03 \text{ sr}=19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$, $L_R = 7843 \text{ mW m}^{-2}/0.03 \text{ sr}=261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

LASER κατεργασίας υλικών



- **Κοπή** - Λιώσιμο - Τρύπημα - Σημάδεμα: Ευρεία χρήση
- **Κατηγορία 4** - **Ανοικτή δέσμη**: υπέρβαση Ο.Τ. - Σκεδαζόμενη δέσμη: εκτίμηση
- **Κίνδυνοι: Προμήθεια - Λειτουργία - Συντήρηση - Επισκευή**
- Εργαζόμενοι: Βιομηχανία – Προμηθευτές - Συντηρητές
- Μέτρα: Οργάνωση - Εγκλεισμός – Παράθυρα παρατήρησης με φίλτρα – Κάμερες
- Οπτική ακτινοβολία παραγόμενη κατά τη διαδικασία (ασύμφωνη;)

LASER shows

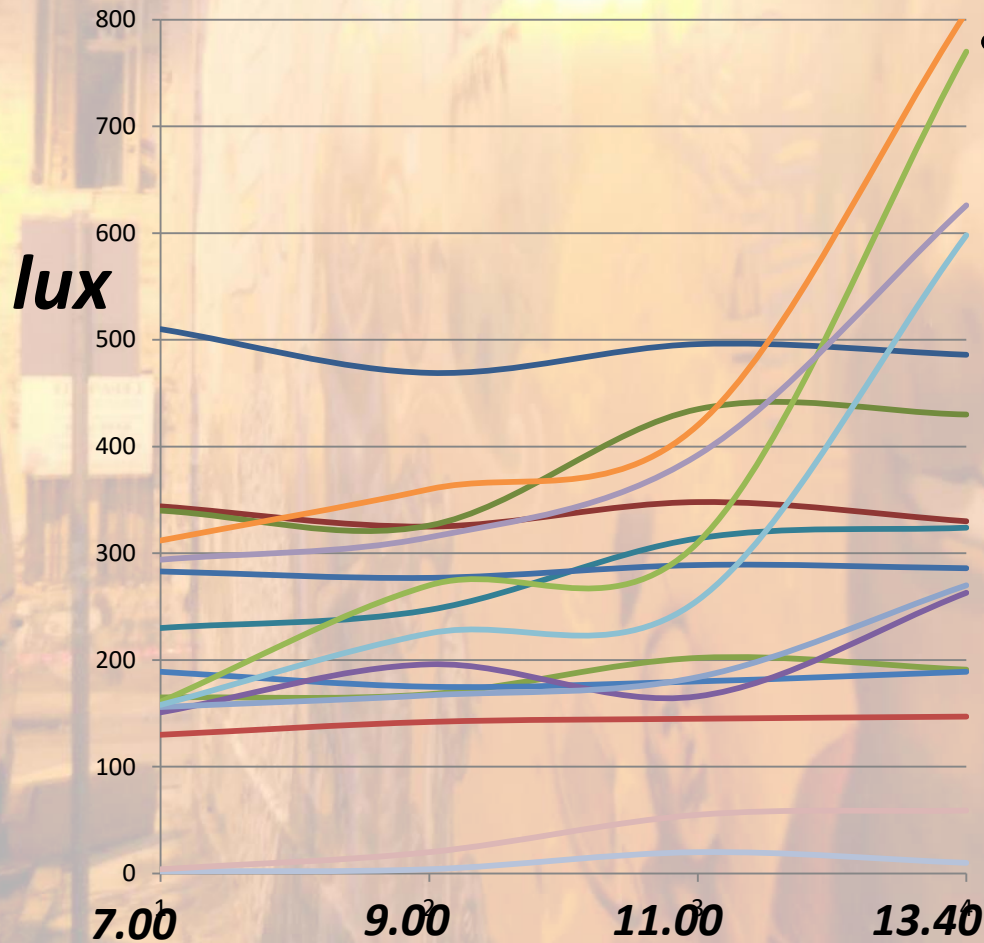


- Κατηγορία 4, **ισχύς > 500 mW**, ορατό, περιοριστικό άνοιγμα = 7 mm
