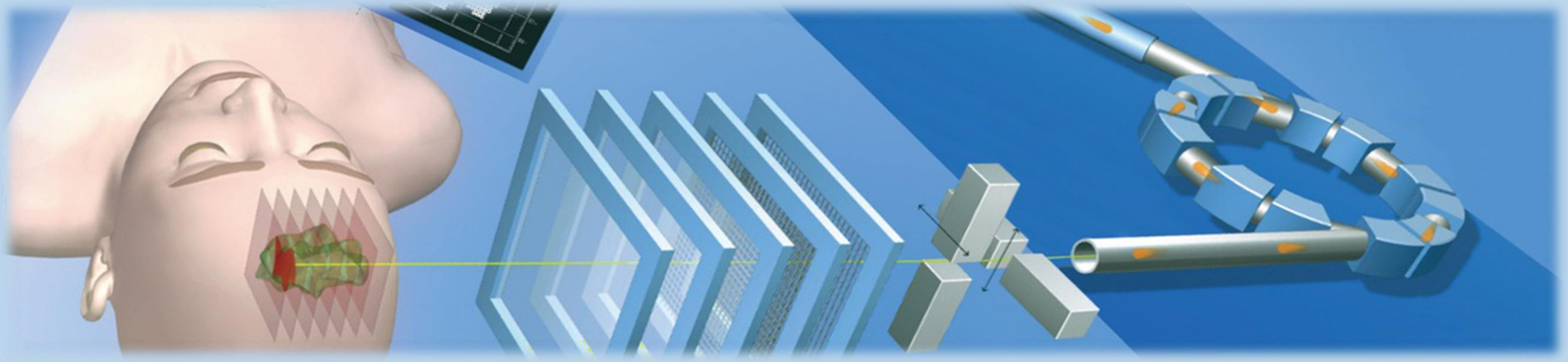
Εισαγωγή στο MatRad για σχεδιασμό πλάνων θεραπείας

Χατζηβασίλογλου Ευφροσύνη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Α.Π.Θ

23 Μαρτίου, 2024

Βασισμένο στις ομιλίες της κ. Ειρήνης Ξανθοπούλου και του κ. Άρη Μαμάρα

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:

Πηγή: http://bit.ly/3sX756v

MatLab + Radiation (ακτινοβολία) = MatRad

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

Πηγή: http://bit.ly/3uXfNDt

- Χρησιμοποιείται αποκλειστικά για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Που χρησιμοποιείται το MatRad σήμερα;

+30 ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΑ

matRad – community

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

MEDICAL UNIVERSITY OF VIENNA

大阪大学 OSAKA UNIVERSITY

dkfz. GERMAN CANCER RESEARCH CENTER IN THE HELMHOLTZ ASSOCIATION

THE UNIVERSITY OF TEXAS MD Anderson ~~Cancer~~ Center Proton Therapy

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

UNIVERSITY OF OXFORD

Universität Zürich UZH

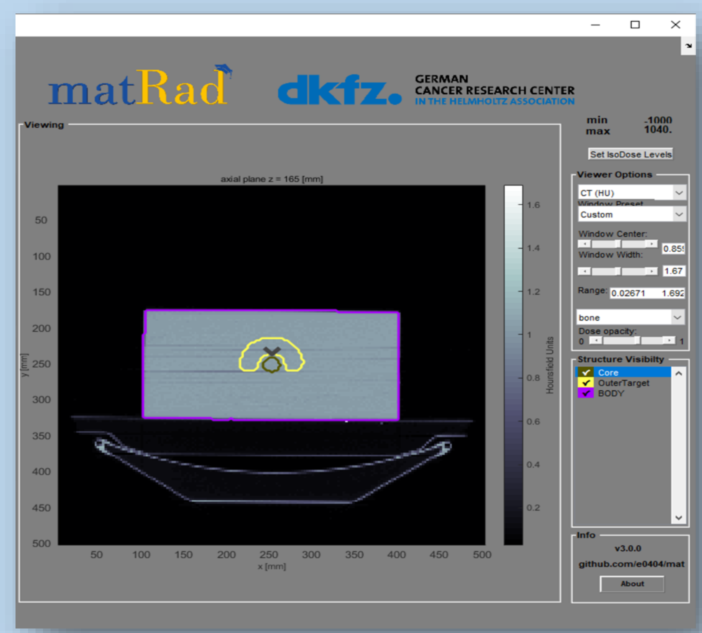
- ❑ Με χιλιάδες χρήστες παγκοσμίως.
- ❑ Για περισσότερες πληροφορίες επισκεφτείτε τον χάρτη στον παρακάτω σύνδεσμο:

