

10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

## Αυτοματοποιημένος εξ αποστάσεως έλεγχος ποιότητας στην ψηφιακή μαστογραφία

Μ. Γκαραβέλα<sup>1</sup>, Χ. Δελής<sup>1</sup>, Σ. Σκιαδόπουλος<sup>1</sup>, Γ. Παναγιωτάκης<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής, Τμήμα Ιατρικής, Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Πατρών

Διοργανωτές



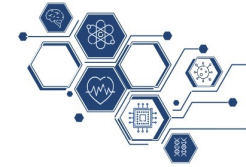
## 1. Εισαγωγή-Σκοπός



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- ❖ Η ψηφιακή μαστογραφία αποτελεί την ενδεδειγμένη μέθοδο διάγνωσης του πρώιμου καρκίνου του μαστού. Ακόμη, έχει σημαντικό ρόλο τόσο στην καθοδήγηση βιοψιών μαστού όσο και στον προεγχειρητικό εντοπισμό υπόπτων περιοχών, έτσι, είναι μια εξέταση με υψηλές απαιτήσεις ποιότητας, ώστε ο καρκίνος του μαστού να ανιχνεύεται με την απαιτούμενη ακρίβεια.
- ❖ Ο μεγάλος αριθμός Τμημάτων Μαστογραφίας σε συνδυασμό με την έλλειψη εκπαιδευμένου προσωπικού για την αποτελεσματική διενέργεια των ελέγχων ποιότητας οδήγησαν, στην ανάπτυξη ενός προγράμματος αυτοματοποιημένου εξ αποστάσεως ελέγχου από τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας (ΙΑΕΑ).
- ❖ Η σταθερότητα της απόδοσης του προτεινόμενου από την μεθοδολογία ομοιώματος μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα διαφορετικών ομοιωμάτων και κατ' επέκταση την σύγκριση των αποτελεσμάτων.
- ❖ Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογήσει την σταθερότητα απόδοσης του ομοιώματος. Για τον λόγο αυτό, κατασκευάστηκαν δέκα πανομοιότυπα ομοιώματα, τα οποία ακτινοβολήθηκαν υπό τις ίδιες συνθήκες και στο ίδιο σύστημα ψηφιακής μαστογραφίας.

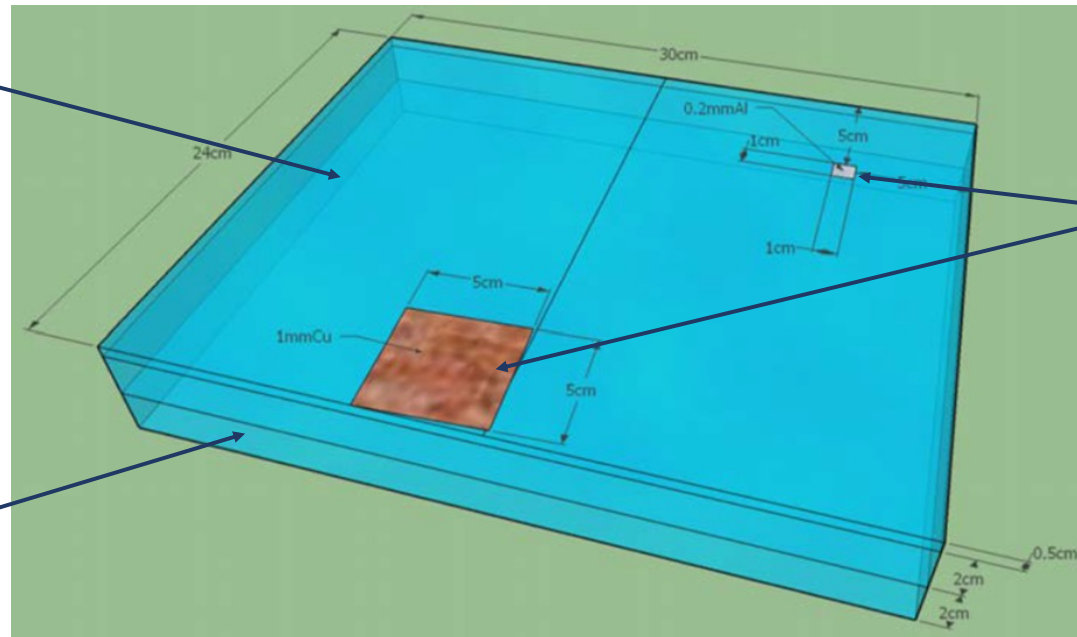
## 2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