- O.T. = $18 \cdot t^{0,75} \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ ή (για $t = 0,25 \text{ s}$) $6,36 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ ή $25,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
- Επιφάνεια: $A = \pi \cdot (\alpha/2)^2 = 3,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ – επομένως η επιτρεπόμενη ισχύς είναι $25,4 \cdot 3,85 \cdot 10^{-5} \text{ W} = 1 \text{ mW}$ δηλαδή η δέσμη είναι **500 φορές πάνω από την οριακή τιμή.**



μετρήσεις

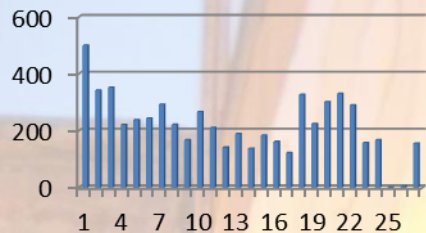
ΦΩΤΙΣΜΟΣ



- Αποτελέσματα για ορισμένες θέσεις εργασίας
 - Όσες γειτνιάζουν με εξωτερικά παράθυρα παρουσιάζουν μικρές ή μεγάλες αυξήσεις
 - Εσωτερικές θέσεις παρουσιάζουν από μικρή μέχρι και αρνητική μεταβολή (λόγω μη ομοιόμορφης κατανομής του φωτισμού)

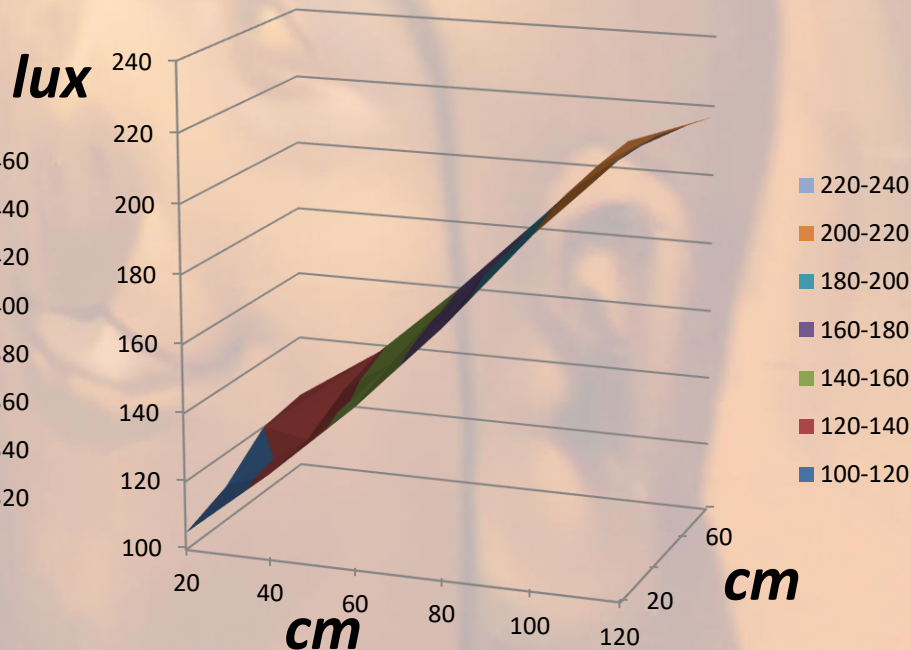
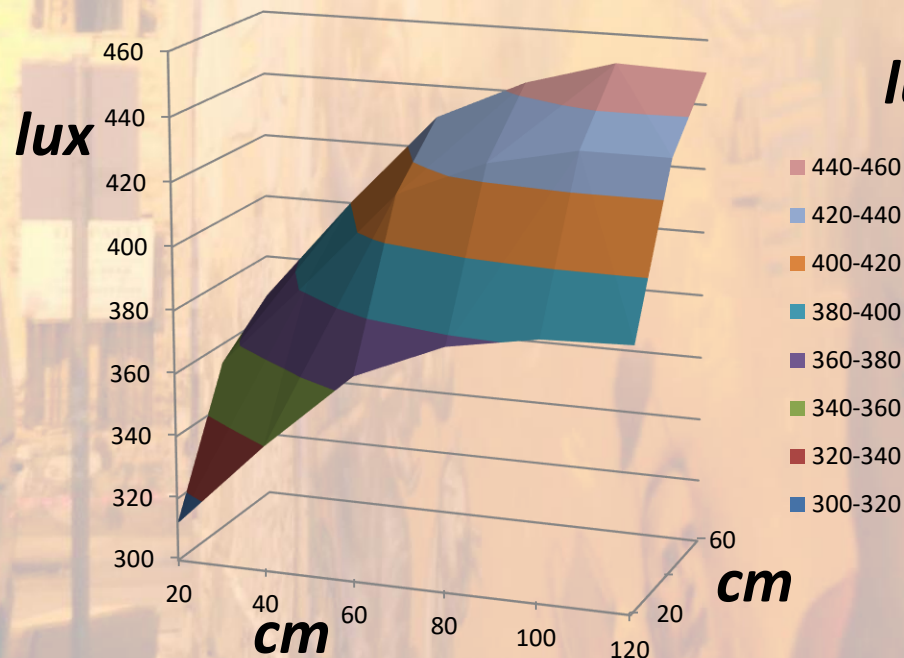
Ώρα – 20.10.2014

