



Čo dokáže IMPT

Zámečník L., Navrátil M., Vondráček V., Šťastná S., Máca P., Dziedzicová V.,
Poulová Z., Šindelář D., Vilimovský J., Andrlík M., Grillová T., Badraoui Čuprová K.,
Michaelidesová A.,

PTC Praha

www.ptc.cz

lubomir.zamecnik@ptc.cz

V. konferencia klinických fyzikov, Košice, 26.-27.9.2013

PROTON
THERAPY
CENTER



Protónová terapia

Rádovo náročnejšia technológia

- Fixed beam.....Gantry
- Rozptýlený zväzok.....Pencil beam
- Adoptovanie IGRT technológií



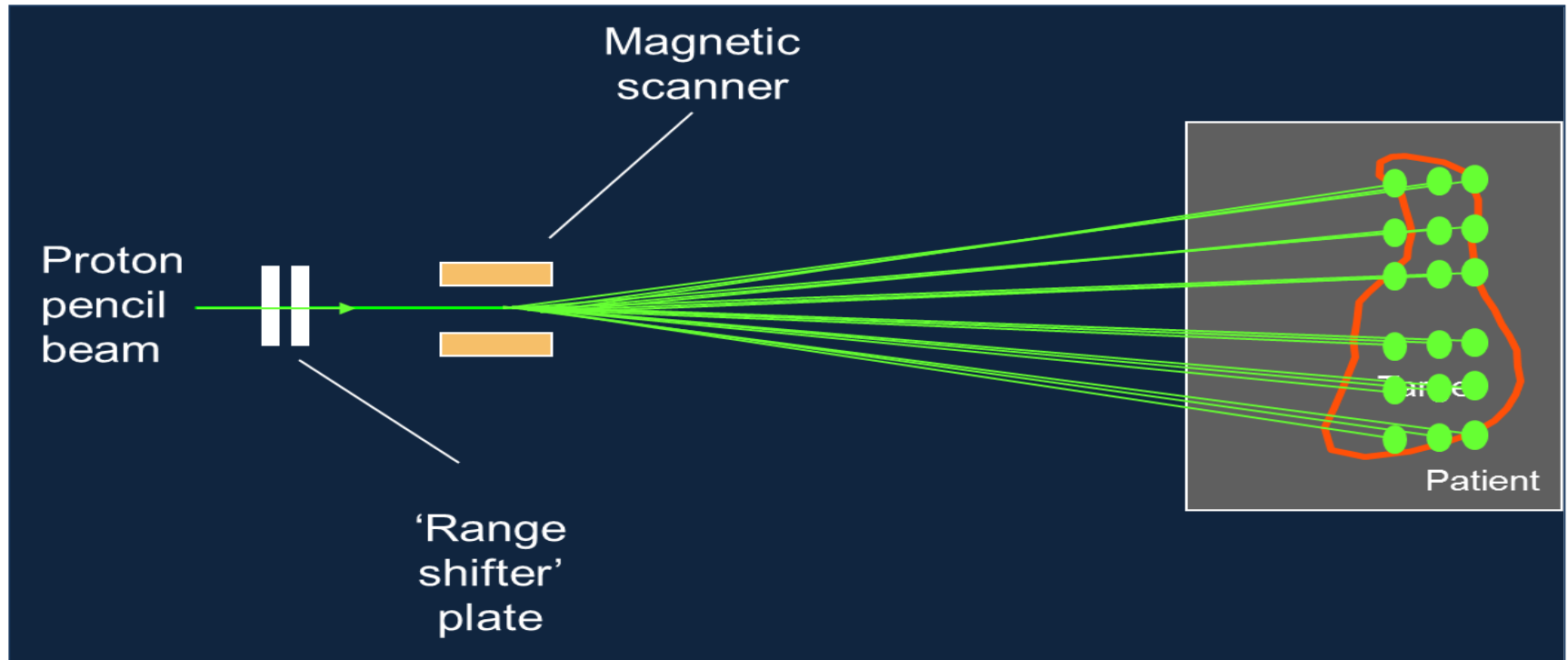
Súčasný stav – fyzikálne výhody protónového zväzku + všetky technologické úspechy fotónovej rádioterapie (IMRT, IGRT, gating)

Eskalácia dávky
Akcelerované režimy
Zníženie toxicity

PROTON
THERAPY
CENTER



Modelácia PBS



- **pencil beam scanning**



Pencil beam scanning

- **Výhody:**
 - IMPT (SIB, šetrenie orgánov uprostred PTV)
 - Menšia záťaž tkanív pred ložiskom
 - Nie sú potrebné kompenzátory
 - Menej neutrónov
- **Nevýhody:**
 - Komplikovanejší systém
 - Pohyby orgánov





Gantry, robotický stôl



- Analógia s fotónovou RT
- Priemer 10 m
- Robotický stôl



Lokalizácia cieľových objemov

- Prudký spád dávky
- Pohyb orgánov v kombinácii s pencil beam
- Nebezpečie poddávkovania ložiska !



Maximalizácia informácií pre plánovanie terapie
(4D-CT, NMR, PET-CT)



Proton Therapy Center

- Technológie pre dosiahnutie kvalitnej dávkovej distribúcie (IMPT)
- Technológie pre presnú lokalizáciu cieľových objemov
- Technológie pre zameranie cieľa (IGRT)

Maximalizácia výhod protónovej terapie



Technológia PTC – IGRT

- Ortogonálne kV projekcie (výhľadovo cone-beam)
- Respiratory gating (Dyn'R)
- Video-based Patient Positioning System (VisionRT®)



PROTON
THERAPY
CENTER

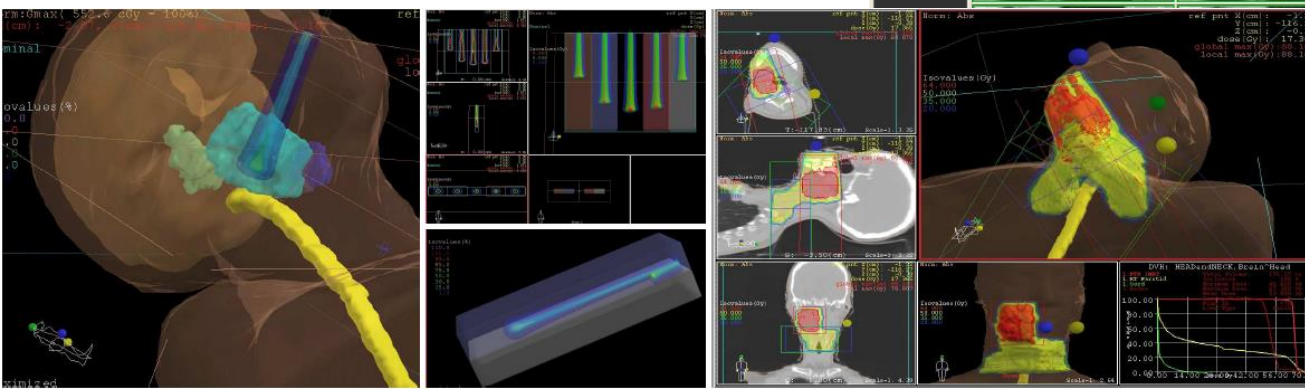
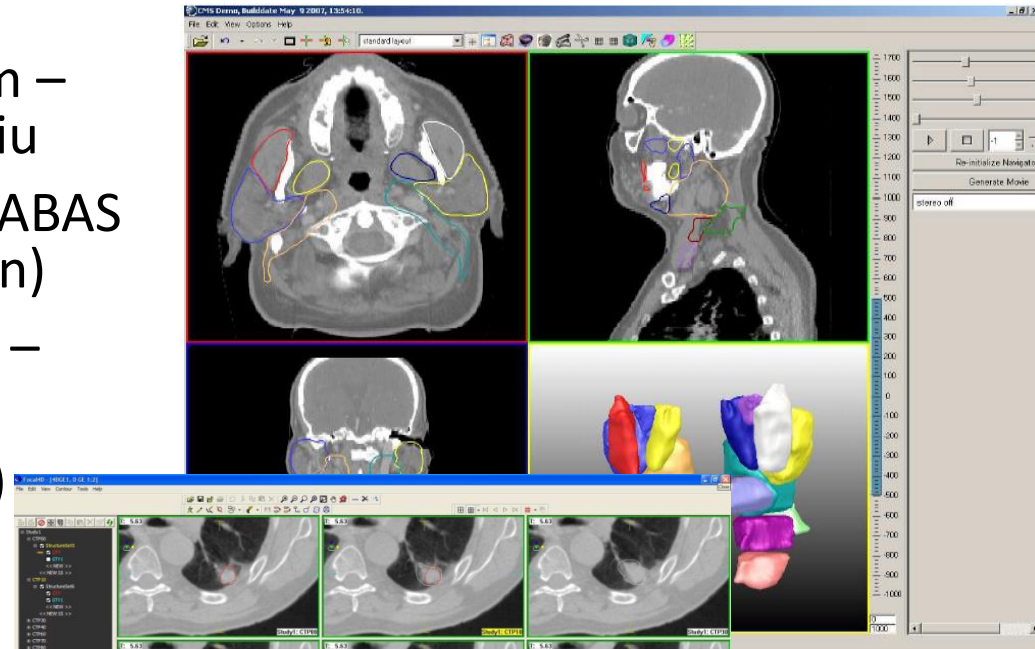


TPS XiO 4

- TPS – Treatment planning system – Plánovací systém pre rádioterapiu
- Pokročilé funkcie kontúrovania (ABAS – Atlas Based Auto-Segmentation)
- Práce s pohyblivými štruktúrami – Focal 4D
- Rescanning (spot, vrstva, objem)

$$\Delta D/D \propto 1/\sqrt{n},$$

kde n = počet skenů



PROTON
THERAPY
CENTER



Indikácie protónovej terapie

Štandardné indikácie protónovej terapie

- Indikácie používané v iných protónových centrách
- Indikácie doporučované odbornými spoločnosťami (PTCOG)
- Indikácie schválené odbornou radou PTC

- Nádory, u ktorých protónová rádioterapia znižuje toxicitu
- Nádory, u ktorých protónová terapia umožňuje dávkovú eskaláciu



Indikácie protónovej terapie

- Nádory detí
- Mozgové nádory (low grade gliómy, meningeómy, nádory hypofýzy, nádory bázy lebečnej)
- Nádory ORL oblasti (paranasálne dutiny, nasopharyngx, tumory parotis, koreň jazyka)
- Ochorenie oka (melanóm, makulárna degenerácia)
- Karcinóm pľúc
- Karcinóm pažeráku, slinivky brušnej, hepatocelulárny karcinóm
- Karcinóm prostaty



Pacient č.1

Tumor pravého oka – embryonálny rhabdomyosarkóm

10/2012 – probatórna excízia tumoru

- 4 cykly CHT (IVA) podľa protokolu EPSSG RMS 2005, skupina SR, podskupina C
- pravostranná konjunktiválna orbitotómia
- 2 cykly CHT (VA) podľa protokolu EPSSG RMS 2005, skupina SR, podskupina C