### ❖ Περιγραφή και κατασκευή των ομοιωμάτων

Target plate  
Φύλλο PMMA με  
πάχος 0.5 cm



Target objects

- Τετράγωνο κομμάτι Al με πάχος 1.0 mm
- Τετράγωνο κομμάτι Cu με πάχος 1.0 mm

Attenuator  
Πλάκα PMMA  
με πάχος 4.0 cm

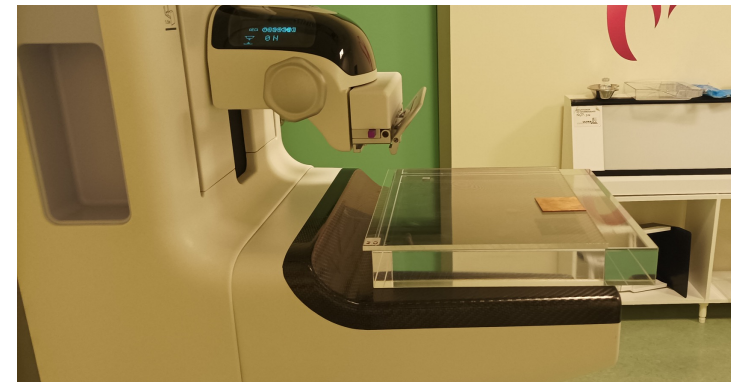
## 2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

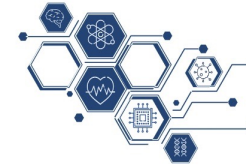
### ❖ Ακτινοβόληση των ομοιωμάτων

- Τοποθέτηση του target plate πάνω στον main attenuator
- Συμπύεση του ομοιώματος στα 50 N
- Δημιουργία ενός test patient για την καταγραφή των εικόνων
- Επιλογή του πρωτοκόλλου Flat Field Combo (QC)
- Επιλογή καταγραφής "for processing" εικόνων
- Επιλογή των στοιχείων ακτινοβόλησης
- Λήψη των εικόνων
- Επανάληψη της διαδικασίας για κάθε ομοίωμα



Στοιχεία ακτινοβόλησης	
mA·s	120
kV <sub>p</sub>	29
Exposure index	52

## 2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

### ❖ Ανάλυση των εικόνων

- Signal-to-noise ratio

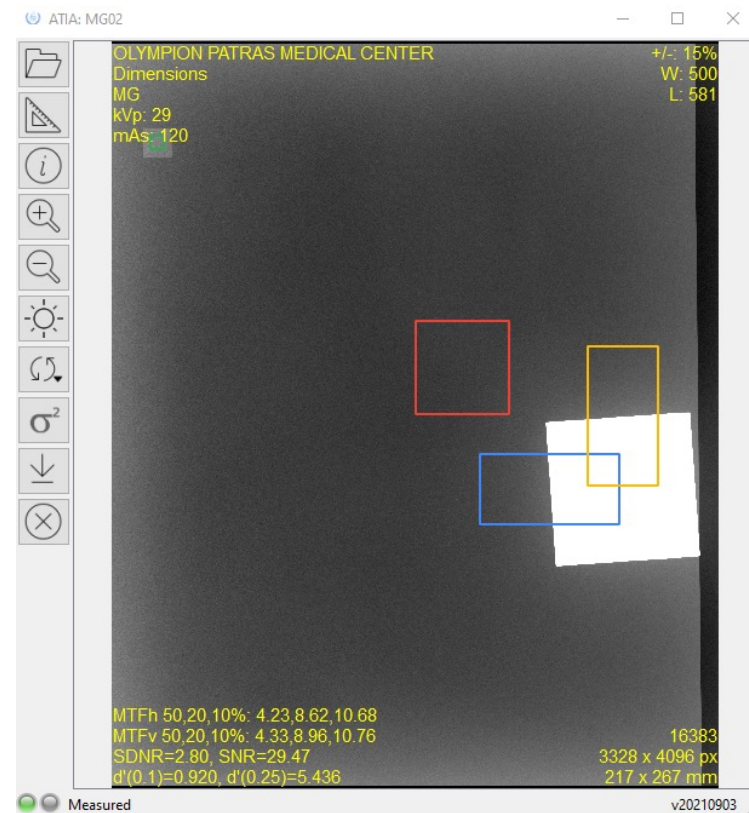
$$SNR = \frac{\text{mean value}(PV_{ROI})}{\text{standart deviation}(PV_{ROI})}$$

