

A holistic estimation of the exposure of the Greek population to ionising radiation



Sotiris Economides

*Licensing & Inspections Department
Greek Atomic Energy Commission*



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας & Θρησκευμάτων
Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ,
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ



ΕΣΠΑ II



ΕΣΠΑ II

η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ),
στο πλαίσιο του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα (ΕΠΑΝ II) και των Π.Ε.Π. Αττικής, Π.Ε.Π. Μακεδονίας - Θράκης

Greek Atomic Energy Commission

www.eeae.gr

Introduction

- Regular estimation of collective dose only for occupationally exposed persons;
- Fragmentary data for the Greek population;
- Need for improving the tools for the assessment and optimisation of the national radiation protection program;
- Need for continuous improvement of the services provided by EEAE and for transparency enhancement;



Introduction

- Regular estimation of collective dose only for occupationally exposed persons;
- Fragmentary data for the Greek population;
- Need for improving the tools for the assessment and optimisation of the national radiation protection program;
- Need for continuous improvement of the services provided by EEAE and for transparency enhancement;



Aiming at...



- Estimation of the population dose from medical practices and natural radiation;
- The development of a complete information system to facilitate data collection and the dissemination of the results;
- Public information;
- Upgrading of EEAE's infrastructures.

Aiming at...

- New scientific data – comparisons;
- Tools and indexes for the evaluation and the optimisation of the national radiation protection program;
- Familiarisation of the public with ionising radiations and their everyday uses;
- Development of safety culture;
- Enhancement of trust;
- Facilitating the access to information and services concerning applications of ionising radiations

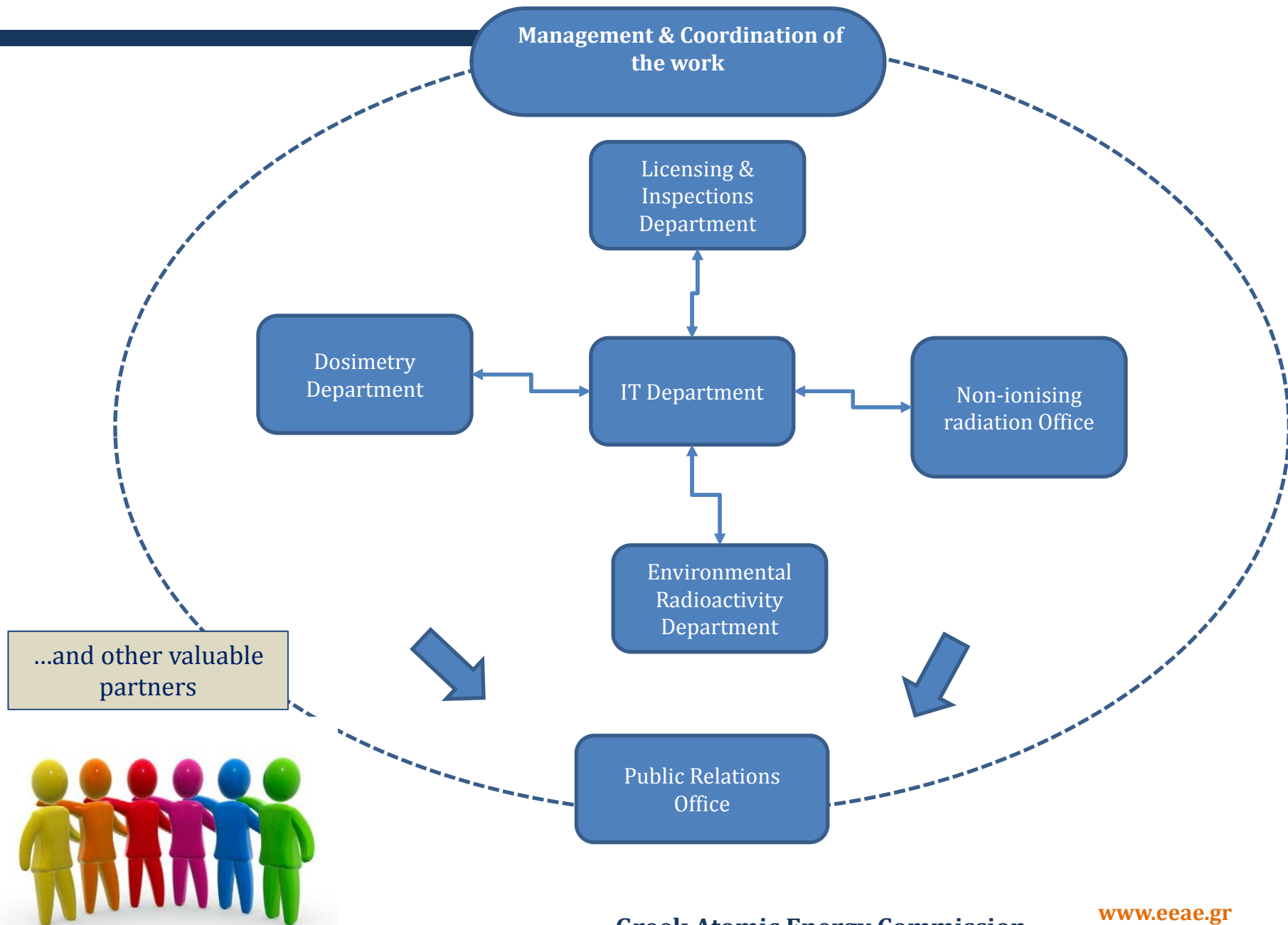


Target group...

