

**Κατευθυντήριες οδηγίες για τα πρωτόκολλα
ελέγχων ποιότητας γραμμικών επιταχυντών**

Δεκέμβριος 2019

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. Πρόλογος.....	2
2. Εισαγωγή.....	3
3. Έλεγχοι ποιότητας γραμμικών επιταχυντών με χρήση 3D σύμμορφη, IMRT, VMAT, SBRT, SRS.....	4
Πίνακας 1: Έλεγχοι Ακτινοπροστασίας (Α).....	4
Πίνακας 2: Καθημερινοί Έλεγχοι (Κ).....	6
Πίνακας 3: Μηνιαίοι Έλεγχοι (Μ)	12
Πίνακας 4: Τριμηνιαίοι Έλεγχοι (3Μ)	19
Πίνακας 5: Ετήσιοι Έλεγχοι (Ε)	26
4. Έλεγχοι ποιότητας γραμμικού επιταχυντή SRS-SRT-SBRT.....	46
Πίνακας 6: Καθημερινοί Έλεγχοι (Κ) / Έλεγχοι πριν τη θεραπεία.....	47
Πίνακας 7: Μηνιαίοι Έλεγχοι (Μ)	50
Πίνακας 8: Ετήσιοι Έλεγχοι (Ε).....	53
5. Βιβλιογραφία.....	57

1. Πρόλογος

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες αφορούν τα πρωτόκολλα ελέγχων ποιότητας και τα κριτήρια αποδοχής γραμμικών επιταχυντών. Αναρτώνται στον διαδικτυακό τόπο της ΕΕΑΕ, κατ' εφαρμογή της παρ. 3 του άρθρου 60 του π. δ. 101/2018 (Α'194), προς διευκόλυνση των οργανισμών αναφορικά με την απαίτηση ότι ο χρησιμοποιούμενος ακτινικός εξοπλισμός ελέγχεται αυστηρά όσον αφορά την ακτινοπροστασία καθώς και τη διασαφήνιση του πότε απαιτείται η λήψη κατάλληλων διορθωτικών ενεργειών, συμπεριλαμβανομένης της διακοπής της λειτουργίας του εξοπλισμού.

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες έχουν συνταχθεί από ειδική ομάδα εργασίας της Ένωσης Φυσικών Ιατρικής Ελλάδος (ΕΦΙΕ), βάσει των σχετικών διεθνών και ευρωπαϊκών πρωτοκόλλων.

Σημειώνεται ότι οι κατευθυντήριες οδηγίες δεν θεσπίζουν νέες ρυθμίσεις αλλά παρέχουν διευκρινίσεις στα θέματα που αφορούν. Ο εκάστοτε οργανισμός οφείλει να συμμορφώνεται με το σύνολο των νομοθετικών απαιτήσεων. Συνεπώς, οι κατευθυντήριες οδηγίες δεν καταργούν ούτε μεταβάλλουν την υποχρέωση των οργανισμών να συμμορφώνονται με το σύνολο των απαιτήσεων που απορρέουν από τους Κανονισμούς Ακτινοπροστασίας (ΚΑ). Ο υπόχρεος οργανισμός μπορεί να κληθεί να αποδείξει ότι συμμορφώνεται με το πλαίσιο των ΚΑ με οποιοδήποτε πρόσφορο μέσο ή μεθοδολογία.

Οι παρούσες κατευθυντήριες οδηγίες αναθεωρούνται όποτε κριθεί απαραίτητο λαμβανομένων υπόψη των τεχνολογικών εξελίξεων.

2. Εισαγωγή

Την εγκατάσταση του γραμμικού επιταχυντή ακολουθεί η διαδικασία ελέγχου αποδοχής (**acceptance testing**) ώστε να διασφαλιστεί ότι το σύστημα πληροί τις προδιαγραφές του κατασκευαστή αλλά και όσα περιλαμβάνονται στη σύμβαση αγοράς. Οι έλεγχοι αυτοί διεξάγονται σύμφωνα με τη διαδικασία αποδοχής και συνήθως η εταιρεία προτείνει το δικό της πρωτόκολλο. Το νοσοκομείο θα πρέπει να διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη διαδικασία αποδοχής, ο οποίος περιλαμβάνει ένα 3D ομοίωμα νερού με το ανάλογο λογισμικό, κατάλληλους θαλάμους ιονισμού και ηλεκτρόμετρο, κατάλληλα films και film σκάνερ, αλφάδι ακριβείας και κατάλληλα εργαλεία για τους μηχανικούς ελέγχους.

Οι τιμές δοκιμής λειτουργικών επιδόσεων του γραμμικού επιταχυντή που εκτελούνται στο εργοστάσιο προτείνεται να επιβεβαιώνονται κατά τη διάρκεια του ελέγχου αποδοχής. Οι αποδεκτές τιμές των μετρούμενων παραμέτρων, που συνήθως αναγράφονται στο πρωτόκολλο αποδοχής του κατασκευαστή, προτείνεται να μην διαφέρουν από τις αναγραφόμενες στο πρωτόκολλο ποιοτικών ελέγχων που ακολουθεί.

Η διαδικασία παραλαβής (**commissioning**) ενός γραμμικού επιταχυντή, για κλινική χρήση, περιλαμβάνει ολοκληρωμένες μετρήσεις των δοσιμετρικών παραμέτρων, απαραίτητες για την επικύρωση των συστημάτων σχεδιασμού θεραπείας που χρησιμοποιούνται για την επιλογή της βέλτιστης μεθόδου ακτινοβολίας και της τεχνικής θεραπείας για τους ασθενείς. Τη διαδικασία αυτή ακολουθεί η εισαγωγή δεδομένων κάθε δέσμης στο σύστημα σχεδιασμού θεραπείας και ο έλεγχος ακρίβειας κατά τη χρήση τους, η ανάπτυξη διαδικασιών διασφάλισης ποιότητας και η εκπαίδευση όλων όσων ασχολούνται με τη λειτουργία του γραμμικού επιταχυντή και του συστήματος σχεδιασμού θεραπείας. Τα δεδομένα που συλλέγονται κατά τη διάρκεια του ελέγχου αποδοχής συνήθως δεν επαρκούν για το commissioning του γραμμικού επιταχυντή στο σύστημα σχεδιασμού της θεραπείας. Τα δεδομένα δέσμης του κάθε γραμμικού επιταχυντή που πρέπει να εισαχθούν στο αντίστοιχο σύστημα σχεδιασμού θεραπείας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τους αλγόριθμους υπολογισμού δόσεων που χρησιμοποιούν τα συγκεκριμένα λογισμικά πακέτα. Ανεξάρτητα από τον αλγόριθμο υπολογισμού της δόσης, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα ελάχιστο σύνολο δεδομένων που να περιλαμβάνει μια σειρά επί τοις εκατό Δόσεων Βάθους (PDD) για διάφορα πεδία, μια σειρά προφίλ δέσμης σε διάφορα βάθη και για διάφορα πεδία και τα output factors για μια σειρά μεγεθών πεδίων καθώς και μια μέτρηση απόλυτης δοσιμετρίας. Απαραίτητη είναι επίσης, σ' αυτήν τη φάση, η δοσιμετρία μικρών πεδίων με κατάλληλους ανιχνευτές. Επιθυμητό είναι να συγκριθούν τα μετρημένα δοσιμετρικά χαρακτηριστικά του γραμμικού επιταχυντή με δημοσιευμένα δεδομένα για το ίδιο μοντέλο, εφόσον είναι διαθέσιμα. Η κλινική χρήση του γραμμικού επιταχυντή χωρίς την ολοκλήρωση του σωστού commissioning δύναται να προκαλέσει βλάβη στους ασθενείς. Επομένως, κρίνεται απαραίτητο γίνει σωστό χρονοδιάγραμμα για το **acceptance** και το **commissioning**, που εξαρτάται από την προβλεπόμενη χρήση του γραμμικού επιταχυντή όπως 3D σύμμορφη, IMRT, VMAT, SBRT, SRS.

3. Έλεγχοι ποιότητας γραμμικών επιταχυντών με χρήση 3D σύμμορφη, IMRT, VMAT, SBRT, SRS

Πίνακας 1: Έλεγχοι Ακτινοπροστασίας (Α)

α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια	Περιοδικότητα
A.1	Επάρκεια θωρακίσεων θαλάμου επιταχυντή	<p>Μετρήσεις ακτινοβολίας χώρου σε όλους τους γειτονικούς χώρους του επιταχυντή και σύγκριση με τα όρια δόσεων.</p> <p>Λαμβάνονται υπόψη:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. ο φόρτος εργασίας του συστήματος σε Gy/week, ii. το ποσοστό κατάληψης χώρου, iii. ο παράγοντας χρήσης για μετρήσεις στην πρωτογενή δέσμη iv. ο χαρακτηρισμός της περιοχής(ελεγχόμενη, επιβλεπόμενη, μη ελεγχόμενη) v. τα όρια δόσεων: 20 mSv/y για επαγγελματικά εκτιθεμένους, 1 mSv/y για το κοινό, vi. τα όρια δόσεων για τις περιοχές: 20 mSv/y για ελεγχόμενες, 6 mSv/y για επιβλεπόμενες και 1 mSv/y για μη ελεγχόμενες vii. τα περιοριστικά επίπεδα δόσης: 50 % των αντιστοιχών ορίων δόσης viii. τη συνεισφορά από περισσότερες της μιας πηγής ακτινοβολίας σε μια περιοχή (πχ από δύο γραμμικούς) <p>Οι μετρούμενοι ρυθμοί έκθεσης ανάγονται στις συνθήκες εργασίας (i - iii) και συγκρίνονται με τα αντίστοιχα όρια δόσεων (iv - viii)</p>	<p>Survey meter για ακτίνες X με ευαισθησία τουλάχιστον 1 μSv/hr.</p> <p>Ανιχνευτής: δοσίμετρο για νετρόνια με ευαισθησία τουλάχιστον 1 μSv/hr.</p> <p>Σκεδαστής 30x30x30 cm³</p>	<p>α. Για τη θωράκιση πρωτογενούς το Gantry στρέφεται προς τον υπό εξέταση χώρο. Χωρίς σκεδαστή.</p> <p>β. Για τη θωράκιση σκεδαζόμενης - διαρρέουσας το Gantry στις 0° Παρουσία σκεδαστή.</p> <p>Ρυθμός δόσης: ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος και ο ρυθμός σε δέσμες FFF.</p> <p>Ενέργεια φωτονίων: Η μέγιστη και η συχνότερα χρησιμοποιούμενη Πεδίο ακτινοβόλησης 30X30 SSD = 100 cm (απόσταση σκεδαστή από πηγή)</p>	<p>Τα ετήσια όρια δόσεων που ισχύουν για εκτιθέμενους εργαζομένους και πληθυσμό.</p> <p>Σε συμφωνία με τα ΠΕΔ Σε συμφωνία με τους στιγμιαίους ρυθμούς δόσης που έχει θεσπίσει το νοσοκομείο</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση επεμβάσεων στις υπάρχουσες θωρακίσεις. 2. Σε περίπτωση αλλαγής των ορίων δόσεων. 3. Σε αλλαγή χρήση χώρων γειτονικών του Γ.Ε. 4. Κατά την ανανέωση της άδειας. <p>Για τη θύρα θαλάμου: Ετήσιος έλεγχος</p>

A.2	Διαρρέουσα ακτινοβολία	Μετρήσεις της διαρρέουσας ακτινοβολίας από την κεφαλή του γραμμικού και τα διαφράγματα του κατευθυντήρα	Survey meter για ακτίνες X με ευαισθησία τουλάχιστον 1 $\mu\text{Sv/hr}$, Film	<p>Διαφράγματα τελείως κλειστά και - αν απαιτείται - μπλοκάρισμα της εξόδου με κομμάτι μολύβδου</p> <p>Ρυθμός δόσης: ο μεγαλύτερος</p> <p>Ενέργεια φωτονίων: η μεγαλύτερη</p> <p>Με τα film γύρω από την κεφαλή βρίσκονται τα «θερμά σημεία» στα οποία μετράται ο ρυθμός διαρρέουσας ακτινοβολίας με το ανιχνευτή.</p> <p>Μετράται ο ρυθμός κάτω από τα κλειστά διαφράγματα</p>	0,1 % του ρυθμού της πρωτεύουσας ακτινοβολίας στο ισόκεντρο.	Σε περίπτωση που για λόγους επισκευής έχουν αφαιρεθεί και επανατοποθετηθεί τεμάχια θωράκισης της κεφαλής ή έχουν γίνει αλλαγές στο σύστημα κατευθυντήρων.
-----	------------------------	---	---	---	--	---

Πίνακας 2: Καθημερινοί Έλεγχοι (Κ)

