

matRad 

Εισαγωγή στο MatRad για σχεδιασμό πλάνων θεραπείας

Χατζηβασίλογλου Ευφροσύνη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Α.Π.Θ
23 Μαρτίου, 2024

Πώς πραγματοποιείται ο σχεδιασμός ενός πλάνου θεραπείας;



matRad 

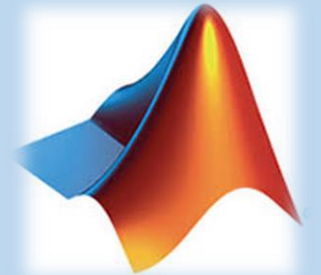
Τι είναι το MatRad;

- Το MatRAD είναι ένα εργαλείο λογισμικού ανοιχτού κώδικα, για τον σχεδιασμό πλάνων θεραπείας με ακτινοβολία διαμορφώμενης δέσμης φωτονίων, πρωτονίων και ιόντων άνθρακα.
- Είναι εξ 'ολοκλήρου γραμμένο σε γλώσσα MATLAB
- Το όνομα του προέρχεται από τον συνδυασμό των λέξεων:

MatLab + Radiation (ακτινοβολία) = MatRad

- Αναπτύχθηκε από ειδικούς επιστήμονες στο Γερμανικό κέντρο έρευνας για τον καρκίνο, DKFZ στο Darmstadt.

- Χρησιμοποιείται αποκλειστικά για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς.



Πηγή: <http://bit.ly/3sX756v>

dkfz. GERMAN
CANCER RESEARCH CENTER
IN THE HELMHOLTZ ASSOCIATION

Πηγή: <http://bit.ly/3uXfNDt>

Που χρησιμοποιείται το MatRad σήμερα;

+30 ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΑ

matRad – community



Universität
Zürich^{UZH}

- Με χιλιάδες χρήστες παγκοσμίως.
 - Για περισσότερες πληροφορίες επισκεφτείτε τον χάρτη στον παρακάτω σύνδεσμο:
- Link: <https://bit.ly/MatRadUsers>

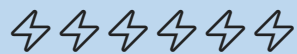
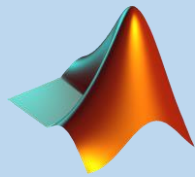
Με ποιους τρόπους μπορώ να χρησιμοποιήσω το λογισμικό;

➤ Για ερευνητικούς σκοπούς :

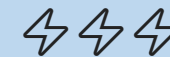
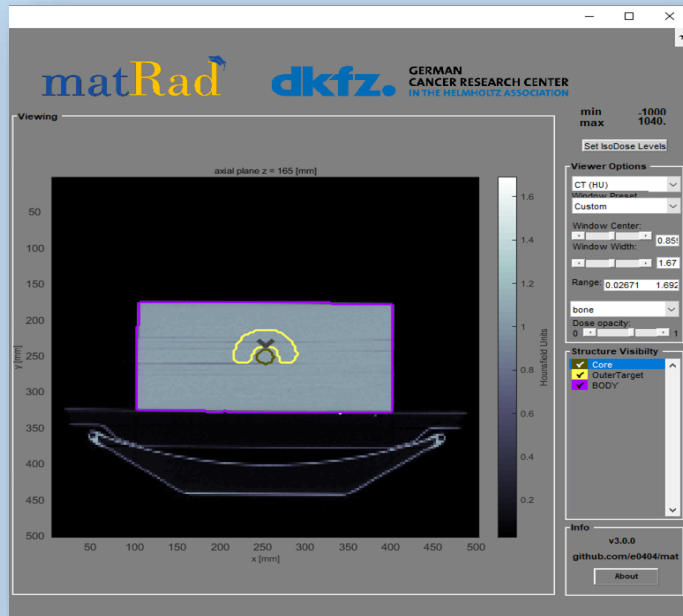
- ❑ Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα χρήσης πολλών παραμέτρων, για πιο ρεαλιστικές προσομοιώσεις.
- ❑ Χρησιμοποιεί τον πλήρη κώδικα του MatLab, για λεπτομερειακή ανάλυση.
- ❑ Απαιτεί περισσότερη υπολογιστική ισχύ.