- People interested in various aspects of the national radiation protection program;
- Health professionals;
- Radiation protection experts;
- Exposed workers;
- Scientific community;
- Other bodies(e.g. Ministries, Prefectures, etc.);
- EEAE personnel



The team...



Some numbers...



Duration: 3 years
Budget: 1.031.600 Euros



523 man-months, 55 persons



7 tasks, 35 deliverables
7 events for the dissemination of results

Medical exposures...

- Calculation of the annual number of diagnostic examinations and fluoroscopically guided interventional procedures
 - Radiodiagnosis (Radiography, Mammography, Fluoroscopy, CT)
 - Fluoroscopically Guided Interventional Procedures
 - Nuclear Medicine (γ -camera, PET/CT)
- Mean dose estimation for each type of diagnostic or interventional radiology procedure;
- Selection & categorisation of examinations (wide range of frequencies and doses)

$$\text{Exposure} = \text{frequency} \times \text{dose}$$



Medical exposures...

- The licensees submit the number of diagnostic and interventional radiology procedures to the EEAE on an annual basis. This is a legislative requirement: Υπ' αριθ. ΔΥΓ2/Γ.Π.οικ 154949/ 10.12.2010/ (ΦΕΚ/Β/1918);

			Έτος		Έτος :								
	Περιοχή	Εξέταση		Περιοχή	Εξέταση		Εξέταση	Αριθμός εξετάσεων	Αριθμός Ασθενών				
ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΣΗ	Κρανίο	Κρανίο F ή P	ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	Κεφάλι	CT εγκεφάλου	ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑ	(Απλή) στεφανιογραφία (CA)						
	Θώρακας	Θώρακος F ή P			CT ιγμορείων-κόλπων προσώπου		Στεφανιογραφία/Στεφανιοπλαστική (CA/PTCA/Stenting)						
	Κοιλία - Λεκάνη	Κοιλίας (όρθια) / Λεκάνης - Ισχίον			CT ακουστικών πόρων/λιθοειδών		Εμφύτευση βηματοδότη						
	Σπονδυλική Στήλη	ΑΜΣΣ F ή P / ΟΜΣΣ F ή P			CT οστών προσώπου/CT γνάθου		Εμφύτευση απινιδωτή						
	Άκρα	Άνω Άκρα F ή P / Κάτω Άκρα F ή P			CT αιμάτωσης εγκεφάλου (CT perfusion)		RF ablation						
	Λοιπές ακτινογραφίες				CT τράχηλου		Παιδιατρικές						
					CT ΑΜΣΣ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΡΔΙΟ-ΛΟΓΙΚΕΣ							
ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ		Μαστογραφία / Τομοσύνθεση			CT θώρακος & άνω κοιλίας								
ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΕΣ		Πανοραμική / Κεφαλομετρική / Τομογραφική		Κορμός	CT θώρακος & άνω/κάτω κοιλίας	ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ	DSA εγκεφάλου (διαγνωστική)						
				Θώρακας	CT θώρακος & άνω/κάτω κοιλίας		Εμβολισμοί εγκεφάλου						
				Κοιλία	CT θώρακος		DSA καρωτίδων (διαγνωστική)						
					CT ΘΜΣΣ		DSA/PTA καρωτίδων						
					CT (πλήρους) κοιλίας		Χολαγγειογραφίες/ Παροχτεύσεις χοληφόρων/ Τοποθέτηση Stent (PTC-Percutaneous Transhepatic Cholangiography)						
					CT άνω κοιλίας		TIPS (Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt)						
					CT κάτω κοιλίας		ERCP						
					CT οστών λεκάνης-ισχίων		Χημειοεμβολισμοί ήπατος						
					CT (virtual) κολονοσκόπηση		DSA νεφρικών αρτηριών (διαγνωστική)						
				Άκρα	CT άνω ή κάτω άκρων		DSA/PTA νεφρικών αρτηριών						
				Λοιπές			Νεφροστομίες						
							DSA κάτω άκρων και κοιλιακής αορτής (διαγνωστική)						
				ΑΞΟΝΙΚΗ ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑ	CT αγγειογραφία εγκεφάλου		DSA/PTA κάτω άκρων και κοιλιακής αορτής						
					CT αγγειογραφία καρωτίδων	ΛΟΙΠΕΣ	Stent Graft (σε ανευρύσματα κοιλιακής αορτής)						
					CT αγγειογραφία πνευμονικών		Σπονδυλοπλαστικές						
					CT στεφανιογραφία		Λοιπές ορθοπαιδικές						
					CT αγγειογραφία θωρακικής αορτής		Παιδιατρικές						
					CT αγγειογραφία κοιλιακής αορτής								
					CT αγγειογραφία ήπατος								
					CT αγγειογραφία νεφρών								
					CT αγγειογραφία άνω ή κάτω								

Medical exposures...

