

# Eclipse Scripting API

+ nezávislý výpočet dávky

Denis Dudáš<sup>1,2</sup>, Petra Osmančíková<sup>1</sup>, Anna Kindlová<sup>1</sup>, Ondřej Konček<sup>1,2</sup>

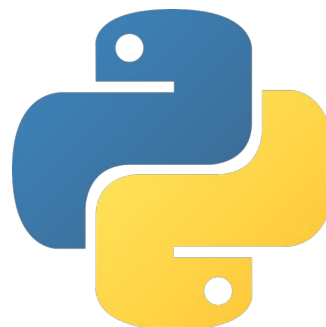
<sup>1</sup> FN v Motole

<sup>2</sup> UJP PRAHA a.s.

dudas@ujp.cz

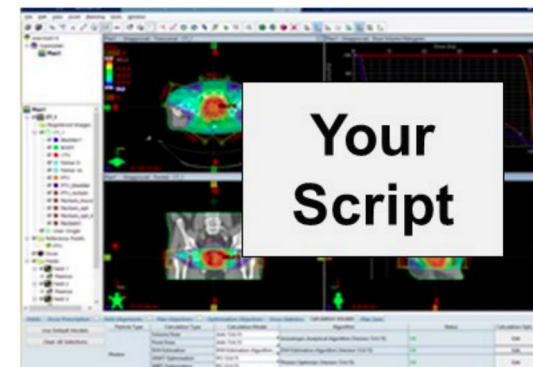
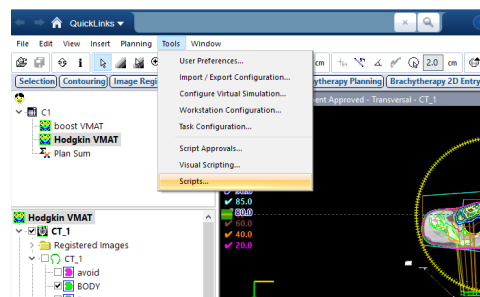
## Eclipse Scripting API (ESAPI)

- ↗ Programovací rozhraní zabudované do Eclipsu
  - ↗ Počátek v Eclipse v.11 (~ rok 2012)
- ↗ Umožňuje vytvářet programy využívající patientská data (otevřeného pacienta či libovolného pacienta v databázi)
  - ↗ External beam planning
  - ↗ Brachytherapy planning
  - ↗ Rapid plan, optimalizační kritéria
  - ↗ Portal dosimetry
  - ↗ Smart Segmentation
  - ↗ Image registration
- ↗ ESAPI je implementováno jako C#.NET knihovna
- ↗ PyESAPI – Python rozhraní pro ESAPI

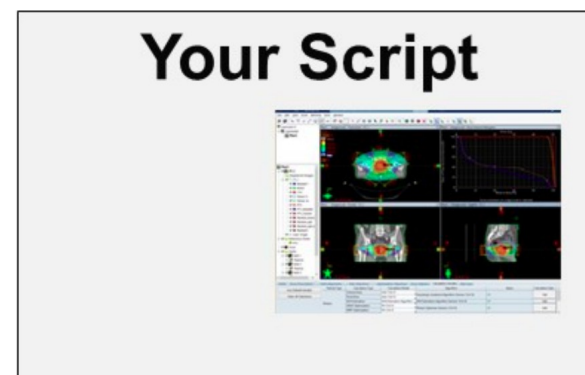


## ESAPI módy

- ⇒ **Plug-in script**
  - ⇒ Spouštěné z Eclipse
  - ⇒ Přístup k aktivnímu pacientovi