➤ Για εκπαιδευτικούς σκοπούς :

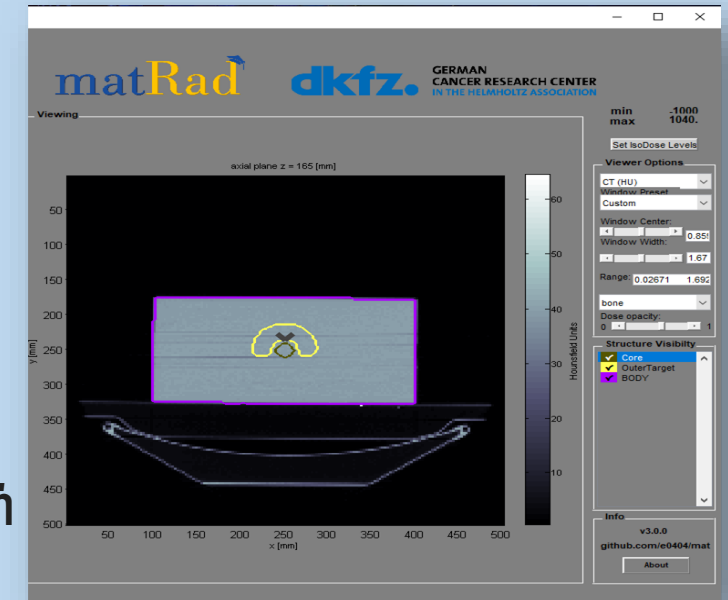
- ❑ Για εκπαιδευτική χρήση συνίσταται η απλοποιημένη μορφή του λογισμικού σε Windows, Linux, Mac.
- ❑ Απαιτεί λιγότερο αποθηκευτικό χώρο και υπολογιστική ισχύ.
- ❑ Δεν απαιτεί IDE (ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης) για τη χρήση του λογισμικού.



Υπολογιστική
Ισχύ



Υπολογιστική
Ισχύ

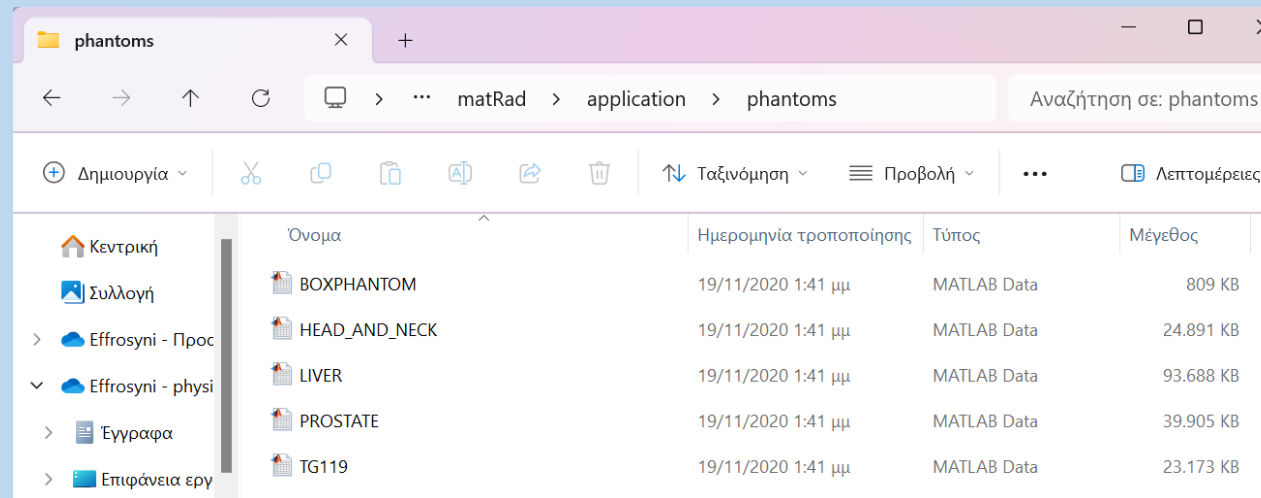


Από τι αποτελείται το MatRad;