- The licensees submit the number of diagnostic and interventional radiology procedures to the EEAE on an annual basis. This is a legislative requirement: Υπ' αριθ. ΔΥΓ2/Γ.Π.οικ 154949/ 10.12.2010/ (ΦΕΚ/Β/1918);

	Έτος			
	Είδος Εξέτασης	Ραδιοφάρμακο	Αριθμός Εξετάσεων	Αριθμός Ασθενών
ΣΠΙΝΗΓΡΑΦΗΜΑΤΑ	Σπινθ/μα θυρεοειδούς (uptake 25%)	I-131 Iodine		
	Σπινθ/μα θυρεοειδούς (uptake 35%)	I-123 Iodine		
	Μέτρηση πρόσληψης θυρεοειδούς (probe)	I-131 Iodine		
	Σπινθ/μα θυρεοειδούς	Tc-99m Perchnetate		
	Στατικό σπινθ/μα νεφρών	Tc-99m DMSA		
	Δυναμικό σπινθ/μα νεφρών	Tc-99m DTPA		
	Δυναμικό σπινθ/μα νεφρών	Tc-99m MAG 3		
	Σπινθ/μα οστών	Tc-99m Phosphates & phosphonates		
	Σπινθ/μα αιμάτισης πνευμόνων	Tc-99m MAA		
	Σπινθ/μα μυοκαρδίου	Tl-201 Chloride		
	Σπινθ/μα μυοκαρδίου κόπωσης	Tc-99m MIBI		
	Σπινθ/μα μυοκαρδίου ηρεμίας	Tc-99m MIBI		
	Σπινθ/μα μυοκαρδίου κόπωσης	Tc-99m Tetrofosmin		
	Σπινθ/μα μυοκαρδίου ηρεμίας	Tc-99m Tetrofosmin		
	Κολογραφία (MUGA)	Tc-99m Tc-labelled erythrocytes		
	Ολόσωμο σπινθ/μα λοίμωξης-φλεγμονής	Ga-67 citrate		
	Ολόσωμο σπινθ/μα	In-111 (Octreoscan)		
	Ολόσωμο σπινθ/μα (uptake 0%)	I-131 Iodine		
	Σπινθ/μα εγκατάλειψης	Tc-99m (HMPAO, Ceretec)		
	Σπινθ/μα για Parkinson	I-123 (DATscan)		
	Σπινθ/ματα διάφορα			
	Σύνολο σπινθ/των (γ camera)			

	Έτος			
	Είδος Εξέτασης	Ραδιοφάρμακο	Αριθμός Εξετάσεων	Αριθμός Ασθενών
ΣΠΙΝΘ/ΤΑ	Σπινθ/μα όγκων	F-18 FDG		
	Σπινθ/μα όγκων	F-18 choline		
	Σπινθ/μα όγκων	F-18 FLT		
	Σπινθ/μα όγκων	F-18 NaF		
	Σπινθ/ματα διάφορα			
	Σύνολο σπινθ/των (PET/CT)			

Έτος		
Είδος Εξέτασης	Αριθμός Εξετάσεων	Αριθμός Ασθενών
Σύνολο εξετάσεων in vitro		

Είδος Εξέτασης	Αριθμός Εξετάσεων	Αριθμός Ασθενών
Μέτρηση οστικής πυκνότητας		

	Έτος		
	Είδος Θεραπείας	Αριθμός Θεραπειών	Αριθμός Ασθενών
ΧΟΡΗΓΗΣΕΙΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΩΝ ΡΑΔΙΟΕΙΣΤΗΡΕΩΝ	Θεραπευτικό I-131 (≤ 15 mCi)		
	Θεραπευτικό I-131 (> 15 mCi)		
	Θεραπευτικό Re-186 ραδιομενέλιση		
	Θεραπευτικό Y-90 ραδιομενέλιση		
	Θεραπευτικό Er-169 ραδιομενέλιση		
	Θεραπευτικό Y-90 Dotatoc		
	Θεραπευτικό Y-90 Zevalin		
	Θεραπευτικό Y-90 microspheres		
	Θεραπευτικό Lu-177 Dotatate		
	Θεραπευτικό In-111		
	Θεραπευτικό Sm-153		
	Θεραπευτικό Sr-89		
	Θεραπευτικό P-32		
	Άλλες θεραπείες		
	Σύνολο θεραπειών Πυρηνικής Ιατρικής		

Medical exposures...

Procedure	# departments	# departments responded	% response
CT	363	342	94 %
Radiology	1117	830	75 %
Fluoroscopically Guided Interventional Procedures	65	55	85 %
Nuclear Medicine	120	119	99 %

Extrapolation to 100%

- The data used for the study concern 2014



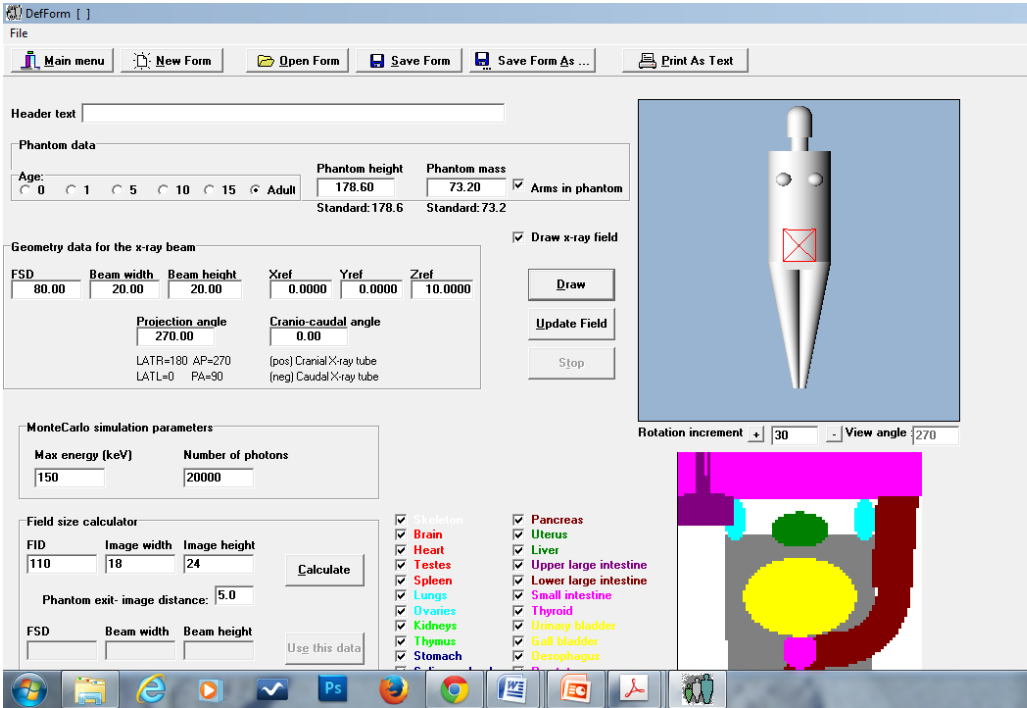
Medical exposures...