ΦΩΤΙΣΜΟΣ



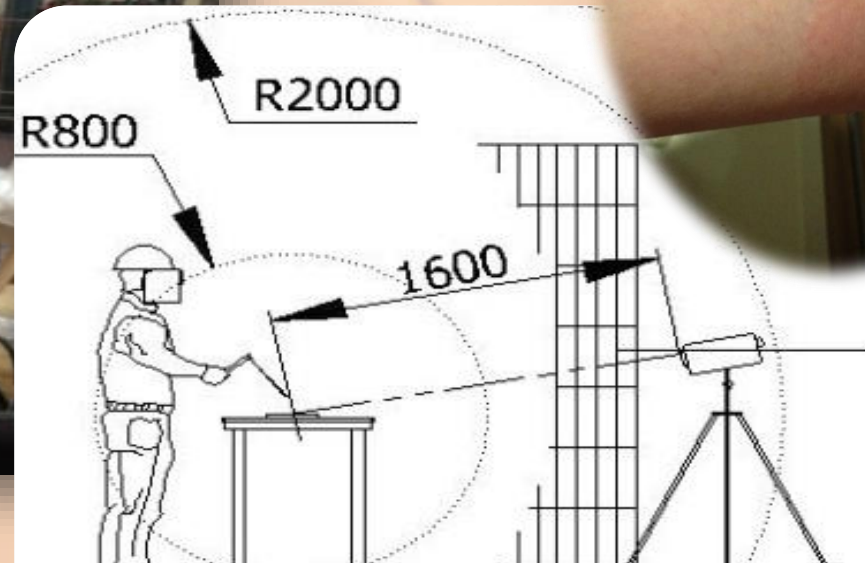
Θέση εργασίας **3**: 325 ± 17 lux

Θέση εργασίας **19**: 225 ± 99 lux



Παρατηρείται σημαντική ανομοιομορφία στην κατανομή του φωτισμού

Ασύμφωνη AOR



Physica Medica 32 (2016) 981–986



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Physica Medica

journal homepage: <http://www.physicamedica.com>



Original paper

Artificial Optical Radiation photobiological hazards in arc welding

G.A. Gourzoulidis ^{a,b,*}, A. Achtipis ^b, F.V. Topalis ^c, M.E. Kazasidis ^d, D. Pantelis ^d, A. Markoulis ^d,
C. Kappas ^a, C.A. Bourousis ^{c,e}