- Συναρτήσεις του MATLAB για μοντελοποίηση της ροής εργασιών ενός πλάνου θεραπείας

$$d(x, y, z_{rad}) = \sum_i Z_i(z_{rad}) \iint dx' dy' \Psi(x', y') F(x', y') K_i(x' - x, y' - y)$$

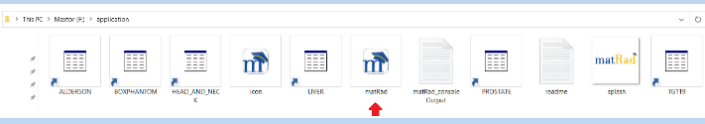
- Παραδείγματα αρχείων με δεδομένα ασθενών



Όνομα	Ημερομηνία τροποποίησης	Τύπος	Μέγεθος
BOXPHANTOM	19/11/2020 1:41 μμ	MATLAB Data	809 KB
HEAD_AND_NECK	19/11/2020 1:41 μμ	MATLAB Data	24.891 KB
LIVER	19/11/2020 1:41 μμ	MATLAB Data	93.688 KB
PROSTATE	19/11/2020 1:41 μμ	MATLAB Data	39.905 KB
TG119	19/11/2020 1:41 μμ	MATLAB Data	23.173 KB

- Βάσεις δεδομένων (φυσικών δόσεων και βιολογικών επιπτώσεων) για τους απαιτούμενους υπολογισμούς

Πώς δουλεύει το MatRad;



Αρχεία δεδομένων:

- I. Δείγμα τεστ (C-phantom)
- II. Ήπαρ (Liver)
- III. Κεφάλι και Λαιμός (Head n Neck)

$$d(x, y, z_{rad}) = \sum_i Z_i(z_{rad}) \iint dx' dy' \Psi(x', y') F(x', y') K_i(x' - x, y' - y)$$

$$\min f(d(w)), w \in \mathbb{R}^n$$

$$f = \sum_i p_i f_i$$

s. t. $d = Dw$
 $c_1 \leq c(w) \leq c_u$
 $w_1 \leq w \leq w_u$

$f(w): \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}, c(w): \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$

Εισάγουμε τα δεδομένα του ασθενούς

Θέτουμε τις παραμέτρους του πλάνου θεραπείας

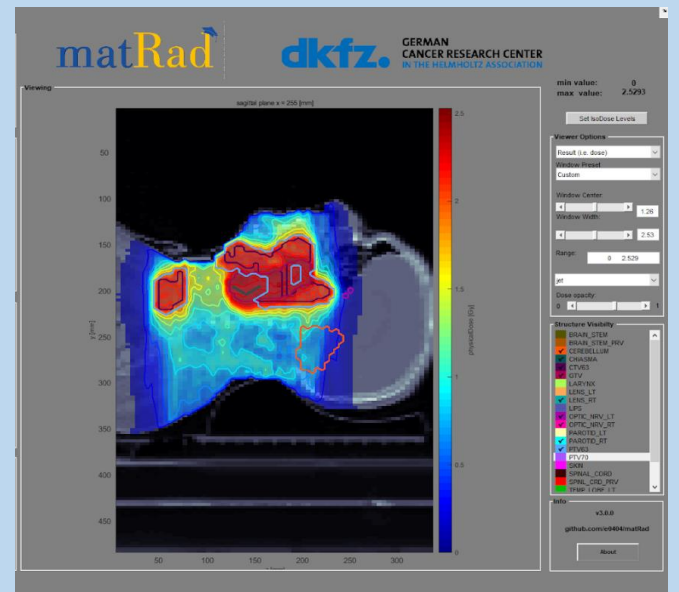
Υπολογίζουμε τη δόση κατανομής στον καρκινικό ιστό μέσω αλγορίθμων

Γίνεται οπτικοποίηση του πλάνου με την τεχνική αντίστροφου σχεδιασμού

Ολοκλήρωση Προσομοίωσης

Διαδικασία

VOI name	VOI type	priority	obj. / const.	penalty	dose	EUD	volume	rd
1 Core	OAR	2	square overdosing	300	25	NaN	NaN	nc
2 OuterTarget	TARGET	1	square deviation	1000	50	NaN	NaN	nc
3 BODY	OAR	3	square overdosing	100	30	NaN	NaN	nc