Dosimetric Quantities	
Conventional radiology	Air Kerma (free in air)
Mammography	Air Kerma (free in air)
CT	CTDI _{vol} & DLP
Fluoroscopically Guided Interventional Procedures	KAP
Nuclear Medicine	Administered radioactivity (MBq)



Medical exposures...

- The estimation of the mean effective dose was based on data from a representative sample of medical facilities in the country;
- Use of appropriate **software** and **conversion factors**.



DefForm []

File: Main menu, New Form, Open Form, Save Form, Save Form As..., Print As Text

Header text: []

Phantom data

Age: 0, 1, 5, 10, 15, Adult
 Phantom height: 178.60
 Phantom mass: 73.20
 Standard: 178.6, Standard: 73.2
 Arms in phantom: ☒

Geometry data for the x-ray beam

FSD: 80.00, Beam width: 20.00, Beam height: 20.00, Xref: 0.0000, Yref: 0.0000, Zref: 10.0000
 Projection angle: 270.00, Cranio-caudal angle: 0.00
 LATR=180 AP=270 (pos) Cranial X-ray tube
 LATL=0 PA=90 (neg) Caudal X-ray tube

Monte Carlo simulation parameters

Max energy (keV): 150, Number of photons: 20000

Field size calculator

FID: 110, Image width: 18, Image height: 24, Calculate
 Phantom exit-image distance: 5.0
 FSD: [], Beam width: [], Beam height: [], Use this data

Draw x-ray field

Draw, Update Field, Stop

Rotation increment: 30, View angle: 270

Organ list:

- ☒ Skeleton
- ☒ Brain
- ☒ Heart
- ☒ Testes
- ☒ Spleen
- ☒ Lungs
- ☒ Ovaries
- ☒ Kidneys
- ☒ Thymus
- ☒ Stomach
- ☒ Pancreas
- ☒ Uterus
- ☒ Liver
- ☒ Upper large intestine
- ☒ Lower large intestine
- ☒ Small intestine
- ☒ Thyroid
- ☒ Urinary bladder
- ☒ Gall bladder
- ☒ Oesophagus

Examination Coliche

using scanner: Philips Model: Tomoscan AV

Monte Carlo Dose Data derived from: Philips Tomoscan AV

Scan plans:

Comment: COLICHE 3 IN 5
 kV:120 mAs:250.00 Slices:60
 Slice Width (mm):3.0 Table feed per slice(mm): 5.0
 Scan Start (cm): 35.0 Scan End (cm): 5.2

CTDI (mGy)

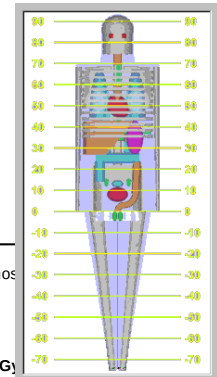
nCTDIw (Head) (μGy/mAs): 127.7 +/- 1.9 %
 nCTDIw (Body) (μGy/mAs): 67.1 +/- 1.9 %

Prime Organs	Equivalent Dose	Error	Other Organs	Equivalent Dose	Error
Lungs	0.28 mGy	3%	Pelvis	26 mGy	2%
Stomach Wall	6.8 mGy	2%	Spine	6.2 mGy	2%
Urinary Bladder Wall	11 mGy	2%	Skull Cranium	0 mGy	0%
Breasts	0.10 mGy	6%	Skull Facial	1.9 μGy	50%
Liver	4.8 mGy	2%	Rib Cage	1.5 mGy	2%
Esophagus	0.14 mGy	10%	Clavicles	23 μGy	40%
Thyroid	2.6 μGy	10%	Eye Lenses	0 mGy	0%
Skin	2.7 mGy	1%	Gall Bladder Wall	10 mGy	2%
Bone Surface	4.5 mGy	2%	Heart	0.30 mGy	5%
Red bone marrow	4.0 mGy	2%			
Testes (Gonads)	0.95 mGy	4%			
Ovaries (Gonads)	11 mGy	2%			
LLI Wall (Colon)	8.9 mGy	2%			

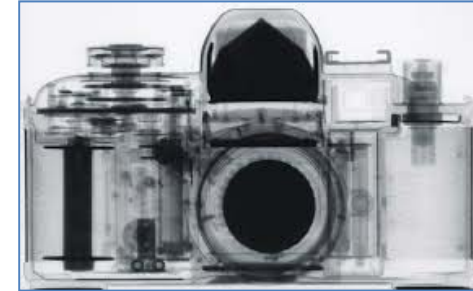
Remainder Organs	Equivalent Dose	Error	Marrow Doses	Equivalent Dose	Error
Muscle	3.7 mGy	1%	Pelvis	9.6 mGy	2%
Adrenals	1.5 mGy	7%	Spine	2.3 mGy	2%
Brain	0 mGy	0%	Skull Cranium+Facial	0.17 μGy	50%
Small Intestine	12 mGy	2%	Rib cage	0.48 mGy	2%
ULI Wall	12 mGy	2%	Clavicles	6.5 μGy	40%
Kidneys	11 mGy	2%	Scapulae	33 μGy	10%
Pancreas	3.4 mGy	3%	Upper Part of Legs	0.36 mGy	2%
Spleen	4.6 mGy	2%	Upper Part of Arms	21 μGy	10%
Thymus	92 μGy	30%			
Uterus	11 mGy	2%			

Effective Dose (ICRP 60) 4.9 mSv +/- 2%

DLP (head phantom) 0.57 Gy cm +/- 2%
DLP (body phantom) 0.30 Gy cm +/- 2%



Medical exposures...