Οπτικοί Έλεγχοι - Συστήματα Ασφαλείας (Α)					
Οπτικοί έλεγχοι					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
K.A.1	Φωτεινές ενδείξεις χειριστηρίου				Λειτουργικό
K.A.2	Στοιχεία - παράμετροι επιλογής θεραπείας				Λειτουργικό
K.A.3	Ενδείξεις Πρωτεύοντος - Δευτερεύοντος ΜΥ και χρονομέτρου				Λειτουργικό
K.A.4	Λειτουργία συστήματος Οπτικής - Ηχητικής παρακολούθησης αίθουσας θεραπείας				Λειτουργικό
Interlocks - Διακοπή λειτουργίας					
K.A.5	Μετά λήξη χρόνου θεραπείας				Λειτουργικό
K.A.6	Με άνοιγμα πόρτας θαλάμου				Λειτουργικό
K.A.7	Με ενεργοποίηση διακοπών εκτάκτου ανάγκης				Λειτουργικό

K.A.8	Με ενεργοποίηση των μηχανικών διακοπών πρόσκρουσης - touchguard σε όλα τα σημεία του συστήματος.				Λειτουργικό
Interlocks - Αδυναμία εκκίνησης λειτουργίας					
K.A.9	Με ανοικτή πόρτα				Λειτουργικό
K.A.10	Με λάθος επιλογή παραμέτρων (wedge, tray,...)				Λειτουργικό
K.A.11	Με λάθος επιλογή θεραπείας (FIX, Arc, ...)				Λειτουργικό
K.A.12	Λανθασμένης επιλογής κώνων ηλεκτρονίων				Λειτουργικό
K.A.13	Σύστημα αποφυγής σύγκρουσης				Λειτουργικό
Έλεγχοι συστημάτων ελέγχου αναπνοής (ABC)					

<p>K.A.ABC</p>	<p>Έλεγχος δικλίδων ασφαλείας.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν είναι εφικτή η ακτινοβολήση από τον χειριστή αν δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις εκκίνησης. • Σταματάει αυτόματα ή ελεγχόμενα η ακτινοβολήση, αν αρθούν οι προϋποθέσεις ακτινοβολήσης είτε από τον χειριστή είτε από το σύστημα ελέγχου είτε από τον ασθενή. • Δυνατότητα να σταματά και να ξεκινάει η ροή του αέρα της αναπνοής του ασθενή κατά την διάρκεια λειτουργίας όταν αυτό είναι επιθυμητό. 	<p>-</p>	<p>Έλεγχος σωστής λειτουργίας</p>	<p>Λειτουργικό</p>
-----------------------	------------------------------------	--	----------	-----------------------------------	--------------------

Μηχανικοί Έλεγχοι (Μ)					
Κ.Μ.1 NON IMRT					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Κ.Μ.1.1	Σύμπτωση Lasers με ισόκεντρο	Τα πλευρικά Lasers και το λέιζερ κεντρικού άξονα (οβελιαίο)	FrontPointer και ODI =100 cm (ή και Cross-hair) ή μόνο έλεγχος λέιζερ με σταυρόνημα και σύμπτωση πλαϊνών Lasers μεταξύ τους και με ODI=100cm ή με χρήση κατάλληλων ομοιωμάτων.	Gantry: 0° Α) Άκρο front pointer στο ισόκεντρο. Παρατηρείται η απόκλιση της δέσμης Laser από το άκρο του pointer. Β) διαφορά πλαϊνών Lasers σε ± 20 cm πλάγιας μετακίνησης	≤2 mm για κάθε Laser ≤2 mm διαφορά μεταξύ των πλαϊνών Lasers
Κ.Μ.1.2	Ακρίβεια φωτεινής ένδειξης μέτρου απόστασης (ODI)	Με την τράπεζα στο ισόκεντρο, η ένδειξη του φωτεινού μέτρου στην τράπεζα πρέπει να είναι 100 cm. Ελέγχεται επίσης η ορθότητα και σε άλλες αποστάσεις.	FrontPointer & μέτρο για μέτρηση κατακόρυφης μετακίνησης τράπεζας.	Α) Τοποθέτηση τράπεζας στο ισόκεντρο. Καταγραφή ενδείξεων οπτικού μέτρου στην τράπεζα. Β) Τοποθέτηση τράπεζας στο ισόκεντρο. Καταγραφή ενδείξεων οπτικού μέτρου στην τράπεζα. Κατακόρυφη μετακίνηση της τράπεζας ±20cm & εκ νέου καταγραφή ενδείξεων οπτικού μέτρου στην τράπεζα.	≤2 mm στο ισόκεντρο και σε κάθε θέση τράπεζας
Κ.Μ.1.3	Διαστάσεις φωτεινού πεδίου φωτονίων	Σύγκριση ψηφιακών και μετρούμενων διαστάσεων πεδίου: 10 x 10 cm ² .	Χαρτί μιλλιμετρέ ή κατάλληλο εργαλείο ελέγχου	Για γωνίες βραχίονα και κατευθυντήρα ίσες με 0°, SSD = 100cm και για συμμετρικό πεδίο: 10 x 10 cm ² .	≤ 1 mm σε κάθε διάφραγμα


Κ.Μ.2 IMRT/VMAT					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Κ.Μ.2.1	Σύμπτωση Lasers με ισόκεντρο	Τα πλευρικά Lasers και το λέιζερ κεντρικού άξονα (οβελιαίο)	FrontPointer και ODI =100 cm (ή και Cross-hair) ή μόνο έλεγχος Laser με σταυρόνημα και σύμπτωση πλαϊνών λέιζερ μεταξύ τους και με ODI=100cm ή με χρήση κατάλληλων ομοιωμάτων.	Gantry: 0° Α) Άκρο front pointer στο ισόκεντρο. Παρατηρείται η απόκλιση της δέσμης Laser από το άκρο του pointer. Β) διαφορά πλαϊνών Lasers σε ±20cm πλάγιας μετακίνησης	≤ 1.5mm για κάθε Laser ≤ 1.5mm διαφορά μεταξύ των πλαϊνών Lasers
Δοσιμετρικοί (Δ)					
Φωτόνια					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Κ.Δ.1	Σταθερότητα παροχής ακτινοβολίας	Υπολογίζεται η απόκλιση της ένδειξης του ανιχνευτή από την τιμή αναφοράς υπό σταθερή γεωμετρία και συνθήκες ακτινοβολήσης	Κατάλληλος ανιχνευτής, πλάκες PMMA, θερμόμετρο, βαρόμετρο	Για κάθε ενέργεια, $d > d_{max}$	3% Ημερήσιος 2% Μηνιαίος
Ηλεκτρόνια					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Κ.Δ.2	Σταθερότητα παροχής ακτινοβολίας	Όπως Κ.Δ.1	Όπως Κ.Δ.1	Για κάθε ενέργεια, για κώνο αναφοράς	3% Ημερήσιος 2% Μηνιαίος

Έλεγχοι κατευθυντήρα πολλαπλών φύλλων (MLC)					
Έλεγχοι σφηνοειδών φίλτρων (Physical, Motorized & Dynamic Wedges)					
K.W					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
K.W.1	Έλεγχος σωστής λειτουργίας για μία γωνία dynamic wedge.	Ακτινοβόληση με χρήση dynamic wedge για έλεγχο διασφάλισης μη ύπαρξης interlocks.	Κανένα	Ακτινοβόληση με χρήση dynamic wedge (συνίσταται γωνία wedge 45°) για έλεγχο διασφάλισης μη ύπαρξης interlocks. Η διεύθυνση κίνησης του dynamic wedge πρέπει να είναι παράλληλη με τη διεύθυνση της βαρύτητας.	

Πίνακας 3: Μηνιαίο Έλεγχος (Μ)

Μηχανικοί Έλεγχοι(Μ)					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
M.M.1	Γωνία βραχίονα (Gantry)	Σύγκριση ψηφιακών και μηχανικών ενδείξεων (εφόσον υπάρχουν)	Οπτικός έλεγχος	0° / 90° ή 180°/270°	1°
M.M.2	Γωνία κατευθυντήρα - κεφαλής (collimator)	Σύγκριση ψηφιακών και μηχανικών ενδείξεων (εφόσον υπάρχουν)	Οπτικός έλεγχος	0° / 90° ή 180°/270°	1°
M.M.3	Γωνία περιστροφής τράπεζας (ισοκεντρικής& περιστροφικής)	Σύγκριση ψηφιακών και μηχανικών ενδείξεων (εφόσον υπάρχουν)	Οπτικός έλεγχος	0° / 45° ή -45°	1°
M.M.4	Μετακίνησης τράπεζας (κατακόρυφης & οριζόντιας)	Σύγκριση ψηφιακών και μηχανικών ενδείξεων (εφόσον υπάρχουν)	Οπτικός έλεγχος	0 / +20cm ή -20cm	2mm
M.M.5	Ακρίβεια περιστροφής Gantry	Σύγκριση ψηφιακών ενδείξεων με τις μετρούμενες τιμές	Αλφάδι Ακριβείας	Γωνίες Gantry: από 0° έως 360° ανά 90°	≤ 1°
M.M.6	Ακρίβεια περιστροφής κατευθυντήρα - κεφαλής(collimator)	Σύγκριση ψηφιακών ενδείξεων με τις μετρούμενες τιμές	Αλφάδι Ακριβείας ή νήμα στάθμης	Τοποθέτηση Gantry: 90° ή 270°. Περιστροφή collimator σε γωνίες 0°,45°,90°,135°& 315°,270°,225° & τοποθέτηση του αλφάδι σε σταθερό σημείο αναφοράς στο μηχανισμό του collimator.	≤ 1°
M.M.7	Ακρίβεια περιστροφής τράπεζας (περιστροφικής &ισοκεντρικής)	Σύγκριση ψηφιακών ενδείξεων με τις μετρούμενες τιμές	Μοιρογνωμόνιο ή προβολή σταυρονήματος σε μιλλμετρέ χαρτί στο πάτωμα.	Γωνίες περιστροφής τράπεζας: 0°, ±20°, ±90°. Για SSD=100cm/90cm/80cm	≤ 1°

M.M.8	Ακρίβεια μετατόπισης τράπεζας (κάθετης, επιμήκους & εγκάρσιας)	Σύγκριση ψηφιακών ενδείξεων με τις μετρούμενες τιμές	Με μέτρο, χαρτί μιλλιμετρέ και FrontPointer.	Μετακίνηση τράπεζας κατά τον κατακόρυφο, εγκάρσιο και επιμήκη άξονα κατά 5 cm, 10 cm, 20 cm	2 mm
M.M.9	Ακρίβεια μετατόπισης τράπεζας με 6 βαθμούς ελευθερίας	Έλεγχος μετατόπισης τράπεζας με 6 βαθμούς ελευθερίας	Με κατάλληλο εργαλείο μέτρησης ή μέτρο μέτρησης κλίσης (κλισιόμετρο)	Έλεγχος μεταφορικής και περιστροφικής κίνησης της τράπεζας ως προς τους άξονες x,y,z.	Όριο το όριο του κάθε κατασκευαστή
M.M.10	Έλεγχος οπτικού πεδίου (Collimator size indicator)	Έλεγχος οπτικού πεδίου (Collimator size indicator)	Χαρτί μιλλιμετρέ ή κατάλληλο εργαλείο μέτρησης	Μέγεθος Πεδίου: 20x20 cm ² Επιβεβαίωση σύμπτωσης σταυρονήματος φωτεινού πεδίου πάνω σε μιλλιμετρέ χαρτί ή σε κατάλληλο ομοίωμα & ταύτισης των άκρων του φωτεινού πεδίου πάνω στο μιλλιμετρέ ή στο ομοίωμα.	≤ 2 mm
M.M.11	Έλεγχος καθετότητας φωτεινού πεδίου κατά την περιστροφή του collimator	Έλεγχος καθετότητας φωτεινού πεδίου κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα	Χρήση κατάλληλου pointer	Gantry: 0° & χρήση μέγιστου πεδίου. Τοποθέτηση του pointer offaxis, στα όρια του πεδίου. Έλεγχος του ίχνους του pointer σε γωνία κατευθυντήρα 0° & 180°.	
M.M.12	ΦΩΤΟΝΙΑ Διαστάσεις φωτεινού πεδίου	Σύγκριση ψηφιακών και μετρούμενων διαστάσεων πεδίων, για συμμετρικά και ασύμμετρα πεδία	Χαρτί μιλλιμετρέ ή κατάλληλο εργαλείο ελέγχου	Για γωνίες βραχίονα και κατευθυντήρα ίσες με 0°, SSD=100cm και για συμμετρικά πεδία (5x5, 10x10, 20x20cm ²) και για ασύμμετρα x και y (0, ±5, ±10cm)	≤ 1 mm σε κάθε διάφραγμα