• **Link**: https://bit.ly/MatRadUsers

Με ποιους τρόπους μπορώ να χρησιμοποιήσω το λογισμικό;

➢Για ερευνητικούς σκοπούς :

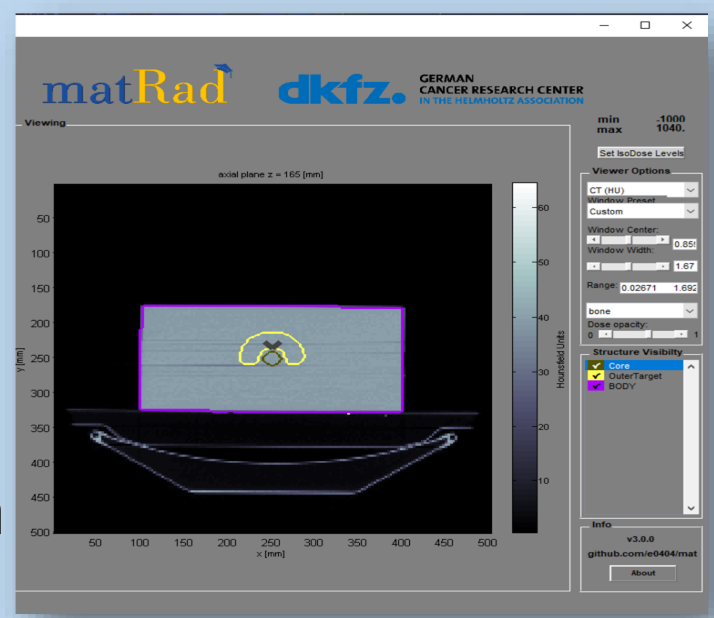
- Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα χρήσης πολλών παραμέτρων, για πιο ρεαλιστικές προσομοιώσεις.
- Χρησιμοποιεί τον πλήρη κώδικα του MatLab, για λεπτομερειακή ανάλυση.
- Απαιτεί περισσότερη υπολογιστική ισχύ.



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.