Radiography

- The estimation of the mean effective dose was based on 4335 measurements performed to 388 facilities for 11 different types of examinations;
- The mean effective dose for each examination was estimated using PCXMC 2.0 (v 1.4 software STUK).

Mammography

- The estimation of the mean effective dose was based on measurements performed to 299 mammography systems;
- Use of a typical (EUR 16263EN, 1996) mammo phantom (thickness: 4.2cm, composition: 50% glandular, 50% adipose tissue);
- Use of ICRP 103 conversion factors.

Medical exposures...



CT

- The estimation of the mean effective dose was based on data (CTDI vol and DLP values) collected from 103 systems;
- Use of appropriate conversion factors (Huda et al).

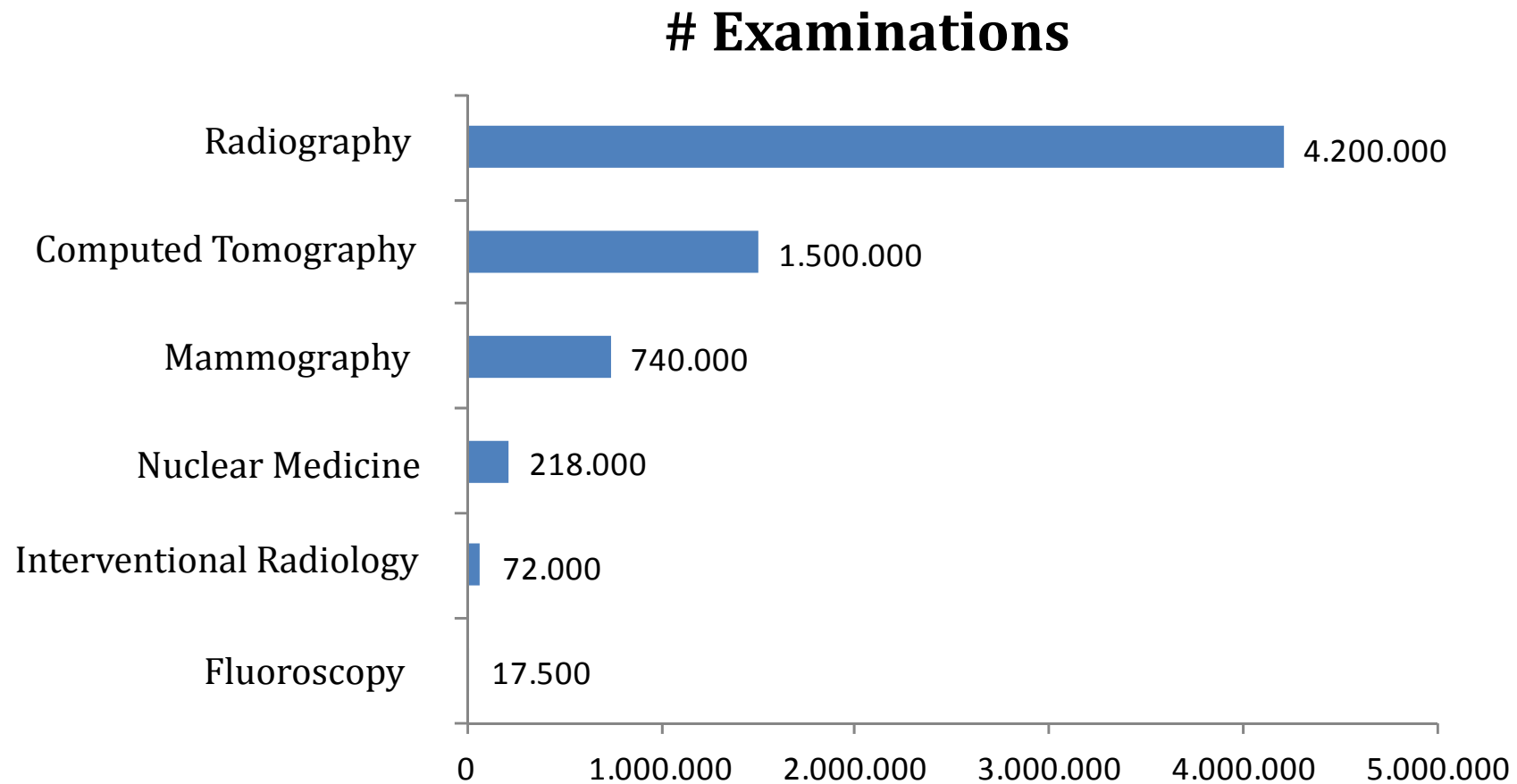
Fluoroscopically Guided Interventional Procedures

- The estimation of the mean effective dose was based on data collected from 17 interventional cardiology and 18 interventional radiology facilities respectively;
- Use of appropriate conversion factors (Compagnone, G. et al (2012), Geijer, H. et al (2005), Simantirakis, G. et al (2013), NCRP 160);
- In some cases the PCXMC 2.0 (v 1.4 software STUK) was also used.