M.M.13	ΦΩΤΟΝΙΑ Σύμπτωση φωτεινού πεδίου- ψηφιακών ενδείξεων πεδίου και πεδίου ακτινοβολίας	Πραγματοποιείται ο έλεγχος σύμπτωσης φωτεινού πεδίου, ψηφιακών ενδείξεων πεδίου και πεδίου ακτινοβολίας. Οι διαστάσεις του πεδίου ακτινοβολίας ορίζονται από τα την απόσταση μεταξύ των δύο απέναντι κατά μήκος των αξόνων του πεδίου (x και y) σημείων που αντιστοιχούν στο 50% της δόσης.	Film, οπτικό πυκνόμετρο & κατάλληλο πάχος Buildupή κατάλληλο όργανο ελέγχου π.χ. 2D Array, Profiler. Προσδιορίζονται οι τιμές της δόσης που αντιστοιχούν στο 90%, 80% και 50% της δόσης στο κέντρο του πεδίου.	Σε πεδία 5x5, 10x10, 20x20, 30x30cm ² Από το φωτεινό & το πεδίο ακτινοβολίας μετράται η απόκλιση • των κέντρων των πεδίων • των πλευρών των πεδίων	< 2 mm (< 3 mm σε πολύ μεγάλα πεδία και ειδικές περιπτώσεις)
M.M.14	AccessoryTrays	Έλεγχος ευθυγράμμισης του ισόκεντρου με το φυσικό tray & Έλεγχος ευθυγράμμισης του απεικονιστικού ισόκεντρου με το φυσικό tray.	Graticule Tray  A square metal tray with a grid pattern, used for alignment in medical imaging. The text 'Varian Clinac 2100 C' is visible at the bottom of the image.	Α. Τοποθέτηση του tray στο accessory mount και έλεγχος σύμπτωσης φωτεινού πεδίου - σταυρονήματος - tray. Β. Λήψη εικόνας MV με χρήση EPID και τοποθετημένο το tray.Επιβεβαίωση του φυσικού graticule tray με το ηλεκτρονικό graticule του IGRT SOFTWARE.	2mm
M.M.15	Έλεγχος ακινητοποίησης των φυσικών Wedges και blocktrays.	Έλεγχος ακινητοποίησης των φυσικών Wedges και blocktrays.	Φυσικά Wedges και block trays	1. Οπτικός έλεγχος του κάθε tray για χαλαρές βίδες, τυχόν απώλειες εξαρτημάτων και μηχανικών αστοχιών. 2. Τοποθέτηση ενός φυσικού Wedge tray και ενός block tray στο accessory tray και επιβεβαίωση ότι ασφαλίζει σωστά.	2mm
Δοσιμετρικοί (Δ)					
Φωτόνια					

M.Δ.1	Σταθερότητα επιπεδότητας και συμμετρίας	Εξετάζεται η απόκλιση της επιπεδότητας και της συμμετρίας από τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς	Συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, film και κατάλληλος σαρωτής/ πυκνόμετρο, πλάκες PMMA	Για όλες τις ενέργειες φωτονίων, για crossplane και inplane προφίλ	1% από την τιμή αναφοράς
M.Δ.2	Σταθερότητα επιπεδότητας και συμμετρίας για διαφορετικές γωνίες του Gantry	Εξετάζεται η απόκλιση της επιπεδότητας και της συμμετρίας από τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς	Συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, film και κατάλληλος σαρωτής/ πυκνόμετρο, πλάκες PMMA	Για όλες τις ενέργειες φωτονίων για crossplane και inplane προφίλ σε 90°, 180°, 270°	1% από την τιμή αναφοράς
Ηλεκτρόνια					
M.Δ.3	Σταθερότητα επιπεδότητας και συμμετρίας	Εξετάζεται η απόκλιση της επιπεδότητας και της συμμετρίας από τις αντίστοιχες τιμές αναφοράς	Συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, πλάκες PMMA	Όπως M.Δ.1	1% από την τιμή αναφοράς
M.Δ.4	Σταθερότητα ενέργειας	Υπολογίζεται ο λόγος $\frac{R_d}{R_{max}}$ όπου $R_d=R_{80}-R_{40}$	Συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, πλάκες PMMA	Για όλες τις ενέργειες φωτονίων σε διάστημα ενός μήνα, κώνος αναφοράς	5% Η απόκλιση του λόγου από την τιμή αναφοράς να αντιστοιχεί σε: ≤ 0,5 mm για 4 MeV ≤ 1 mm για 6-12 MeV ≤ 2 mm για 18-21 MeV

M.Δ.5	Σταθερότητα παροχής ακτινοβολίας σε συνάρτηση με το ρυθμό δόσης	Υπολογίζεται η απόκλιση της ένδειξης ανιχνευτή από την τιμή αναφοράς υπό σταθερή γεωμετρία, για διαφορετικούς ρυθμούς δόσης	Κατάλληλος ανιχνευτής, ΘΙ, πλάκες PMMA, ομοίωμα νερού θερμόμετρο, βαρόμετρο	Μετρήσεις παροχής στο μικρότερο και στο μεγαλύτερο ρυθμό δόσης από τον αναφοράς.	2% από την τιμή αναφοράς
Έλεγχοι κατευθυντήρα πολλαπλών φύλλων (MLC)					
M.MLC					
M.MLCNON-IMRT					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
M.MLC.1	Ευθυγράμμιση φύλλων	Έλεγχος όλων των φύλλων ένα-ένα και σε σχέση με τα γειτονικά τους	Χαρτί μιλλιμετρέ, film EPID	Με χρήση πεδίου τουλάχιστον 30 cm μήκους και 10 cm πλάτους ελέγχουμε με φωτεινό πεδίο και με film την ευθυγράμμιση των φύλλων, σε σχέση με μια ευθεία γραμμή.	< 2 mm για κάθε φύλλο.
M.MLC.2	Ευθυγράμμιση αντίθετων φύλλων	Έλεγχος της σχετικής θέσης απέναντι φύλλων	Film	Διπλή έκθεση film. Η μία με τη μία σειρά των φύλλων ευθυγραμμισμένα στον κεντρικό άξονα και η άλλη σε απόσταση μεγαλύτερη των 5 εκατοστών και δεύτερη έκθεση αντίστοιχα με την απέναντι σειρά φύλλων. Ελέγχουμε για gaps και overlaps.	< 2 mm για κάθε φύλλο.
K.MLC -IMRT					

M.MLC.3	Έλεγχος ακρίβειας και επαναληψιμότητας θέσης MLC	Έλεγχος ακρίβειας θέσης των φύλλων του MLC σε όλο το εύρος κίνησης των φύλλων που χρησιμοποιούνται στην κλινική πράξη.	Film, EPID, κατάλληλη μετρητική διάταξη	Picket fence test – σε γωνία gantry 0°. Η διαδικασία ελέγχου περιλαμβάνει όμορα πεδία πλάτους 1 cm κατά την διεύθυνση κίνησης των φύλλων.	± 1 mm
M.MLC-VMAT - OBI					
M.MLC.4	Έλεγχος ταχύτητας φύλλων	Έλεγχος της θέσης των φύλλων σε σχέση με τα MU	Film, EPID, κατάλληλη μετρητική διάταξη	Σχηματισμός πεδίου με MLC μικρού πλάτους (πχ 5 cm) Το πεδίο κινείται με σταθερή ταχύτητα κατά την διεύθυνση κίνησης του MLC και σταθερό Dose Rate. Το πεδίο κινείται με μεταβαλλόμενη ταχύτητα και μεταβαλλόμενο Dose Rate. Σε κάθε περίπτωση το αποτέλεσμα θα πρέπει να δίνει ομοιογενή κατανομή δόσης σε όλο το εύρος της κίνησης. Γωνία Gantry 0°	2% απόκλιση
Έλεγχοι σφηνοειδών φίλτρων (Physical, Motorized & Dynamic Wedges)					
M.W					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια

<p>M.W.1</p>	<p>Έλεγχος ακρίβειας τοποθέτησης physicalwedge.</p>	<p>Έλεγχος ακρίβειας τοποθέτησης wedge.</p>	<p>Χάρακας</p>	<p>Γωνία Gantry: 0° Γωνία κατευθυντήρα: 0° SSD:100cm Τοποθετούμε ένα κομμάτι ταινίας πάνω στην τράπεζα και σημειώνουμε το κέντρο του σταυρονήματος(χρήση ως σημείο αναφοράς για τη μέτρηση). Τοποθέτηση του κάθε wedge στο accessory tray και ενεργοποιούμε το φωτεινό πεδίο, άνοιγμα διαφραγμάτων μεγαλύτερο από το wedge.Μέτρηση της απόστασης από το ισόκεντρο στο άκρος της σκίασης του wedge.</p>	<p>2mm</p>
---------------------	---	---	----------------	--	------------

Πίνακας 4: Τριμηνιαίοι Έλεγχοι (3Μ)

Μηχανικοί Έλεγχοι (Μ)					
3Μ.Μ.1 NONIMRT					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
3Μ.Μ.1.1	Ακρίβεια μετατόπισης τράπεζας (κάθετης, επιμήκης & εγκάρσιας) με φορτίο	Σύγκριση ψηφιακών ενδείξεων με τις μετρούμενες τιμές		Τοποθέτηση του τραπεζιού διαμήκως σε μια κλινική θέση και τοποθέτηση ενός μέσου αναμενόμενου φορτίου (80-100 Kg) συμμετρικά γύρω από το ισόκεντρο. Ρύθμιση της επιφάνειας του τραπέζιου στο ισόκεντρο και σημείωση της τιμής στο vertical. Μετά το πέρας 10-20 λεπτών μετρήστε τη διαφορά της επιφάνεια του τραπεζιού και του ύψους του ισόκεντρου.	2mm
3Μ.Μ.1.2	Έλεγχος προβολής σταυρονήματος κατά την περιστροφή του Gantry	Προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από την προβολή του σταυρονήματος κατά την ισοκεντρική περιστροφή του Gantry.	Κατάλληλο περιστρεφόμενο επίπεδο γύρω από τον κεντρικό άξονα του συστήματος. Το επίπεδο κατά την περιστροφή του βραχίονα κάθετα στον άξονα της δέσμης ή χαρτί μιλλιμετρέ	Μέτρηση στο ισόκεντρο με πλήρης περιστροφή του βραχίονα.	≤ 2 mm διάμετρος του κύκλου
3Μ.Μ.1.3	Έλεγχος προβολής σταυρονήματος κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα	Προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από την προβολή του σταυρονήματος κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα.	χαρτί μιλλιμετρέ	Μέτρηση στο ισόκεντρο με πλήρης περιστροφή του κατευθυντήρα. Γωνία βραχίονα 0° και 90°	≤ 2 mm διάμετρος του κύκλου

3M.M.1.4	Έλεγχος προβολής σταυρονήματος κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας	Προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από την προβολή του σταυρονήματος κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας.	χαρτί μιλλιμετρέ	Μέτρηση στο ισόκεντρο με πλήρης περιστροφή της τράπεζας.	≤ 2 mm διάμετρος του κύκλου
3M.M.1.5	Έλεγχος προβολής σταυρονήματος κατά την κατακόρυφη κίνηση της τράπεζας	Κατά την κατακόρυφη μετακίνηση της τράπεζας προσδιορίζεται η μέγιστη απόσταση μεταξύ των προβολών.	χαρτί μιλλιμετρέ	Μετακίνηση τράπεζας -20cm έως 20cm από το ισόκεντρο.	≤ 2 mm
3M.M.1.6	Έλεγχος ασύμμετρων (split) πεδίων	Διαπίστωση ασυμμετρίας/μετατόπισης διαφραγμάτων ή καθρέπτη	χαρτί μιλλιμετρέ & film ή κατάλληλο όργανο(πχ profiler)	Κατά τη σύνθεση πεδίου 10 x 10 cm ² , το οποίο προκύπτει από το άθροισμα τεσσάρων έκκεντρων πεδίων, εμφανίζεται overlap μεταξύ των έκκεντρων πεδίων. Το ελέγχουμε πρώτα στο μιλλιμετρέ και στη συνέχεια ακτινοβολούμε film (με προσθήκη 1cm plexiglass για buildup), χρησιμοποιώντας και τα τέσσερα πεδία διαδοχικά.	≤ 2 mm overlap (για 80-20% εύρος παρασκιάς των 6mm) ή Ελάχιστο - Μέγιστο της δόσης στην ένωση από το 80%-120% της ονομαστικής δόσης.
3M.M.2IMRT/VMAT					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια

3M.M.2.1	Έλεγχος προβολής σταυρονήματος κατά την περιστροφή του Gantry	Προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από την προβολή του σταυρονήματος κατά την ισοκεντρική περιστροφή του Gantry.	Κατάλληλο περιστρεφόμενο επίπεδο γύρω από τον κεντρικό άξονα του συστήματος. Το επίπεδο κατά την περιστροφή του βραχίονα κάθετα στον άξονα της δέσμης ή χαρτί μιλλιμετρέ	Μέτρηση στο ισόκεντρο με πλήρης περιστροφή του βραχίονα.	≤ 1 mm διάμετρος του κύκλου
3M.M.2.2	Έλεγχος προβολής σταυρονήματος κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα	Προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από την προβολή του σταυρονήματος κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα.	χαρτί μιλλιμετρέ	Μέτρηση στο ισόκεντρο με πλήρης περιστροφή του κατευθυντήρα. Γωνία βραχίονα 0° και 90°	≤ 1 mm διάμετρος του κύκλου
3M.M.2.3	Έλεγχος προβολής σταυρονήματος κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας	Προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από την προβολή του σταυρονήματος κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας.	χαρτί μιλλιμετρέ	Μέτρηση στο ισόκεντρο με πλήρης περιστροφή της τράπεζας.	≤ 1 mm διάμετρος του κύκλου
Δοσιμετρικοί (Δ)					
3M.Δ.1.	Έλεγχος βαθμονόμησης δέσμης φωτονίων		Ομοίωμα νερού, βαθμονομημένος ΘΙ Farmer, θερμόμετρο, βαρόμετρο	Για κάθε ενέργεια φωτονίων SSD = 100 cm $d = d_{ref}$ ή SAD = 100 cm πεδίο 10x10 cm ²	2% από τιμές αναφοράς
3M.Δ.2	Έλεγχος βαθμονόμησης δέσμης ηλεκτρονίων		Ομοίωμα νερού, βαθμονομημένος ΘΙ parallelplate, θερμόμετρο, βαρόμετρο	Για κάθε ενέργεια ηλεκτρονίων SSD=100 cm $d = d_{ref}$ Κώνος 10x10 cm ²	2% από τιμές αναφοράς
Έλεγχοι κατευθυντήρα πολλαπλών φύλλων (MLC)					
3M.MLC					

α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
3M.MLC.1	Έλεγχος σύμπτωσης πεδίου ακτινοβολίας και σχηματιζόμενου πεδίου MLC		Film, EPID, κατάλληλη μετρητική διάταξη		2 mm
3M.MLC-IMRT					
3M.MLC.2	Έλεγχος θέσης Backup διαφραγμάτων (Elekta – MLCi – MLCi2)	Έλεγχος θέσης διαφραγμάτων πεδίου χωρίς την χρήση των MLC.	Film, EPID, κατάλληλη μετρητική διάταξη	Πεδία 10x10 κ 20x20 Gantry 0° collimator 0° και 180°	2 mm
3M.MLC-VMAT/OBI					
3M.MLC.3	Έλεγχος ακρίβειας και επαναληψιμότητας θέσης MLC	Έλεγχος ακρίβειας θέσης των φύλλων του MLC σε όλο το εύρος κίνησης των φύλλων που χρησιμοποιείται στην κλινική πράξη.	Film, EPID, κατάλληλη μετρητική διάταξη	Picketfencetest Η διαδικασία ελέγχου περιλαμβάνει όμορα πεδία πλάτους 1 cm κατά την διεύθυνση κίνησης των MLC. Η κίνηση των φύλλων του MLC πρέπει να είναι κατά την διεύθυνση του διανύσματος της βαρύτητας. Γωνία Gantry 0°- 90° – 270° – 180°	± 1 mm

Έλεγχοι σφηνοειδών φίλτρων (Physical, Motorized & Dynamic Wedges)					
3M.W					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
3M.W.1	Dynamic wedge factors	Έλεγχος του συντελεστή διέλευσης dynamic wedge στον κεντρικό άξονα της δέσμης	Ομοίωμα νερού ή ισοδύναμου υλικού με κατάλληλους ανιχνευτές.	Μέτρηση της δόσης στον κεντρικό άξονα με χρήση μεγάλου πεδίου(π.χ. 20x20 cm ²) και σε βάθος d>dmax. Διαφορετικές γωνίες wedge και διευθύνσεις ελέγχονται εκ περιτροπής.	± 2% της τιμής αναφοράς
3M.W.2	Διακοπτόμενη έκθεση με χρήση dynamic wedge	Έλεγχος της δόσης και του δοσιμετρικού προφίλ που προκύπτει από διακοπτόμενη ακτινοβολή με χρήση dynamicwedge	Ομοίωμα νερού ή ισοδύναμου υλικού με κατάλληλους ανιχνευτές ή/και film	Σε Clinical Mode μέτρηση της δόσης στον κεντρικό άξονα με χρήση μεγάλου πεδίου(π.χ. 20x20 cm ²) και σε βάθος d>dmax, διακοπή της ακτινοβολήσης και επανεκκίνηση της. Επανάληψη της διαδικασίας ακτινοβολήσης με έκθεση film σε βάθος d>dmax και σύγκριση με film χωρίς διακοπή της ακτινοβολήσης	2% της τιμής αναφοράς

3M.W.3	Προφίλ διέλευσης με χρήση wedge	Έλεγχος του λόγου προφίλ δόσης πεδίου με wedge σε σχέση με ανοιχτό πεδίο	Air Scanner ή/και film και πλάκες PMMA	Μέτρηση τουλάχιστον τριών σημείων (συμπεριλαμβανομένου αυτού στον κεντρικό άξονα της δέσμης και εκτός περιοχής της παρασκιάς) κατά τη διεύθυνση μεταβολής της δόσης με χρήση wedge και του μέγιστου πεδίου και με Gantry:0°. Μέτρηση των ίδιων σημείων με ανοιχτό πεδίο και εύρεση του σχετικού λόγου. Επανάληψη των μετρήσεων για όλες τις ενέργειες.	3% της τιμής αναφοράς
3M.W.4	Σταθερότητα wedge factor	Έλεγχος της σταθερότητας των wedge factors για γωνία collimator 90° και 270°.	Κατάλληλο όργανο με ανιχνευτή ή θάλαμο ιονισμού, πλάκες PMMA ή τεμάχια ομοιώματος στερεού τύπου ή ομοίωμα νερού.	Ο έλεγχος πραγματοποιείται σε πεδίο 10x10cm, γωνία Gantry:0° και γωνίες κατευθυντήρα 90° και 270° (Η διεύθυνση κίνησης του δυναμικού ηθμού πρέπει να είναι παράλληλη με τη διεύθυνση της βαρύτητας).	<2% από την τιμή αναφοράς

Έλεγχοι συστημάτων ελέγχου αναπνοής					
3M.ABC.1	Σταθερότητα ενέργειας και δόσης.	Έλεγχος Δοσιμετρίας και Ενέργειας για κάθε χρησιμοποιούμενη δέσμη.	Κατάλληλο ομοίωμα. 2 θάλαμοι ιονισμού - ηλεκτρόμετρο.	<p>Η αξιολόγηση των παραμέτρων ενέργειας γίνεται με δυο ταυτόχρονες μετρήσεις σε βάθος 10 και 20cm με δύο θαλάμους ιονισμού.</p> <p>Ο έλεγχος δόσης γίνεται σε συνθήκες μέτρησης αναφοράς.</p> <p>Ο χρόνος μέτρησης γίνεται σε διαστήματα από 250ms μέχρι και 1500 ms</p>	2% για χρονικό παράθυρο ≥ 500 ms

Πίνακας 5: Ετήσιοι Έλεγχοι (Ε)

Μηχανικοί έλεγχοι (Μ)					
Ε.Μ.1 NONIMRT					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
E.M.1.1	Έλεγχος μηχανικού ισόκεντρου κατά την περιστροφή του Gantry	Περιστρέφοντας τον βραχίονα προσδιορίζεται η σφαίρα που σχηματίζεται μεταξύ του Front Pointer και σταθερής οριζόντιας ράβδου.	Μηχανικό FrontPointer ή άλλη ράβδος (Pointer) προσαρμοσμένη σταθερά στην κεφαλή με το άκρο της στο ισόκεντρο. Η οριζόντια ράβδος τοποθετημένη σε σταθερή θέση στο επίπεδο του ισόκεντρου. Χαρτί μιλλιμετρέ- μικρόμετρο	Γωνίες Gantry: 0°, 90°,180°,270°	≤2 mm διάμετρος σφαίρας
E.M.1.2	Έλεγχος μηχανικού ισόκεντρου κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα	Περιστρέφοντας τον κατευθυντήρα προσδιορίζεται η σφαίρα που σχηματίζεται μεταξύ του Front Pointer και σταθερής οριζόντιας ράβδου.	όπως το E.M.1.1	Γωνίες κατευθυντήρα: 0°, 90°, 180°, 270°	≤2 mm διάμετρος σφαίρας
E.M.1.3	Έλεγχος μηχανικού ισόκεντρου κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας	Περιστρέφοντας την τράπεζα προσδιορίζεται η σφαίρα που σχηματίζεται μεταξύ του Front Pointer και σταθερής οριζόντιας ράβδου.	όπως το E.M.1.1	Γωνίες τράπεζας: 0°, 90°, 180°, 270°	≤2 mm διάμετρος σφαίρας

<p>E.M.1.4</p>	<p>Έλεγχος ισόκεντρου ακτινοβολίας κατά την περιστροφή Gantry</p>	<p>Σε film προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από τις τέμνουσες των κεντρικών αξόνων δέσμης ακτινοβολίας (star pattern) κατά την περιστροφή του βραχίονα</p>	<p>Film & οπτικό πυκνόμετρο & πλάκες PMMA</p>	<p>Το film σε κατακόρυφη θέση κάθετα στον οβελιαίο άξονα, με τη βοήθεια πλακών PMMA (υπό μορφή τύπου sandwich). Γωνία κατευθυντήρα: 0° Πεδίο ακτινοβολήσης: (x,y)=(0.2,20)cm, όπου x και y οι διαστάσεις κάθετα και παράλληλα στο οβελιαίο πεδίο, αντίστοιχα. Το film ακτινοβολείται για όλες τις γωνίες βραχίονος ανά 40°. Στη συνέχεια χαράσσονται πάνω στον film οι τέμνουσες των κεντρικών αξόνων της δέσμης σε κάθε ακτινοβολήση</p>	<p>≤ 2 mm διάμετρος κύκλου</p>
<p>E.M.1.5</p>	<p>Έλεγχος ισόκεντρου ακτινοβολίας κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα</p>	<p>Σε film προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από τις τέμνουσες των κεντρικών αξόνων δέσμης ακτινοβολίας (starpattern) κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα</p>	<p>Film ή EPID imager.</p>	<p>Το film σε οριζόντια θέση στην τράπεζα, στο επίπεδο του ισόκεντρου. Γωνία βραχίονα: 0° Πεδίο ακτινοβολήσης: (x,y)=(0.2,20)cm. Το film ακτινοβολείται για όλες τις γωνίες Gantry ανά 40°. Στη συνέχεια χαράσσονται πάνω στον film οι τέμνουσες των κεντρικών αξόνων της δέσμης σε κάθε ακτινοβολήση</p>	<p>≤ 2 mm διάμετρος κύκλου</p>

<p>E.M.1.6</p>	<p>Έλεγχος ισόκεντρου ακτινοβολίας κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας</p>	<p>Σε film προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από τις τέμνουσες των κεντρικών αξόνων δέσμης ακτινοβολίας (starpattern) κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας</p>	<p>film</p>	<p>Το film σε οριζόντια θέση στην τράπεζα, στο επίπεδο του ισόκεντρου. Γωνία βραχίονα:0° Γωνία κατευθυντήρα:0° Πεδίο ακτινοβολίας: $(x,y)=(0.2,20)$ cm. Το film ακτινοβολείται κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας ανά 40°. Στη συνέχεια χαράσσονται πάνω στον film οι τέμνουσες των κεντρικών αξόνων της δέσμης σε κάθε ακτινοβολία.</p>	<p>≤ 2 mm διάμετρος κύκλου</p>
<p>E.M.1.7</p>	<p>Σύμπτωση μηχανικού ισόκεντρου με ισόκεντρο ακτινοβολίας</p>	<p>Έλεγχος της θέσης του ισόκεντρου στο χώρο.</p>	<p>Χρήση του ομοιώματος Winston -Lutzpointer ή αντίστοιχου εργαλείου μέτρησης.</p> 	<p>Τοποθέτηση του ομοιώματος στο ισόκεντρο έχοντας οδηγό τα λέιζερ. Λήψη 8 διαφορετικών εικόνων του ομοιώματος για διαφορετικές γωνίες Gantry και τράπεζας*. Σύγκριση της διαφοράς της σφαίρας του ομοιώματος με το ισόκεντρο ακτινοβολίας. *Από την ΙΑΕΑ έχουν οριστεί οι συνδυασμοί γωνιών τράπεζας και gantry.</p>	<p>±2mm από τη baseline</p>