όρια AOR

- **ELVs**
 - irradiance (E) - **Wm⁻²**
 - Directly given by measuring equipment
 - radiant exposure (H) - **Jm⁻²**
 - Calculated over time
 - radiance (L) – **Wm⁻²sr⁻¹**
 - Spectral weighting factors
 - S(λ), B(λ), R(λ)



αποτελέσματα

**Erythema, skin
cancer, elastosis
Photokeratitis,
conjunctivitis**

Measurements at 1.6 m				
Sensor used	UVA+UVB+UVC			
Welding current (A)	208	199	285	251
Welding voltage (V)	35	37	39.4	41
Welding power (W)	1194	1376	1552.4	1706
Welding speed (mm/min)	200	200	200	200
H.I. (Heat Index) (kJ/mm)	1.72	1.77	2.69	2.49
Radiant power W/m ²	33.8	44.1	57.3	66.4
Limit (ELV) (J/m ²)	30	30	30.0	30
Max exposure (sec)	0.9	0.7	0.5	0.5

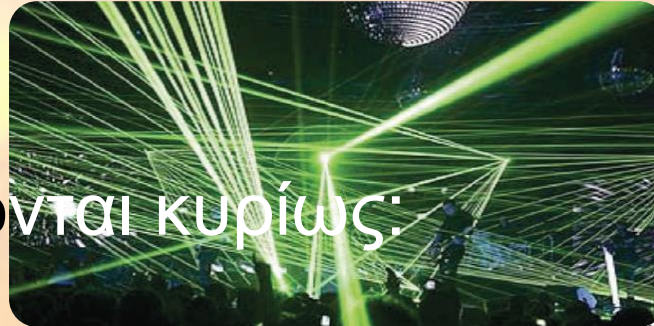
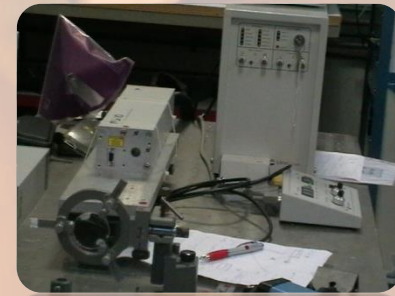
Δερματικό ερύθημα στα 2m μετά από λίγα λεπτά έκθεσης



**All for
science**



Laser (1/2)



- Τα Lasers βρίσκονται κυρίως:

- Ιατρική
- Αισθητική
- Έρευνα
- Διασκέδαση
- Βιομηχανία

- Διαχείριση μέσω:

- Εκτίμηση απαιτήσεων ΥΑΕ (**λίστες ελέγχου**
– LSO)
- **Μετρήσεις** κατάλληλων οπτικών μεγεθών