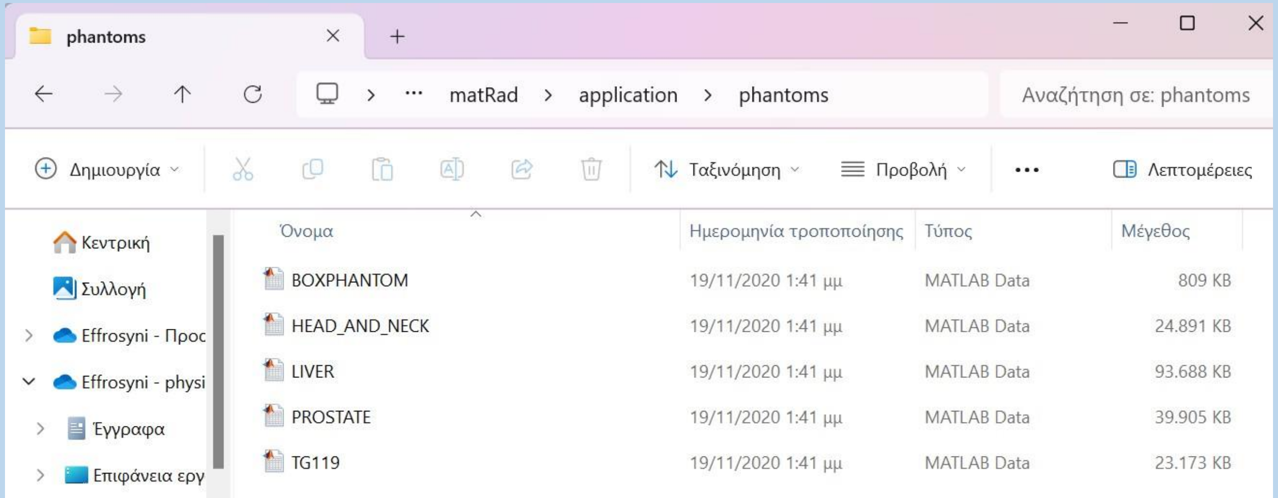
Υπολογιστική Ισχύ

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



- 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)

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

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

$$f = \sum_i p_i f_i$$

$$\text{s.t.} \quad d = Dw$$

$$c_l \leq c(w) \leq c_u$$

$$w_l \leq w \leq w_u$$

$$f(w)\colon \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}\ ,\ c(w)\colon \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^m$$

Εισάγουμε τα δεδομένα του ασθενούς

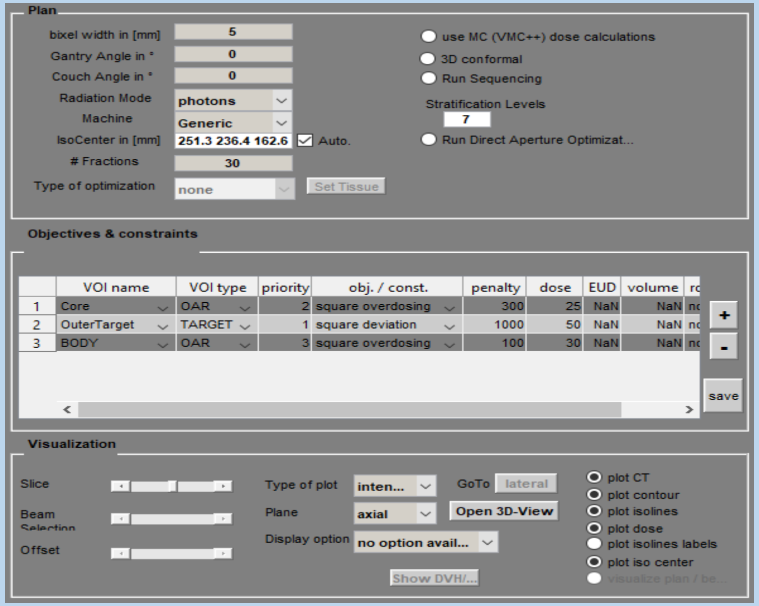
Θέτουμε τις παραμέτρους του πλάνου θεραπείας

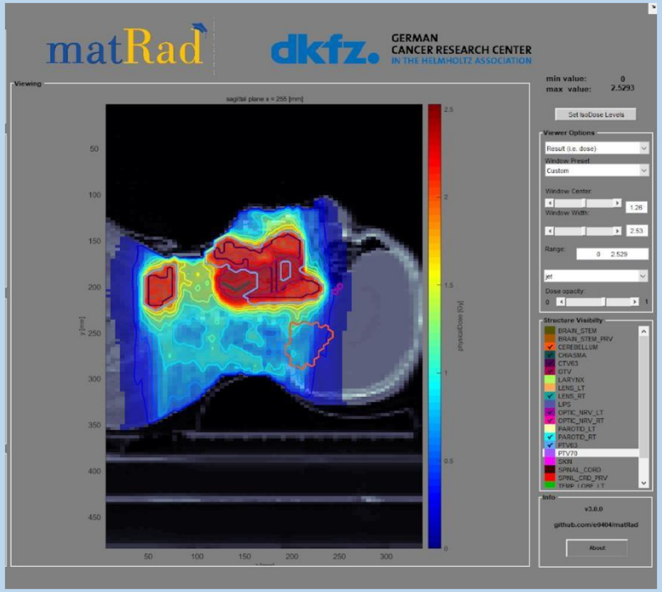
Υπολογίζουμε τη δόση κατανομής στον καρκινικό ιστό μέσω αλγορίθμων