Nuclear Medicine

- Data collection was carried out during the EEAE's on-site inspections (100% of facilities);
- Use of ICRP conversion factors (mSv/MBq).

Medical exposures...

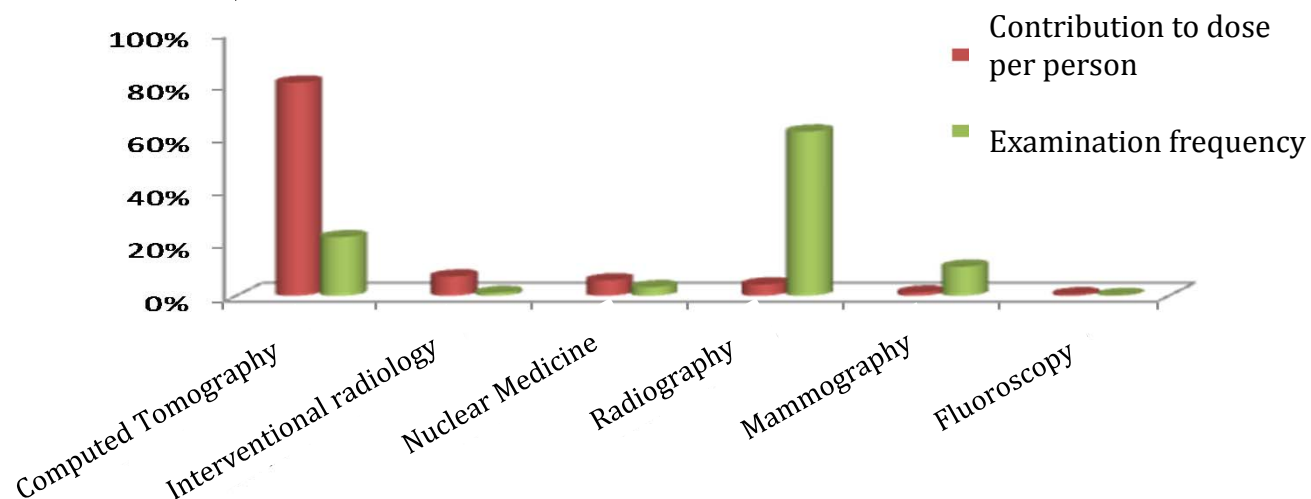
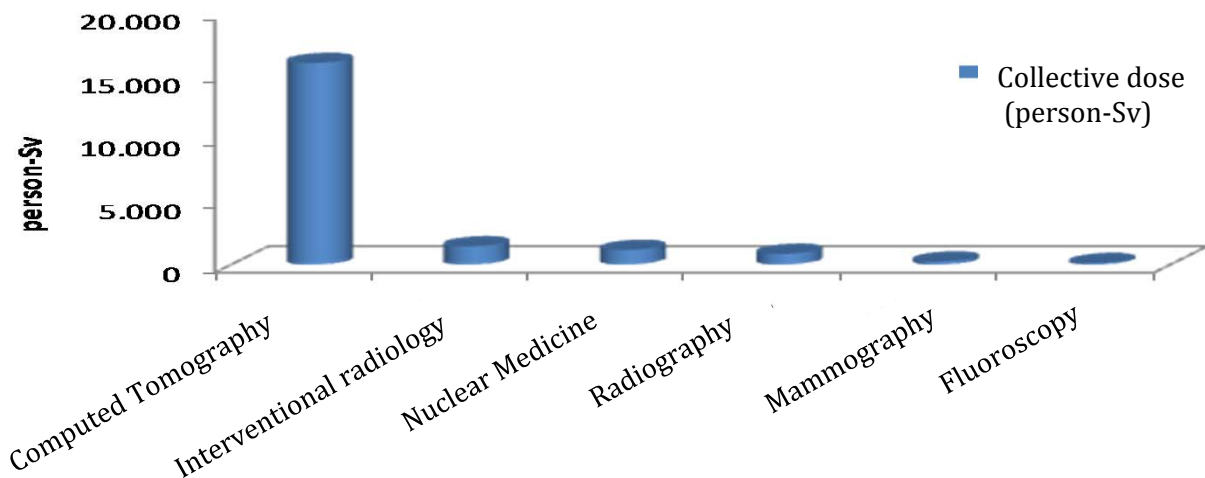


Medical exposures...