- Signal difference-to-noise

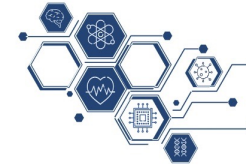
$$SDNR = \frac{\text{mean value}(PV_{ROI}^{bg}) - \text{mean value}(PV_{ROI}^{Al})}{\text{standart deviation}(PV_{ROI}^{bg})}$$

- Detectability index

$$d' = \frac{\sqrt{2\pi}C \int_0^\infty S^2(u)MTF^2(u)VTF^2(u)udu}{\sqrt{\int_0^\infty S^2(u)MTF^2(u)VTF^4(u)NNPS(u)udu}}$$

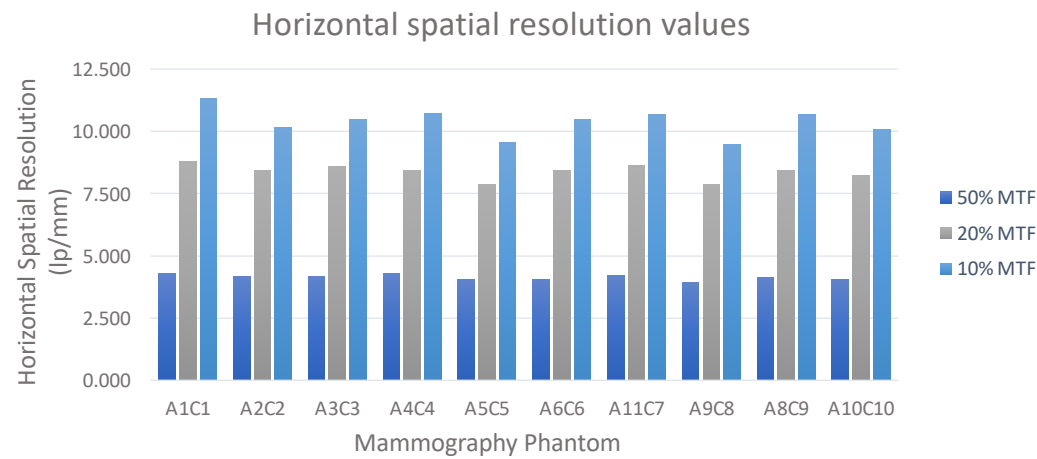
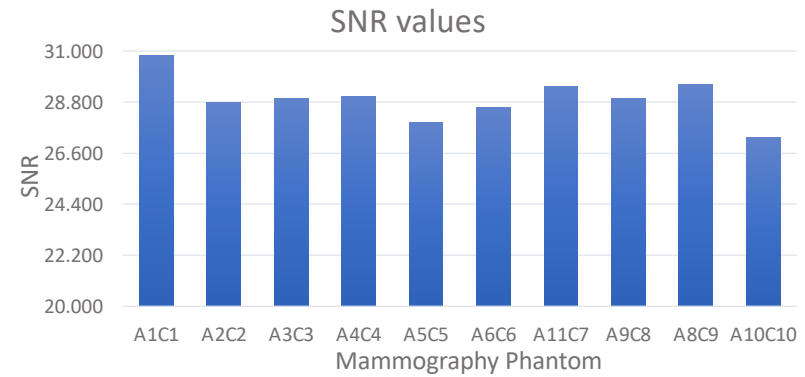
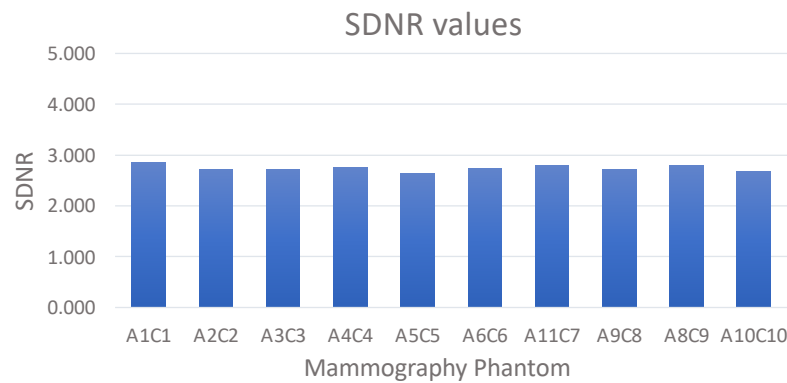


