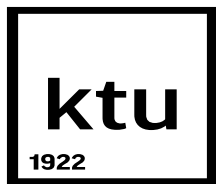




Praktinis užsiėmimas: „Suplanuok spindulinį gydymą „matRad“ planavimo sistema vėžiu sergančiam pacientui! “



Medicinos fizikos ekspertė
radioterapijoje
Doc. dr. Jurgita Laurikaitienė

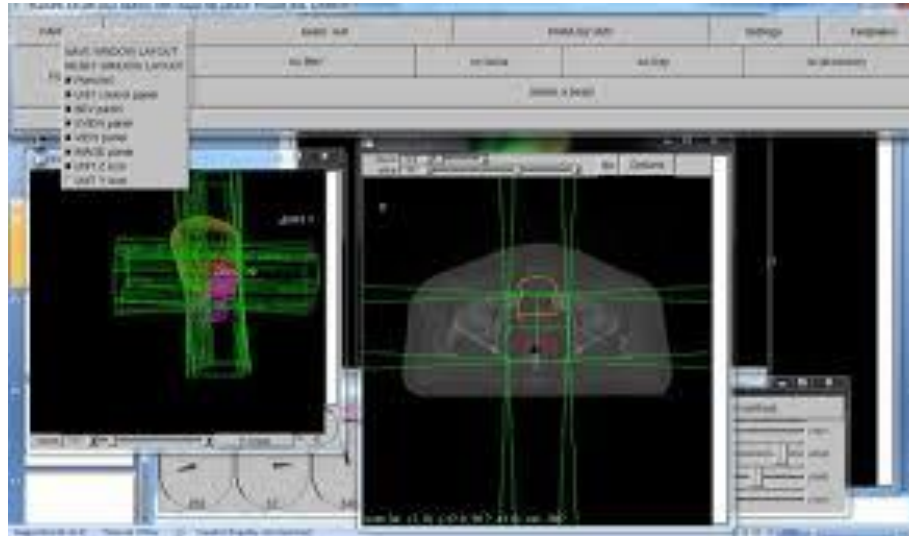


HOSPITAL OF LITHUANIAN
UNIVERSITY OF HEALTH SCIENCES
KAUNO
KLINIKOS

Edukacijai skirtos spindulinio gydymo planavimo sistemos

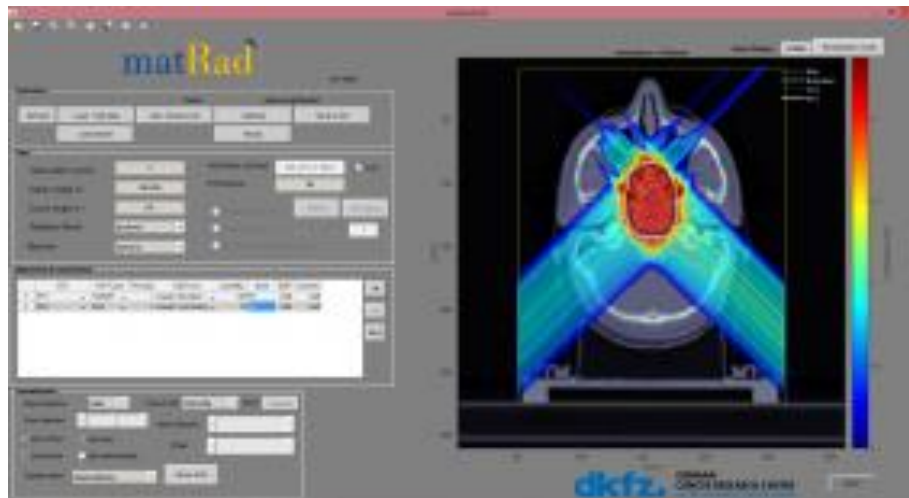
<https://sites.google.com/site/planunc/public-downloads>

PLUNC:



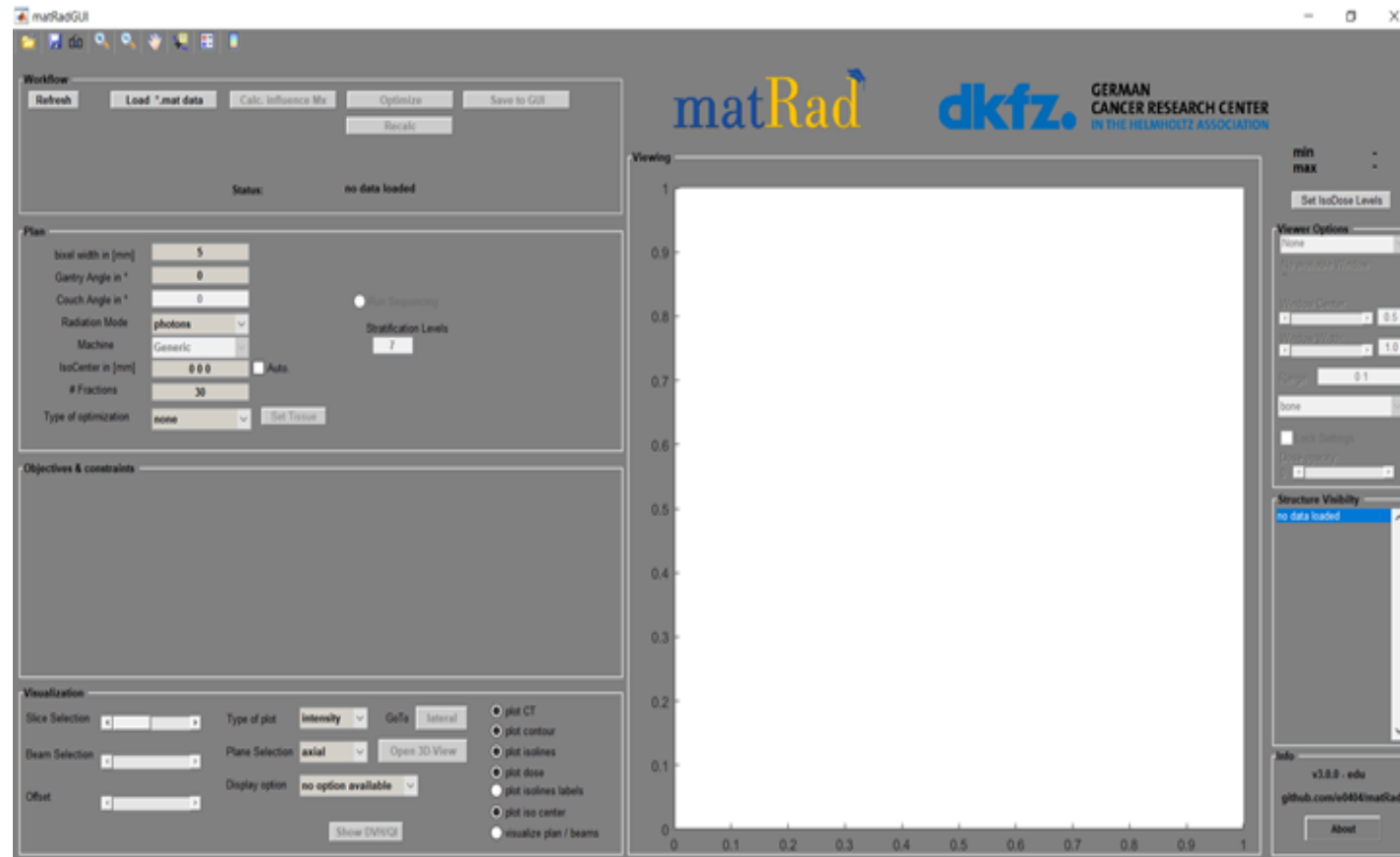
<https://e0404.github.io/matRad/>

matRad:



matRad

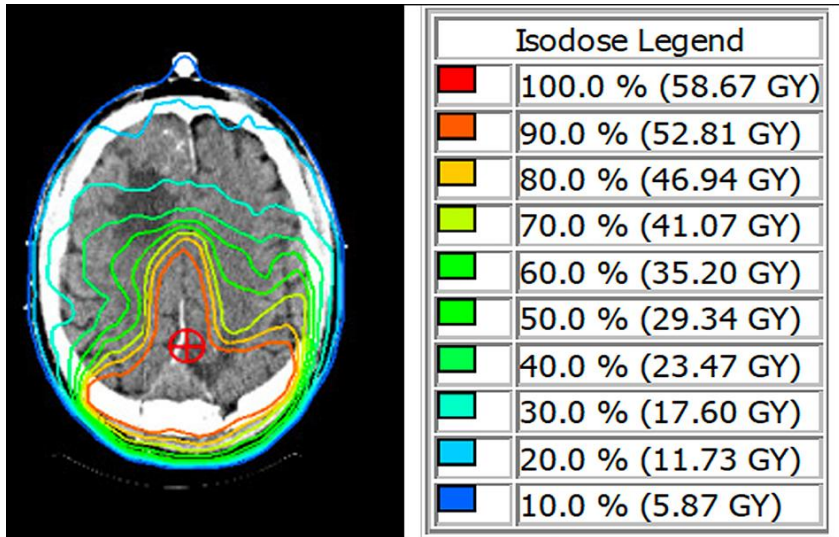
matRad – tai programa skirta spindulinio gydymo planavimui, apšvitai naudojant fotonus, protonus arba anglies jonus.



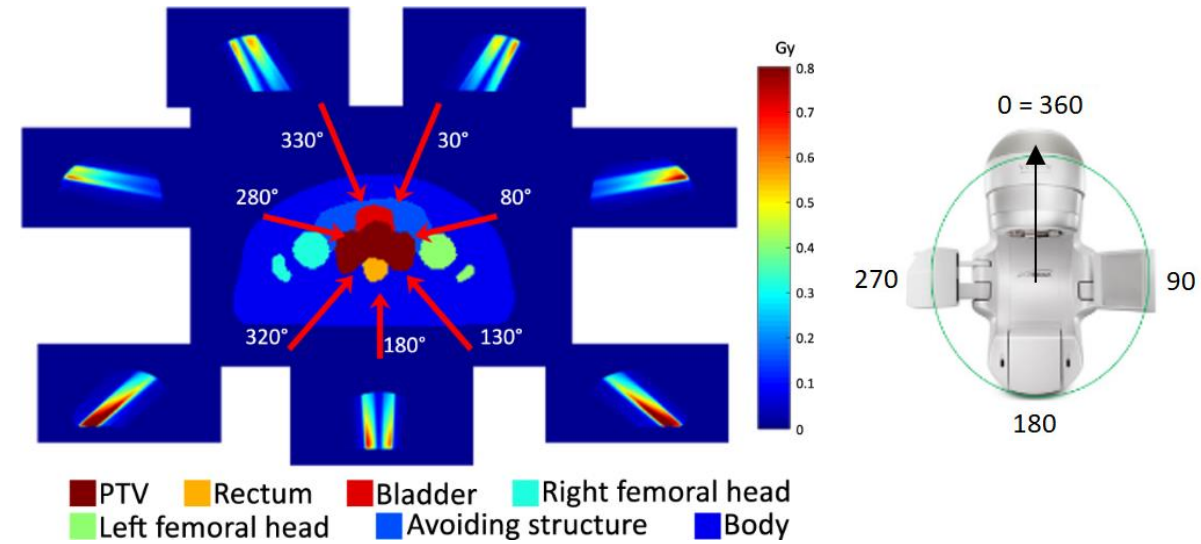
kA?