Γίνεται οπτικοποίηση του πλάνου με την τεχνική αντίστροφου σχεδιασμού

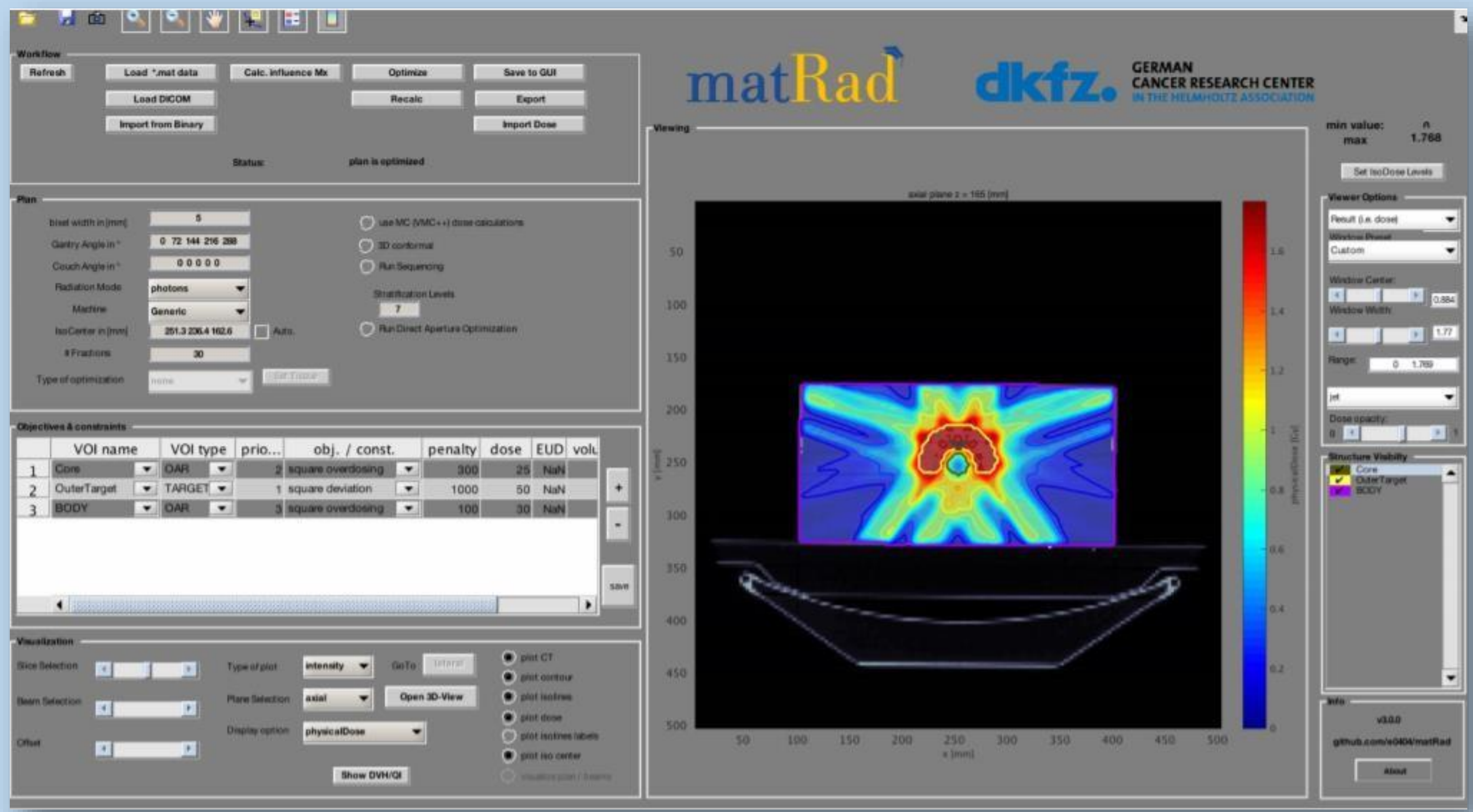
Ολοκλήρωση Προσομοίωσης

Διαδικασία

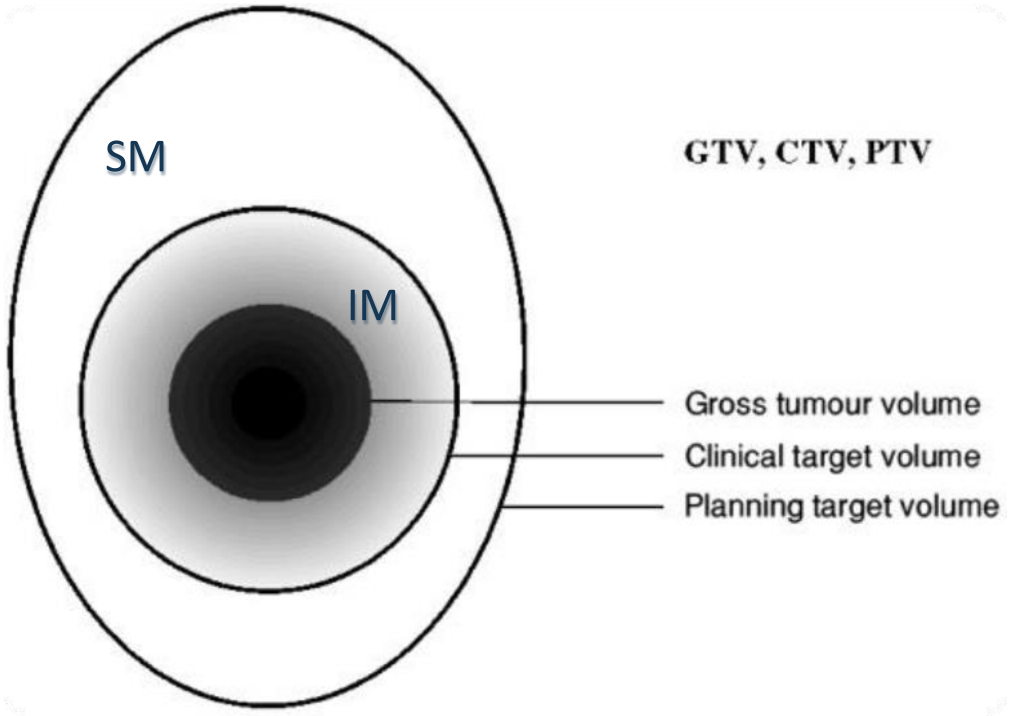