### 3. Αποτελέσματα

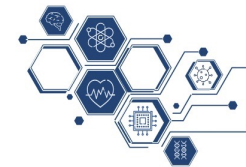


1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

#### ❖ Σύγκριση των ομοιωμάτων

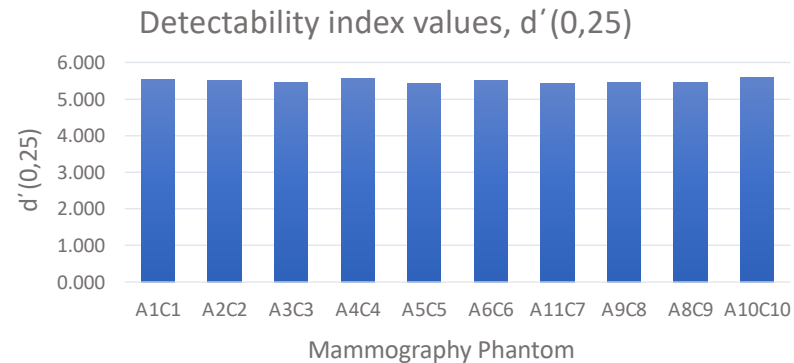
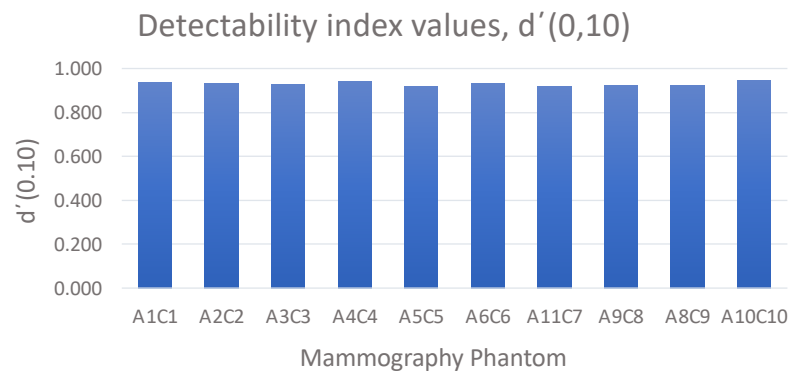
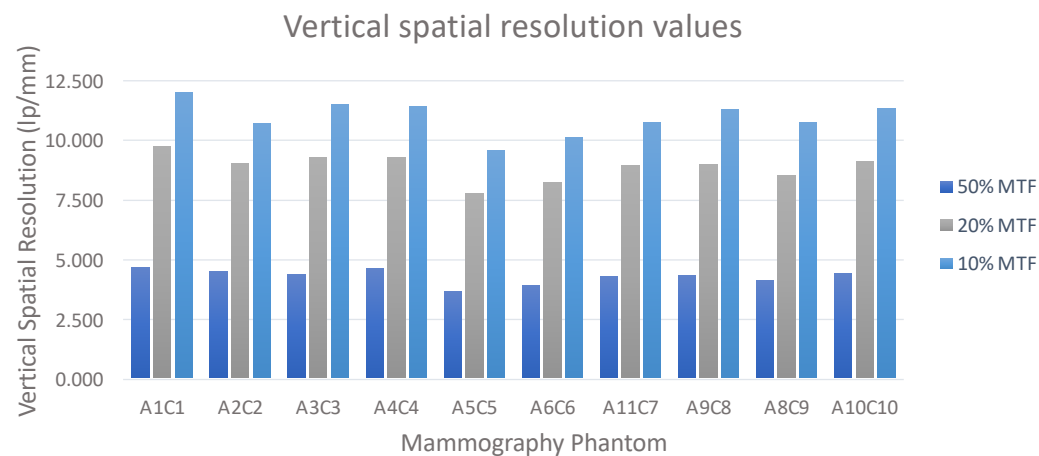