Το γραφικό περιβάλλον του MatRad

Workflow

Refresh Load *.mat data Calc. influence Mx Optimize Save to GUI

Load DICOM Recalc Export

Import from Binary Import Dose

Status: plan is optimized

Plan

beam width in [mm]: 5

Gantry Angle in °: 0 72 144 216 288

Couch Angle in °: 0 0 0 0 0

Radiation Mode: photons

Machine: Generic

isoCenter in [mm]: 251.3 226.4 162.6 Auto

Fractions: 30

Type of optimization: none

use MC (VMC++) dose calculations

3D conformal

Run Sequencing

Stratification Levels: 7

Run Direct Aperture Optimization

Objectives & constraints

	VOI name	VOI type	prio...	obj. / const.	penalty	dose	EUD	vol.
1	Cone	OAR	2	square overdosing	300	25	NaN	
2	OuterTarget	TARGET	1	square deviation	1000	50	NaN	
3	BODY	OAR	3	square overdosing	100	30	NaN	

Visualization

Slice Selection:

Beam Selection:



Other:

Type of plot: intensity GoTo:

Plane Selection: axial

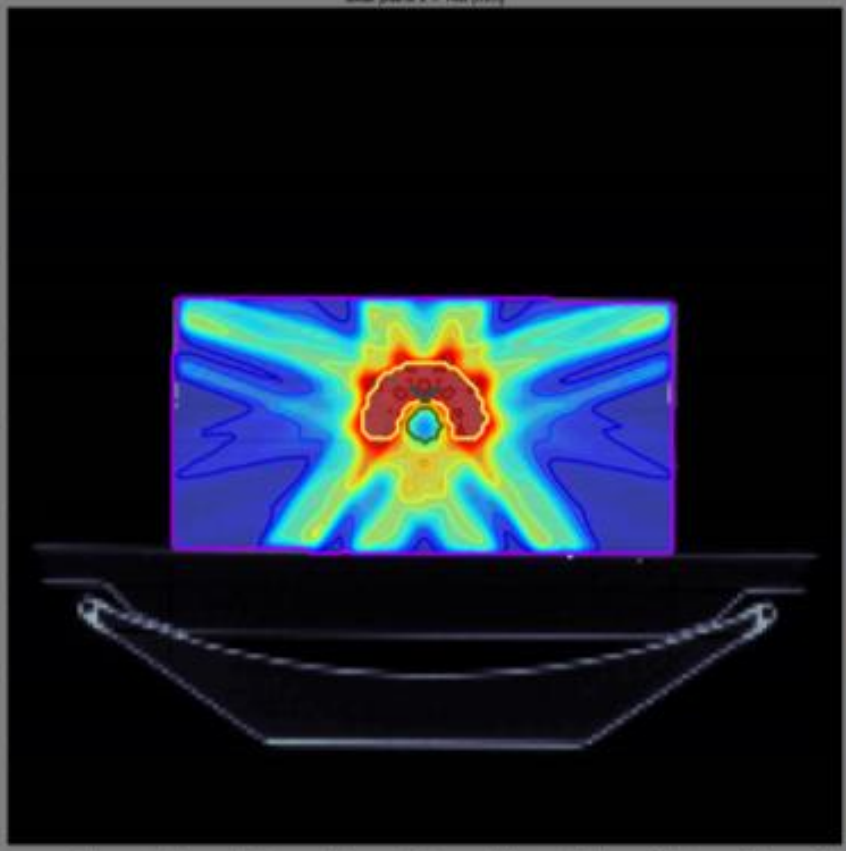
Display option: physicalDose

- plot CT
- plot contour
- plot isocms
- plot dose
- plot isocms labels
- plot iso center
- visualize grid / beams

GERMAN CANCER RESEARCH CENTER
IN THE HELMHOLTZ ASSOCIATION

axial plane z = 165 [mm]



min value: n
max: 1.768

Viewer Options

Result (i.e. dose):