- **Susipažinsime su sąvokomis**, kurios bus naudojamos arba bus netiesiogiai susijusios su planavimu programa *matRad*.
- **Pasiaiškinsime** programoje *matRad* naudojamų mygtukų funkcijas.
- **Pademonstruosime**, kaip naudojantis programa *matRad*, suplanuoti **galvos ir kaklo** gydymą pacientui.
- **Atliksime** kartu arba savarankiškai kepenų vėžio apšvitos **fotonais** spindulinio gydymo planavimą programa *matRad*.
- **Aptarsime** gautus rezultatus.

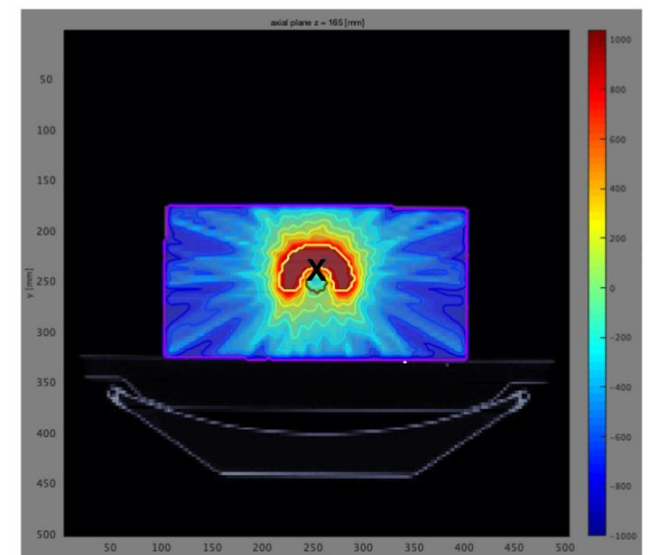
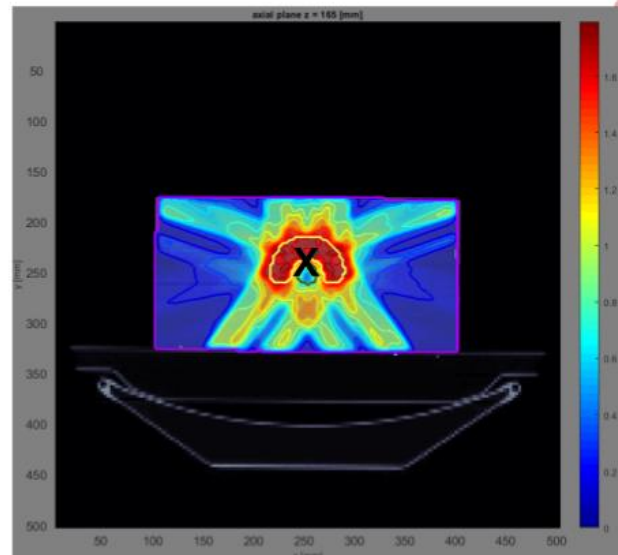
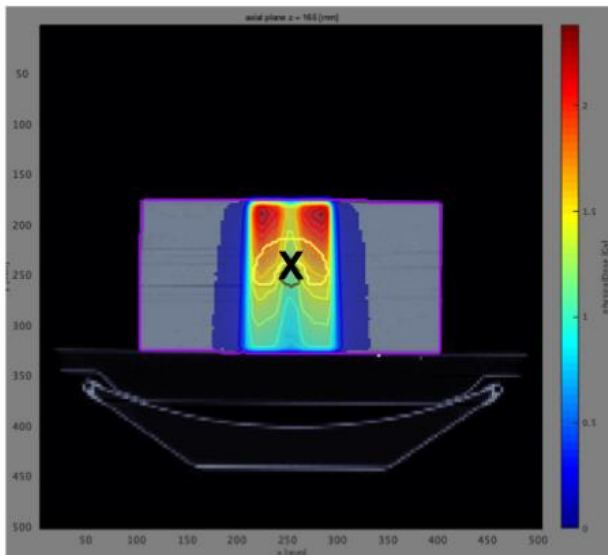
saŧvoKos?



Ši nuotrauka, autorius: Nežinomas autorius, licencija: CC BY



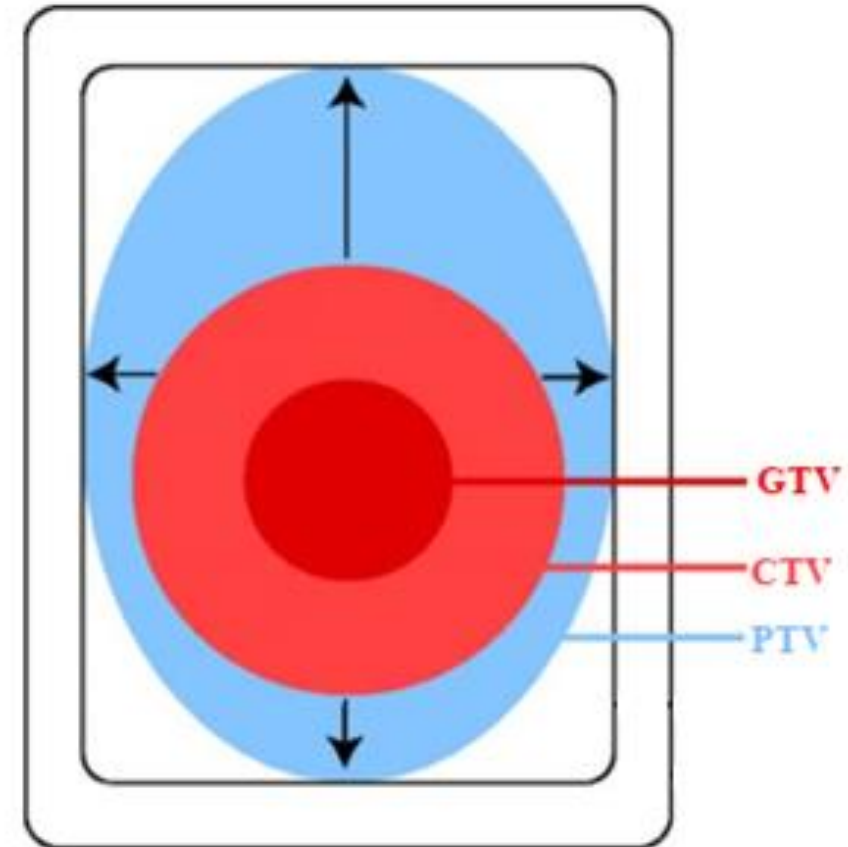
Ši nuotrauka, autorius: Nežinomas autorius, licencija: CC BY

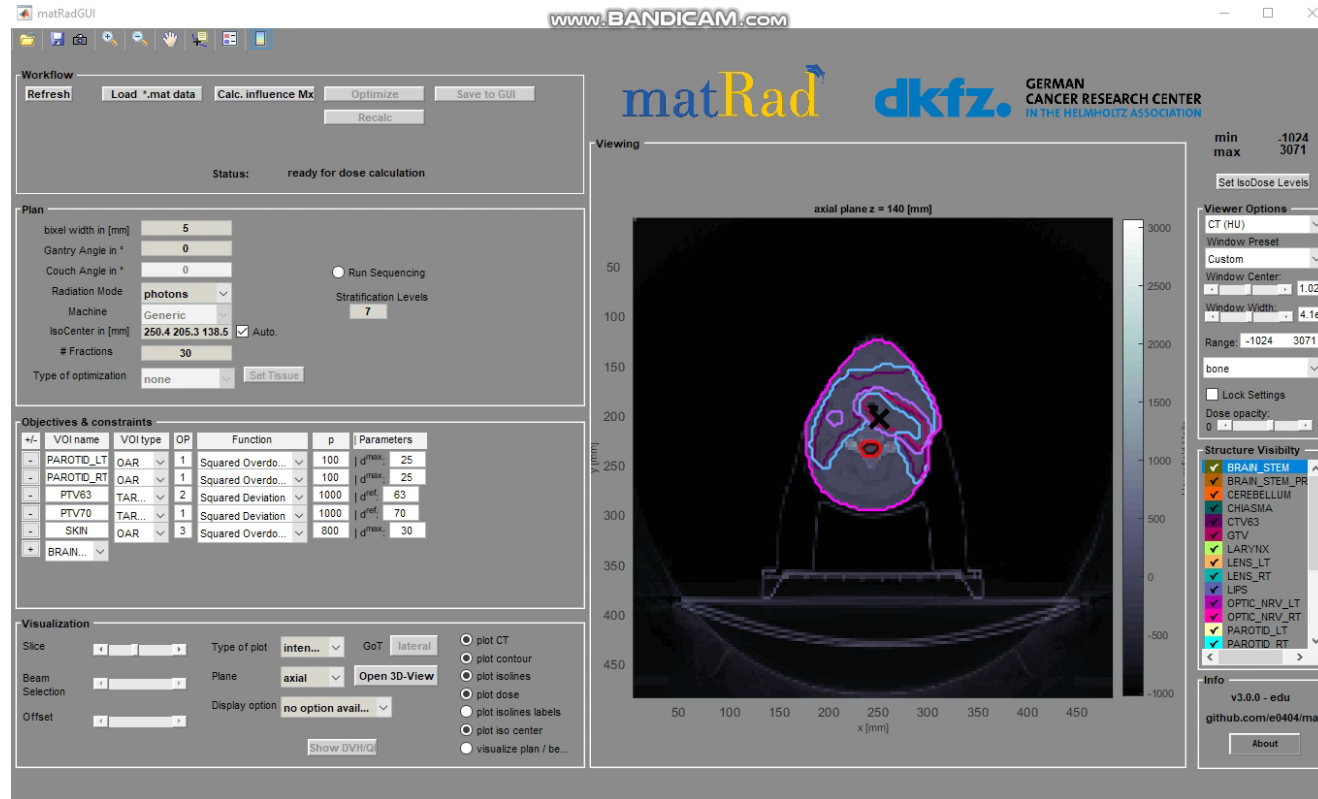


sąvoKos?