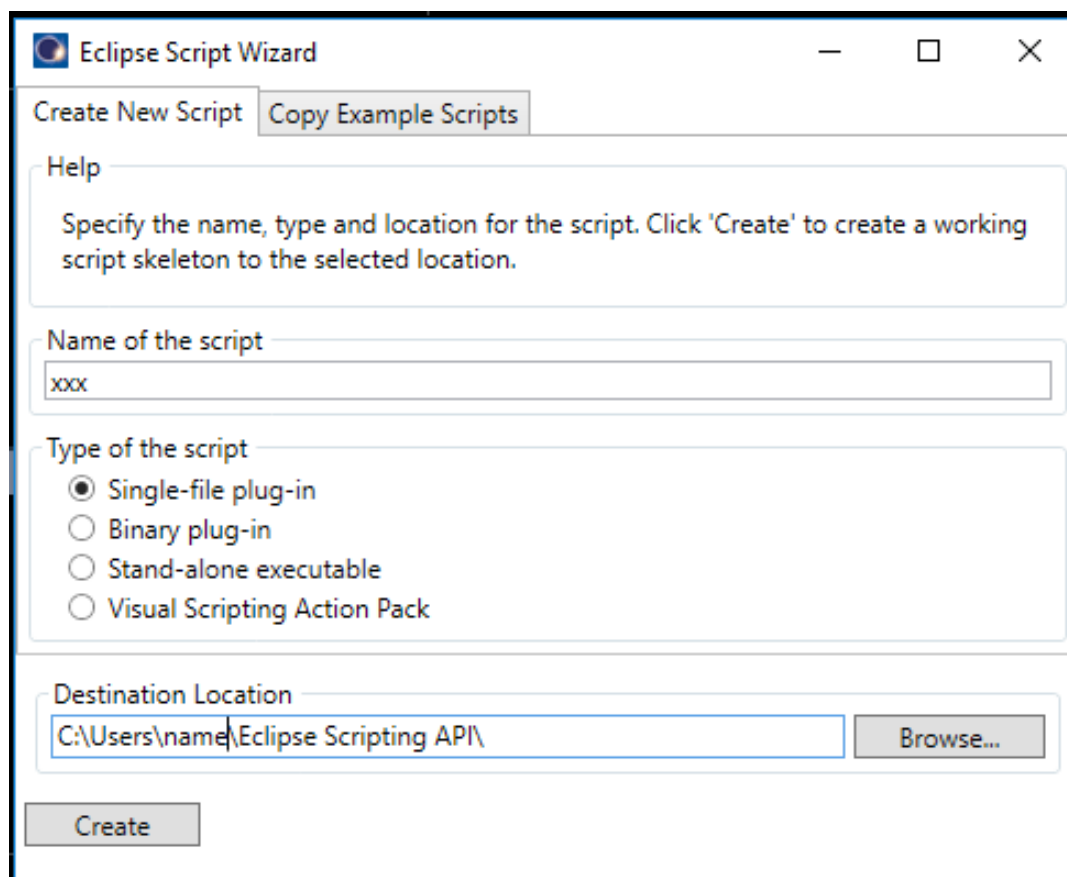


- ⇒ **Standalone executable script**
  - ⇒ aplikace spouštěná samostatně
  - ⇒ Volá Eclipse
  - ⇒ Vhodné pro zpracování velkého množství patientských dat