Το γραφικό περιβάλλον του MatRad

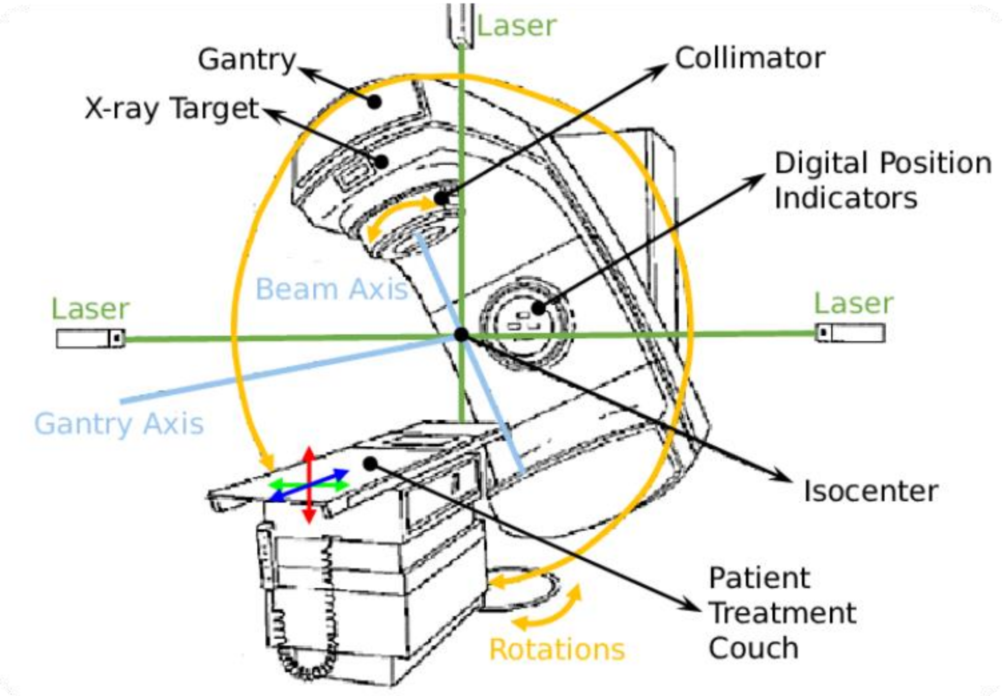


Θεμελειώδεις μονάδες και ορισμοί που χρησιμοποιεί το MatRad



- **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)].