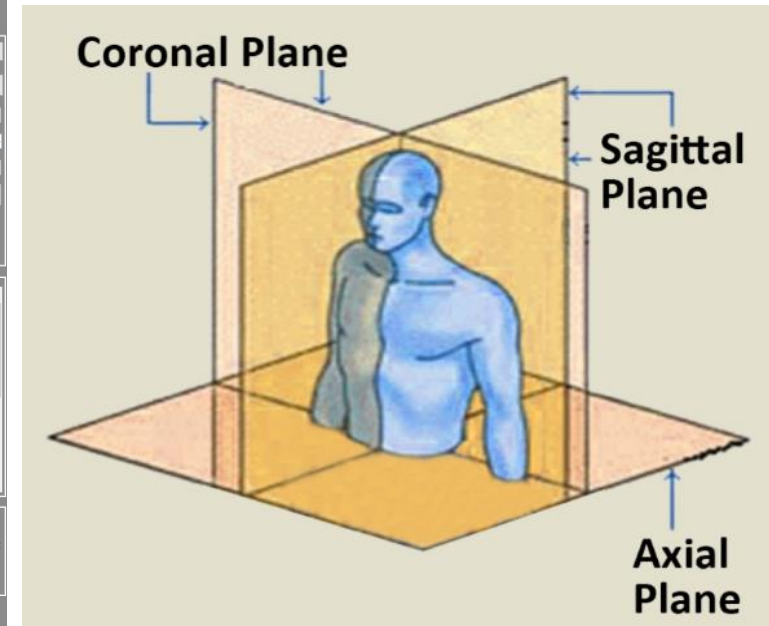
- **GTV** sritis, tai naviko tūris matomas iš atitinkamų vizualizavimo priemonių, pavyzdžiui, rentgeno nuotraukų ir/ar KT.
- **CTV** sritis, tai **GTV** sritis su sritimi įvertinančia galimas metastazavimo sritis, pavyzdžiui, limfmazgius.
- **PTV** sritis, tai apšvitos sritis, planuojant spindulinį gydymą švitinimo laukai parenkami taip, kad apimtų visą **PTV** sritį.
- **kritiniai organai** (angl. *organs at risk*), tai struktūros, kurios įprastai yra daug jautresnės spinduliuotei nei kiti sveiki audiniai.

Švitinamos srities tūriai





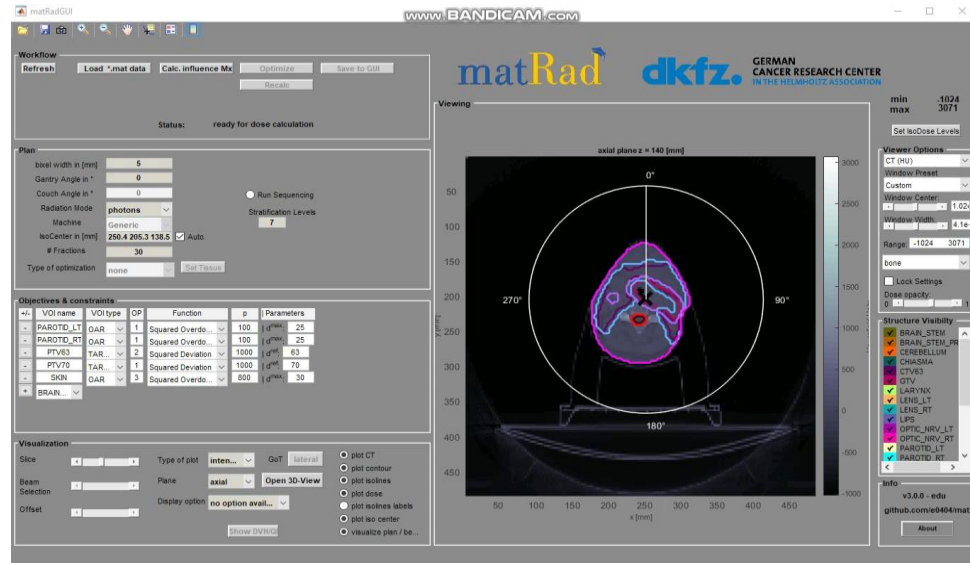
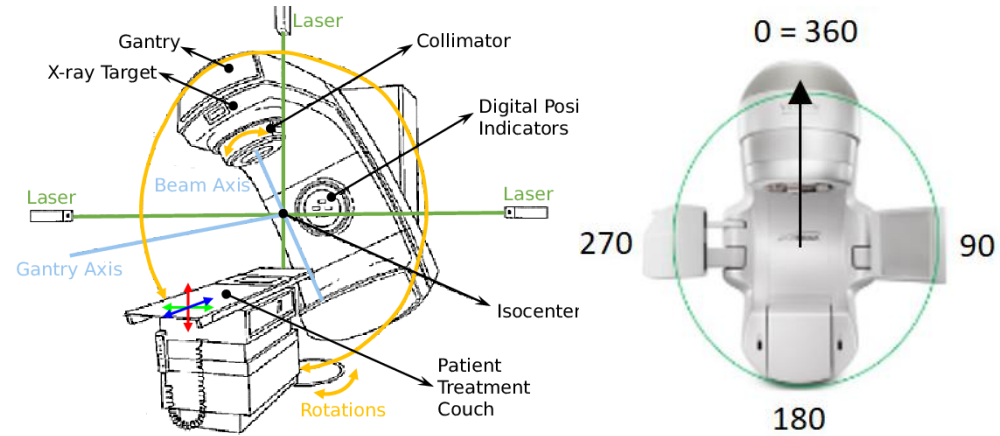
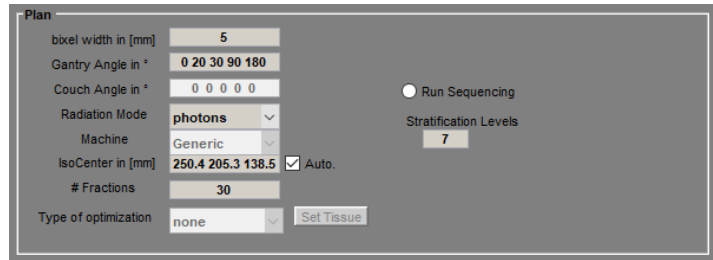
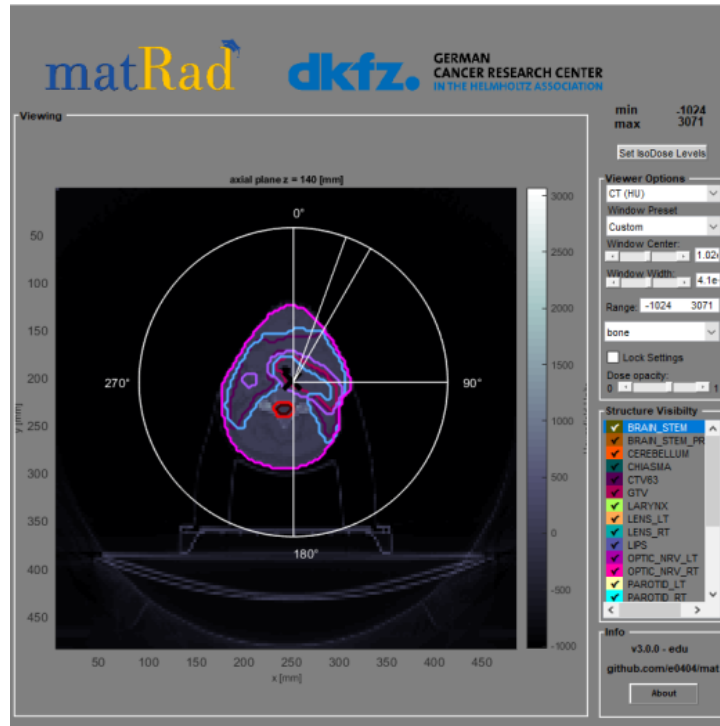
Koronarinė, sagitalinė ir aksialinė plokštumos



<https://www.ipfradiologygrounds.com/hrct-primer/image-reconstruction/>

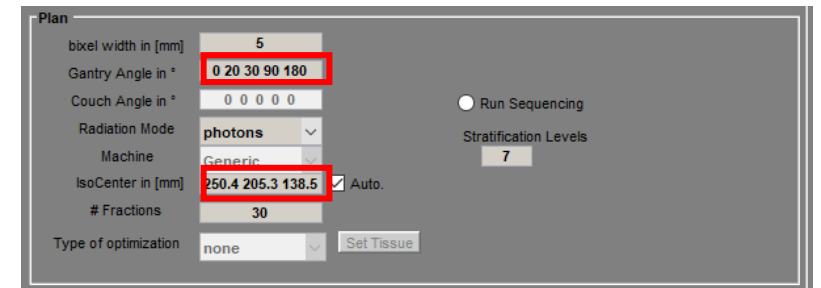
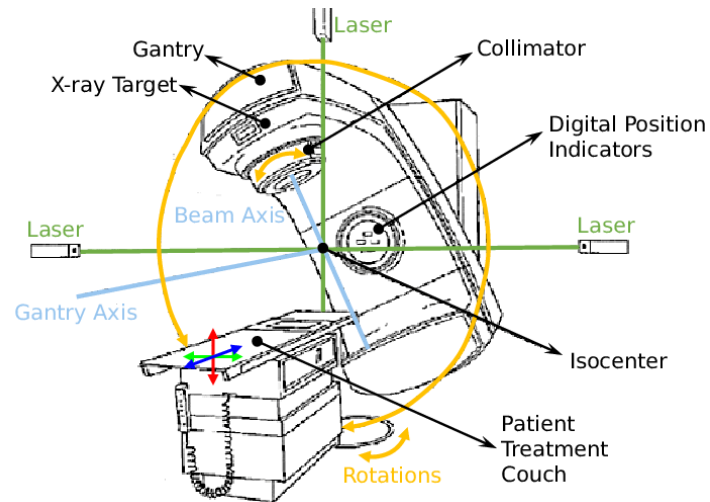
Planavimas *matRad*

Programos *matRad* informaciniai langai bei įrenginio sukimosi ašys



Planavimas *matRad*

- Apšvitos režimas pagal apšvitos rūšį (fotonus, protonus arba anglies jonus).
- Frakcijų skaičius
- Izocentras



Daugialapis Kolimatorius

Šiuolaikiniuose įrenginiuose apšvitos laukas formuojamas naudojant **pirminį kolimatorių** (angl. *primary collimator*) arba **daugialapį kolimatorių** (angl. *multi-leaf collimator*).