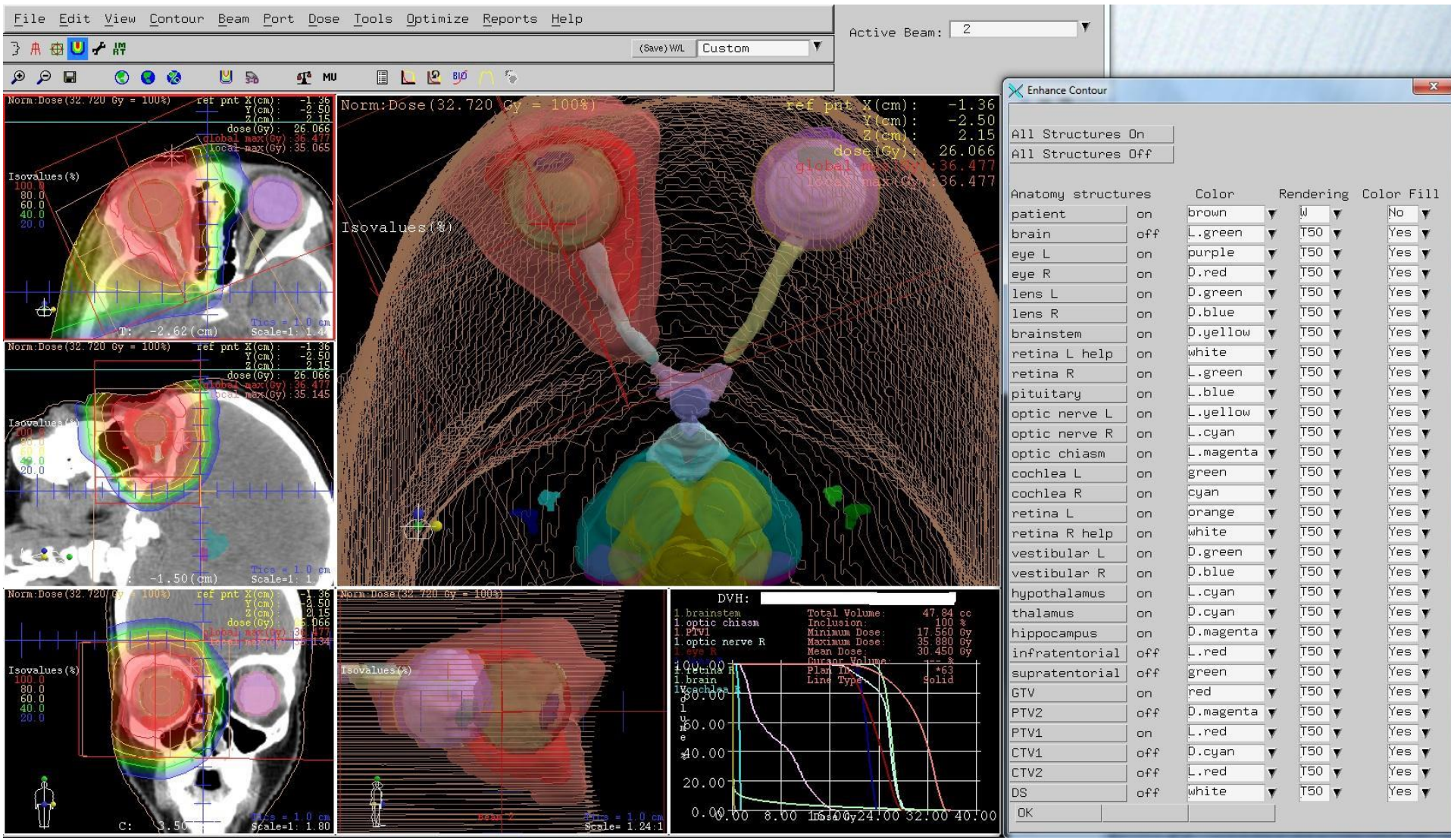
Protónová terapia:

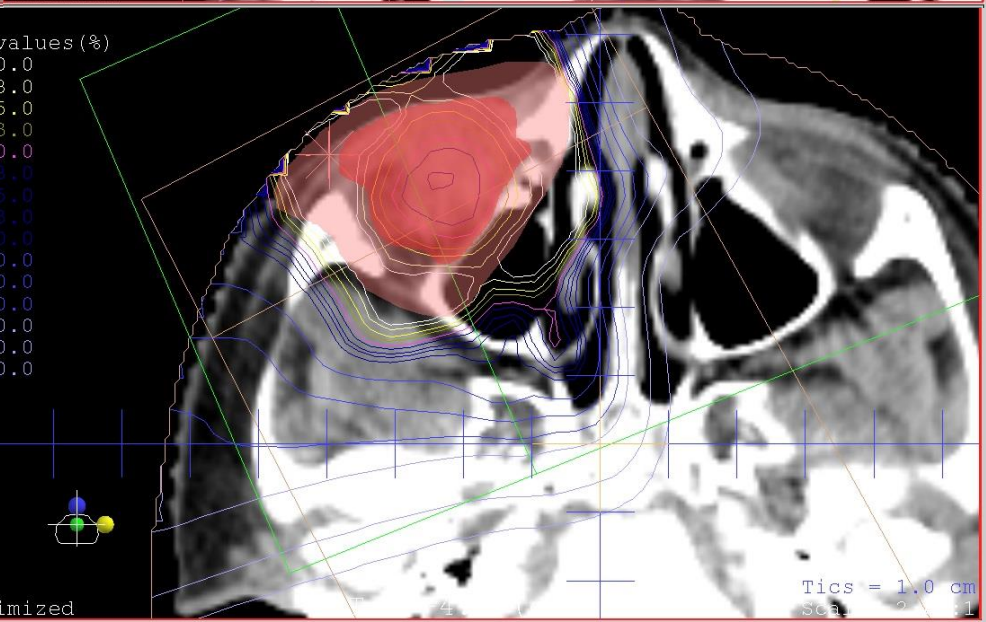
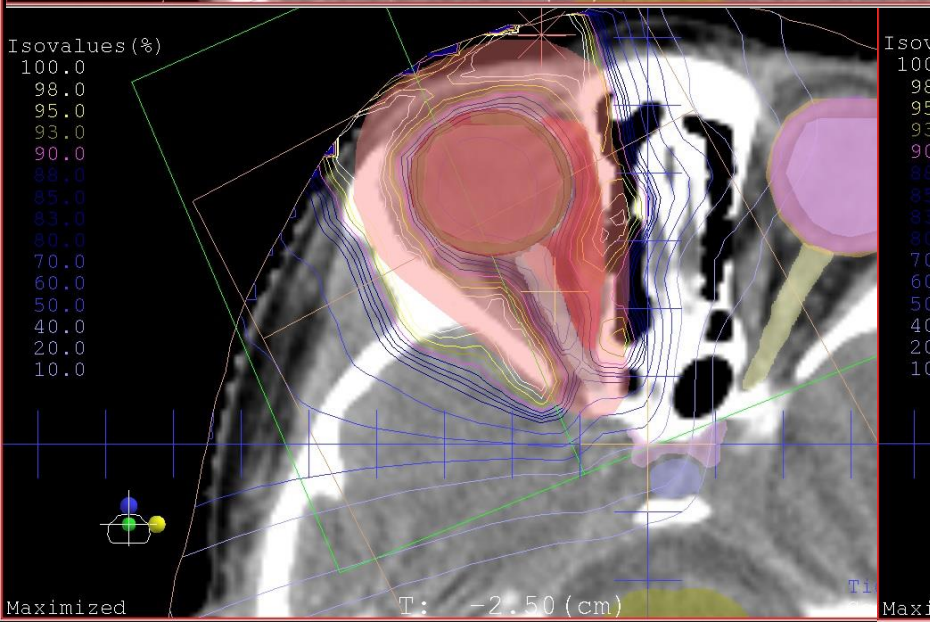
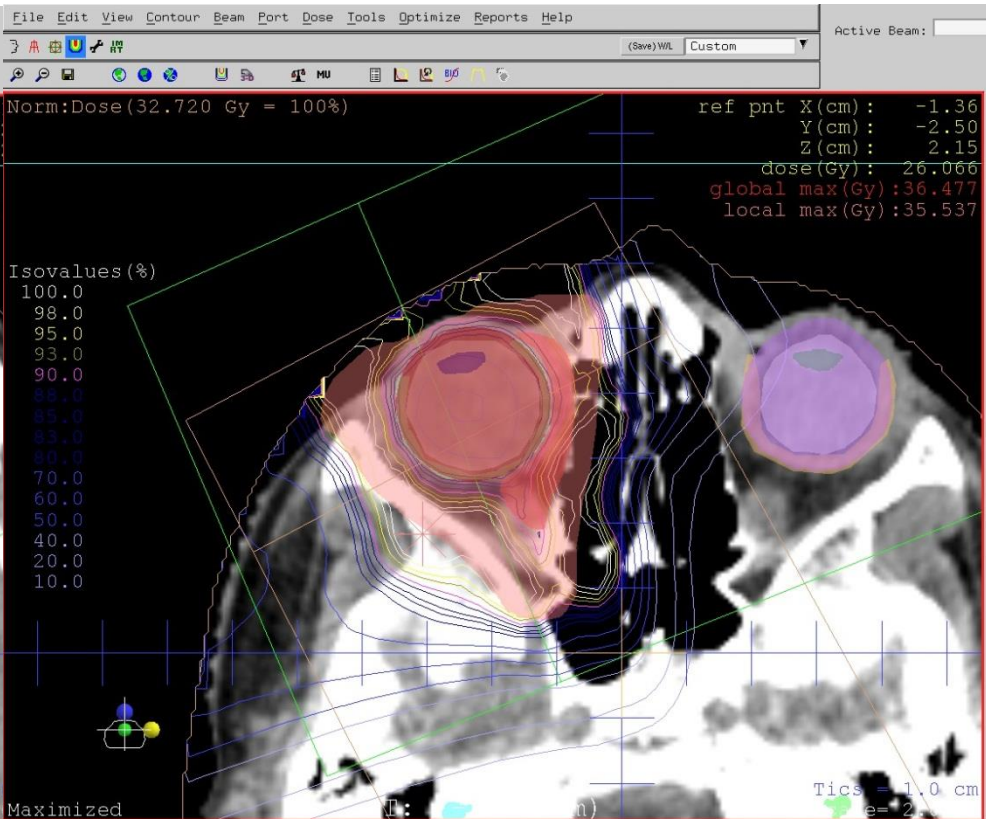
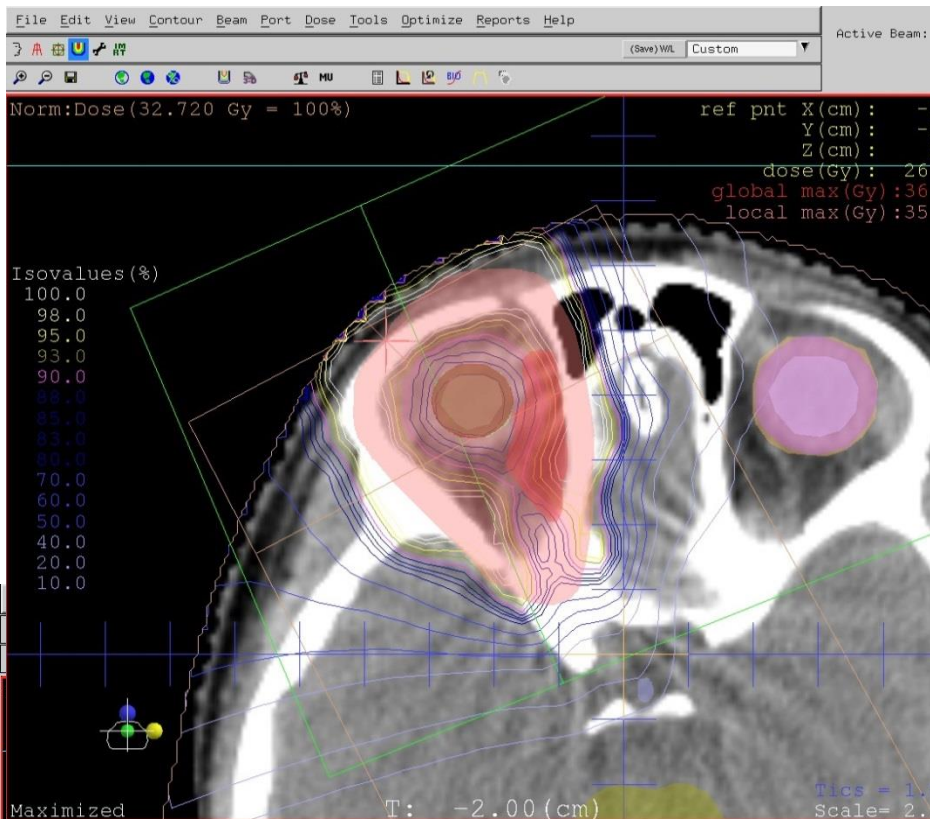
CTD 45 CGE / 1,8 CGE / 25fr.