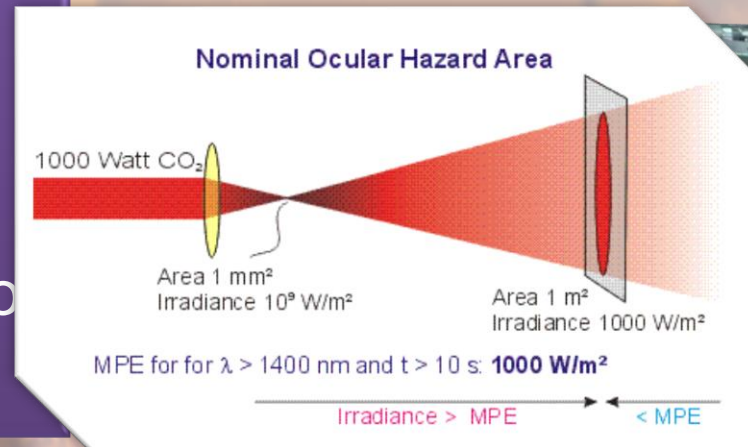
Laser Safety Checklist		Date: _____
Laser system: _____		Comments
Laser Category: 1 1M 2 2M 3R 3B 4		
Operating Voltage: _____ Cooling: YES NO		
Operating Environment: Temperature: _____ Humidity: _____		
Laser Beam / Output		
Laser operation: CW - Pulsed Energy Output: _____		
Pulse Duration: _____ Δt Between Pulses: _____		
Frequency: _____		
Safety		Comments
Warning Signs: Yes - No		
Secured Area of the laser system: Yes - No		
Protection Cover: Yes - No		
Hazard Switch: Yes-No		
Light Condition: VG - G - M - P - WP		
Protective eyewear: Yes - No		
Protective for Skin: Yes - No		
Reflective Surfaces: Yes - No		



- Θέματα ασφάλειας:
 - Προσδιορισμός ζωνών- σήμανση
 - LSO - οδηγίες
 - **NOHA**
 - **PPE** (OD>4)
- Μετρητικός εξοπλισμός
 - **Ενεργόμετρα**
 - Φωτόμετρα
 - Θερμοϋγρασιόμετρα

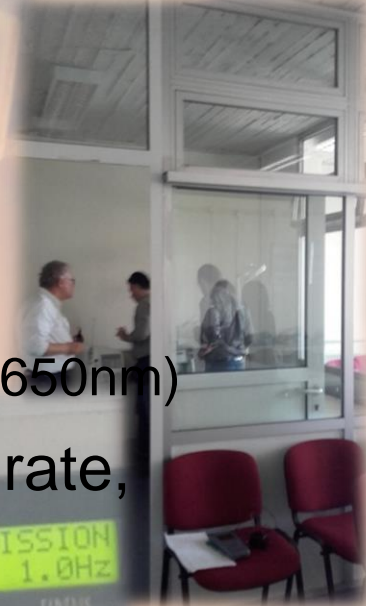
Laser (2/2)

- Μετρήσεις
 - **Κύρια δέσμη**
 - **Σκεδαζόμενη δέσμη**
 - **Επιβεβαίωση ορίων (MPE)**
 - Περιβαλλοντικές συνθήκες

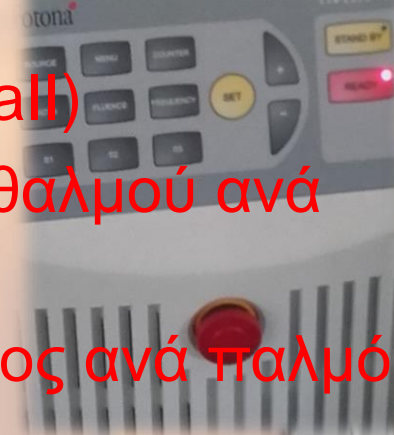


Αποτελέσματα-αισθητική

- **Nd:YAG hair removal system** (1064nm, pilot 650nm)
 - 10W mean power, 10ms pulse, 1Hz repetition rate, 4mm beam diam.
- Nominal output for **primary beam 15J/cm²**
 - Επιβεβαίωση: 14,9 J/cm² (οφθιρ novall)
 - 52.000 φορές πάνω από το όριο οφθαλμού ανά παλμό
 - 8,5 φορές πάνω από το όριο δέρματος ανά παλμό
- **Ασφάλεια**
 - Έλλειψη σήμανσης και κουρτινών – ανακλαστικές επιφάνειες
 - Γυαλιά, **όχι γάντια**