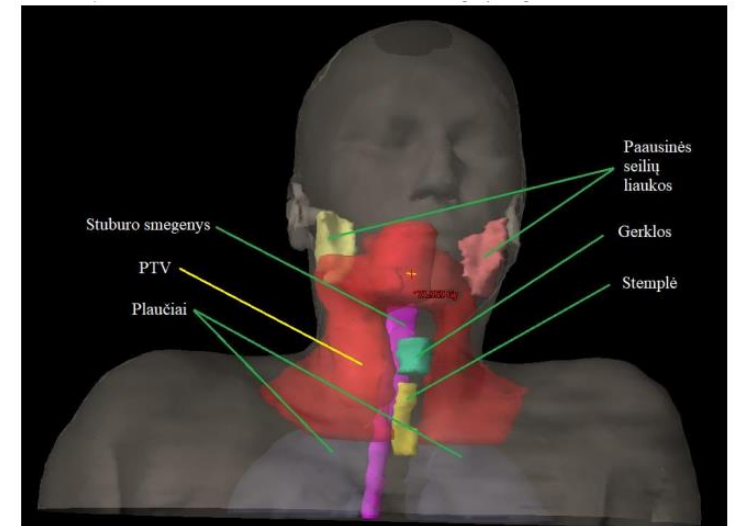


<https://makeagif.com/gif/the-160-mlc-multileaf-collimator-dTdOjU>

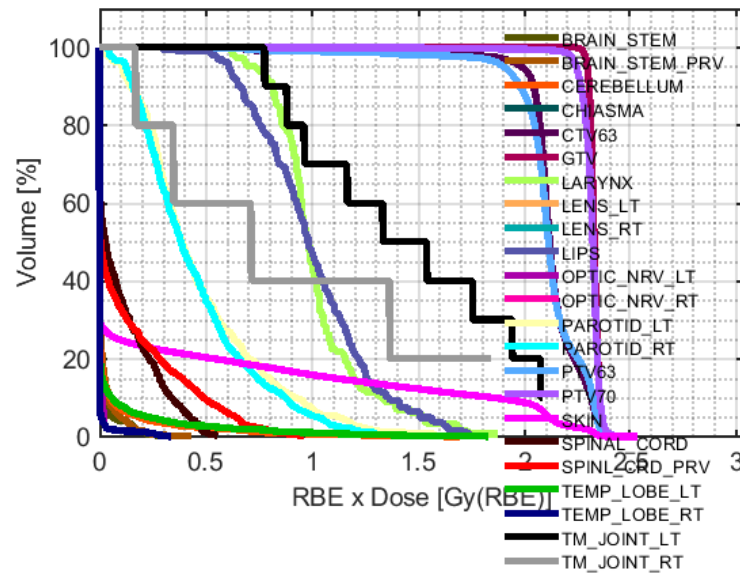
kAs?

Galvos ir kaklo navikų spindulinio gydymo metu yra apšvitinami ir sveiki audiniai bei kritiniai organai, tokie kaip stuburo smegenys, stemplė, smegenų kamienas ir kt.

Todėl pagrindinė, tiek galvos ir kaklo navikų, tiek kitų navikų, spindulinio gydymo planavimo užduotis yra apsaugoti sveikus audinius bei kritinius organus, neviršijant jiems leistino tolerancijos dozės lygio, tačiau nesumažinant maksimalios paskirtosios dozės navikui.



Kritiniai organai bei planuojamo taikinio tūrio sritis



	max	min	mean	std
BRAIN_STEM	0.3170	0	0.0129	0.0385
BRAIN_STEM_PRV	0.4313	0	0.0158	0.0432
CEREBELLUM	1.6981	0	0.0364	0.1509
CHIASMA	0.0073	0	8.2292e-04	0.0017
CTV63	2.5314	0.5659	2.1253	0.1847
GTV	2.4883	2.2034	2.3294	0.0217
LARYNX	1.8731	0.6194	1.0258	0.2243
LENS_LT	0	0	0	0
LENS_RT	0	0	0	0
LIPS	1.7514	0.2939	1.0053	0.2744
OPTIC_NRV_LT	0.0217	0	0.0024	0.0063
OPTIC_NRV_RT	3.0268e-04	0	2.1849e-05	7.1181e-05
PAROTID_LT	1.7289	0.0048	0.4741	0.3070
PAROTID_RT	1.4413	0.0404	0.4521	0.2776
PTV63	2.5314	0.3749	2.1107	0.2064
PTV70	2.5314	0.7591	2.3130	0.0740

Organas	Reakcija	Dažnis, [%]	Dozės-tūrio parametras	D _{max} , [Gy]	D _{vidutinė} , [Gy]
Smegenys	Simptominė nekrozė	<3		<60	-
Smegenų kamienas	Nekrozė arba kaukolės neuropatija	<5 <5	D100 < 54 Gy D1-10cm ³ ≤ 59 Gy	-	-
Stuburo smegenys	≥2 laipsnio mielopatija	<1	-	50	-
Optinis nervas & chiazma	Optinė neuropatija	<3	-	<55	<50
Tinklainė	Aklumas	<1	-	<50	
Sraigė	Klausos praradimas	<15	-	-	≤45
Paausinė liauka	4 laipsnio kserostomija	<20	-	-	<20
Gerklos	≥2 laipsnio edema	<20	V50<27%	-	<44
Stemplė	≥2 laipsnio ezofogitas	<30	V35<50%	<74	-
			V50<40%	-	-
			V70<20%	-	-
	≥3 laipsnio ezofogitas	≤10	V60<30%	-	<34

kalp? Užduotis – galvos ir kaklo planavimo atvejis!

- Apšvitos protonais spindulinio gydymo planavimas galvos ir kaklo pacientui:
 - 1 atvejis:** naudojama apšvitos laukų geometrija (-45° , 0° , 45°).
 - 2 atvejis:** naudojama apšvitos laukų geometrija (90° , 180° , 270°).
 - 3 atvejis:** naudojamas rankinis izocentro keitimas (260, 220, 150).
- Gautų rezultatų analizė ir palyginimas.

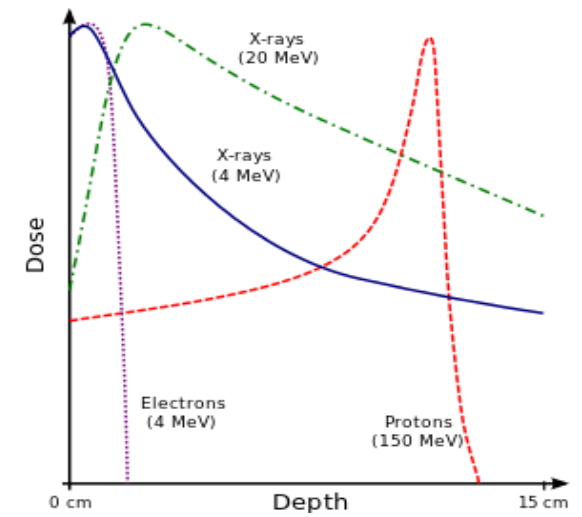
Fotonai ir protonai



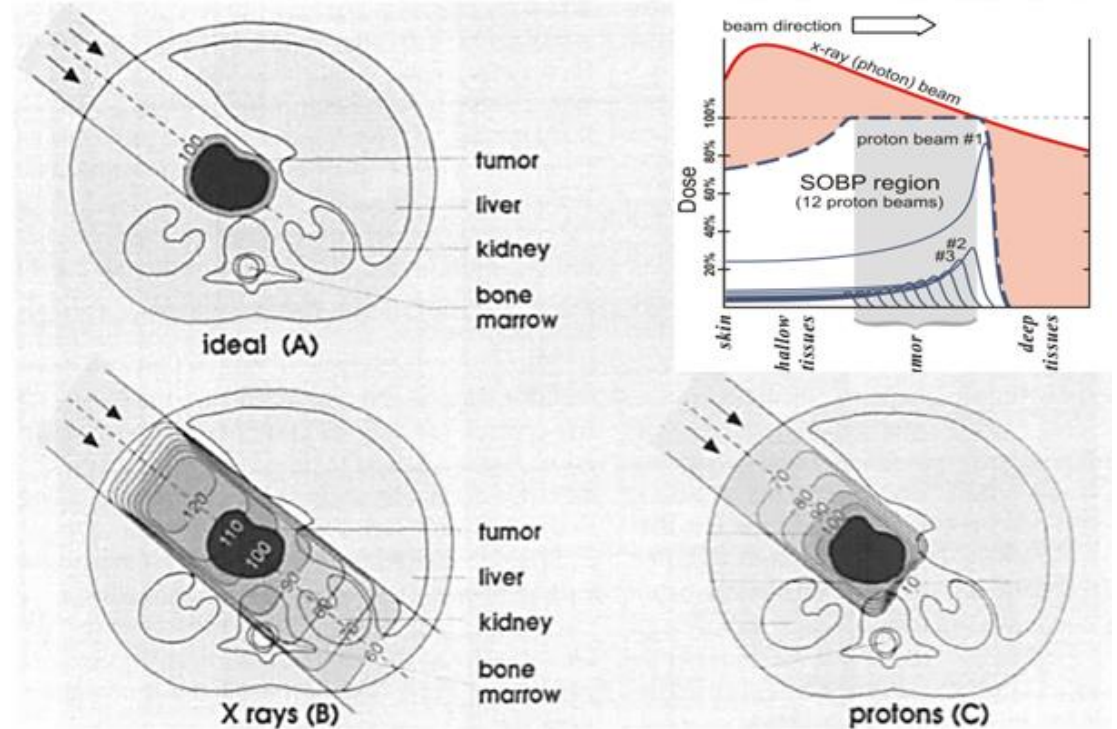
<https://universityinnovation.org/images/2/26/Tour-gantry-treatment-room.jpg>



Ši nuotrauka, autorius: Nežinomas autorius, licencija: [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)/ Carbon ion machine