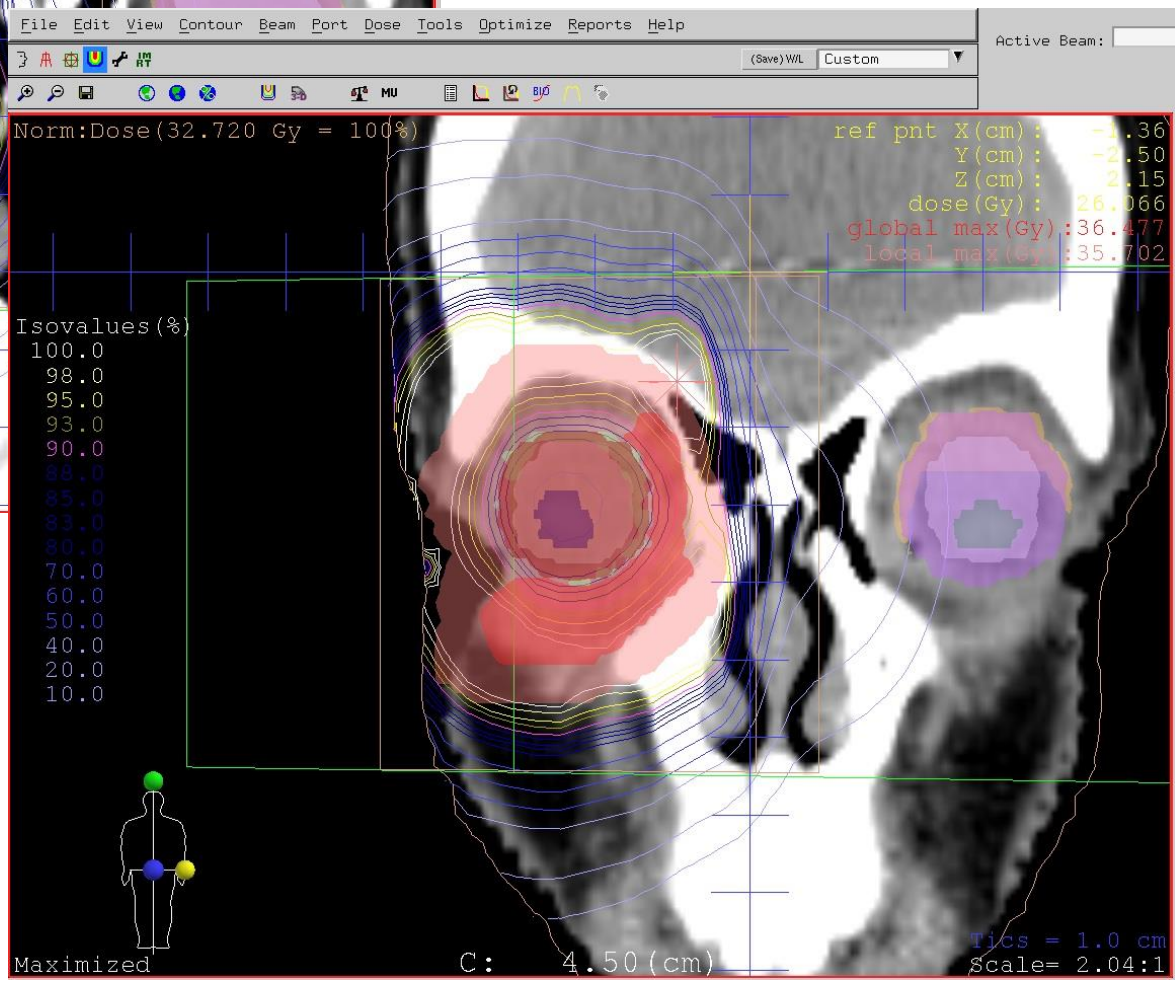
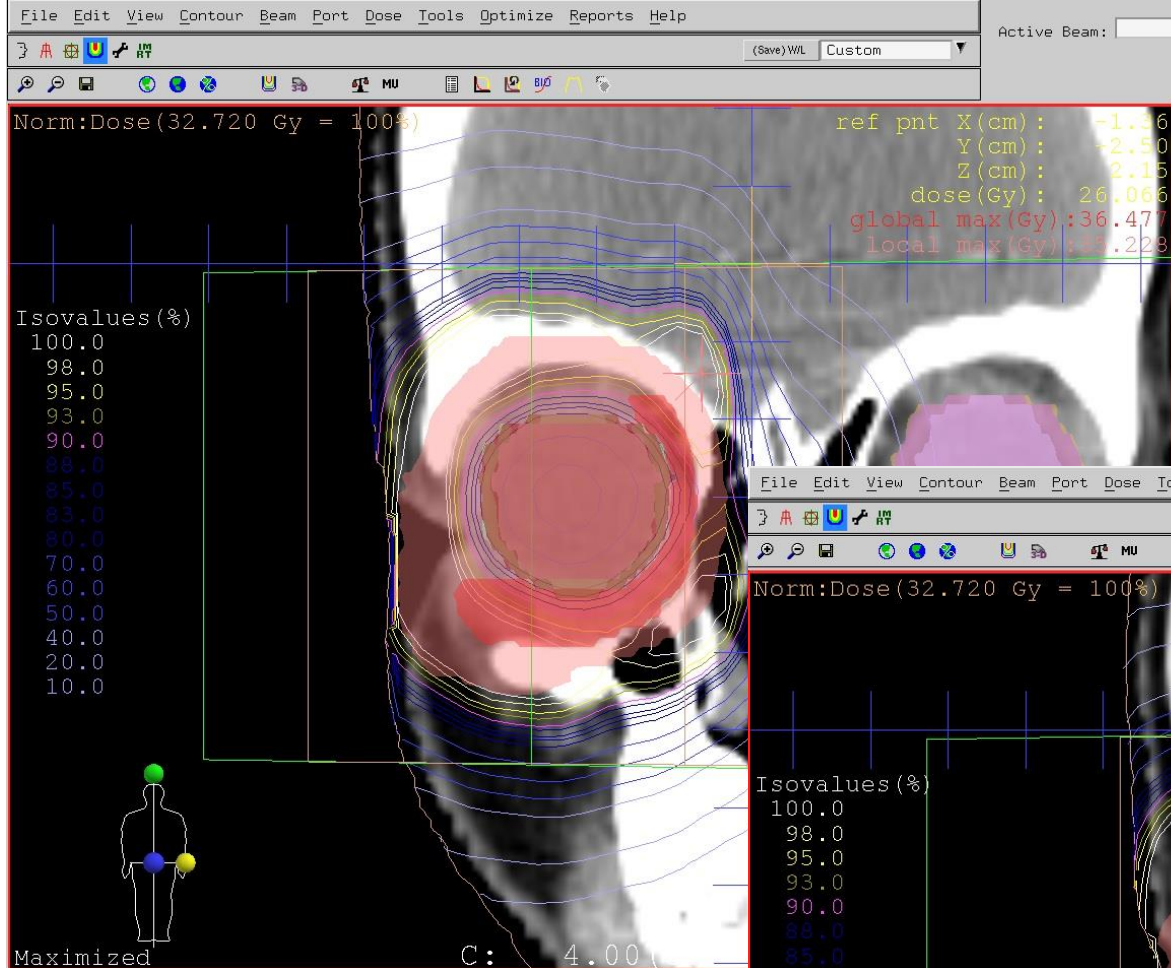


Pacient č.1 – nádor pr. oka

20 fr / 1,64Gy / 1,8 GGE



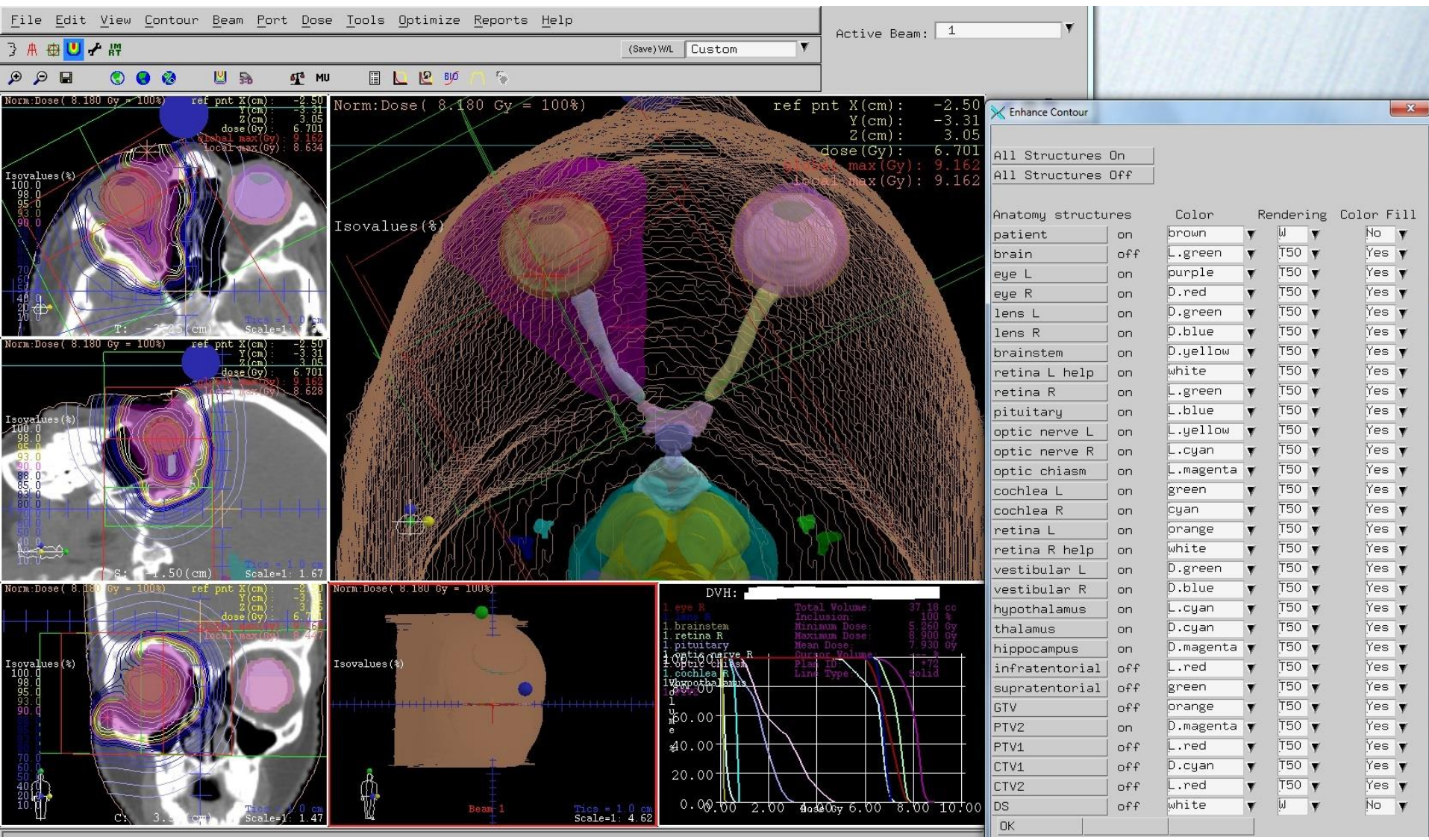


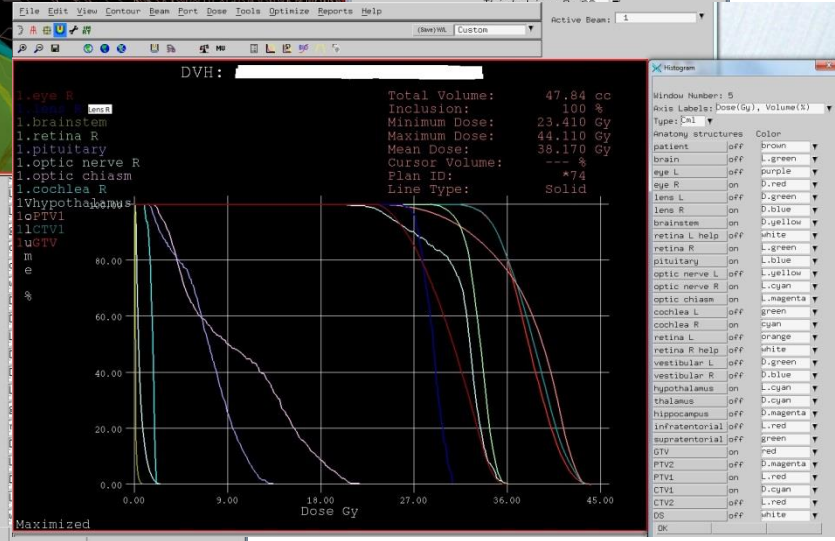
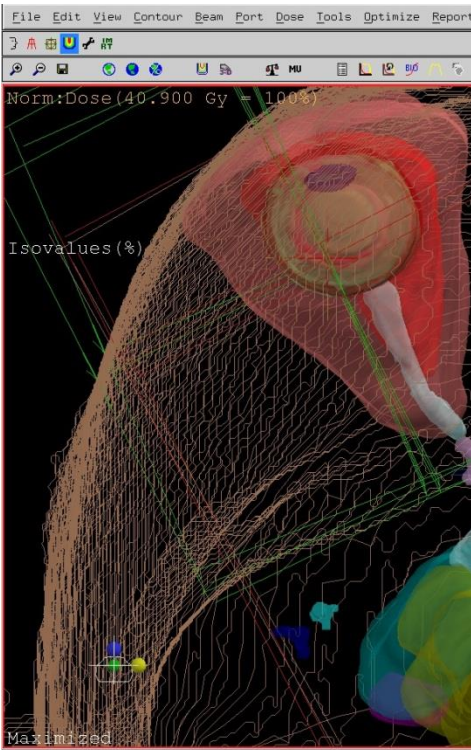