Window Power: Custom

Window Center: 0.884

Window Width: 1.77

Range: 0 1.768

jet

Dose opacity: 1

Structure Visibility

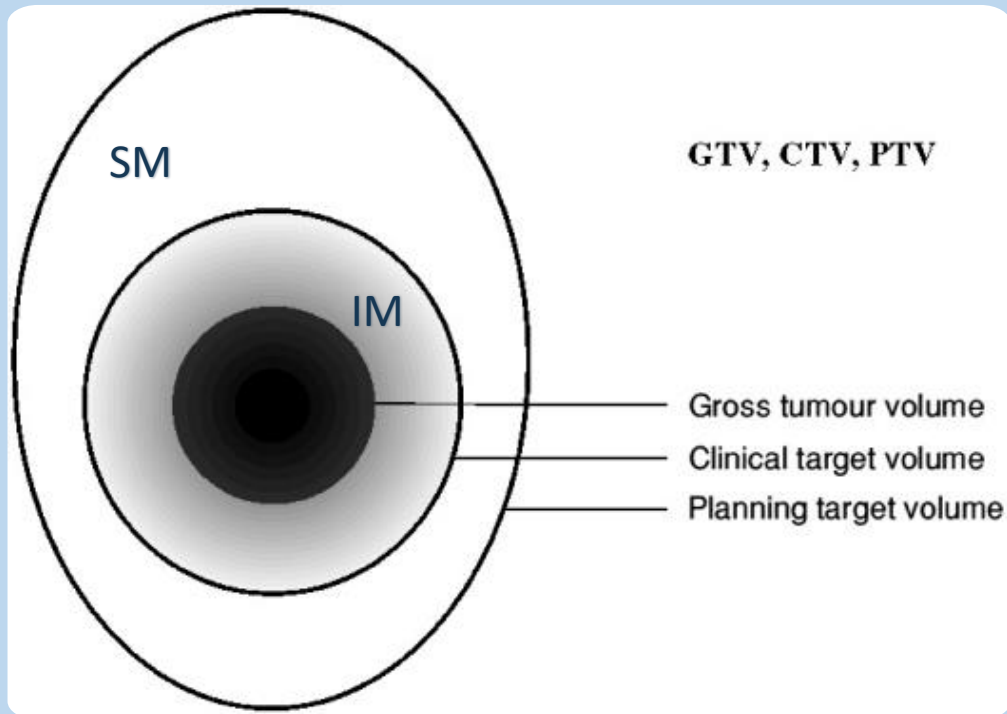
- Cone
- OuterTarget
- BODY

Info

v3.0.0

github.com/v0404/matRad

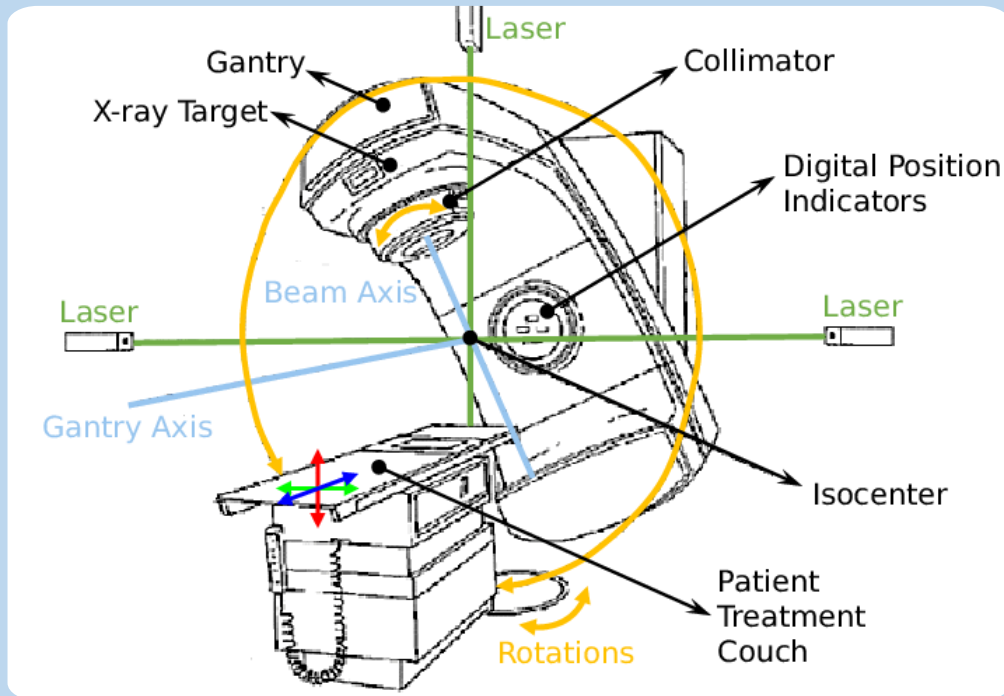
Θεμελιώδεις μονάδες και ορισμοί που χρησιμοποιεί το MatRad