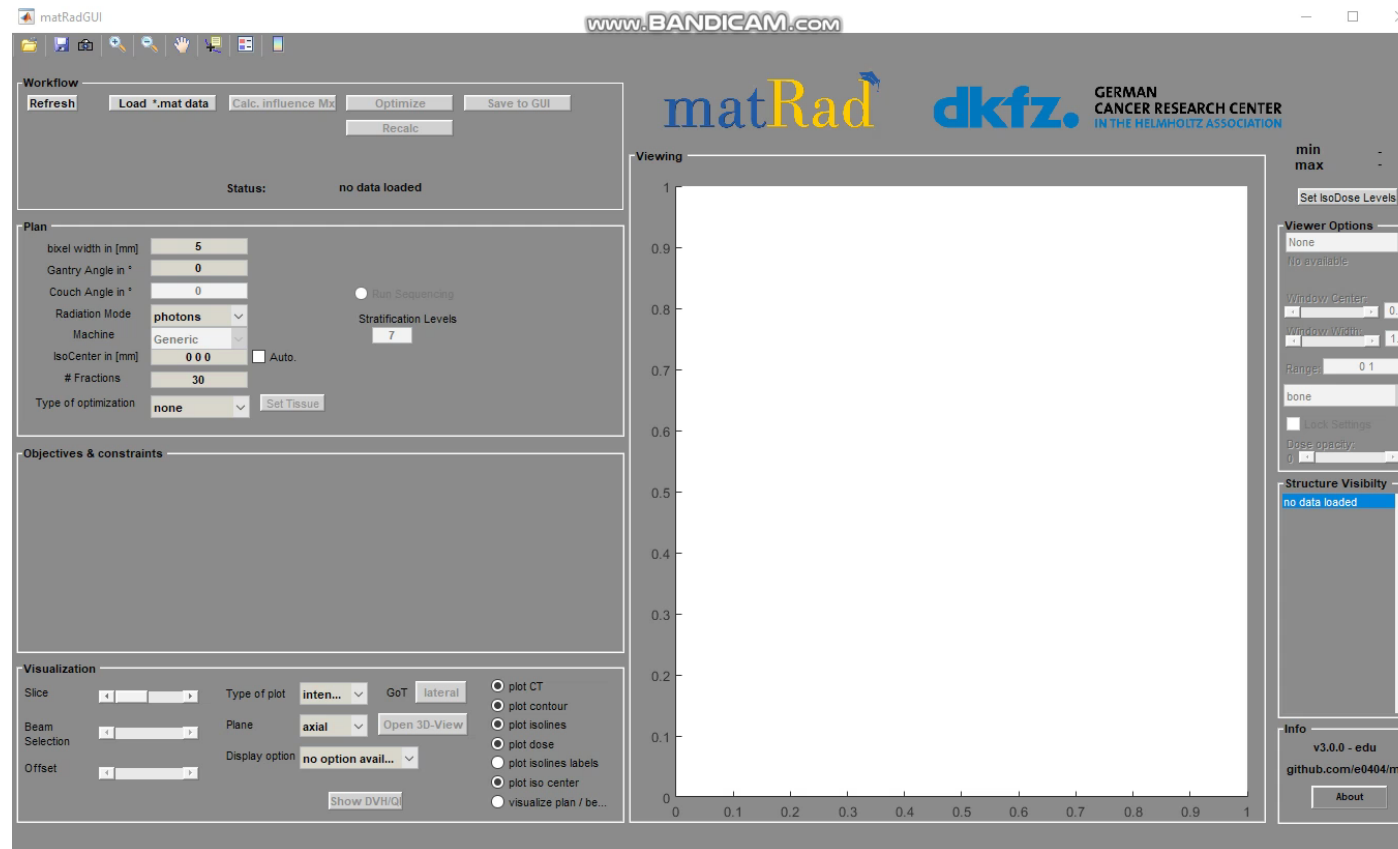
Ši nuotrauka, autorius: Nežinomas autorius, licencija: [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



U. LINZ, Physical and Biological Rationale for Using Ions in Therapy, *Radiother. Oncol.* 95, 3–22 (2010).

kalp? Užduotis – galvos ir kaklo planavimo atvejis!

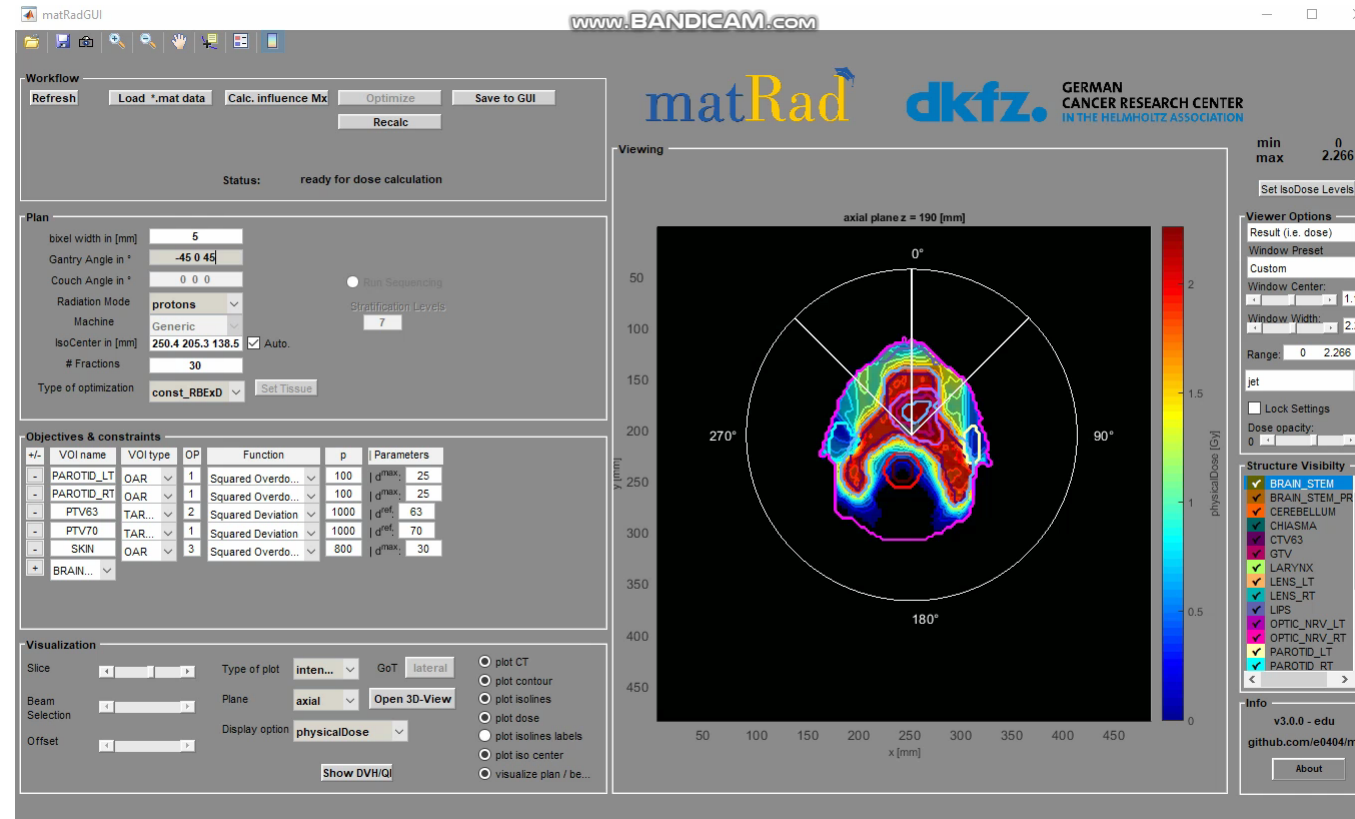
- Apšvitos protonais spindulinio gydymo planavimas galvos ir kaklo pacientui:
1 atvejis: naudojama apšvitos laukų geometrija (-45° , 0° , 45°).



kalp? Užduotis – galvos ir kaklo planavimo atvejis!

- Apšvitos protonais spindulinio gydymo planavimas galvos ir kaklo pacientui:

2 atvejis: naudojama apšvitos laukų geometrija (90°, 180°, 270°).



kalp? Užduotis – galvos ir kaklo planavimo atvejis!

- Apšvitos protonais spindulinio gydymo planavimas galvos ir kaklo pacientui:
3 atvejis: naudojamas rankinis izocentro keitimas (260, 220, 150).

Workflow

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

Status: ready for dose calculation

Plan

box width in [mm] 5
Gantry Angle in ° -45 0 45
Couch Angle in ° 0 0 0
Radiation Mode protons
Machine Generic
IsoCenter in [mm] 250.4 205.3 138.5 Auto.
Fractions 30
Type of optimization const_RBExD

1. Pakeičiame apšvitos laukų parametrus

Objectives & constraints

+/-	VOI name	VOI type	OP	Function	p	Parameters
-	PAROTID_LT	OAR	1	Squared Overdo...	100	d _{max} : 25
-	PAROTID_RT	OAR	1	Squared Overdo...	100	d _{max} : 25
-	PTV63	TAR...	2	Squared Deviation	1000	d _{ref} : 63
-	PTV70	TAR...	1	Squared Deviation	1000	d _{ref} : 70
-	SKIN	OAR	3	Squared Overdo...	800	d _{max} : 30
+	BRAIN...					

Visualization

Slice Type of plot inten... GoT lateral plot CT plot contour plot isolines plot dose plot isolines labels plot iso center visualize plan / be...

Beam Selection Plane axial Open 3D-View

Offset Display option no option avail...

Viewing

axial plane z = 140 [mm]

min -1024
max 3071

Viewer Options

CT (HU)
Window Preset Custom
Window Center: 1.02
Window Width: 4.1e
Range: -1024 3071
bone
 Lock Settings
Dose opacity: 1

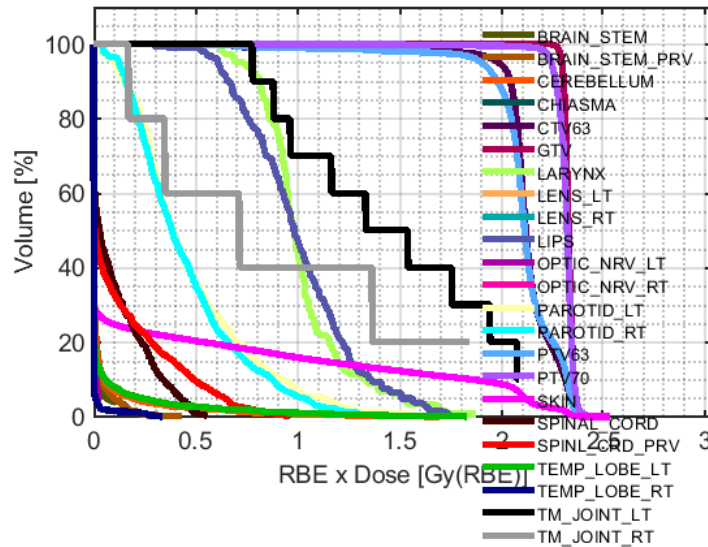
Structure Visibility

- BRAIN_STEM
- BRAIN_STEM_PR
- CEREBELLUM
- CHIASMA
- CTV63
- GTV
- LARYNX
- LENS_LT
- LENS_RT
- LIPS
- OPTIC_NRV_LT
- OPTIC_NRV_RT
- PAROTID_LT
- PAROTID_RT