Pacient č.1 – boost v mediálnej časti

5 fr / 1,64Gy / 1,8 GGE







Pacient č.2

Vysoko malígny nediferencovaný karcinóm horných ciest dýchacích:

- ethmoidálne dutiny bilaterálne, nosné dutiny bilat., rhinobaze, amauroza P oka, exophthalmus axialis l.utrq, edem papily l.dx.
- primárne inoperabilný st. T4aN0M0 dg. 12/2012
- neoadjuvantná CHT v kombinácii TPF-celkom 3 cykly (1.-3./2013)

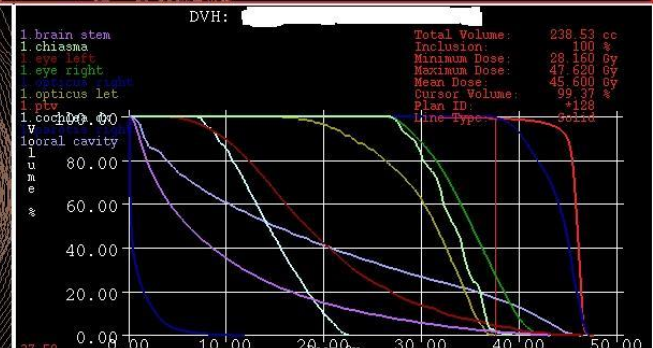
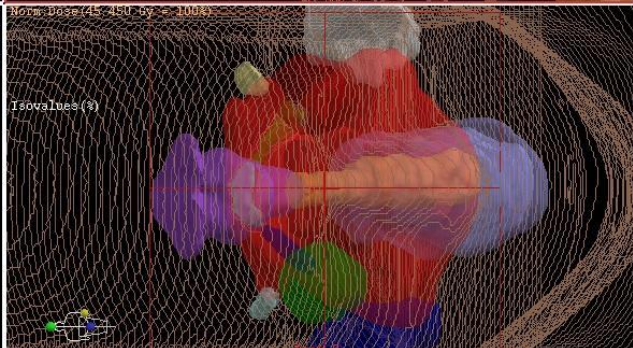
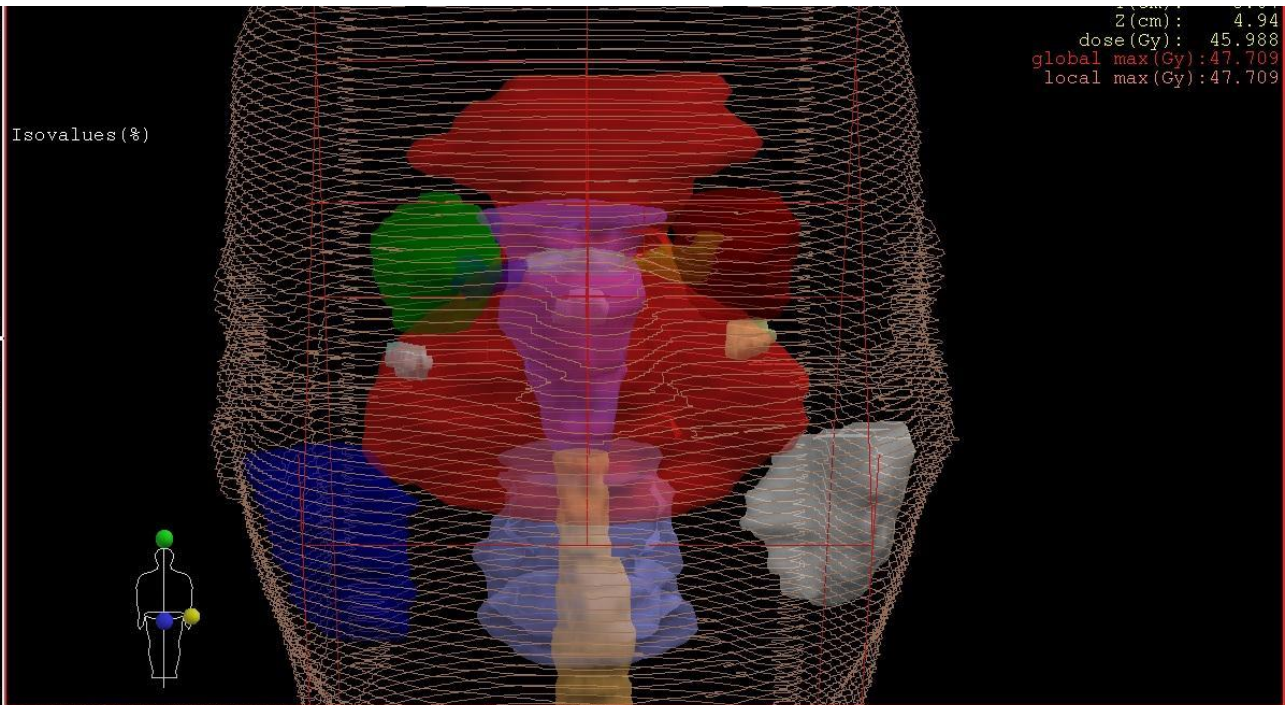
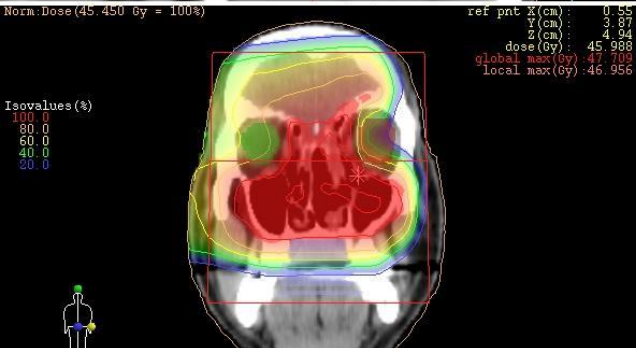
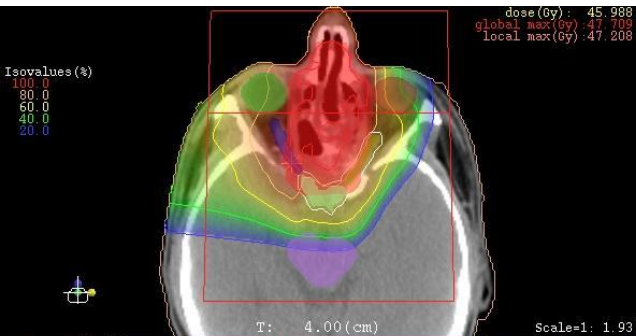
Protónová terapia:

74 CGE / 2 CGE / 37 fr.



Pacient č.2 – dutiny

25 fr / 1,82 Gy / 2,0 CGE

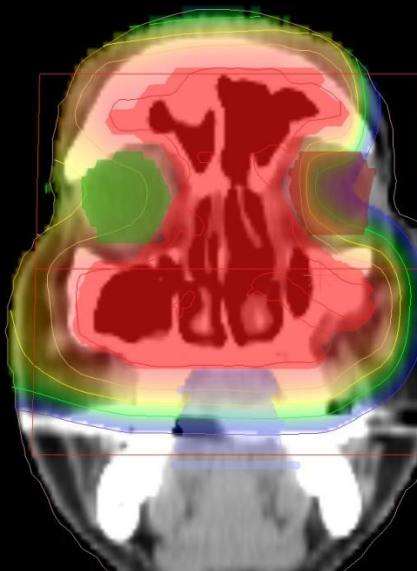


Norm:Dose(45.450 Gy = 100%)

ref pnt X(cm): 0.55
Y(cm): 3.87
Z(cm): 4.94
dose(Gy): 45.988
global max(Gy): 47.709
local max(Gy): 47.286

Isovalues(%)

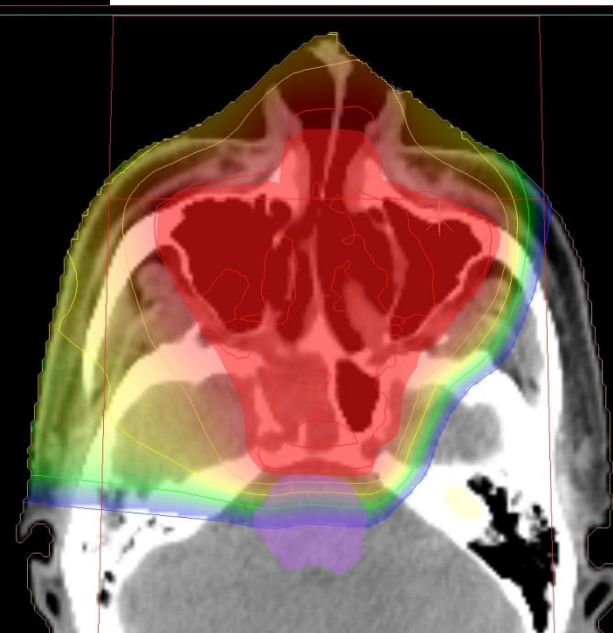
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0



Norm:Dose(45.450 Gy = 100%)

Isovalues(%)

100.0
80.0
60.0
40.0
20.0

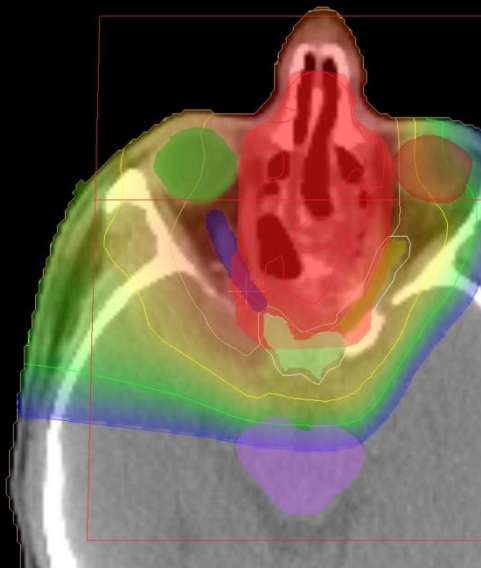


ref pnt X(cm): 0.55
Y(cm): 3.87
Z(cm): 4.94
dose(Gy): 45.988
global max(Gy): 47.709
local max(Gy): 46.729

Norm:Dose(45.450 Gy = 100%)

Isovalues(%)