Nd:YAG φ4mm EMISSION
10ms 15J/cm² 1.0Hz

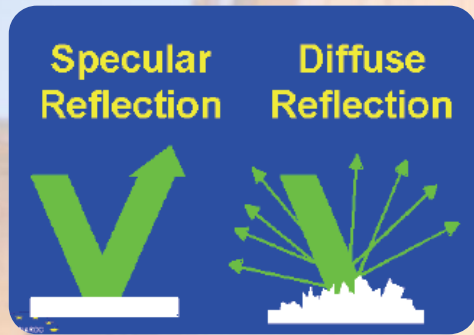


Αποτελέσματα – ερευνητικό εργαστήριο (1/2)

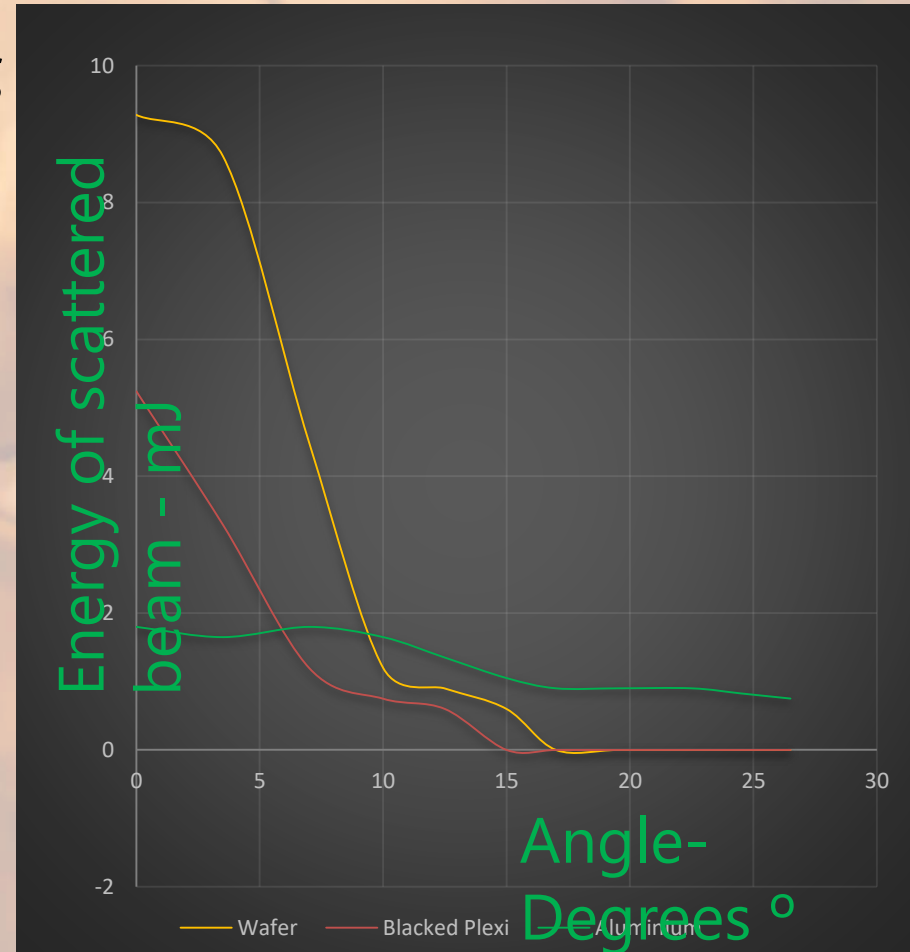
- **Nd:YAG research system**
 - 6ns pulse, 1Hz repetition rate
- **Κύρια δέσμη** Επιβεβαίωση: 120 mJ και 126 mJ
- **Ασφάλεια**
 - Σήμανση, **όχι κουρτίνες, ανακλαστικές επιφάνειες, όχι interlocks.**
 - Γυαλιά, **όχι γάντια**
- Περιβαλλοντικές συνθήκες: Υγρασία 55%, **θερμοκρασία 27° C, 250 Lux .**



Αποτελέσματα – ερευνητικό εργαστήριο (2/2)