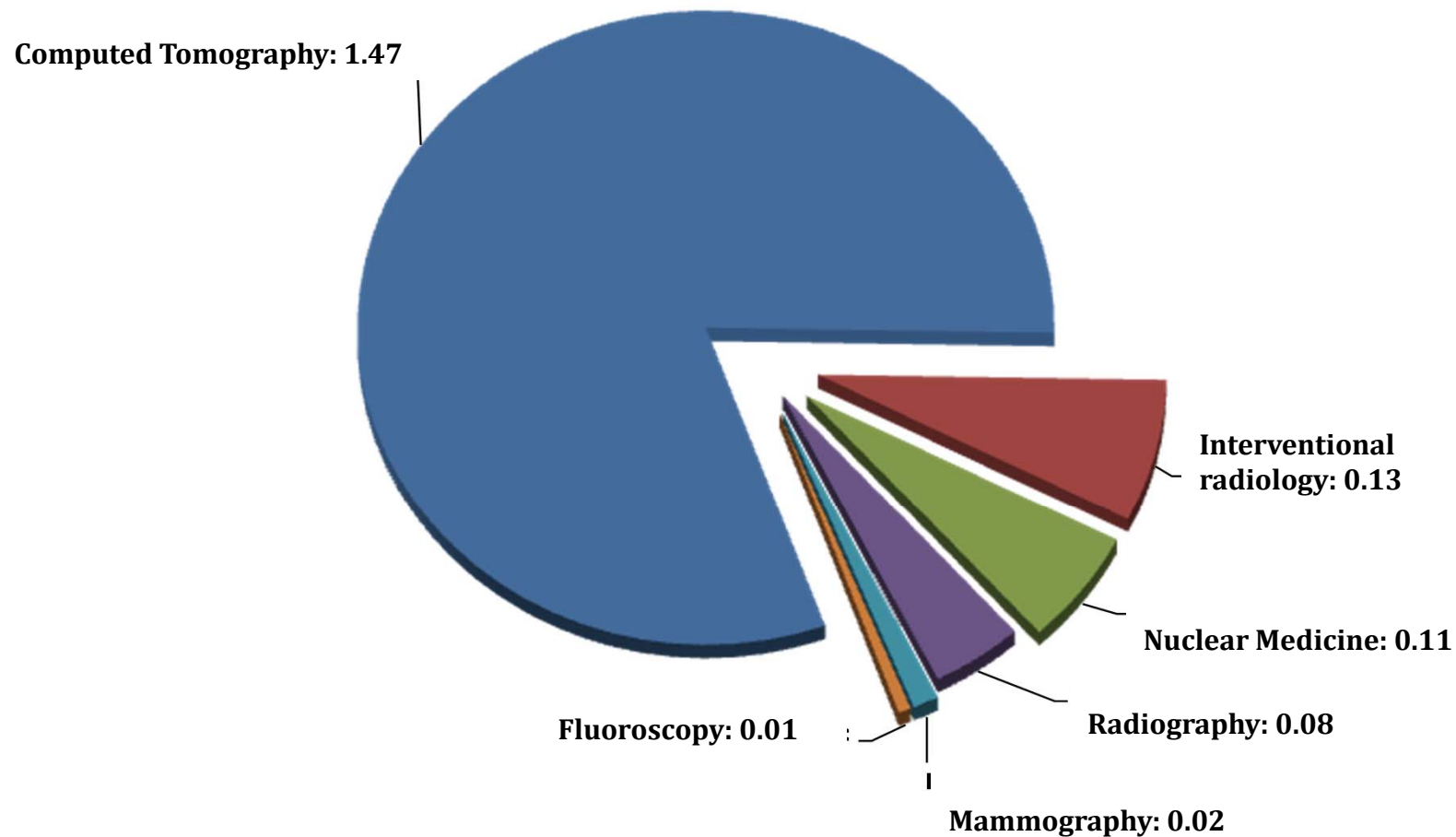
Radiographic examinations	Mean Effective Dose (mSv)
Chest	0.1
Lumbar spine	1
Pelvis	0.3
Head	0.03
Cervical spine	0.06
Knee	< 0.01
Mammography	0.3

Medical exposures...



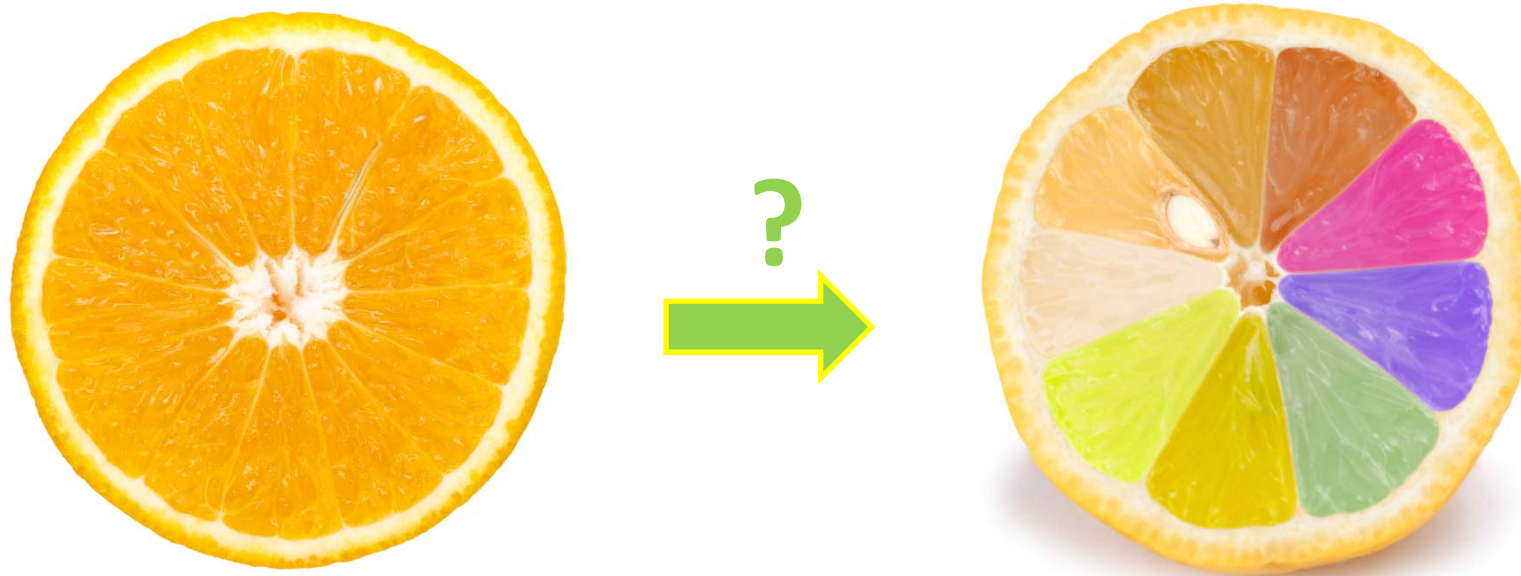
Medical exposures...