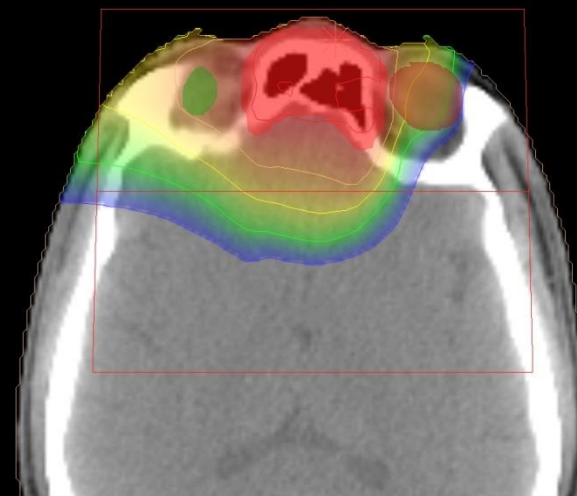
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0



Norm:Dose(45.450 Gy = 100%)

Isovalues(%)

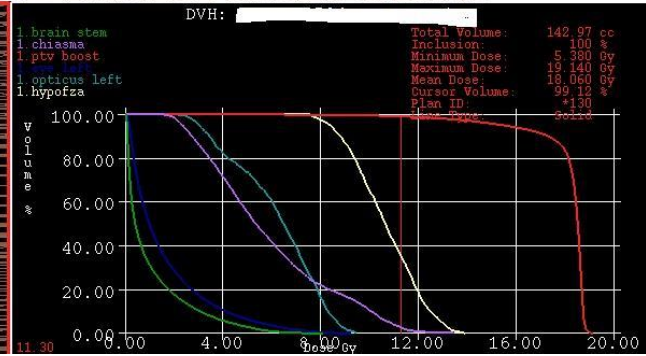
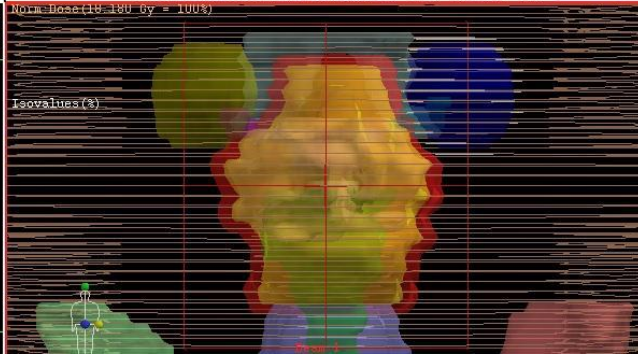
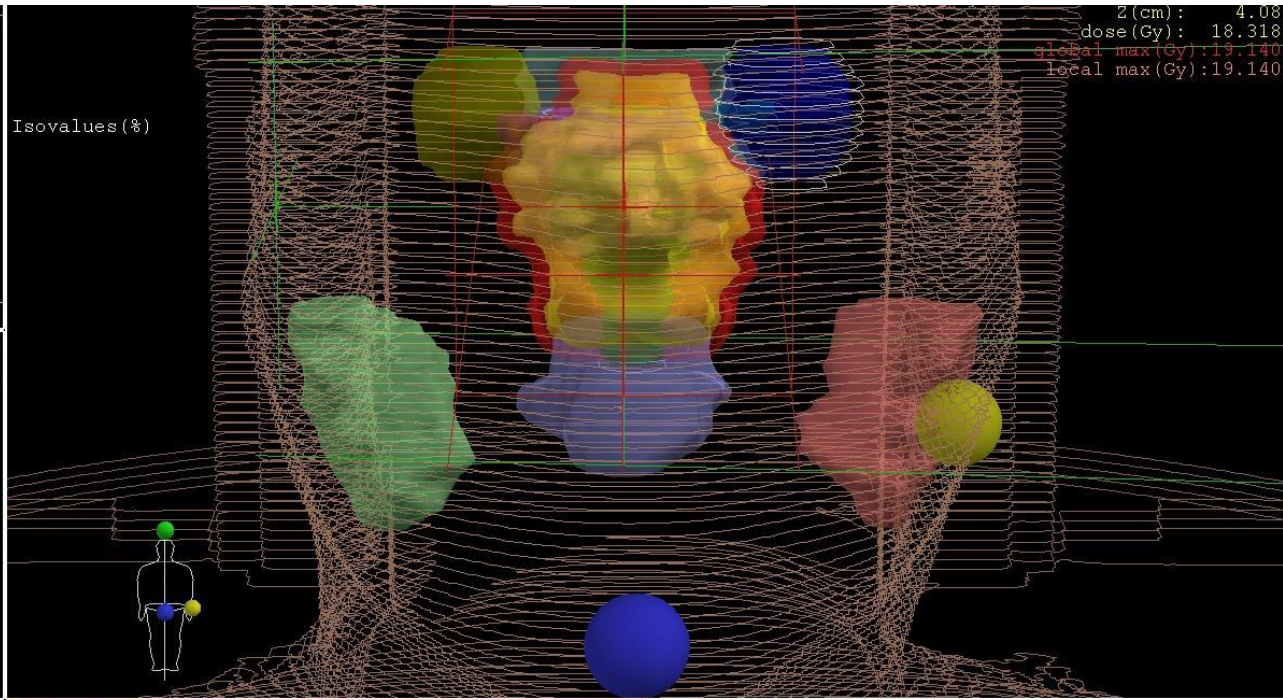
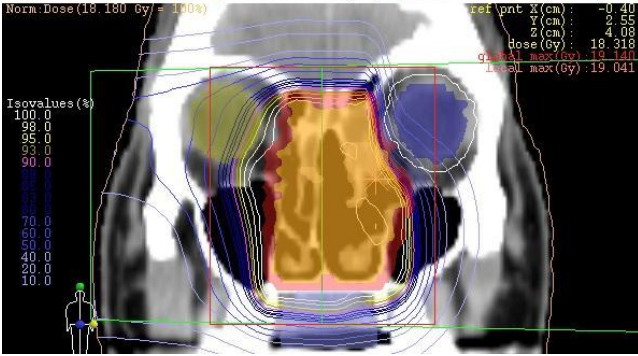
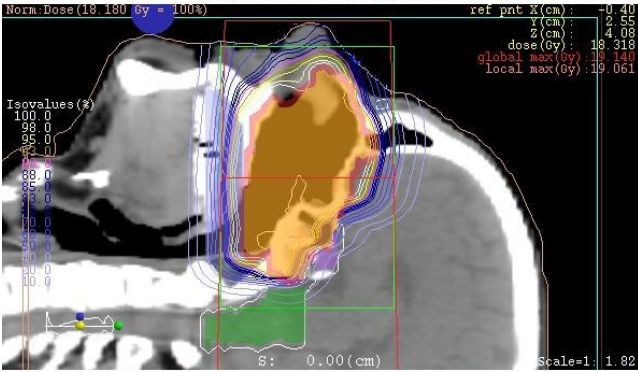
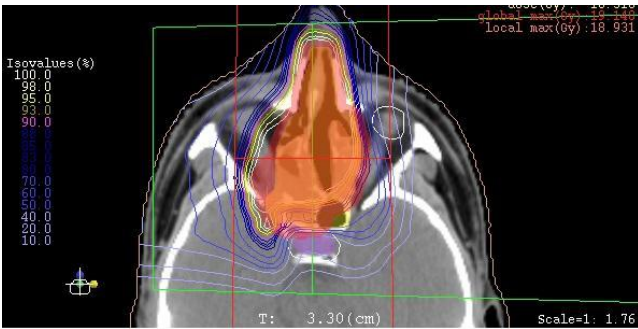
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0



ref pnt X(cm): 0.55
Y(cm): 3.87
Z(cm): 4.94
dose(Gy): 45.988
global max(Gy): 47.709
local max(Gy): 46.749



Pacient č.2 – zmenšenie 12 fr / 1,82 Gy / 2,0 CGE





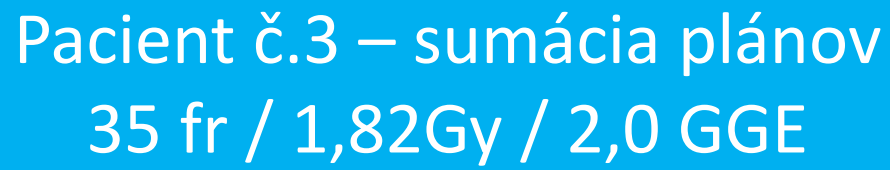
Pacient č.3

Chondrosarkom maxily vľavo - angiofibrom

- 9/2010 neradikálna resekcia, histológia
- 7/2011 opakovaná resekcia, G3
- 1/2013 revízia histol. Mesenchimálny chondrosarkom G3
- Do 5/2013 CHT cyclofosamid+doxorubicin+cisplatina

Protónová terapia:

70 CGE / 2 CGE / 35 fr.





Pacient č.4

Hodgkinov lymfom – nodulárna skleróza, syncitiálna varianta
Krčné LU bilat, supraklavikul. Bilat, mediastinum, pl.hily, ľ.axila,
hr.stena parasternalne vl.,