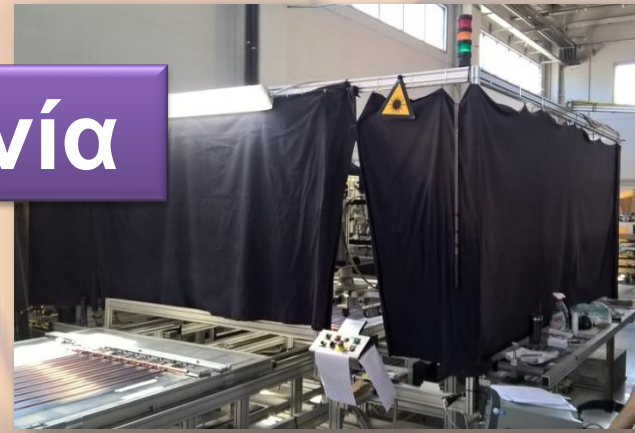


- **Σκεδαζόμενη δέσμη-μετρήσεις**
 - 3 υλικά
 - Γωνίες από την κατοπτρική ανάκλαση
 - Απόσταση ασφαλείας για την χειρότερη περίπτωση κατοπτρικής ανάκλασης (NOHA approach) $\approx 0,6m$
 - Απόσταση ασφάλειας για σκεδαζόμενη ανάκλαση (NOHA approach) $\approx 2m$



Αποτελέσματα – βιομηχανία

- Double head **Nd:YAG**, 1064nm, 500W mean power, 2.4J, 0.3ms pulse, 155Hz repetition rate.
- **Σκεδαζόμενη δέσμη:** μεγάλη διακύμανση – χειρότερο: **25 φορές πάνω από το όριο οφθαλμού**, 0.1% του δέρματος.
- **Ασφάλεια**
 - σήμανση, κουρτίνες, κομβία κινδύνου, **όχι interlocks**, PPE (OD>7), **ανακλαστικές επιφάνειες**
- Περιβαλλοντικές συνθήκες: Υγρασία 38%, θερμοκρασία 29⁰ C , 200 Lux





ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (1/2)



- **Εφικτές μετρήσεις** ασφάλειας & εφαρμογή των **ορίων της Οδηγίας**
- Έλλειμμα στοιχείων των εγκαταστάσεων laser
 - Πιλοτικά αποτελέσματα
- Τα αρχικά αποτελέσματα δείχνουν:
 - **Υπαρκτός κίνδυνος για τον οφθαλμό** σε όλες τις εγκαταστάσεις (ακόμα και από την σκεδαζόμενη δέσμη)
 - **Οι διαδικασίες ασφαλείας δεν ακολουθούνται πάντα**



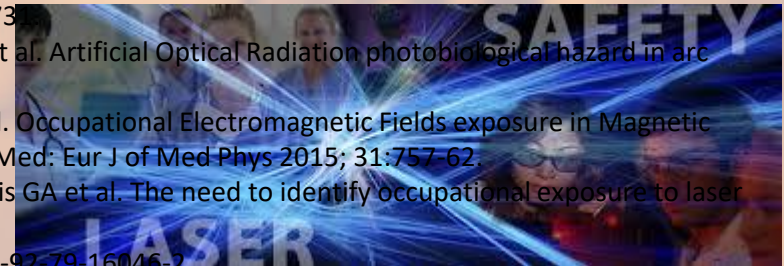
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (2/2)

- Ιατρικά πρωτόκολλα ασφάλειας και QA;
- Νομική αναβάθμιση της ασφάλεια των laser;
- Στόχοι:
 - Δημιουργία πρότυπων **checklists**
 - Πιλοτικές εφαρμογές ασφάλειας ανά εγκατάστασης
 - Δημιουργία **πρότυπης εκτίμησης κινδύνου**
 - Ενεργοποίηση του Υπεύθυνου ασφάλειας (**LSO**)