- ❖ **GTV ή gross tumor volume** : περιγράφει τον ακριβή χώρο που καταλαμβάνει ο καρκινικός όγκος, όπως προκύπτει από τις ιατρικές απεικονίσεις (CT, MRI) .
- ❖ **CTV ή clinical target volume** : εισάγεται για να εξασφαλίσει ότι καλύπτεται ολοκληρωτικά ο καρκινικός όγκος καθώς και κοντινές περιοχές στις οποίες ενδέχεται να έχει εξαπλωθεί, και άρα πρέπει να ακτινοβοληθούν
- ❖ **PTV ή "Planning Target Volume"** : είναι ένα επιπλέον περιθώριο που προστίθεται γύρω από το CTV, και αναφέρεται στον χώρο που πρέπει να καλυφθεί από τις ακτίνες, λαμβάνοντας υπόψη πιθανές κινήσεις του ασθενούς και μετατοπίσεις του όγκου κατά τη διάρκεια της θεραπείας.

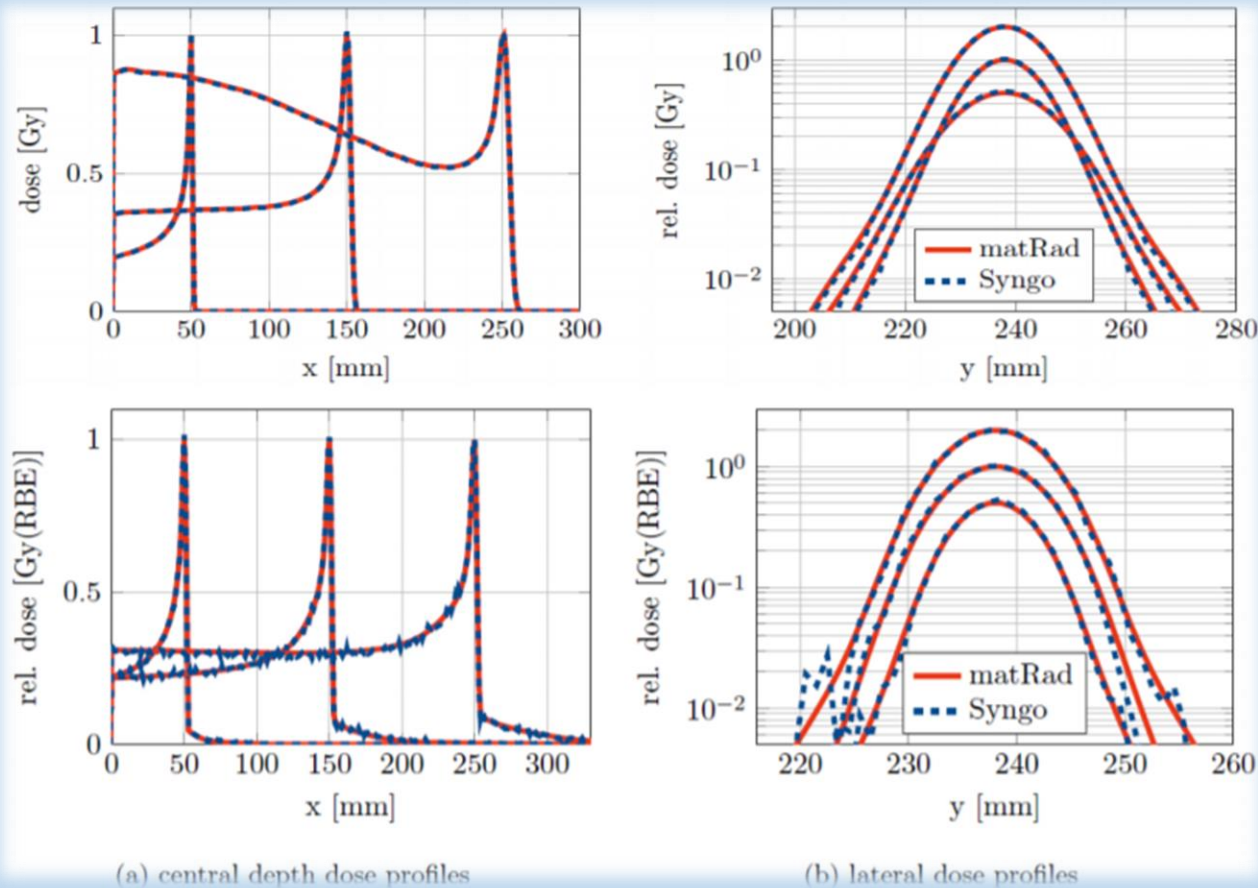
[εσωτερικό περιθώριο (IM) και ένα επιπλέον περιθώριο για τα σφάλματα μετατόπισης (setup margin, SM)].