- Do 8/2013 sys.terapia (2cykly), 4 cykly COPDAC

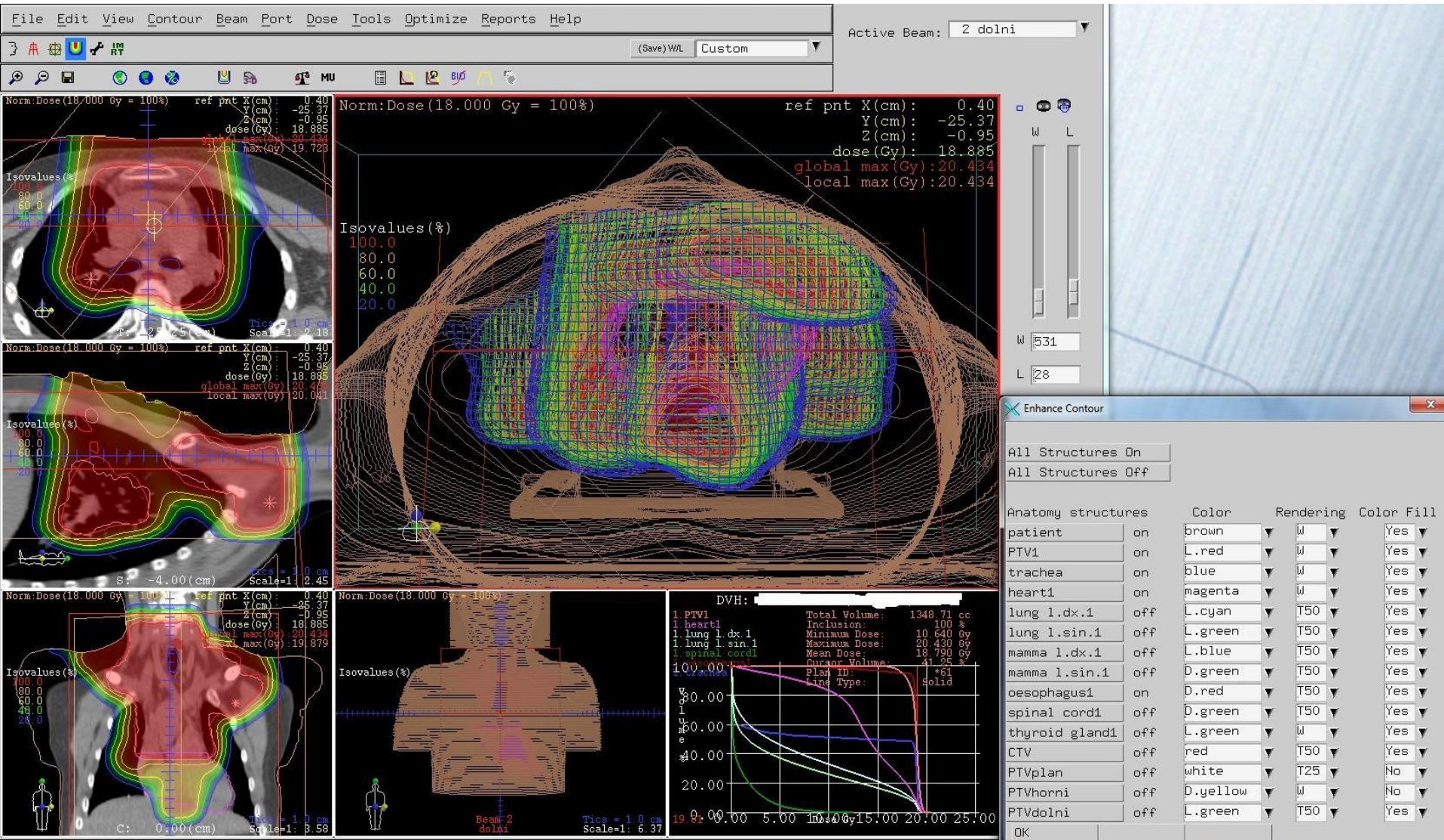
Protónová terapia: 14.-28.5.2013

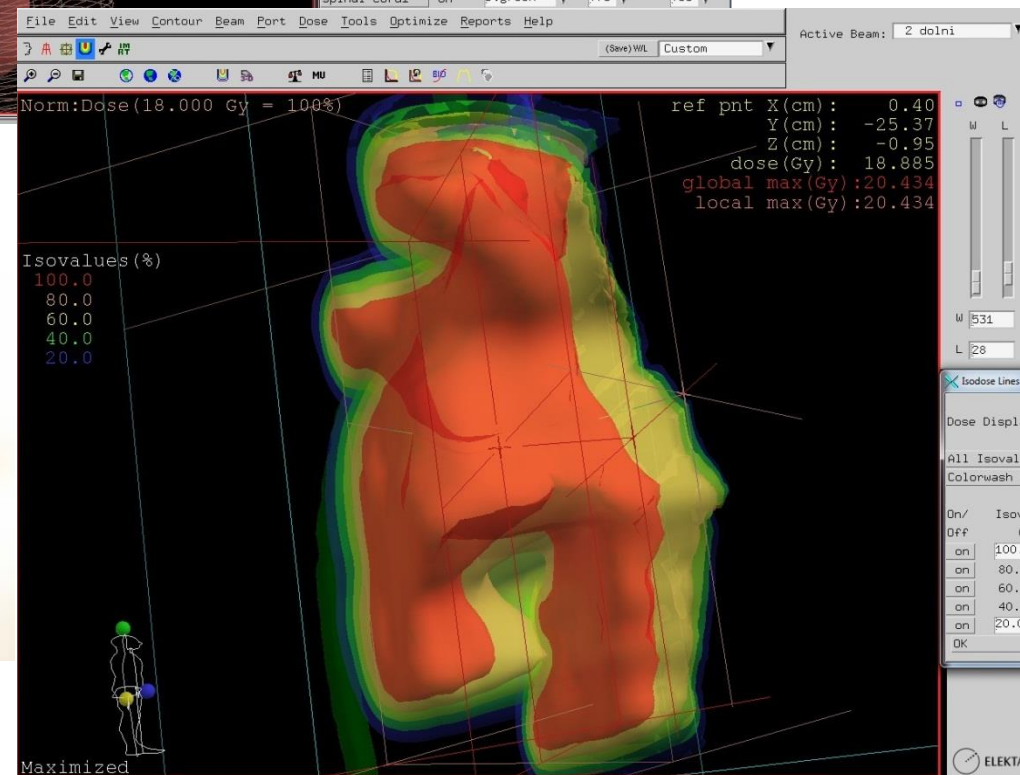
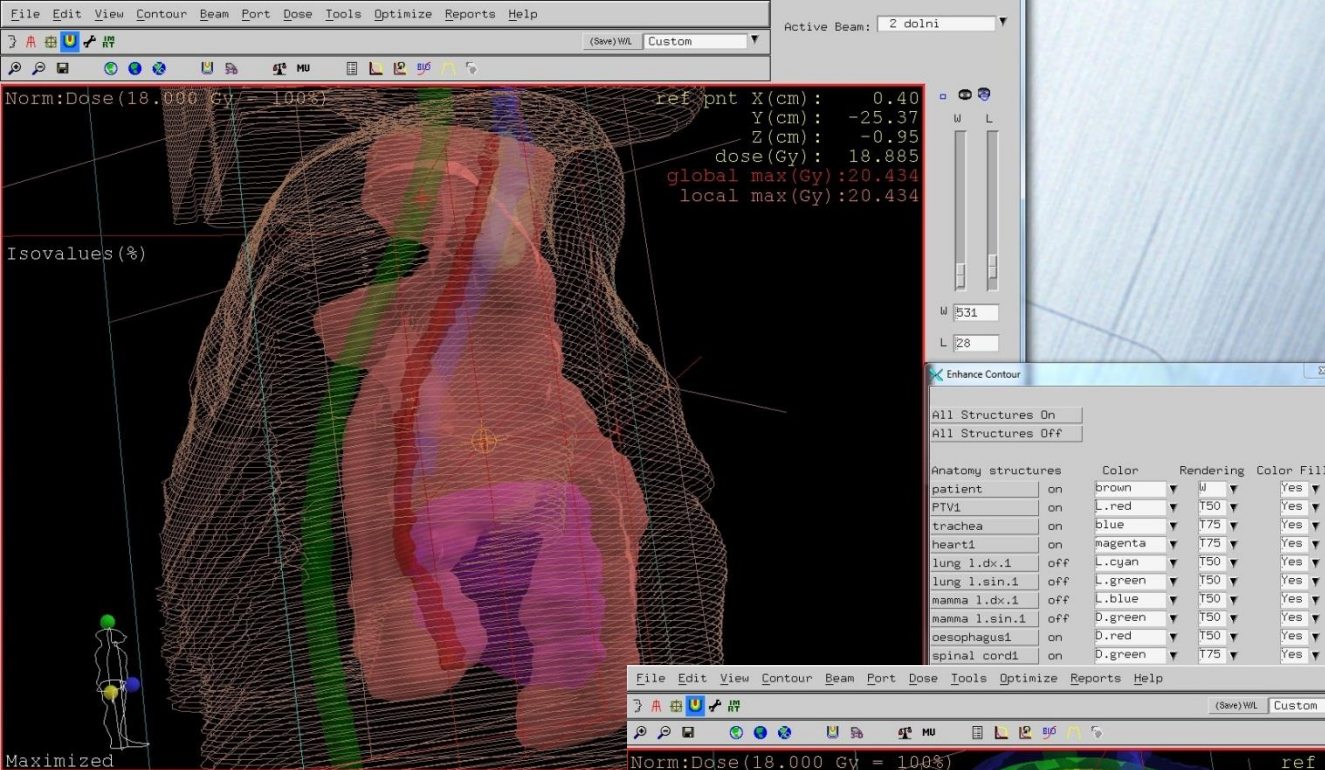
19,8 CGE / 1,8 CGE / 11 fr.