Info

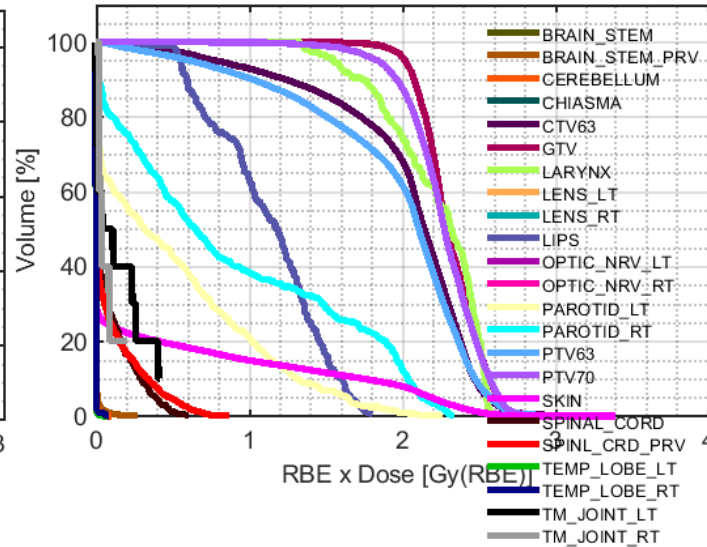
v3.0.0 - edu
github.com/e0404/mat

kiEk ir koDél? Aptarimas



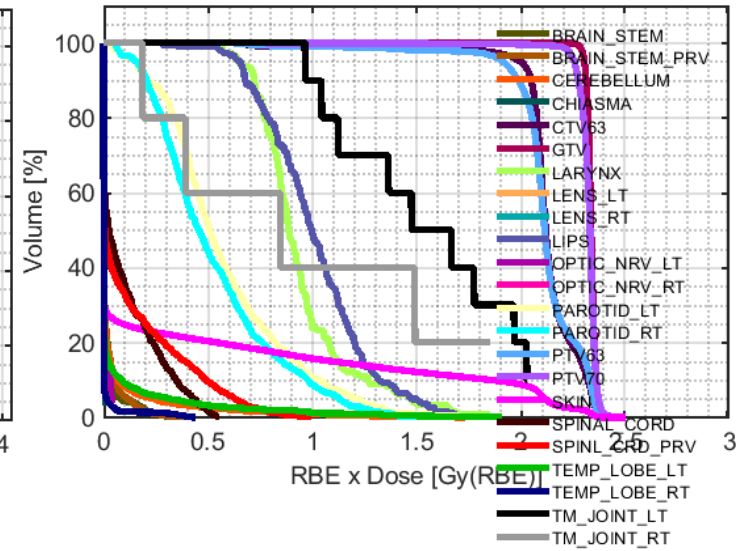
	max	min	mean	std
BRAIN_STEM	0.3170	0	0.0129	0.0385
BRAIN_STEM_PRV	0.4313	0	0.0158	0.0432
CEREBELLUM	1.6981	0	0.0364	0.1509
CHIASMA	0.0073	0	8.2292e-04	0.0017
CTV63	2.5314	0.5659	2.1253	0.1847
GTV	2.4883	2.2034	2.3294	0.0217
LARYNX	1.8731	0.6194	1.0258	0.2243
LENS_LT	0	0	0	0
LENS_RT	0	0	0	0
LIPS	1.7514	0.2939	1.0053	0.2744
OPTIC_NRV_LT	0.0217	0	0.0024	0.0063
OPTIC_NRV_RT	3.0268e-04	0	2.1849e-05	7.1181e-05
PAROTID_LT	1.7289	0.0048	0.4741	0.3070
PAROTID_RT	1.4413	0.0404	0.4521	0.2776
PTV63	2.5314	0.3749	2.1107	0.2064
PTV70	2.5314	0.7591	2.3130	0.0740

1 atvejis



	max	min	mean	std
BRAIN_STEM	0.0865	0	0.0014	0.0071
BRAIN_STEM_PRV	0.2768	0	0.0029	0.0163
CEREBELLUM	0.1057	0	6.4096e-04	0.0043
CHIASMA	0	0	0	0
CTV63	3.3915	0.0440	2.0090	0.5205
GTV	2.8363	1.4315	2.3106	0.1916
LARYNX	2.5875	1.3372	2.2132	0.3258
LENS_LT	0	0	0	0
LENS_RT	0	0	0	0
LIPS	1.8043	0.2318	1.1254	0.3630
OPTIC_NRV_LT	0	0	0	0
OPTIC_NRV_RT	0	0	0	0
PAROTID_LT	2.2666	0	0.5119	0.5501
PAROTID_RT	2.3429	0	0.8955	0.7697
PTV63	3.3915	0.0102	1.9281	0.5857
PTV70	2.8798	0.6427	2.2656	0.2538

2 atvejis



	max	min	mean	std
BRAIN_STEM	0.3347	0	0.0159	0.0454
BRAIN_STEM_PRV	0.4187	0	0.0182	0.0469
CEREBELLUM	1.7368	0	0.0424	0.1642
CHIASMA	0.0136	0	0.0019	0.0037
CTV63	2.5011	0.5612	2.1283	0.1846
GTV	2.4529	2.1937	2.3368	0.0210
LARYNX	1.8525	0.5421	0.9442	0.2368
LENS_LT	0	0	0	0
LENS_RT	0	0	0	0
LIPS	1.6898	0.2812	1.0104	0.2529
OPTIC_NRV_LT	0.0411	0	0.0049	0.0121
OPTIC_NRV_RT	0.0015	0	9.1243e-05	2.6712e-04
PAROTID_LT	1.7191	0.0103	0.5791	0.3139
PAROTID_RT	1.5223	0.0574	0.5261	0.2971
PTV63	2.5011	0.4787	2.1158	0.2006
PTV70	2.5011	0.7597	2.3212	0.0717

3 atvejis



Kepenų vėžio, apšvitos **fotonais** spindulinio gydymo planavimas, pacientui.

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

Status: ready for dose calculation

Plan:

bixel width in [mm] 5
 Gantry Angle in ° 0 270 180
 Couch Angle in ° 0 0 0
 Radiation Mode carbon
 Machine Generic
 IsoCenter in [mm] 265.8 296.7 316.4 [x] Auto.
 # Fractions 30
 Type of optimization LEMIV_RBExD Set Tissue

Objectives & constraints

VOI name	VOI type	OP	Function	p	Parameters
Skin	OAR	2	Squared Overdosing	300	d ^{max} : 25
PTV	TAR	1	Squared Deviation	1000	d ^{ref} : 45
GTV					

Visualization: Slice Selection Beam Selection Offset Type of plot intensity GoTo lateral Plane Selection axial Open 3D.View Display option Show DVH/QI

Viewing: matRad dkfz. GERMAN CANCER RESEARCH CENTER IN THE HELMHOLTZ ASSOCIATION

axial plane z = 325 [mm]

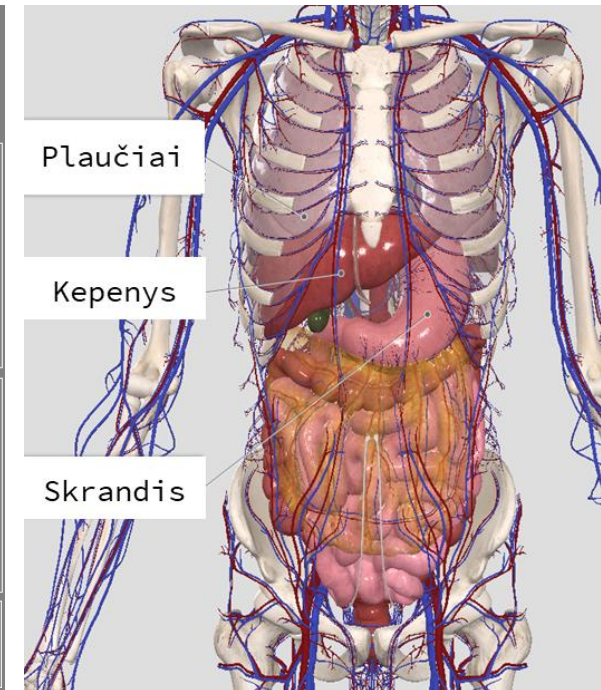
min -1024 max 1886.4

Set IsoDose Levels

Viewer Options: CT (HU) Window Preset Custom Window Center 431 Window Width 2.91e Range -1024 1886 bone Lock Settings Dose opacity 1

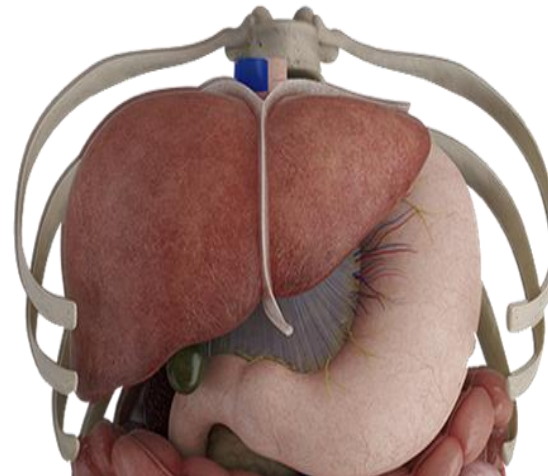
Structure Visibility: GTV Kidney R Kidney L Stomach SmallBowel LargeBowel Celiac SMA SMV Liver Heart SpinalCord DoseFallout duodenum GTV Skin PTV rmax4.5mm