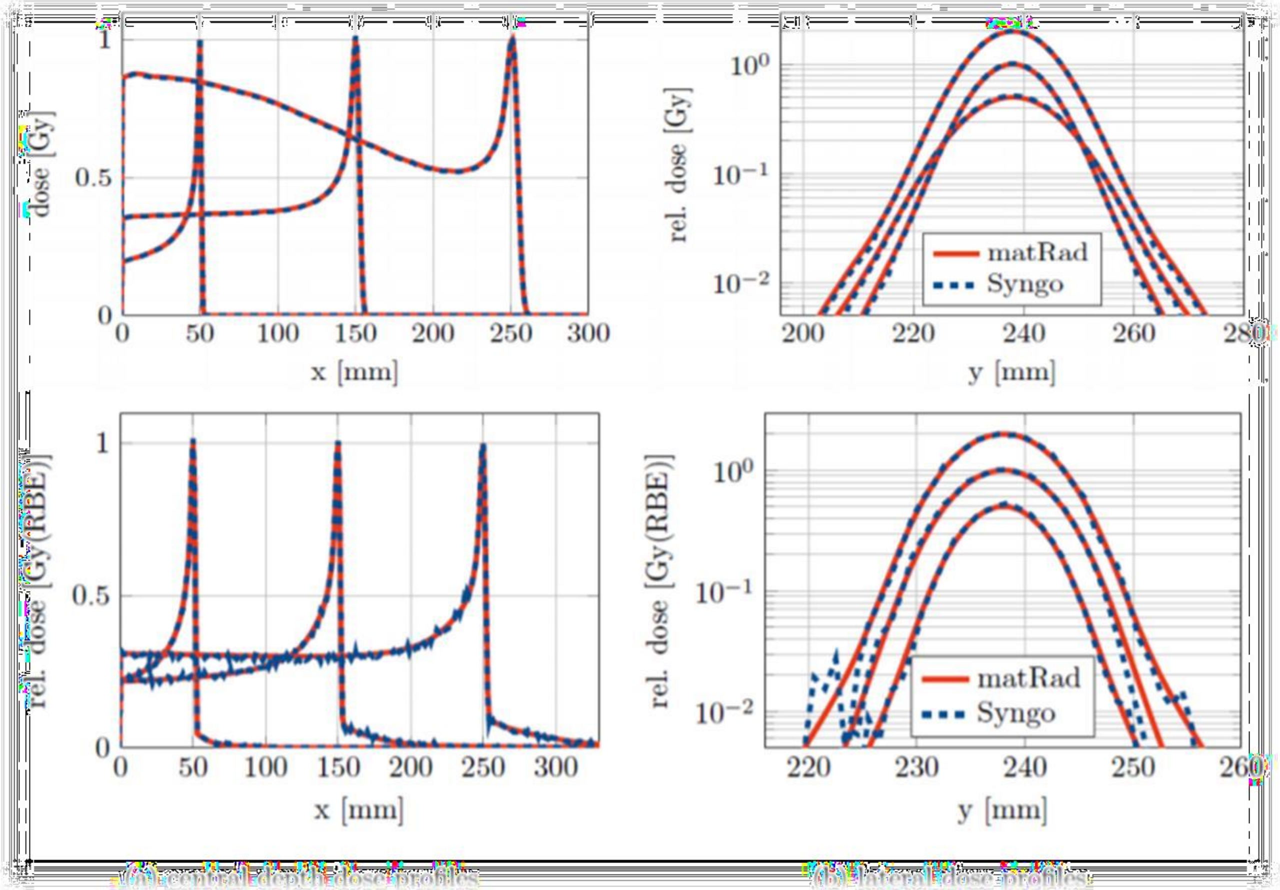


Θεμελειώδεις μονάδες και ορισμοί που χρησιμοποιεί το MatRad

- **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, προσθέτωντας 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 χιλιόγραμμο, $1\ \frac{Joule}{kg}$.

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