E.M.1.8	ΦΩΤΟΝΙΑ Έλεγχος αντιδιαμετρικών πεδίων	Πραγματοποιείται έλεγχος μετατόπισης του στόχου, έλεγχος συμμετρίας των διαφραγμάτων, καθώς και της μη μετατόπισης των αξόνων περιστροφής του βραχίονα.	Film, οπτικό πυκνόμετρο & πλάκες PMMA ή κατάλληλο όργανο ελέγχου π.χ. 2DArray, Profiler.	Για ζεύγη γωνιών βραχίονα 0° & 180° και 90° & 270°, γωνίες κατευθυντήρα 0° & 90° - 270°, πεδίο διαστάσεων 20 x 20 cm ² και χρήση film. Χρησιμοποιώντας την τεχνική του διαχωρισμένου πεδίου όπως αυτή περιγράφεται στη διεθνή βιβλιογραφία (Lutzetal, 'Beamalignmenttests for therapyaccelerators', Int J RadiatOncolBiolPhys, 1981;7;1727.)	Η μετατόπιση των αμαυρώσεων μεταξύ των αντίθετων πεδίων < 2 mm.
E.M.1.9	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ Σύμπτωση πεδίου ακτινοβολίας, φωτεινού πεδίου και διαστάσεων κώνων (trimmers)	Οι διαστάσεις του πεδίου ακτινοβολίας ορίζονται από τα την απόσταση μεταξύ των δύο απέναντι κατά μήκος των αξόνων του πεδίου (x και y) σημείων που αντιστοιχούν στο 50% της δόσης.	Film, οπτικό πυκνόμετρο & κατάλληλο πάχος Buildup ή κατάλληλο όργανο ελέγχου π.χ. 2DArray, Profiler. Προσδιορίζονται οι τιμές της δόσης που αντιστοιχούν στο 90%, 80% και 50% της δόσης στο κέντρο του πεδίου.	Για κάθε συνδυασμό κώνου και ενέργειας Από το φωτεινό & το πεδίο ακτινοβολίας μετράται η απόκλιση <ul style="list-style-type: none"> • των κέντρων των πεδίων • των πλευρών των πεδίων 	< 2 mm
E.M.1.10	Οπτικός έλεγχος στους κώνους ηλεκτρονίων	Μηχανικές στρεβλώσεις κ.λ.π			Έλεγχος όλων των κώνων
M.M.1.11	Έλεγχος δείκτη εξόδου δέσμης (backpointer)	Σύμπτωση σταυρονήματος φωτεινού πεδίου - backpointer	Τράπεζα στο ισόκентρο - χαρτί μιλλιμετρέ στο ανοιχτό τμήμα της τράπεζας		Διαφορά < 3mm
E.M.2IMRT/VMAT					

E.M.2.1	Έλεγχος μηχανικού ισόκεντρου κατά την περιστροφή του Gantry	Περιστρέφοντας τον βραχίονα προσδιορίζεται η σφαίρα που σχηματίζεται μεταξύ του FrontPointer και σταθερής οριζόντιας ράβδου.	Μηχανικό FrontPointer ή άλλη ράβδος (Pointer) προσαρμοσμένη σταθερά στην κεφαλή με το άκρο της στο ισόκεντρο. Η οριζόντια ράβδος τοποθετημένη σε σταθερή θέση στο επίπεδο του ισόκεντρου. Χαρτί μιλλιμετρέ- μικρόμετρο	Γωνίες Gantry: 0°, 90°, 180°, 270°	≤1 mm διάμετρος σφαίρας
E.M.2.2	Έλεγχος μηχανικού ισόκεντρου κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα	Περιστρέφοντας τον κατευθυντήρα προσδιορίζεται η σφαίρα που σχηματίζεται μεταξύ του FrontPointer και σταθερής οριζόντιας ράβδου.	όπως το E.M.2.1	Γωνίες κατευθυντήρα: 0°, 90°, 180°, 270°	≤1 mm διάμετρος σφαίρας
E.M.2.3	Έλεγχος μηχανικού ισόκεντρου κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας	Περιστρέφοντας την τράπεζα προσδιορίζεται η σφαίρα που σχηματίζεται μεταξύ του FrontPointer και σταθερής οριζόντιας ράβδου.	όπως το E.M.2.1	Γωνίες τράπεζας: 0°, 90°, 180°, 270°	≤1 mm διάμετρος σφαίρας

<p>E.M.2.4</p>	<p>Έλεγχος ισόκεντρου ακτινοβολίας κατά την περιστροφή Gantry</p>	<p>Σε film προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από τις τέμνουσες των κεντρικών αξόνων δέσμης ακτινοβολίας (star pattern) κατά την περιστροφή του βραχίονα</p>	<p>Film & οπτικό πυκνόμετρο & πλάκες PMMA</p>	<p>Το film σε κατακόρυφη θέση κάθετα στον οβελιαίο άξονα, με τη βοήθεια πλακών PMMA (υπό μορφή τύπου sandwich). Γωνία κατευθυντήρα: 0° Πεδίο ακτινοβολίας: (x,y)=(0.2,20)cm, όπου x και y οι διαστάσεις κάθετα και παράλληλα στο οβελιαίο πεδίο, αντίστοιχα. Το film ακτινοβολείται για όλες τις γωνίες Gantry ανά 40°. Στη συνέχεια χαράσσονται πάνω στον film οι τέμνουσες των κεντρικών αξόνων της δέσμης σε κάθε ακτινοβολία</p>	<p>≤ 1 mm διάμετρος κύκλου</p>
<p>E.M.2.5</p>	<p>Έλεγχος ισόκεντρου ακτινοβολίας κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα</p>	<p>Σε film προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από τις τέμνουσες των κεντρικών αξόνων δέσμης ακτινοβολίας (star pattern) κατά την περιστροφή του κατευθυντήρα</p>	<p>Film ή EPID imager.</p>	<p>Το film σε οριζόντια θέση στην τράπεζα, στο επίπεδο του ισόκεντρου. Γωνία βραχίονα: 0° Πεδίο ακτινοβολίας: (x,y)=(0.2,20)cm. Το film ακτινοβολείται για όλες τις γωνίες Gantry ανά 40°. Στη συνέχεια χαράσσονται πάνω στον film οι τέμνουσες των κεντρικών αξόνων της δέσμης σε κάθε ακτινοβολία</p>	<p>≤ 1 mm διάμετρος κύκλου</p>

E.M.2.6	Έλεγχος ισόκεντρου ακτινοβολίας κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας	Σε film προσδιορίζεται ο κύκλος που σχηματίζεται από τις τέμνουσες των κεντρικών αξόνων δέσμης ακτινοβολίας (star pattern) κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας	Film	Το film σε οριζόντια θέση στην τράπεζα, στο επίπεδο του ισόκεντρου. Γωνία βραχίονα:0° Γωνία κατευθυντήρα:0° Πεδίο ακτινοβολήσης: (x,y)=(0.2,20)cm. Το film ακτινοβολείται κατά την ισοκεντρική περιστροφή της τράπεζας ανά 40°. Στη συνέχεια χαράσσονται πάνω στον film οι τέμνουσες των κεντρικών αξόνων της δέσμης σε κάθε ακτινοβολήση.	≤ 1 mm διάμετρος κύκλου
Δοσιμετρικοί (Δ)					
Φωτόνια					
E.Δ.1	Απόλυτη δοσιμετρία και βαθμονόμηση στην περίπτωση που χρειαστεί	Σύμφωνα με το πρωτόκολλο δοσιμετρίας IAEA TRS398 Εκφράζεται ως: cGy/MU	Ομοίωμα νερού, Βαθμονομημένος (2y) ΘΙ Farmer, θερμόμετρο, βαρόμετρο	Για κάθε ενέργεια φωτονίων SSD =100 cm d = d _{ref} ή SAD = 100 cm πεδίο 10x10 cm ²	
E.Δ.2	Σταθερότητα παροχής ακτινοβολίας σε συνάρτηση με το ρυθμό δόσης (3DCRT)	Υπολογίζεται η απόκλιση της ένδειξης ανιχνευτή από την τιμή αναφοράς υπό σταθερή γεωμετρία, για διαφορετικούς ρυθμούς δόσης	Κατάλληλος ανιχνευτής (π.χ. ΘΙ), ομοίωμα νερού θερμόμετρο, βαρόμετρο	Όπως Κ.Δ.1, στο μικρότερο και στο μεγαλύτερο ρυθμό δόσης από τον αναφοράς	2% από την τιμή αναφοράς

E.Δ.3	Επαναληψιμότητα παροχής	Συστήνεται ο υπολογισμός του λόγου R για τον αριθμό MU που χρησιμοποιούνται κλινικά (π.χ. 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 MU)	Κατάλληλος ανιχνευτής (π.χ. ΘΙ), ομοίωμα νερού θερμόμετρο, βαρόμετρο	$s = \frac{100}{\bar{R}} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\bar{R}-R_i)^2}{n-1}} \%$ Όπου $R_i = \frac{\Delta\delta\sigma\eta}{MU}$ και n ο αριθμός των επαναλήψεων της μέτρησης για τα αντίστοιχα MU	0,5%
E.Δ.4	Γραμμικότητα του δοσιμετρικού συστήματος για α. ανοιχτά πεδία β. segmented πεδία	Σύγκριση μετρήσεων δόσης για διαφορετικό αριθμό MU. Υπολογισμός του λόγου $R_i = \frac{\Delta\delta\sigma\eta}{MU}$ και επιβεβαίωση της σταθερότητας του για διάφορες τιμές MU.	Ομοίωμα νερού, ΘΙ	Για κάθε ενέργεια φωτονίων, α. ανοιχτό πεδίο 10×10 cm ² β. segmented πεδίο, για το μικρότερο αριθμό MU που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κλινικά, για MU που αντιστοιχούν σε τιμές δόσης: 0,2 Gy, 0,5 Gy, 1 Gy, 2 Gy, 4 Gy, και για το μέγιστο αριθμό MU που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κλινικά	±5% (2-4 MU) ±2% (≥5 MU)
E.Δ.5	Ποιότητα δέσμης φωτονίων	Υπολογίζεται το TPR ²⁰ ₁₀ = 0 λόγος απορροφούμενης δόσης στο νερό σε βάθος 20 και 10 cm	Ομοίωμα νερού, ΘΙ, θερμόμετρο, βαρόμετρο	Σε όλες τις ενέργειες φωτονίων, ισοκεντρική τεχνική SCD = 100 cm •SSD=80 cm, d=20 cm •SSD=90 cm, d=10 cm	1% από την τιμή αναφοράς
E.Δ.6	Κατανομές Δόσης Βάθους (PDD)	Υπολογίζεται ο λόγος της δόσης σε κάθε σημείο της κεντρικού άξονα (CBA) προς τη μέγιστη δόση (στο d _{max})	Ομοίωμα νερού, ΘΙ ή δίodos με δυνατότητα κατακόρυφης μετακίνησης,	Για κάθε ενέργεια φωτονίων και πεδίο 10×10 cm ²	2% από καμπύλες αναφοράς 2 mm απόκλιση στο d _{max} της κάθε ενέργειας

<p>E.Δ.7</p>	<p>Output factors για πεδία διαφορετικών διαστάσεων</p>	<p>Υπολογίζεται ο λόγος της δόσης σε σημείο για κάθε πεδίο προς τη δόση του ανοικτού πεδίου αναφοράς (10x10cm²)</p>	<p>Ομοίωμα νερού, κατάλληλος ανιχνευτής (π.χ. ΘΙ για τα μεγαλύτερα πεδία και δίοδος για τα μικρότερα, diamond detectors κλπ.)</p>	<p>Για κάθε ενέργεια φωτονίων, σε setup ανάλογο με τη μοντελοποίηση του TPS π.χ. SSD=100 cm d = dref ή SAD = 100 cm Για πεδία: μέγιστων διαστάσεων, 5×5, 10×10, 20×20, 5×30, 30×5 cm² (ανάλογα με TPS)</p>	<p>1% από τιμές αναφοράς</p>
<p>E.Δ.8</p>	<p>Output factors για χρησιμοποιούμενα trays</p>	<p>Επιβεβαιώνεται η διάδοση της δέσμης μέσω του tray. Υπολογίζεται ο λόγος της δόσης σε σημείο με την παρουσία του tray προς τη δόση απουσία του</p>	<p>Ομοίωμα νερού, ΘΙ ή δίοδος Ομοίωμα νερού, κατάλληλος ανιχνευτής (π.χ. ΘΙ, δίοδος κλπ.)</p>	<p>Για κάθε ενέργεια φωτονίων, σε setup ανάλογο με τη μοντελοποίηση του TPS π.χ. SSD=100 cm d = dref ή SAD = 100 cm Για πεδίο 10×10 cm²</p>	<p>1% από τιμές αναφοράς</p>

Προφίλ δεσμών FF					
E.Δ.9	Επιπεδότητα δέσμης	<p>Από το crossplane και inplane προφίλ (κατά μήκος του x και y άξονα αντίστοιχα) υπολογίζεται ο λόγος</p> $F = \frac{D_{max}}{D_{min}} \times 100\%$ <p>όπου D_{max} και D_{min} μέγιστη και η ελάχιστη τιμή δόσης εντός της «ομοιογενούς περιοχής» του πεδίου.</p> <p>Ως ομοιογενής περιοχή του πεδίου ορίζεται: το 80% του μεγέθους του πεδίου (FWHM) που ορίζεται από το προφίλ της δέσμης σε άξονα κάθετο στον κεντρικό άξονα αυτής.</p>	Συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, δίοδος, ομοίωμα νερού	<p>Για όλες τις ενέργειες φωτονίων</p> <p>SSD = 100 cm d = 10 cm.</p> <p>ή SAD=100 cm</p> <p>Για πεδία: μέγιστων διαστάσεων, 5×5, 10×10, 20×20, 5×30, 30×5 cm² (ανάλογα με TPS)</p>	<p>106%</p> <p>1% από την τιμή που μετρήθηκε στο Commissioning</p>
E.Δ.10	Συμμετρία Δέσμης	<p>Από το crossplane και inplane προφίλ (κατά μήκος του x και y άξονα αντίστοιχα) υπολογίζεται ο λόγος ο λόγος</p> $S = \frac{D_{right}}{D_{left}} \times 100\%$ <p>της δόσης δύο σημείων συμμετρικών ως προς το CBA εντός της «ομοιογενούς περιοχής» του πεδίου.</p>	όπως E.Δ.1.10	όπως E.Δ.1.10	<p>103%</p> <p>1% από την τιμή που μετρήθηκε στο Commissioning</p>