Θεμελιώδεις μονάδες και ορισμοί που χρησιμοποιεί το MatRad



- ❖ **OAR ή “Organs At Risk”** : δηλαδή τα όργανα που βρίσκονται κοντά στον όγκο στόχο και υπάρχει κίνδυνος να ακτινοβοληθούν. Μόλις τα όργανα σε κίνδυνο εντοπιστούν, πρέπει να σχεδιαστούν στο πλάνο θεραπείας, προσθέτοντας σε αυτά περιθώρια για την κίνησή τους για μεγαλύτερη προστασία.
- ❖ **Gray (Gy)** : είναι μονάδα μέτρησης της απορρόφησης ενέργειας που προέρχεται από ιονίζουσα ακτινοβολία. Ισούται με την απορρόφηση ενέργειας ενός τζάουλ από ύλη με μάζα ένα χιλιόγραμμα, $1 \frac{\text{Joule}}{\text{kg}}$.

Σύγκριση του MatRad με το κλινικό λογισμικό Syngo



✓ Το λογισμικό Syngo χρησιμοποιείται κλινικά, στην Χαυδελβέργη (HIT). Γίνεται επαγγελματική χρήση από ακτινοφυσικούς σε νοσοκομείο

✓ Απεικόνιση της σχετικής δόσης σε Gray (Gy) συναρτήσει του βάθους της δέσμης στον ανθρώπινο ιστό σε χιλιοστά (mm).

✓ Τα αποτελέσματα σχεδόν ταυτίζονται!!!





Τα χαρακτηριστικά του MatRad

- Λογισμικό ανοιχτού κώδικα και δεδομένων ασθενών. Ευρέως διαδεδομένο στην κοινότητα Ιατρικής Φυσικής.
- Το Standalone (matRad.exe) μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς κάποια άδεια.
- Φιλικό προς τον χρήστη και η διαδικασία της προσομοίωσης είναι εύκολη.
- Βολικός και γρήγορος εντοπισμός σφαλμάτων.
- Απλή σύνταξη συγκριτικά με πιο αφηρημένες γλώσσες προγραμματισμού (π.χ. C++).

Περισσότερες πληροφορίες για το λογισμικό

- Διαθέσιμα πολλά λειτουργικά παραδείγματα του λογισμικού καθώς και αρκετό εκπαιδευτικό υλικό.
- 29 σελίδες διαθέσιμες στο Wiki:
<https://github.com/e0404/matRad/wiki>
- Η επίσημη σελίδα του λογισμικού δίνεται στον ακόλουθο σύνδεσμο:
<https://e0404.github.io/matRad/>

About matRad	Quick Setup	Technical Documentation
		
About matRad	Quick Setup	Technical Documentation
Introducing matRad - what it does	A how-to guide to successfully run matRad	Technical documentation on matRad and its functions

**Σας ευχαριστώ πολύ για την προσοχή
σας!**

**Σας περιμένουμε να μελετήσουμε
αναλυτικότερα στο hands on session!**