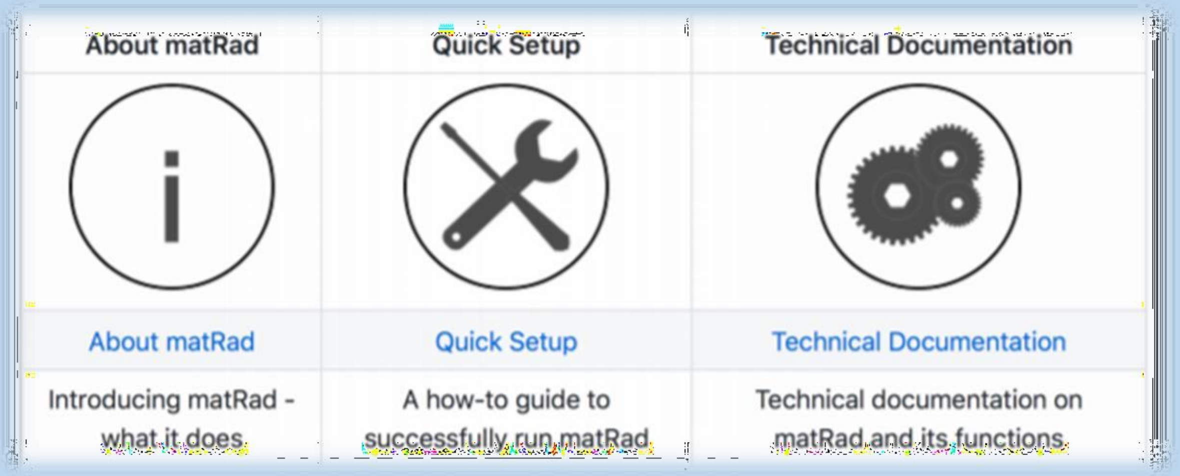
- Διαθέσιμα πολλά λειτουργικά παραδείγματα του λογισμικού καθώς και αρκετό εκπαιδευτικό υλικό.

- 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/



Σας ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας!

Σας περιμένουμε να μελετήσουμε αναλυτικότερα στο hands on session!