Annual per caput dose (mSv)



Medical exposures...

Medical procedures: 1,8 mSv/y



Natural radiation...

	Mean annual effective dose(mSv/y)
Construction materials	0.5
Outdoor radiation	<0.1
Internal exposure	0.2
Cosmic radiation	0.3
Radon	1.7
Total	2.7



Related activities...

Ψηφιακές υπηρεσίες

Προς όλους



Επιτόπιες μετρήσεις
ηλεκτρομαγνητικών
πεδίων



Εθνικό Παρατηρητήριο
Ηλεκτρομαγνητικών
Πεδίων



Ιατρικά εργαστήρια
ακτινοβολιών



Επίπεδα ραδιενέργειας
στο περιβάλλον



Χάρτης ραδονίου



Ασύγχρονη
τηλεκπαίδευση

Προς επαγγελματικές ομάδες



Διαγνωστικές –
Θεραπευτικές πράξεις



Διαγνωστικά Επίπεδα
Αναφοράς



Οδοντιατρεία



Έναρξη – Διακοπή
δοσμέτρησης



Ατομικές δόσεις
επαγγελματικά
εκπθέμενων



Επιχειρήσεις τεχνητού
μαυρίσματος



Publications

1. «Diagnostic Reference Levels and patient doses in computed tomography examinations in Greece», G. Simantirakis, C. J. Hourdakis, S. Economides, I. Kaisas, M. Kalathaki, C. Koukorava, G. Manousaridis, C. Pafilis, P. Tritakis, S. Vogiatzi, V. Kamenopoulou and P. Dimitriou, Radiation Protection Dosimetry (2014), pp. 1–6, doi:10.1093/rpd/ncu182
2. «Effective ultra violet irradiance measurements from artificial tanning devices in Greece», Aspasia Petri and Efthymios Karabetsos, Radiation Protection Dosimetry (2014), pp. 1–12, doi:10.1093/rpd/ncu346
3. «Μετρήσεις υπεριώδους ακτινοβολίας εκπομπής μηχανημάτων τεχνητού μαυρίσματος (σολάριουμ) στην Ελλάδα», Πετρή Α., Καραμπέτσος Ε., Ελληνική Επιθεώρηση Δερματολογίας Αφροδισιολογίας 25:4 273-283, 2014.

Announcements

1. «Σχεδιασμός και υλοποίηση χάρτη Ραδονίου στην Ελλάδα» , Γιώργος Δρίκος, Κώστας Βέλτσος, Παναγιώτης Νικολάου, 23η Πανελλήνια Συνάντηση Χρηστών ArcGIS 7-8 Μαΐου 2015, Αθήνα
2. «Establishment of the national Diagnostic Reference Levels (DRLs) for pediatric patients», Economides S., Vogiatzi S., Hourdakis C.J. and Kamenopoulou V., Workshop on European Diagnostic Reference Levels for Paediatric Imaging, October 15-17, 2015
3. «National Diagnostic Reference Levels: The current situation in Greece», M. Kalathaki, G. Simantirakis, S. Vogiatzi, G. Manousaridis, A. Boziari, S. Economides, I. Kaissas, C. Koukorava, M. Lamprinakou, A. Liosis, M. Nikolaou, C. Pafilis, P. Tritakis, C.J. Hourdakis and V. Kamenopoulou, IRPA 2014, 23-27 June 2014, Geneva, Switzerland
4. «Natural Radioactivity of Building Materials in Greece», M. Nikolaki, G. Takoudis and C. Potiriadis, International Conference in Environmental Radioactivity (ENVIRA 2015), 21-25.09.2015, Θεσσαλονίκη
5. «Audit of the artificial tanning sector in Greece. Introduction of a legislative/regulatory framework», Aspasia Petri, Efthymios Karabetsos, 3rd International UV and Skin Cancer Prevention Conference 2015, 7 - 11 December 2015, Melbourne, Australia
6. «Αποτελέσματα μετρήσεων και συμπεράσματα από ελέγχους του τομέα παροχής υπηρεσιών τεχνητού μαυρίσματος στην Ελλάδα» , Α. Πετρή, Ε. Καραμπέτσος, 11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δερματολογίας & Αφροδισιολογίας, 25-28 Ιουνίου 2015, Θεσσαλονίκη
7. «UVR irradiance measurements from artificial tanning devices in Greece», Aspasia Petri, Efthymios Karabetsos, 8th International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields, 21-26 September, 2014, Varna Bulgaria
8. «Μετρήσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας των συσκευών τεχνητού μαυρίσματος (σολαριουμ) στην Ελλάδα», Α. Πετρή, Ε. Καραμπέτσος, 5^ο Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, 9 -10 Μαΐου 2014, Αθήνα
9.

Thank you!!!



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας & Θρησκευμάτων
Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ,
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ



ΕΣΠΑ
2007-2013
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ),
στο πλαίσιο του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα (ΕΠΑΝ II) και των Π.Ε.Π. Αττικής, Π.Ε.Π. Μακεδονίας - Θράκης

Greek Atomic Energy Commission

www.eeae.gr