Info: v3.0.0 - edu github.com/e0404/matRad About

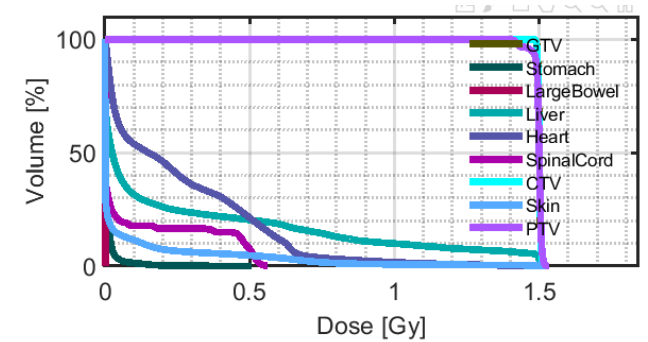
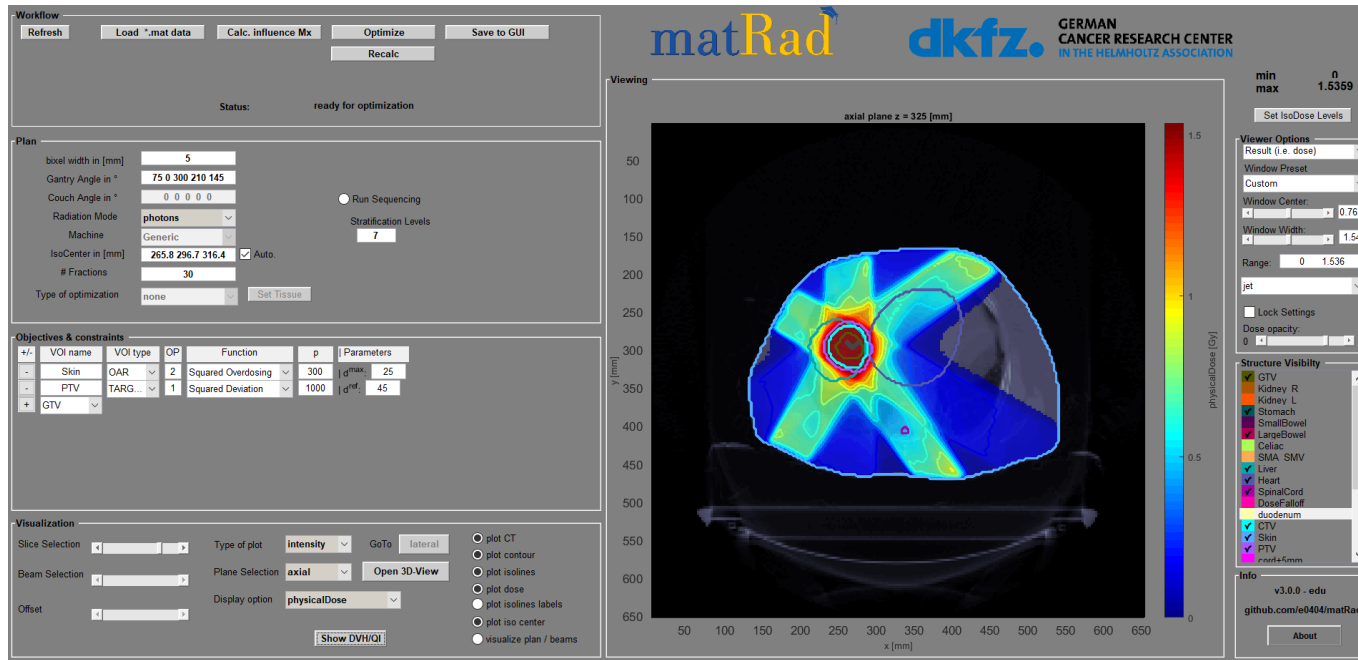


uždUotis

- Kepenų vėžio apšvitos **fotonais** spindulinio gydymo planavimas pacientui:
 - 1 atvejis:** naudojama apšvitos laukų geometrija, pvz., **75°, 0°, 300°, 210° ir 145°**.
 - 2 atvejis:** naudojama apšvitos laukų geometrija, pvz., **0°, 315°, 270°, 225° ir 180°**.
 - 3 ir 4 atvejai:** naudojama, apšvitos protonai ir anglies jonais, laukų geometrija, pvz., **0°, 270° ir 180°**.

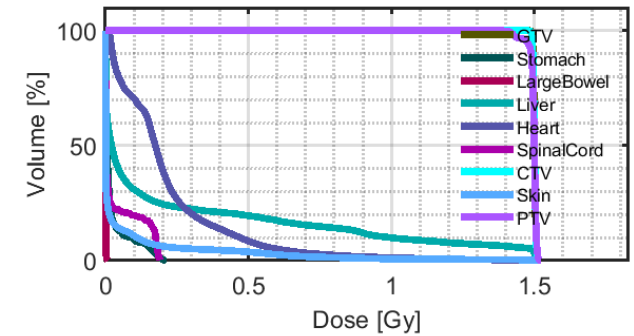
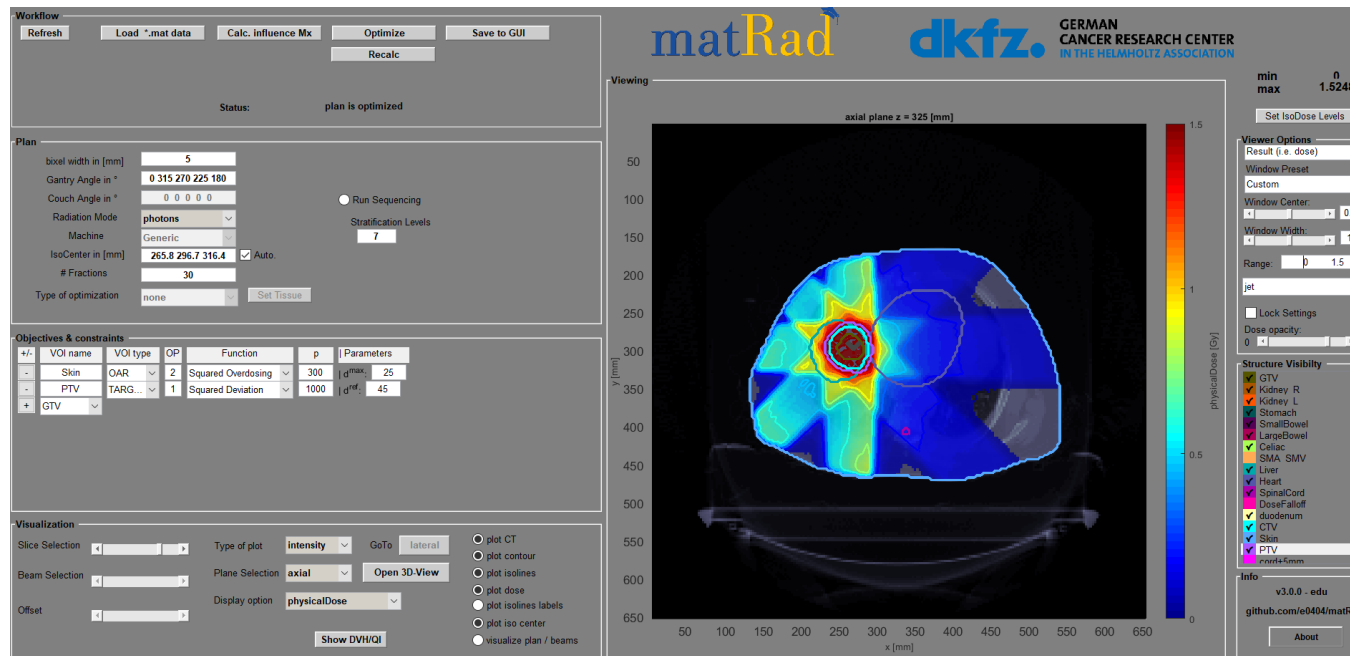


- Kepenų vėžio apšvitos **fotonais** spindulinio gydymo planavimas pacientui:
1 atvejis: naudojama apšvitos laukų geometrija, pvz., **75°, 0°, 300°, 210° ir 145°**.



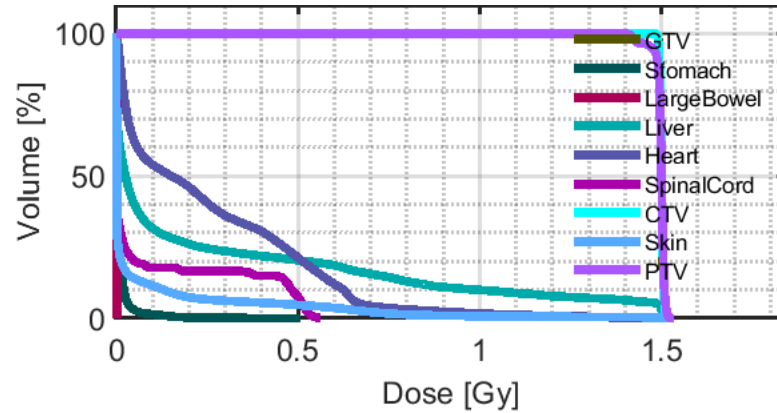
	max	min	mean	std
GTV	1.5155	1.4855	1.4999	0.0042
Stomach	0.5065	0	0.0086	0.0264
LargeBowel	0.0026	0	3.8862e-07	2.6201e-05
Liver	1.5359	0	0.2514	0.4404
Heart	1.5103	0	0.2533	0.2707
SpinalCord	0.5619	0	0.0872	0.1799
CTV	1.5208	1.4814	1.5002	0.0050
Skin	1.5359	0	0.0560	0.1850
PTV	1.5359	1.3905	1.4969	0.0164

- Kepenų vėžio apšvitos **fotonais** spindulinio gydymo planavimas pacientui:
2 atvejis: naudojama apšvitos laukų geometrija, pvz., **0°, 315°, 270°, 225° ir 180°**.

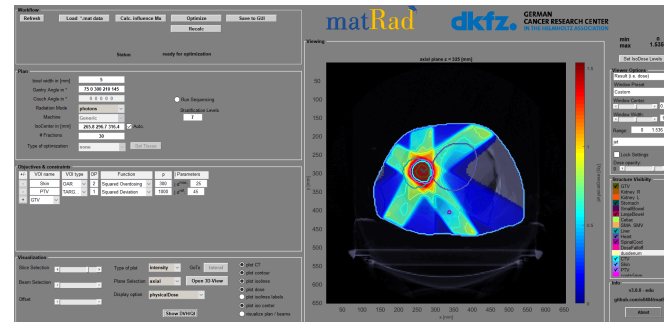


	max	min	mean	std
GTV	1.5144	1.4866	1.5002	0.0040
Stomach	0.2136	0	0.0232	0.0469
LargeBowel	0.0095	0	1.3123e-04	7.0910e-04
Liver	1.5248	0	0.2463	0.4419
Heart	1.5039	0.0084	0.2161	0.2072
SpinalCord	0.1922	0	0.0372	0.0672
CTV	1.5159	1.4842	1.5001	0.0047
Skin	1.5248	0	0.0499	0.1732
PTV	1.5248	1.3941	1.4965	0.0154

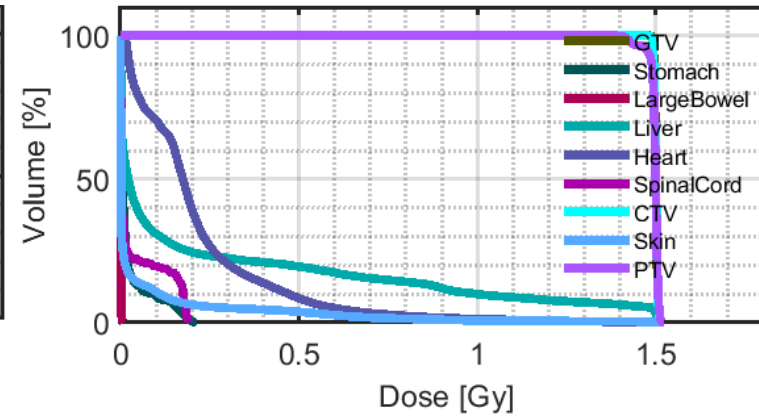
1 atvejis



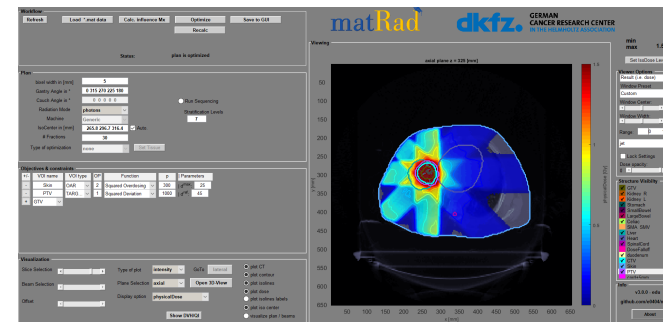
	max	min	mean	std
GTV	1.5155	1.4855	1.4999	0.0042
Stomach	0.5065	0	0.0086	0.0264
LargeBowel	0.0026	0	3.8862e-07	2.6201e-05
Liver	1.5359	0	0.2514	0.4404
Heart	1.5103	0	0.2533	0.2707
SpinalCord	0.5619	0	0.0872	0.1799
CTV	1.5208	1.4814	1.5002	0.0050
Skin	1.5359	0	0.0560	0.1850
PTV	1.5359	1.3905	1.4969	0.0164