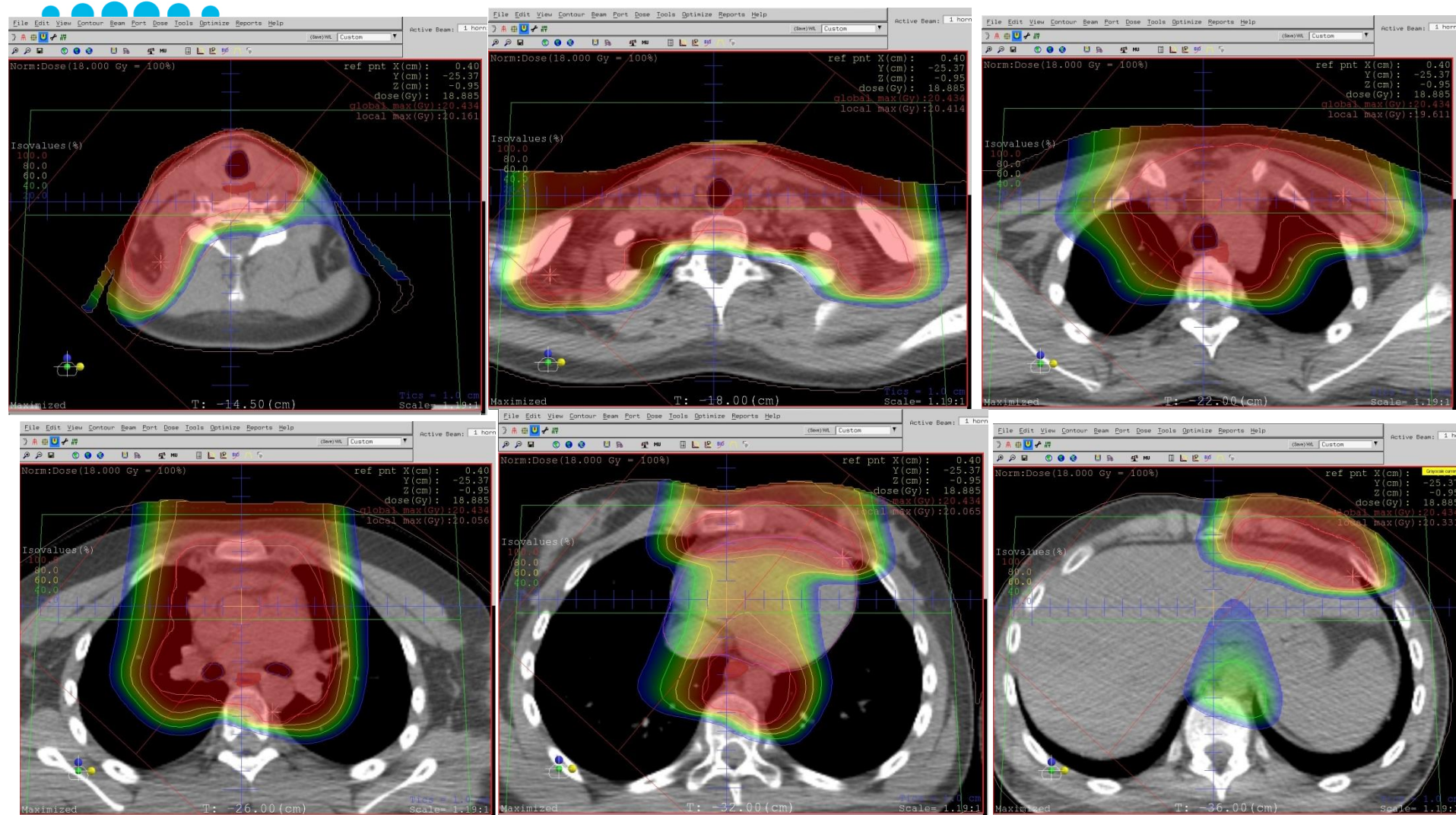


Pacient č.4 – sumácia plánov

11 fr / 1,64Gy / 1,8 GGE







PROTON
THERAPY
CENTER



Pacient č.5

Tumor basis cranii et naso- et oropharyngis – low grade chordoma

- Operačné riešenie kontraindikované

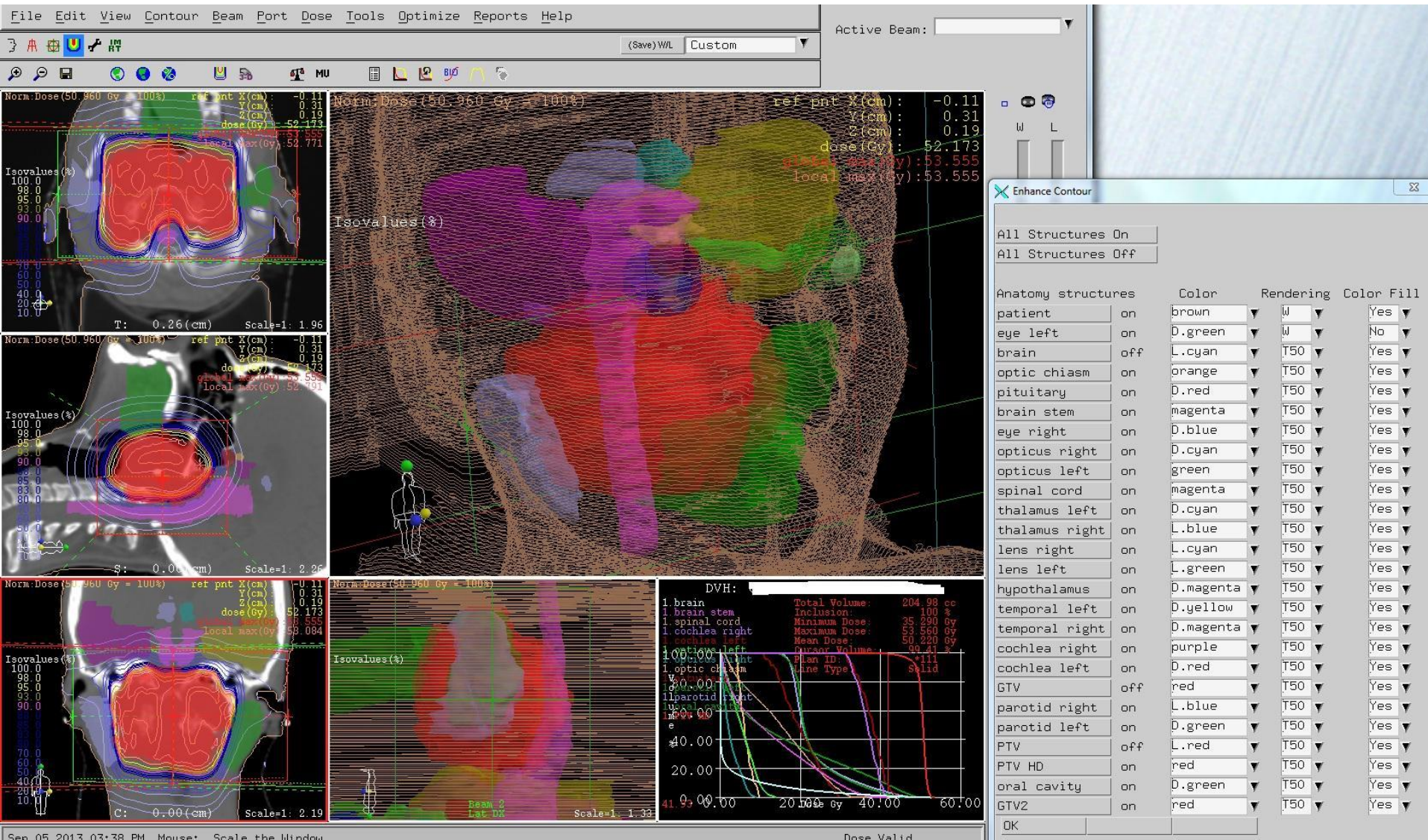
Protónová terapia: 6.2.-29.3.2013

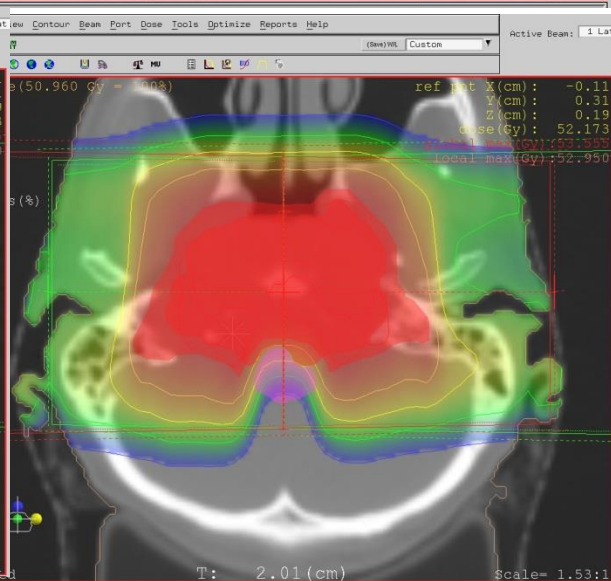
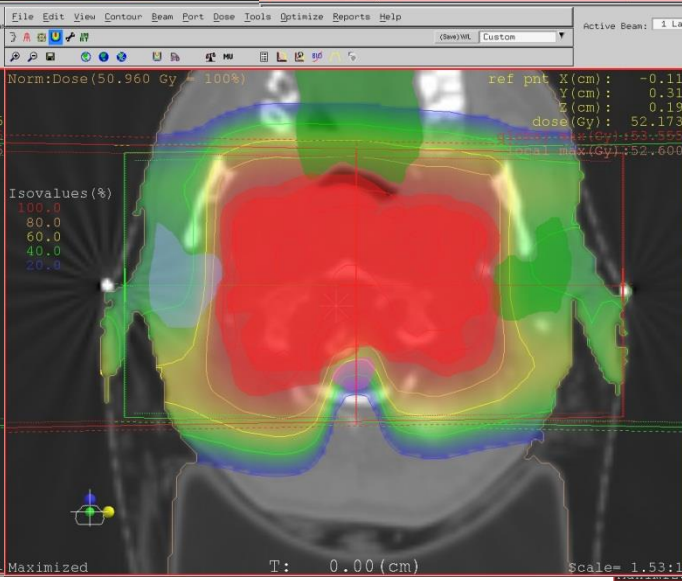
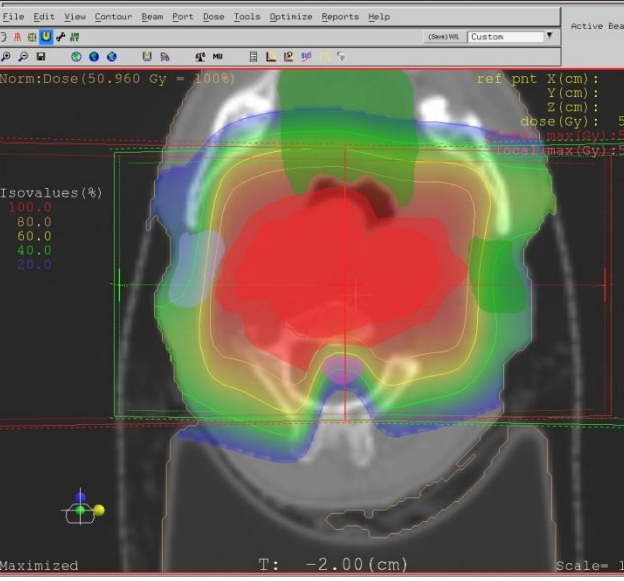
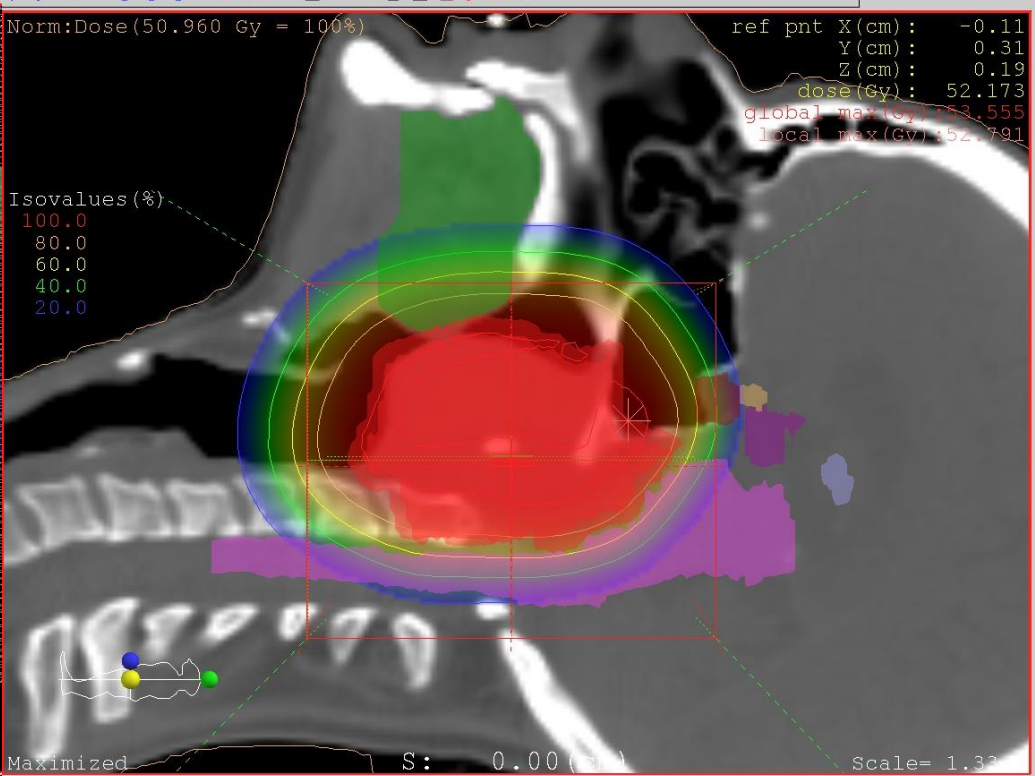
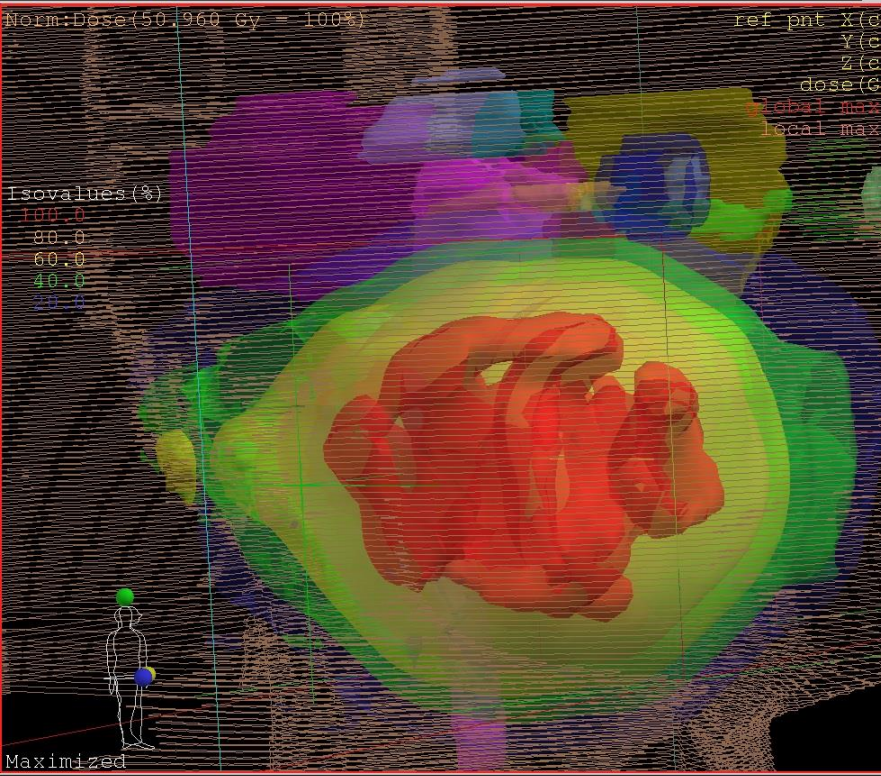
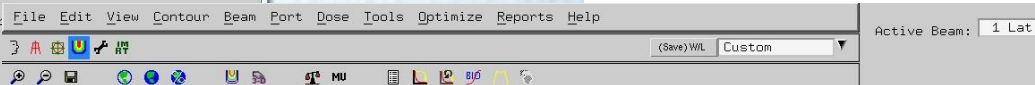
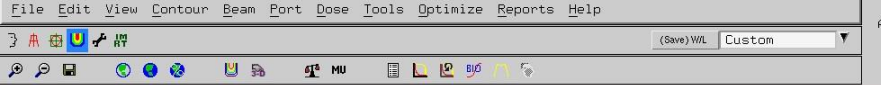
74 CGE / 2,0 CGE / 37 fr.