<p>E.Δ.11</p>	<p>Σταθερότητα των off-axis παραγόντων σε συγκεκριμένες γωνίες Gantry (offaxis ratio constancy – OARC)</p>	<p>Υπολογίζεται ο μέσος όρος των αποκλίσεων των μετρούμενων off-axis ratios για συγκεκριμένα σημεία (L) εκτός του κεντρικού άξονα της δέσμης (Testpoint OAR-TP_L), με τους αντίστοιχους off-axis ratios αναφοράς (Baseline point OAR-BP_L):</p> $OARC = \frac{1}{N} \sum_{L=1}^N \left \frac{TP_L - BP_L}{BP_L} \right \times 100\%$ <p>όπου N ο αριθμός των off-axis σημείων.</p>	<p>Συστοιχία ανιχνευτών που μπορούν να προσαρτηθούν στην κεφαλή του Gantry, ΘΙ, δίοδος, film</p>	<p>Για κάθε ενέργεια φωτονίων, μέτρηση δόσης σε σημεία εκτός του κεντρικού άξονα της δέσμης για γωνίες Gantry 0°, 90°, 180°, 270°</p> <p>Για πεδία: μέγιστων διαστάσεων, 5×5, 10×10, 20×20, 5×30, 30×5 cm² (ανάλογα με TPS)</p>	<p>1% για κάθε γωνία Gantry</p> <p>Απόκλιση των υπολογισμένων TP_L στις 90°, 180°, 270° κατά 2% από τιμές αναφοράς (Gantry 0°)</p>
----------------------	--	--	--	---	--

Προφίλ δεσμών FFF					
<p>E.Δ.12</p>	<p>«Μη επιπεδότητα» (Unflatness)</p>	<p>Από το crossplane και inplane προφίλ (κατά μήκος του x και y άξονα αντίστοιχα) υπολογίζεται ο λόγος της δόσης σε σημείο στον κεντρικό άξονα της δέσμης προς τη δόση σε σημείο εκτός του κεντρικού άξονα της δέσμης (Off-axisratio – OAR)</p>	<p>Συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, πλάκες PMMA, ομοίωμα νερού</p>	<p>Για όλες τις ενέργειες</p> <p>Για πεδία: μέγιστων διαστάσεων, 5×5, 10×10, 20×20, 5×30, 30×5 cm² (ανάλογα με TPS)</p> <p>Για πεδία διαστάσεων <10 cm, η περιοχή του πεδίου ορίζεται ως το 60% του μεγέθους του πεδίου, ενώ για πεδία διαστάσεων ≥10 cm η περιοχή του πεδίου ορίζεται ως το 80% του μεγέθους του πεδίου.</p> <p>ΠΡΟΣΟΧΗ: ο ορισμός του μεγέθους πεδίου (FWHM) στις FFF δέσμες να γίνεται μετά από την απαιτούμενη κανονικοποίηση</p>	<p>1% απόκλιση από commissioning</p>

<p>Ε.Δ.13</p>	<p>Κλίση</p>	<p>Από το crossplane profile και inplane profile (κατά μήκος του x και y άξονα αντίστοιχα) υπολογίζεται η κλίση της ευθείας που περνά από δύο σημεία του προφίλ (A,B) τα οποία βρίσκονται σε απόσταση από τον κεντρικό άξονα της δέσμης ίση με το 1/3 και τα 2/3 του μεγέθους του πεδίου αντίστοιχα.</p> $\text{Κλίση} = \frac{(y1 - y2)}{(x1 - x2)}$ <p>Όπου x1, y1, x2, y2 οι συντεταγμένες των A,B (x-θέση, y-δόση)</p>	<p>Συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, πλάκες PMMA, ομοίωμα νερού</p>	<p>Η κλίση υπολογίζεται τόσο για το αριστερό, όσο και για το δεξί ήμισυ του κάθε προφίλ.</p> <p>Για όλες τις ενέργειες</p> <p>Για πεδία: μέγιστων διαστάσεων, 5×5, 10×10, 20×20, 5×30, 30×5 cm² (ανάλογα με TPS)</p>	<p>0,1 % per mm</p> <p>2% απόκλιση από baseline</p>
<p>Ε.Δ.14</p>	<p>Θέση μεγίστου (peak position)</p>	<p>Από το crossplane profile και inplane profile (κατά μήκος του x και y άξονα αντίστοιχα) υπολογίζεται η θέση μεγίστου από τον τύπο:</p> $\text{Peak position} = \frac{I_L - I_R}{S_R - S_L}$ <p>όπου, S_R, S_L είναι η κλίση στο δεξί και στο αριστερό ήμισυ του προφίλ αντίστοιχα και</p> <p>I_L, I_R, υπολογίζονται από τον τύπο: I = y2 - S * x2</p>	<p>Συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, πλάκες PMMA, ομοίωμα νερού</p>	<p>Για όλες τις ενέργειες</p> <p>Για πεδία: μέγιστων διαστάσεων, 5×5, 10×10, 20×20, 5×30, 30×5 cm² (ανάλογα με TPS)</p>	<p>± 1mm</p>

Δοσμετρία μικρών πεδίων- Σύμφωνα με το πρωτόκολλο δοσμετρίας IAEA TRS 438					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
E.Δ.15	Κατανομές Δόσης Βάθους (PDD)	Υπολογίζεται ο λόγος της δόσης σε κάθε σημείο της κεντρικού άξονα (CBA) προς τη μέγιστη δόση (στο d _{max})	Ομοίωμα νερού, κατάλληλος ανιχνευτής π.χ. (αθωράκιστη) δίοδος, diamond detector, ΘΙ με ενεργό όγκο 0,01 – 0,03 cm ³	Για κάθε ενέργεια φωτονίων και πεδία 4x4 cm ² , 3x3 cm ² , 2x2 cm ² (1x1 cm ²)	2% από καμπύλες αναφοράς 2 mm απόκλιση στο d _{max} της κάθε ενέργειας
E.Δ.16	Συμμετρία και επιπεδότητα	Όπως E.Δ.9 & E.Δ.10	Ομοίωμα νερού, κατάλληλος ανιχνευτής π.χ. film, (αθωράκιστη) δίοδος, diamond detector, ΘΙ με ενεργό όγκο 0,01 – 0,03 cm ³ (δεν προτείνεται-αν χρησιμοποιηθεί, προσοχή στο υλικό των ηλεκτροδίων-όχι ατσάλι)	Για κάθε ενέργεια φωτονίων και πεδία 4x4 cm ² , 3x3 cm ² , 2x2 cm ² (1x1 cm ²)	1% από την τιμή αναφοράς
E.Δ.17	Output factors για πεδία διαφορετικών διαστάσεων	Μετράται ο λόγος της δόσης σε σημείο για κάθε πεδίο προς τη δόση του ανοικτού πεδίου αναφοράς (π.χ. 4x4 cm ² , 5x5 cm ²)	Ομοίωμα νερού, αθωράκιστη δίοδος	Για κάθε ενέργεια φωτονίων, σε setuρανάλογο με τη μοντελοποίηση του TPS π.χ. SSD=100 cm d = d _{ref} ή SAD = 100 cm Για πεδία: 4x4 cm ² , 3x3 cm ² , 2x2 cm ² , (1x1 cm ²)	1% από τιμές αναφοράς (π.χ. 4x4 cm ² , 5x5 cm ²)

- Μεγάλη προσοχή στην επιλογή των ανιχνευτών που χρησιμοποιούνται
- Σημαντικό ρόλο παίζει η σωστή τοποθέτηση και ο προσανατολισμός των ανιχνευτών σε σχέση με τον κεντρικό άξονα της δέσμης
- Προτείνεται να πραγματοποιούνται μετρήσεις με περισσότερους από έναν ανιχνευτές για crosscheck των αποτελεσμάτων

Ηλεκτρόνια

E.Δ.18	Σταθερότητα παροχής ακτινοβολίας σε συνάρτηση με τη γωνία του Gantry	Υπολογίζεται η απόκλιση της ένδειξης του ανιχνευτή από την τιμή αναφοράς (γωνία αναφοράς) σε επιλεγμένες γωνίες του βραχίονα	Κατάλληλος ανιχνευτής (π.χ. συστοιχία ανιχνευτών προσαρτημένη στην κεφαλή του γ.ε., ΘΙ) πλάκες PMMA, θερμόμετρο, βαρόμετρο	Όπως 4.1.1 για γωνίες βραχίονα 0°, 90°, 180°, 270°	1% από την τιμή αναφοράς
E.Δ.19	Κατανομές Δόσης Βάθους (PDD)	Υπολογίζεται ο λόγος της δόσης σε κάθε σημείο της κεντρικού άξονα (CBA) προς τη μέγιστη δόση (στο d _{max})	Ομοίωμα νερού, ΘΙ ή με δυνατότητα κατακόρυφης μετακίνησης,	Για κάθε ενέργεια ηλεκτρονίων και κώνο 10×10 cm ²	2% από καμπύλες αναφοράς 2 mm απόκλιση στο d _{max} της κάθε ενέργειας
E.Δ.20	Outputfactors	Μετράται ο λόγος της δόσης σε σημείο για κάθε κώνο προς τη δόση σε σημείο για τον κώνο αναφοράς	Ομοίωμα νερού, ΘΙ ή δίοδος	Για μία ενέργεια ηλεκτρονίων, για κάθε κώνο σε συνθήκες αναφοράς	2% από τιμές αναφοράς
E.Δ.21	Απόλυτη δοσιμετρία και Βαθμονόμηση	Σύμφωνα με το πρωτόκολλο δοσιμετρίας IAEA TRS398	Ομοίωμα νερού, Βαθμονομημένος ΘΙ parallelplate, θερμόμετρο, βαρόμετρο	Για κάθε ενέργεια φωτονίων SSD = 100 cm d = d _{ref} Κώνος 10x10 cm ²	
E.Δ.22	Γραμμικότητα του δοσιμετρικού συστήματος	Σύγκριση μετρήσεων δόσης για διαφορετικό αριθμό MU, Υπολογισμός του λόγου δόση/MU και επιβεβαίωση της σταθερότητας του για διάφορες τιμές MU	Ομοίωμα νερού, ΘΙ	Για κάθε ενέργεια ηλεκτρονίων, για κώνο αναφοράς, για το μικρότερο αριθμό MU που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κλινικά, για MU που αντιστοιχούν σε τιμές δόσης: 0,2 Gy, 0,5	±5% (2-4 MU) ±2% (≥5 MU)

				Gy, 1 Gy, 2 Gy, 4 Gy, και για το μέγιστο αριθμό MU που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κλινικά	
E.Δ.23	Επαναληψιμότητα παροχής	Συστήνεται ο υπολογισμός του λόγου R για τον αριθμό MU που χρησιμοποιούνται κλινικά (π.χ. 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 MU)	Κατάλληλος ανιχνευτής (π.χ. ΘΙ), ομοίωμα νερού θερμόμετρο, βαρόμετρο	$s = \frac{100}{\bar{R}} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\bar{R}-R_i)^2}{n-1}} \%$ Όπου $R_i = \frac{\Delta\delta\sigma\eta}{MU}$ και n ο αριθμός των επαναλήψεων της μέτρησης για τα αντίστοιχα MU	0,5%
E.Δ.24	Ενέργεια ηλεκτρονίων Βάθος αναφοράς, Z_{ref}	Μετράται το R_{50} , δηλαδή το βάθος σε νερό όπου η κατανομή της δόσης είναι 50% της μέγιστης δόσης. $Z_{ref} = 0.6R_{50} - 0.1$	Ομοίωμα νερού, ΘΙ parallel plate ή δίοδος, θερμόμετρο, βαρόμετρο	Σε περίπτωση μέτρησης με θαλάμους ιονισμού η καμπύλη ιονισμού βάθους πρέπει να μετατρέπεται σε καμπύλη απορροφούμενης δόσης. Σε όλες τις ενέργειες ηλεκτρονίων σε setup ανάλογο με τη μοντελοποίηση του TPS π.χ. SSD=100 cm $d = d_{ref}$ ή SAD = 100 cm	1 mm
E.Δ.25	Επιπεδότητα δέσμης	<i>Βλέπε φωτόνια</i>	Ομοίωμα νερού, συστοιχία ανιχνευτών, ΘΙ, δίοδος	SSD = 100 cm $d = d_{ref}$ της κάθε ενέργειας Για όλους τους κώνους	107% με σύσταση 105% 1% από τιμές commissioning
E.Δ.26	Συμμετρία δέσμης	<i>Βλέπε φωτόνια</i>	Όπως E.Δ.25	Όπως E.Δ.25	105% με σύσταση 103% 1% από τιμές commissioning