### 3. Αποτελέσματα



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

#### ❖ Σύγκριση των ομοιωμάτων



### 3. Αποτελέσματα



#### ❖ Σύγκριση των ομοιωμάτων

	SDNR	SNR	Horizontal MTF			Vertical MTF			D' prime	
			50%	20%	10%	50%	20%	10%	D = 0.10 mm	D = 0.25 mm
			Spatial resolution (lp/mm)						Detectability index (d')	
Mean value	2.746	28.940	4.150	8.371	10.361	4.330	8.906	10.951	0.930	5.495
Standard deviation	0.061	0.943	0.113	0.302	0.565	0.315	0.566	0.712	0.009	0.055

- Ο υπολογισμός της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης έδειξε ότι τα ομοιώματα παρουσιάζουν διακύμανση <5% για τον κάθε ποσοτικό δείκτη.
- Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μεταβλητότητα των μετρήσεων μεταξύ των ομοιωμάτων δεν υπερβαίνει σημαντικά τη διακύμανση των μετρήσεων που προκύπτουν από την ακτινοβόληση ενός ομοιώματος.



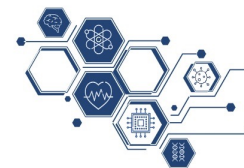
## 4. Συμπεράσματα



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- ❖ Η παρούσα μελέτη παρέχει μια αξιολόγηση της σταθερότητας απόδοσης του προτεινόμενου από την μεθοδολογία ομοιώματος.
- ❖ Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι, εφόσον τα ομοιώματα κατασκευαστούν με την απαιτούμενη ακρίβεια, οι μετρήσεις διαφορετικών ομοιωμάτων παρουσιάζουν μεγάλη σταθερότητα.
- ❖ Συνεπώς, η σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών ομοιωμάτων είναι δυνατή.

## 5. Βιβλιογραφία



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:  
Καινοτομίες και Προοπτικές  
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- European Commission. (2006). *European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis: fourth edition*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Ginsburg, O., Yip, C., Brooks, A., Cabanes, A., Caleffi, M., Dunstan Yataco, J., . . . Anderson, B. (2020, May 15). Breast cancer early detection: A phased approach to implementation. *Cancer*, pp. 2379-93.
- Hologic Selenia Digital*. (n.d.). Retrieved from Med Image Systems, inc.: <https://medimagesys.com/catalog/hologic-selenia/#toggle-id-2>
- Human Health Campus - Remote/Automated Quality Control in Radiology*. (n.d.). Retrieved from IAEA, Human Health Campus: <https://humanhealth.iaea.org/HHW/MedicalPhysics/DiagnosticRadiology/PerformanceTesting/AutomatedQAinRadiology/index.html>
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. (2011). *Quality Assurance Programme for Digital Mammography*. Vienna: IAEA Human Health Series No. 17, IAEA.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. (2014). *Diagnostic Radiology Physics*. Vienna: Non-serial Publications, IAEA.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. (2021). *Implementation of a Remote and Automated Quality Control Programme for Radiography and Mammography Equipment*. Vienna: IAEA Human Health Series No. 39, IAEA.
- Monnin, P., Marshall, N., Bosmans, H., Bochud, F., & Verdun, F. (2011, July). Image quality assessment in digital mammography: part II. NPWE as a validated alternative for contrast detail analysis. *Physics in Medicine and Biology*, pp. 4221-38.
- Mora, P., Pfeiffer, D., Zhang, G., Bosmans, H., Delis, H., Razi, Z., . . . Tsapaki, V. (2021, October). The IAEA remote and automated quality control methodology for radiography and mammography. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, pp. 1-17.
- Salvagnini, E., Bosmans, H., Monnin, P., Struelens, L., Verdun, F., & Marshall, N. (2011, March 16). The use of detectability indices as a means of Automatic Exposure Control for digital mammography systems. *SPIE Medical Imaging* (p. 79615J). Lake Buena Vista (Orlando), Florida, United States: Medical Imaging 2011: Physics of Medical Imaging.
- Samei, E., Flynn, D., & Reimann, D. (1998, January). A method for measuring the presampled MTF of digital radiographic systems using an edge test device. *Medical Physics*, pp. 102-13.