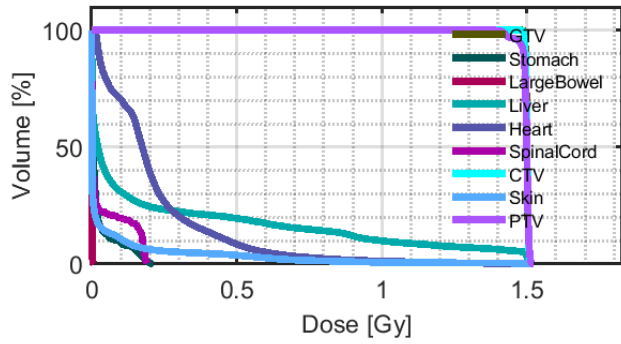


2 atvejis

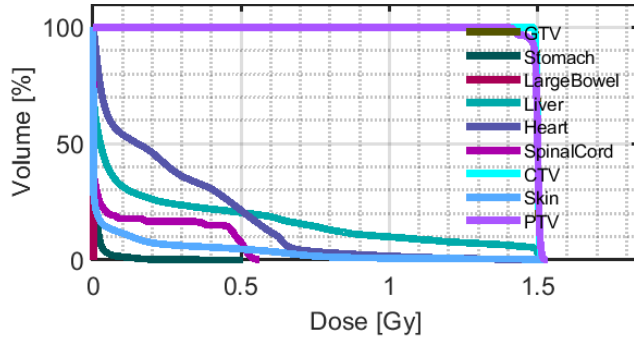


	max	min	mean	std
GTV	1.5144	1.4866	1.5002	0.0040
Stomach	0.2136	0	0.0232	0.0469
LargeBowel	0.0095	0	1.3123e-04	7.0910e-04
Liver	1.5248	0	0.2463	0.4419
Heart	1.5039	0.0084	0.2161	0.2072
SpinalCord	0.1922	0	0.0372	0.0672
CTV	1.5159	1.4842	1.5001	0.0047
Skin	1.5248	0	0.0499	0.1732
PTV	1.5248	1.3941	1.4965	0.0154

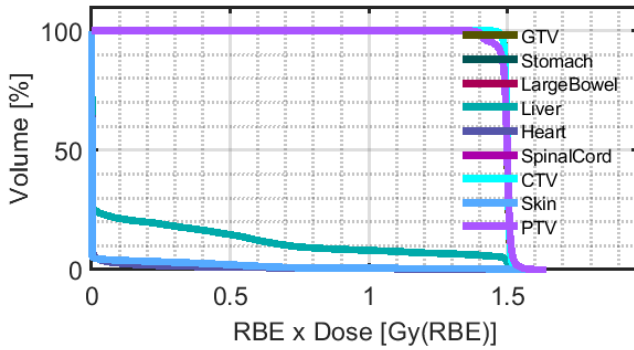




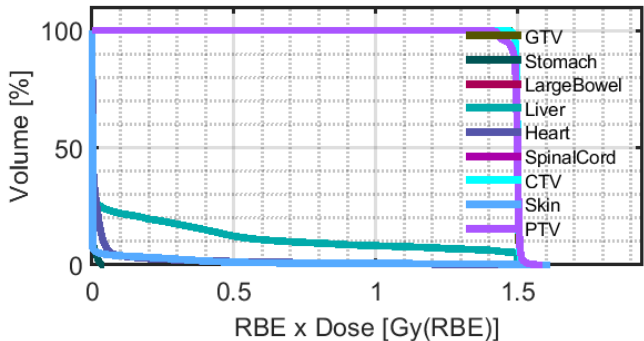
	max	min	mean	std
GTV	1.5144	1.4866	1.5002	0.0040
Stomach	0.2136	0	0.0232	0.0469
LargeBowel	0.0095	0	1.3123e-04	7.0910e-04
Liver	1.5248	0	0.2463	0.4419
Heart	1.5039	0.0084	0.2161	0.2072
SpinalCord	0.1922	0	0.0372	0.0672
CTV	1.5159	1.4842	1.5001	0.0047
Skin	1.5248	0	0.0499	0.1732
PTV	1.5248	1.3941	1.4965	0.0154



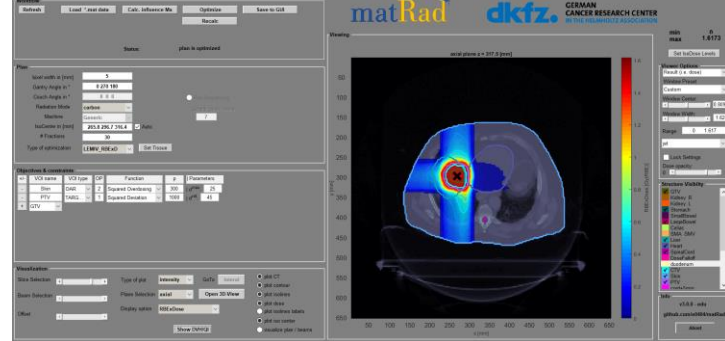
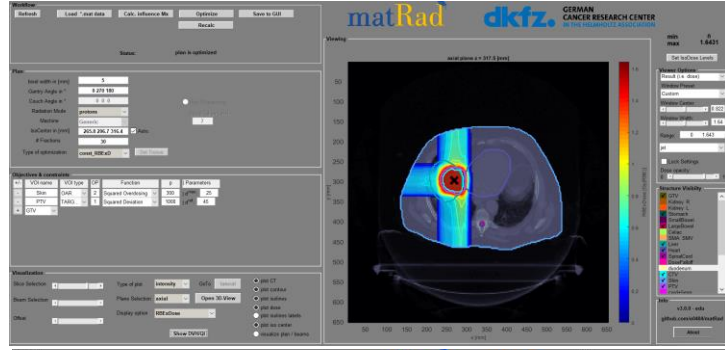
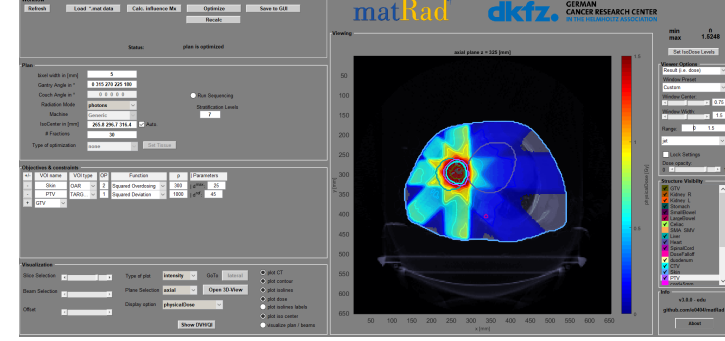
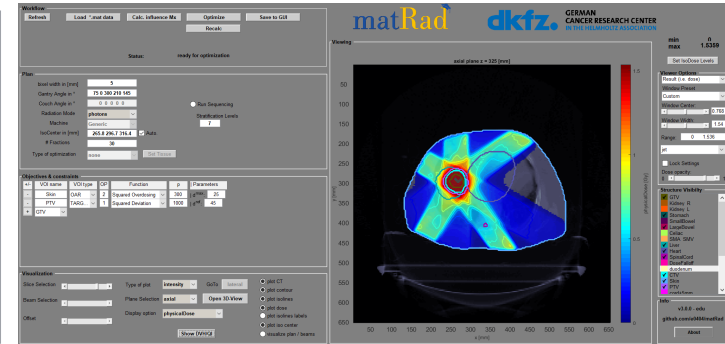
	max	min	mean	std
GTV	1.5155	1.4855	1.4999	0.0042
Stomach	0.5065	0	0.0086	0.0264
LargeBowel	0.0026	0	3.8862e-07	2.6201e-05
Liver	1.5359	0	0.2514	0.4404
Heart	1.5103	0	0.2533	0.2707
SpinalCord	0.5619	0	0.0872	0.1799
CTV	1.5208	1.4814	1.5002	0.0050
Skin	1.5359	0	0.0560	0.1850
PTV	1.5359	1.3905	1.4969	0.0164



	max	min	mean	std
GTV	1.5299	1.4388	1.4988	0.0088
Stomach	0	0	0	0
LargeBowel	0	0	0	0
Liver	1.5666	0	0.1812	0.4115
Heart	1.5057	0	0.0153	0.1090
SpinalCord	0	0	0	0
CTV	1.5666	1.4388	1.4993	0.0095
Skin	1.6431	0	0.0241	0.1399
PTV	1.6431	1.3536	1.4952	0.0243



	max	min	mean	std
GTV	1.5257	1.4689	1.4994	0.0050
Stomach	0.0432	0	0.0015	0.0052
LargeBowel	0	0	0	0
Liver	1.5531	0	0.1772	0.4093
Heart	1.5103	0	0.0290	0.1271
SpinalCord	0	0	0	0
CTV	1.5453	1.4605	1.4999	0.0058
Skin	1.6173	0	0.0211	0.1303
PTV	1.5865	1.3762	1.4966	0.0166



Dėkoju!



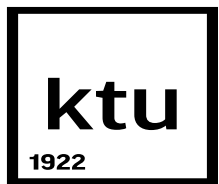
Medicinos fizikė dr. Jurgita Laurikaitienė

jurgita.laurikaitiene@ktu.lt

jurgita@medicinosfizika.lt



Praktinis užsiėmimas: „Suplanuok spindulinį gydymą „matRad“ planavimo sistema vėžiu sergančiam pacientui! “



Medicinos fizikos ekspertė
radioterapijoje
Doc. dr. Jurgita Laurikaitienė



HOSPITAL OF LITHUANIAN
UNIVERSITY OF HEALTH SCIENCES
**KAUNO
KLINIKOS**