E.Δ.27	Σταθερότητα των off-axis παραγόντων σε συγκεκριμένες γωνίες Gantry (offaxis ratio constancy - OARC)	Βλ φωτόνια	Συστοιχία ανιχνευτών που μπορούν να προσαρτηθούν στην κεφαλή του Gantry, ΘΙ, δίοδος	Για κάθε ενέργεια ηλεκτρονίων, μέτρηση δόσης σε σημεία εκτός του κεντρικού άξονα της δέσμης για γωνίες Gantry 0°, 90°, 180°, 270° Για όλους τους κώνους	Απόκλιση 1% για κάθε γωνία Gantry Απόκλιση των υπολογισμένων TPL στις 90°, 180°, 270° κατά 2% από τιμές αναφοράς (Gantry 0°)
E.Δ.28	Σταθερότητα θέσης διαφραγμάτων			Σύγκριση με τιμές αναφοράς	
Έλεγχοι κατευθυντήρα πολλαπλών φύλλων (MLC)					
E.MLC					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
E.MLC.1	Έλεγχος ακτινωτού πεδίου (MLC SPOKE SHOT)	Έλεγχος θέσης MLC σε σχέση με το κέντρο ακτινοβολίας.	Film, EPID, κατάλληλη μετρητική διάταξη	Σχηματισμός συμμετρικού και λεπτού πεδίου (ως προς τον άξονα ισόκεντρου) μόνο με το MLC. Ακτινοβόληση πεδίου με διαφορετικές γωνίες κεφαλής (πχ ανά 45°).	Ακτίνα < 1 mm
E.MLC.2	Σύμπτωση πεδίου σε όλες τις ενέργειες	Έλεγχος σύμπτωσης πεδίου	Film	Σχηματισμός πεδίου μόνο με MLC και έλεγχος σύμπτωσης σε απόσταση 100 cm. Gantry 0° Collimator 0° και 180°	± 2 mm
Έλεγχοι σφηνοειδών φίλτρων (Physical, Motorized & Dynamic Wedges)					
E.W					

α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
E.W.1	Μεταβολή του Dynamic Wedge Factor με τη γωνία του Gantry	Έλεγχος του Dynamic Wedge Factor για διαφορετικές γωνίες του Gantry.	Ομοίωμα νερού ή ισοδύναμου υλικού με κατάλληλους ανιχνευτές.	Μέτρηση της δόσης στον κεντρικό άξονα με χρήση μεγάλου πεδίου (π.χ. 20x20 cm ²) και σε βάθος $d > d_{max}$ και σύγκριση με τη μέτρηση του ελέγχου 3M.W.1. Έλεγχος για τη μεγαλύτερη γωνία wedge και για όλες τις διευθύνσεις σε γωνίες Gantry 0°, 90°, 270°.	2% της τιμής αναφοράς
E.W.2	Output factors για wedge factor	Ο λόγος της δόσης για κάθε πεδίο με wedge filter προς τη δόση του αντίστοιχου ανοιχτού πεδίου (ή του 10x10 cm ²)	Ομοίωμα νερού, βαθμονομημένος θάλαμος ιονισμού	Για κάθε ενέργεια φωτονίων Για πεδίο 10x10 cm ² και πεδίο ελέγχου σταθερότητας, SSD=100 cm, $d = d_{ref}$. Έλεγχος για κάθε wedge filter	<2%
Έλεγχοι συστημάτων ελέγχου αναπνοής					
E.ABC					
E.ABC.1	Έλεγχος συγχρονισμού διάρκειας ακτινοβολίας και κύκλου αναπνοής	Ακτινοβόληση κινούμενου στόχου καθοδηγούμενη από σύστημα ελέγχου αναπνοής. Το γεωμετρικό κέντρο του κινούμενου στόχου είναι γνωστό σε κάθε φάση της καθοδηγούμενης ακτινοβόλησης ως προς το ισόκεντρο του μηχανήματος.	Δυναμικό ομοίωμα που προσομοιάζει κίνηση στόχου λόγω αναπνοής. EPID ή film.	Λαμβάνονται οι εικόνες ακτινοβόλησης του κινούμενου στόχου. Η σχετική μετατόπιση του αντικειμένου ως προς την αναμενόμενη θέση να είναι κάτω από 2mm.	100 ms ή 2 mm

		Ο κινούμενος στόχος δεν θα πρέπει να κινείται με ταχύτητα μεγαλύτερη από 20mm/s.			
E.ABC.2	Έλεγχος βαθμονόμησης αναγνώρισης φάσης/πλάτους αναπνοής.	Έλεγχος λειτουργίας – βαθμονόμησης – επαναληψιμότητας αισθητήρα αναγνώρισης φάσης/πλάτους αναπνοής.	Βαθμονομημένα όργανα προκαθορισμένου όγκου ή ανακλαστήρες σε προκαθορισμένες θέσεις πάνω σε ομοίωμα.	Πιστοποίηση καλής λειτουργίας αισθητήρα μέσω: αναγνώρισης προκαθορισμένης θέσης/φάσης ή σωστής ογκομέτρησης προκαθορισμένου όγκου.	
Έλεγχοι κατευθυντήρα πολλαπλών φύλλων (MLC) (κάθε δύο (2) χρόνια)					
A.MLC.1	Έλεγχος ταχύτητας φύλλων	Έλεγχος της θέσης των φύλλων σε σχέση με τον χρόνο και καθορισμός της ταχύτητας του πιο αργού φύλλου	Κατάλληλο S/W (ανάλογα με την κατασκευαστική εταιρία)	Μετακίνηση των φύλλων από το ένα άκρο στο άλλο και αποτύπωση της θέσης τους σε σχέση με τον χρόνο. Η κίνηση των φύλλων του MLC πρέπει να είναι κατά την διεύθυνση του διανύσματος της βαρύτητας. Γωνία Gantry 0° 90° 270° 180°	<0.5 cm/ s της τιμής αναφοράς
A.MLC.2	Διαρροή μεταξύ φύλλων	Έλεγχος της διαρροής ακτινοβολίας μεταξύ φύλλων	Film, Water phantom και κατάλληλος ΘΙ	Έκθεση film με: έγκεντρο και επίμηκες κάθετα στην διεύθυνση των φύλλων πεδίου και μέτρηση της διαρρέουσας κάτω από τα κλειστά φύλλα (χωρίς διαφράγματα)	<5% CA dose

A.MLC.3	Έλεγχος θέσης LeafBank	Έλεγχος θέσης Leafbank ως προς το κέντρο της δέσμης	EPID – Κατάλληλο λογισμικό.	Απόσταση από τον στόχο θέση ως προς την κάθετη κατεύθυνση των φύλλων του MLC	Όριο που δίνεται από την εταιρία.
----------------	------------------------	---	-----------------------------	--	-----------------------------------

4. Έλεγχοι ποιότητας γραμμικού επιταχυντή SRS-SRT-SBRT

Οι παρακάτω έλεγχοι στερεοτακτικής ακτινοθεραπείας εφαρμόζονται επιπρόσθετα των βασικών ελέγχων του γραμμικού επιταχυντή, όπως αυτοί περιγράφονται στα:

Stereotactic Radiosurgery (SRS)

Stereotactic Radiotherapy (SRT)

Stereotactic body radiation therapy (SBRT)

Πίνακας 6: Καθημερινοί Έλεγχοι (Κ) / Έλεγχοι πριν τη θεραπεία

Έλεγχοι Συστημάτων Ασφάλειας (Α) – Στερεοτακτικά interlocks κατά τη χρήση Add-On εξαρτημάτων όπως κώνοι, MLC.					
Σ.Κ.Α.: Στερεοτακτικοί. Καθημερινοί. έλεγχοι ασφαλούς λειτουργίας					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Σ.Κ.Α.1	Κώνοι	Αισθητήρας μεγέθους κώνου	Ελέγχεται ότι έχει τοποθετηθεί το σωστό μέγεθος κώνου		
Σ.Κ.Α.2		Θέση διαφραγμάτων	Ελέγχεται ότι τα διαφράγματα είναι στη σωστή θέση	Οπτικός έλεγχος	
Σ.Κ.Α.3	Add-on MLC	Ευθυγράμμιση των add-on MLC leafs με τον άξονα περιστροφής των διαφραγμάτων	Επιβεβαιώνεται η διάσταση, το σχήμα όπως και η κατεύθυνση του πεδίου.	Οπτικός έλεγχος, φωτεινό πεδίο πάνω σε φύλλο χαρτί μελιμετρέ τοποθετημένο στο ισόκεντρο	

Σχόλια: Τα πλάνα θεραπείας είναι απαραίτητο να ελέγχονται πριν την 1^η θεραπεία του ασθενούς για την αποφυγή ενδεχόμενων συγκρούσεων (collisions) του γραμμικού επιταχυντή με το κρεβάτι, ειδικά όταν η θεραπεία έχει μη συνεπίπεδα τόξα ή επιπρόσθετους κατευθυντήρες (π.χ κώνους, arce κ.ο.κ).

Μηχανικοί Έλεγχοι (Μ)					
Σ.Κ.Μ.: Στερεοτακτικοί. Καθημερινοί. Μηχανικοί έλεγχοι					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Σ.Κ.Μ.1	Σύμπτωση laser με μηχανικό ισοκέντρο ¹	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους βασικούς ελέγχους Κ.Μ.1.1			<1mm SRS <2mm SBRT
Σ.Κ.Μ.2	Διαστάσεις φωτεινού πεδίου	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους βασικούς ελέγχους Κ.Μ.1.3			≤1mm για x και y
Σ.Κ.Μ.3	Έλεγχος σύμπτωσης μηχανικού ισοκέντρου και ισοκέντρου ακτινοβολίας (Winston Lutz Test)	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους βασικούς ελέγχους Ε.Μ.1.7		Προτείνεται ο έλεγχος για τις 4 βασικές γωνίες	1 mm από την τιμή αναφοράς
<p>Σχόλια: ¹Τα Room lasers ελέγχονται στα πλαίσια του ημερήσιου ελέγχου στερεοταξίας εφόσον η τεχνική SRS που εφαρμόζεται, όπως στερεοτακτική μέθοδος με χρήση frame χωρίς IGRT, χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του ισοκέντρου της θεραπείας.</p>					
Απεικονιστικοί Έλεγχοι (Ι)					
Σ.Κ.Ι.: Στερεοτακτικοί. Καθημερινοί. Απεικονιστικοί έλεγχοι					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Σ.Κ.Ι.1	Σύμπτωση ισοκέντρου MV (EPID) και planar απεικόνισης kV συστημάτων image guidance (πχ. ExacTrac, Vision RT)	Απεικονίζεται ειδικό ομοίωμα και υπολογίζονται οι αποκλίσεις των MV/kV ισοκέντρων.	Ομοίωμα με χαρακτηριστική σφαιρική δομή (ball bearing phantom)	Για μια γωνία Gantry	≤1 mm 2 mm SBRT
Σ.Κ.Ι.2	Σύμπτωση ισοκέντρου MV και απεικόνισης Cone Beam CT	πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στο πρωτόκολλο			≤1 mm 2 mm SBRT

		απεικονιστικών συστημάτων ακτινοθεραπείας 4.2			
Σ.Κ.Ι.3	IGRT τοποθέτηση/ επανατοποθέτηση	Σύγκριση των προτεινόμενων μετακινήσεων του κρεβατιού από το απεικονιστικό σύστημα με τις θέσεις του marker. Αυτός ο έλεγχος επαναλαμβάνεται για 2-D and 3-D γεωμετρίες, Επιβεβαίωση της ορθής μεταφοράς δεδομένων από το σύστημα σχεδιασμού.	Ομοίωμα με χαρακτηριστικό σημάδι (marker)	Τοποθετείται έγκεντρα το ομοίωμα. Χρησιμοποιώντας εικόνες DRR ή CT από το σύστημα σχεδιασμού και αφού εφαρμοστούν οι προκαθορισμένες θέσεις του κρεβατιού, αξιολογείται η θέση του σημαδιού σχετικά με το ισόκεντρο της θεραπείας.	1 mm SRS, 2 mm SBRT
Σχόλια: Επιβεβαίωση ισοκέντρου θεραπείας. Πραγματοποιείται πάντα επιβεβαίωση του ισοκέντρου βάση του CT σχεδιασμού/ MRI ή DRR. Σε περίπτωση πολλαπλών στόχων με διαφορετικά ισόκεντρα, ελέγχεται η θέση κάθε ισοκέντρου ξεχωριστά.					