Pacient č.5 – sumácia plánov

37 fr / 1,82Gy / 2,0 GGE







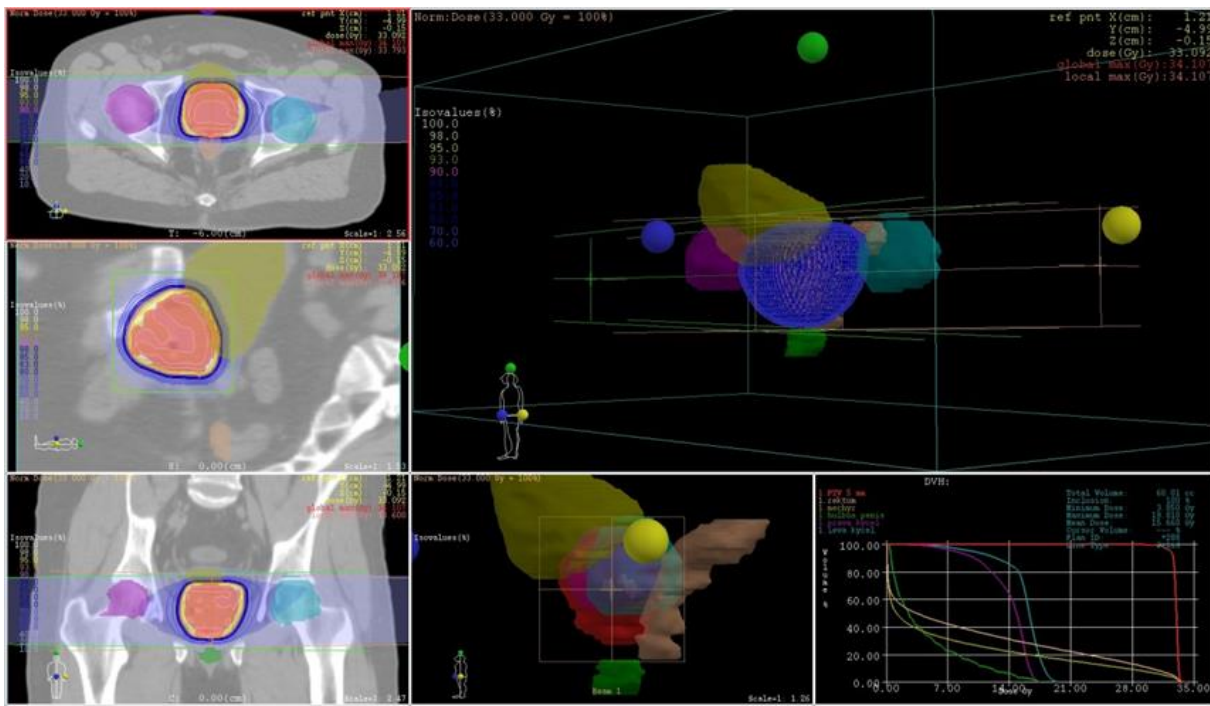
Pacient č.6

Adenokarcinom GS6 (prostata), PSA 9,5, T1cN0M0

Protónová terapia:

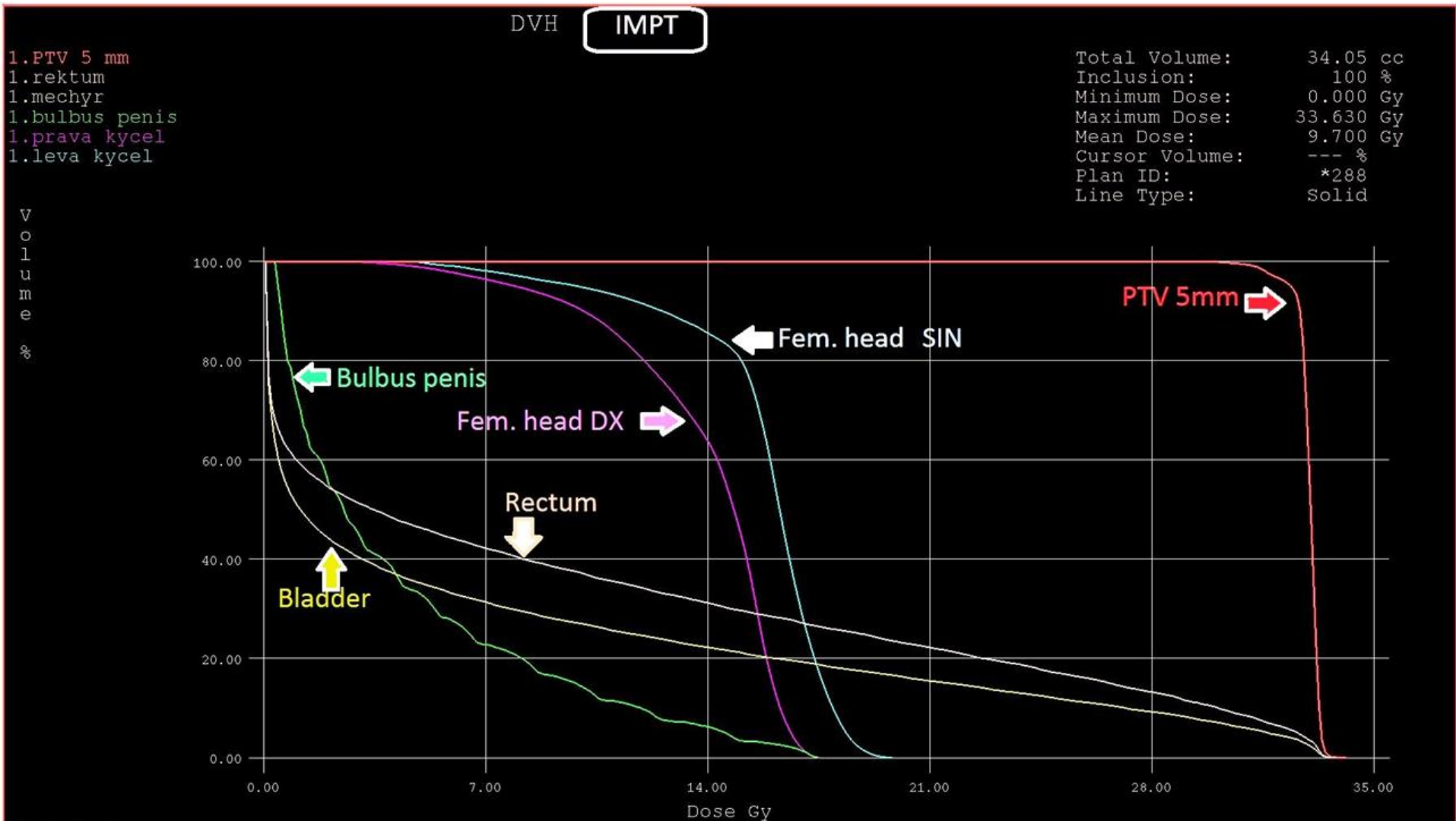
5 x 7,25 CGE (ekvivalentná 90 Gy pri normofrakcionovanej RT)

Dokončené 3 / 2013 – úplne bez toxicity





Pacient č.6





PET vs. Protónová terapia

- Vysokoenergetické protóny ožarovacieho zväzku aktivujú prvky v ľudskom tkanive
- Pomocou PET je možné sledovať rozloženie aktivovaných prvkov v tele pacienta
- Vzťah pozorovanej aktivity a absorbovanej dávky nie je lineárny
- Jedinečná možnosť kontroly ožiareného objemu



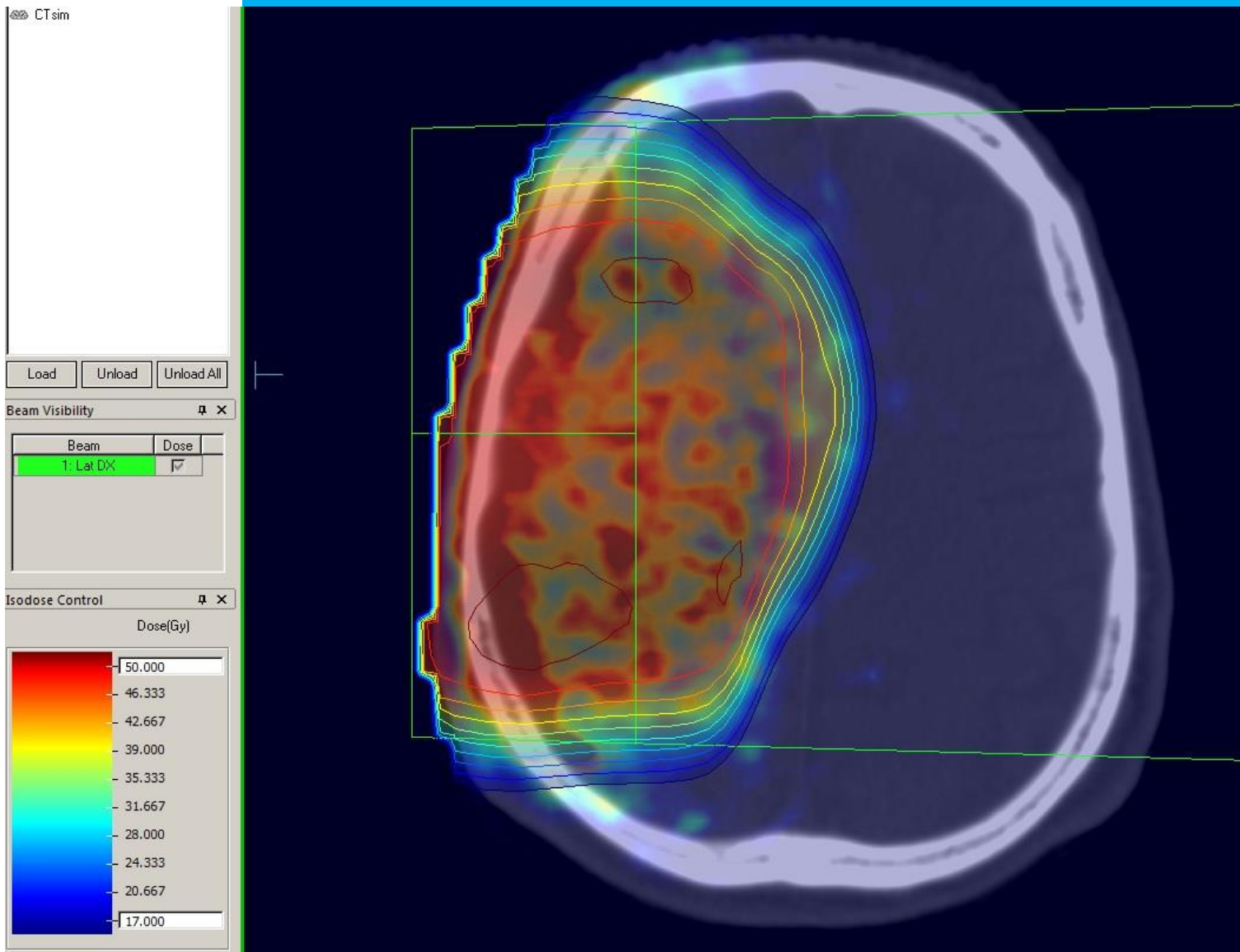
Prehľad aktivačných reakcií

Reakce	Účinný průřez reakce [mb]	Prahová energie aktivace[MeV]	Poločas [min]
$^{16}\text{O}(\text{p}, \text{pn})^{15}\text{O}$	70	16,79	2,037
$^{16}\text{O}(\text{p}, \alpha)^{13}\text{N}$	80	5,66	9,965
$^{14}\text{N}(\text{p}, \text{pn})^{13}\text{N}$	45	11,44	9,965
$^{12}\text{C}(\text{p}, \text{pn})^{11}\text{C}$	100	20,61	20,390
$^{14}\text{N}(\text{p}, \alpha)^{11}\text{C}$	250	3,22	20,390
$^{16}\text{O}(\text{p}, \alpha\text{pn})^{11}\text{C}$	20	59,64	20,390

Druh tkáně	H	C	N	O	Ca	Ostatní
Měkká tkáň	10,6	28,6	2,6	57,5	-	0,7
Tuková tkáň	11,4	59,9	0,7	27,7	-	0,3
Játra	10,2	13,9	3,0	71,6	-	1,3
Plíce	10,3	10,5	3,1	74,9	-	1,2
Prostata	10,5	25,6	2,7	60,2	-	1,0
Kosti	5,0	21,2	4,0	43,5	17,6	8,7



Dávka distribúcia vs. PET - pacient



PROTON
THERAPY
CENTER



Záver

- Protónová terapia posúva limity radiačnej onkológie
- PTC Praha disponuje technológiou umožňujúcou maximálne využitie výhod protónového zväzku
- Multidisciplinárna spolupráca je cieľom
 - spolupráce s odbornosťami podieľajúcich sa na liečbe
 - spolupráce s radiačnými a klinickými onkológami
 - spolupráce s KOC

PTC rozširuje súčasné spektrum liečebných možností o nový, veľmi účinný nástroj protinádorovej terapie



Ďakujem za pozornosť



PROTON
THERAPY
CENTER