REFERENCES

- [1] Makropoulou M. Cancer and electromagnetic radiation therapy: Quo Vadis? Review paper. Physics.med-ph 2016; arXiv:1602.02077.
- [2] Laser Safety Training Module, Southern Illinois University, Carbondale, Illinois, 1st Edition, 2007. <http://cehs.siu.edu/common/documents/siucasersafetymodule20071.pdf> [assessed 7.4.17].
- [3] Pierce JS, Lacey SE, Lippert JF, Lopez R, Franke JE. Laser-generated air contaminants from medical laser applications: a state-of-the-science review of exposure characterization, health effects, and control. J Occup Environ Hyg. 2011; 8(7):447-66.
- [4] Lippert JF, Lacey SE, Lopez R, Franke J, Conroy L, Breskey J, et al. A pilot study to determine medical laser generated air contaminant emission rates for a simulated surgical procedure. J Occup Environ Hyg. 2014; 11(6):D69-76.
- [5] Suresh MB, Hetzel F, Clark P, Smalley PJ, Miller C, Watkins R, et al. [Report No. 073 - Medical Lasers: Quality Control, Safety Standards, and Regulations](#) -Joint Report Task Group No. 6, AAPM, General Medical Physics Committee and American College of Medical Physics, October 2001.
- [6] Ertle WJ, Donnelly KM. Laser Incident Database, Rockwell Laser Industries, 2010.
- [7] Rockwell Laser Incident Database, <http://www.rli.com/resources/accident.aspx> [assessed 7.4.17].
- [8] Sliney DH, Wolbarsht ML. Safety with lasers and other optical sources. New York: Plenum Publishing Corp; 1980. ISBN-13: 978-0306404344.
- [9] Vasudevan L, Menchaca DI, and Tutt J. Laser safety program development at Texas A&M university-issues and challenges. Health Physics 2015; 109:3.
- [10] Patsiamanidi M, Zissimopoulos A, Constantinidis TC and Lambiris G. Health and safety using laser in eye departments. Scientific edition of Hellenic Society of Occupational and Environmental Medicine 2015; 6:3, 11-72. ISSN 1792-4730
- [11] Gourzoulidis GA, Ahtipis A, Topalis FV, Kazasidis ME, Kappas C, Bourousis CA et al. Artificial Optical Radiation photobiological hazard in arc welding. Phys Med: Eur J of Med Phys **2016; 32:981-6**.
- [12] Gourzoulidis GA, Karabetsos E, Skamnakis N, Kappas C, Tsougos I, Maris TG et al. Occupational Electromagnetic Fields exposure in Magnetic Resonance Imaging systems - Preliminary results for the RF harmonic content. Phys Med: Eur J of Med Phys 2015; 31:757-62.
- [13] Makropoulou M, Hourdakis CJ, Serafetinidis A, Tsilikas I, Sianoudis I, Gourzoulidis GA et al. The need to identify occupational exposure to laser radiation in Greece. Proc. 1st ECMP, Athens, Greece, 2016.
- [14] Non-binding guide to good practice for implementing Dir 2006/25/EC, ISBN 978-92-79-16046-2.
- [15] Steiner R. Laser and IPL Technology in Dermatology and Aesthetic Medicine. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011. DOI: 10.1007/978-3-642-03438-1_2,
- [16] Niemz MH. Laser-Tissue Interactions: Fundamentals and Applications. 3rd ed., Germany, Springer; 2004. ISBN 978-3-662-04717-0.
- [17] ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1,000 μm . Health Phys 2013; 105(3):271-95.
- [18] Directive 2006/25/EC: on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (AOR), OJ L 2006; 114/38.
- [19] Jankovic J, Ogle BR, Zontek TL, Biegalski MD, et al. Suitability of polycarbonate safety glasses for UV laser eye protection. J of Chem Health&Safety Mar/Apr 2016; 23(2):29-33.
- [20] ISO 8995 CIE S 008/E. Lighting of indoor workplaces.





see you laser