Πίνακας 7: Μηνιαίοι Έλεγχοι (Μ)

Μηχανικοί Έλεγχοι (Μ)					
Σ.Μ.Μ.: Στερεοτακτικοί Μηνιαίοι Μηχανικοί έλεγχοι					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Σ.Μ.Μ.1	Σύμπτωση laser με μηχανικό ισόκεντρο	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους βασικούς ελέγχους Κ.Μ.1.1			<1mm SRS <2mm SBRT
Σ.Μ.Μ.2	Έλεγχος ακρίβειας θέσης κρεβατιού προς τις τρεις κατευθύνσεις (lat, vert, long) και την περιστροφή του	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους βασικούς ελέγχους Μ.Μ.3 και Μ.Μ.4			1mm/0.5°
Σ.Μ.Μ.3	Επιπλέον έλεγχοι της ακρίβειας της θέσης κρεβατιού 6 βαθμών ελευθερίας	Χρησιμοποιώντας κατάλληλο ομοίωμα, αξιολογείται η ακρίβεια της μετακίνησης για pitch και roll.	Κύβος με μεταλλική σφαίρα στο κέντρο	Ομοίωμα στο ισόκεντρο, εφαρμόζονται μετακινήσεις, 3 ⁰ pitch και 3 ⁰ roll. Με την απεικόνιση σε 0 ⁰ και 90 ⁰ αξιολογείται η ακρίβεια της μετακίνησης. Ιδανικά το κέντρο της μεταλλικής σφαίρας πρέπει να παραμένει στο ισόκεντρο.	
Δοσιμετρικοί Έλεγχοι (Δ)					
Σ.Μ.Δ.: Στερεοτακτικοί Μηνιαίοι Δοσιμετρικοί έλεγχοι					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια

Σ.Μ.Δ.1	Σταθερότητα του output του γραμμικού επιταχυντή για δέσμες με και χωρίς φίλτρο επιπεδότητας ²	Ο έλεγχος πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους βασικούς ελέγχους 3Μ.Δ.1			+/-2%
Σ.Μ.Δ.2	Έλεγχος Dynamic delivery control	Μετριέται η δόση του δυναμικού πεδίου και συγκρίνεται με τη δόση του ισοδύναμου ανοικτού πεδίου ή με ένα πλάνο αναφοράς.	Θάλαμος ιονισμού σε ομοίωμα	Εφαρμόζεται ένα δυναμικό πεδίο όπου μια ή παραπάνω παράμετροι από τις παρακάτω μεταβάλλονται: θέση και ταχύτητα των ΜΙc, ρυθμός δόσης, θέση και ταχύτητα περιστροφής gantry.	+/-3% του ισοδύναμου ανοικτού πεδίου
Απεικονιστικοί Έλεγχοι (I)					
Σ.Μ.Ι.: Στερεοτακτικοί Μηνιαίοι Απεικονιστικοί έλεγχοι					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Σ.Μ.Ι.1	Σύμπτωση ισοκέντρου θεραπείας και απεικονιστικών συστημάτων MV - kV (2D και 3D)	Απεικονίζεται ειδικό ομοίωμα και υπολογίζονται οι αποκλίσεις των MV/kV ισοκέντρων	Ομοίωμα με χαρακτηριστική σφαιρική δομή (ball bearing phantom)		≤1 mm 2 mm SBRT
Σ.Μ.Ι.2	Έλεγχος κλίμακας διαστάσεων-scaling	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους απεικονιστικούς ελέγχους 2.2.3			≤1 mm
Σ.Μ.Ι.3	Γεωμετρική παραμόρφωση εικόνας- CBCT	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται			Απόκλιση <1mm

		στους απεικονιστικούς ελέγχους 4.5			
--	--	--	--	--	--

Πίνακας 8: Ετήσιοι Έλεγχοι (Ε)

Μηχανικοί Έλεγχοι (Μ)					
Σ.Ε.Μ.: Στερεοτακτικοί Ετήσιοι Μηχανικοί έλεγχοι					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Σ.Ε.Μ.1	Έλεγχος σύμπτωσης μηχανικού ισοκέντρου και ισοκέντρου ακτινοβολίας (Winston Lutz Test)	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους βασικούς ελέγχους Ε.Μ.1.7			1 mm από την τιμή αναφοράς
Σ.Ε.Μ.2	End to End (E2E) αξιολόγηση της ακρίβειας τοποθέτησης “Hidden Target Test”	Χρησιμοποιώντας ειδικό ομοίωμα που φέρει στο εσωτερικό σφαιρική δομή. Λαμβάνονται εικόνες με τα διαθέσιμα συστήματα του γραμμικού επιταχυντή και συγκρίνονται με τις εικόνες από το σύστημα σχεδιασμού. Εφαρμόζονται οι προτεινόμενες μετακινήσεις του κρεβατιού και επιβεβαιώνεται ότι το ισόκεντρο της θεραπείας συμπίπτει με το	Phantom με σφαιρική δομή στο εσωτερικό		1.0 mm

		κέντρο της σφαίρας.			
Δοσιμετρικοί Έλεγχοι (Δ)					
Σ.Ε.Δ.: Στερεοτακτικοί Ετήσιοι Δοσιμετρικοί έλεγχοι					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια
Σ.Ε.Δ.1	Σταθερότητα του output του γραμμικού επιταχυντή για δέσμες με και χωρίς φίλτρο επιπεδότητας ²	Πραγματοποιείται όπως περιγράφεται στους βασικούς ελέγχους Ε.Δ.1			+/-1.5%
Σ.Ε.Δ.2	Συμμετρία του προφίλ της δέσμης για arc λειτουργία του γραμμικού επιταχυντή	Ελέγχεται η απόκλιση των παραμέτρων flatness και symmetry σε κάθε γωνία του gantry και συγκρίνεται με τις τιμές αναφοράς για γωνία Gantry 0 ⁰	Profilers array Ειδικός εξοπλισμός για τη στερέωση του Profiler πάνω στην κεφαλή του γραμμικού επιταχυντή	Arc συνεχή λειτουργία του γραμμικού επιταχυντή και ταυτόχρονη λήψη του προφίλ δέσμης	Απόκλιση <4%
Σ.Ε.Δ.3	Επαλήθευση δεδομένων δοσιμετρίας μικρών πεδίων	Μέτρηση των σχετικών output factors, profiles, PDD's ή TMRs για μικρά πεδία, εφαρμόζοντας τους κατάλληλους διορθωτικούς παράγοντες.	Micro-ion chambers ή solid state microdetectors (δίοδοι) ή Plastic scintillators ή synthetic microdiamonds, δεξαμενή νερού		+/- 2% από το αρχικά επίπεδα αναφοράς (baseline) για μέγεθος πεδίου > 1.0 cm. +/-5% από baseline για μέγεθος πεδίου <1.0 cm
Σ.Ε.Δ.4	E2E δοσιμετρική αξιολόγηση ³	Χρησιμοποιώντας ένα ανθρωπόμορφο ομοίωμα, αξιολογείται το σύνολο της διαδικασίας της	Ανθρωπόμορφο ομοίωμα, θάλαμος ιονισμού, gafchromic φιλμ, TLDs, polymer gel		+/-3% μετρούμενη έναντι υπολογισμένης δόσης

		θεραπείας (εξομοίωση θεραπείας, σχεδιασμός και εκτέλεση της θεραπείας)			
<p>Σχόλια:²Για τους γραμμικούς επιταχυντές που έχουν τη δυνατότητα λειτουργίας χωρίς φίλτρο επιπεδότητας (flattening filter free-FFF) ή λειτουργούν αποκλειστικά χωρίς φίλτρο επιπεδότητας χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στον χειρισμό των PDD's, προφίλ της δέσμης, συντελεστές σκέδασης αλλά και του Ion recombination, λόγω των διαφοροποιήσεων σε σχέση με τη συνήθη λειτουργία του γραμμικού επιταχυντή όπως αναφέρεται στο IPEM topical report 1 on "Guidance on implementing FFF radiotherapy"</p> <p>³Εάν εφαρμόζεται τεχνική διαχείρισης του αναπνευστικού κύκλου (ακτινοβόληση η οποία ενεργοποιείται με τον αναπνευστικό κύκλο - beam gating triggered by the breathing cycle), το E2E testing πρέπει να περιλαμβάνει ειδικό ομοίωμα με μεταβλητές παραμέτρους κίνησης (εύρος κίνησης, περίοδος κίνησης). Σε αυτή την περίπτωση, πρέπει να εκτιμηθεί δοσιμετρικά και η ακρίβεια της χωρικής στόχευσης.</p>					
Έλεγχοι κατευθυντήρα πολλαπλών φύλλων (MLC)					
α/α	Παράμετρος	Επεξηγήσεις Παραμέτρου	Όργανα Ελέγχου	Στοιχεία Ελέγχου	Αποδεκτά όρια/Συχνότητα
MLC.1	Ακρίβεια θέσης των φύλλων διαμόρφωσης της δέσμης (mlc) και η διαρρέουσα ακτινοβολία μεταξύ γειτονικών φύλλων (interleaf transmission)	Εφαρμόζεται δυναμικό πεδίο (Picket Fence test) σε φιλμ ή το EPID και ελέγχεται η ακρίβεια της θέσης των φύλλων όπως και η διαρρέουσα ακτινοβολία μεταξύ γειτονικών φύλλων.	Φιλμ ή πάνελ (epid) Λογισμικό υπολογισμού απόκλισης θέσης των φύλλων ή και rms error		Οπτικός έλεγχος/εβδομαδιαίος 1 mm στη θέση των φύλλων για τέσσερις γωνίες gantry/Μηνιαίος MLC transmission: +/-0.5% από την τιμή αναφοράς/Ετήσιος
MLC.2	Ταχύτητα μεταφοράς φύλλων MLCs	Χρησιμοποιώντας κατάλληλο software, εκτιμώνται οι πιθανές καθυστερήσεις	MLC log files ή trajectory files, συνδυασμός log files και panel		Υστέρηση στην ταχύτητα των mlcs > 0.5 cm/s /Μηνιαίος

		στην μετακίνηση των φύλλων.			
MLC.3	Ευθυγράμμιση των MLC	Χρησιμοποιώντας κατάλληλα static patterns των MLCs, MLC star ή spoke shot και σύμπτωση φωτεινού πεδίου και πεδίου ακτινοβολήσης ελέγχεται η επαναληψιμότητα της θέσης όπως και η σωστή θέση των MLC	Film ή epid		επαναληψιμότητα: +/- 1mm και θέση leaf MLC spoke shot: < 1 mm ακτίνα L/R σύμπτωση: +/- 2 mm Ετήσιος

5. Βιβλιογραφία

1. Das Indra J., Cheng Chee-Wai, Watts Ronald J., Ahnesjö Anders, Gibbons John, Li X. Allen, Lowenstein Jessica, Mitra Raj K., Simon William E. and Zhu Timothy C., *Accelerator beam data commissioning equipment and procedures: Report of the TG-106 of the Therapy Physics Committee of the AAPM* 2008 *Med Phys***35** 4186-215.
2. International atomic energy agency, *Implementation of the International Code of Practice on Dosimetry in Radiotherapy (TRS 398)*, Vienna, 2010
3. International atomic energy agency, *Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy (TRS 483)*, Vienna, 2017.
4. Klein E. E., Hanley J., Bayouth J., Yin F. F., Simon W., Dresser S., Serago C., Aguirre F., Ma L., Arjomandy B., *et al.*, *Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators* 2009 *Med Phys***36** 4197-212.
5. Kutcher G. J., Coia L., Gillin M., Hanson W. F., Leibel S., Morton R. J., Palta J. R., Purdy J. A., Reinstein L. E., Svensson G. K., *et al.*, *Comprehensive QA for radiation oncology: report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40* 1994 *Med Phys***21** 581-618.
6. Mans A., Schuring D., Arends M. P., Vugts C. A., Wolthaus J. W., Lotz H. T., Admiraal M., Louwe R. J., Ollers M. C. and van de Kamer J. B., *The NCS code of practice for the quality assurance and control for volumetric modulated arc therapy* 2016 *Phys Med Biol***61** 7221-35.
7. Smith K., Balter P., Duhon J., White G. A., Jr., Vassy D. L., Jr., Miller R. A., Serago C. F. and Fairbrent L. A., *AAPM Medical Physics Practice Guideline 8.a.: Linear accelerator performance tests* 2017 *J Appl Clin Med Phys***18** 23-39.
8. Swiss society of radiobiology and medical physics, *Quality control of medical linac accelerators*, 2003/2014.
9. Van der Wal E., Wiersma Jan, Ausma A. H., Cuijpers Johan, Tomsej Milan, Bos Luc, Pittomvils Geert, Murrer L. and van de Kamer Jeroen, *Code of Practice for the Quality Assurance and Control for Intensity Modulated Radiotherapy Report 22 of the Netherlands Commission on Radiation Dosimetry*, 2013.
10. Stereotactic body radiation therapy: The report of AAPM Task Group 101
11. Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators
12. Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy, IAEA Technical Report Series No. 483 (2017).
13. Process Management and Quality Assurance for Intracranial Stereotactic Treatment (Report 25 of the Netherlands Commission on Radiation Dosimetry October 2015)
14. Technical Report: TG-142 compliant and comprehensive quality assurance tests for respiratory gating
15. AAPM TG-76: Management of Respiratory Motion in RT
16. ACR-AAPM-RSS: MPPG 9.a for SRS-SBRT
17. IPEM Topical Report 1 on “Guidance on implementing FFF Radiotherapy