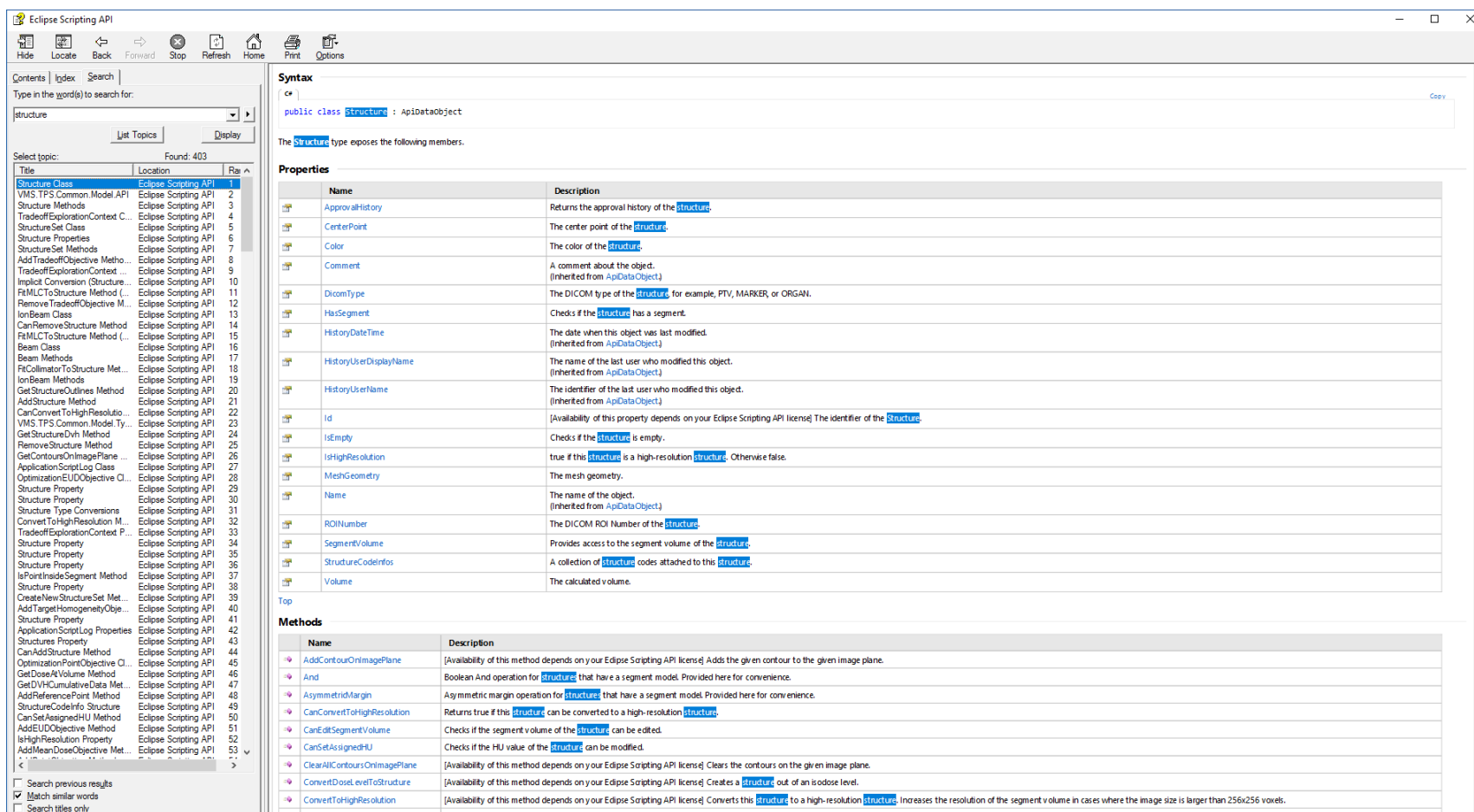
## ESAPI – užitečné nástroje při začátkách (Wizard)

- Příprava skriptu
- Ukázkové skripty



# ESAPI – užitečné nástroje při začátcích (ESAPI Help)

➤ Popis a struktura všech tříd a funkcí, které ESAPI nabízí



The screenshot shows the Eclipse Scripting API help window. The left sidebar contains a search bar and a list of topics. The main content area is titled 'Syntax' and shows the following code snippet:

```
public class Structure : ApiDataObject
```

Below the code, it states: "The Structure type exposes the following members." This is followed by a 'Properties' table:

Name	Description
ApprovalHistory	Returns the approval history of the <b>Structure</b> .
CenterPoint	The center point of the <b>Structure</b> .
Color	The color of the <b>Structure</b> .
Comment	A comment about the object. (Inherited from <b>ApiDataObject</b> .)
DicomType	The DICOM type of the <b>Structure</b> , for example, PTV, MARKER, or ORGAN.
HasSegment	Checks if the <b>Structure</b> has a segment.
HistoryDateTime	The date when this object was last modified. (Inherited from <b>ApiDataObject</b> .)
HistoryUserDisplayName	The name of the last user who modified this object. (Inherited from <b>ApiDataObject</b> .)
HistoryUserName	The identifier of the last user who modified this object. (Inherited from <b>ApiDataObject</b> .)
Id	[Availability of this property depends on your Eclipse Scripting API license] The identifier of the <b>Structure</b> .
IsEmpty	Checks if the <b>Structure</b> is empty.
IsHighResolution	true if the <b>Structure</b> is a high-resolution <b>Structure</b> . Otherwise false.
MeshGeometry	The mesh geometry.
Name	The name of the object. (Inherited from <b>ApiDataObject</b> .)
ROI Number	The DICOM ROI Number of the <b>Structure</b> .
SegmentVolume	Provides access to the segment volume of the <b>Structure</b> .
StructureCodeInfos	A collection of <b>Structure</b> codes attached to this <b>Structure</b> .
Volume	The calculated volume.

Below the properties table, there is a 'Methods' section with another table:

Name	Description
AddContourOnImagePlane	[Availability of this method depends on your Eclipse Scripting API license] Adds the given contour to the given image plane.
And	Boolean And operation for <b>Structure</b> that have a segment model. Provided here for convenience.
AsymmetricMargin	Asymmetric margin operation for <b>Structure</b> that have a segment model. Provided here for convenience.
CanConvertToHighResolution	Returns true if this <b>Structure</b> can be converted to a high-resolution <b>Structure</b> .
CanEditSegmentVolume	Checks if the segment volume of the <b>Structure</b> can be edited.
CanSetAssignedHU	Checks if the HU value of the <b>Structure</b> can be modified.
ClearAllContoursOnImagePlane	[Availability of this method depends on your Eclipse Scripting API license] Clears the contours on the given image plane.
ConvertDoseLevelToStructure	[Availability of this method depends on your Eclipse Scripting API license] Creates a <b>Structure</b> out of an isodose level.
ConvertToHighResolution	[Availability of this method depends on your Eclipse Scripting API license] Converts the <b>Structure</b> to a high-resolution <b>Structure</b> . Increases the resolution of the segment volume in cases where the image size is larger than 256x256 voxels.

## **Jednoduché příklady použití ve FN Motol**

# Report SRT plánu

- Stanovení SRT indexů a vybraných dávkových kritérií
  - Gradient index, selectivity index, new conformity index, atd.
- cca 350 řádků

Stereotactic plan report (FN Motol)

Name:  Patient ID:  Plan ID:

Target structure: PTV\_all


index	abbreviation	definition	value
Homogeneity Index	HI	$(D_2 - D_{95}) / D_{50}$	0.066
Coverage Index	CI	PIV / TV	0.69
New Conformity Index	NCI	$TV * PIV / TV_{PIV}^2$	1.75
Selectivity Index	SI	$TV_{PIV} / PIV$	0.91
Gradient Index	GI	$PIV_{50} / PIV$	5.2

GTV, CTV, PTV dose statistics:

structure	volume [ccm]	D median [Gy]	D near-min [Gy]	D near-max [Gy]
CTV supra+infrac	243.75	19.92	19.37	20.41
CTV LN neck	110.11	20	19.32	20.6
CTV boost	313.08	19.93	19.33	20.44
PTV neck	291.58	19.92	19.04	20.58
PTV supra,infrac	503.02	19.92	19.28	20.44

Save protocol to \*.pdf

## Stereotactic plan report



patient name:  
patient ID:  
course ID: C1  
plan ID: Hodgkin VMAT

**Dose parameters**  
Total dose = 19.800 Gy  
Number of fractions = 11  
Dose per fraction = 1.800 Gy

**Beams**  
1) Field 1 | ARC | TB\_1 - 6X | 362.5 MU  
2) Field 2 | ARC | TB\_1 - 6X | 261.4 MU  
3) AP Setup | STATIC | TB\_1 - 2.5X-FFF | NaN MU  
4) LL Setup | STATIC | TB\_1 - 2.5X-FFF | NaN MU

index	abbreviation	definition	value
Homogeneity Index	HI	$(D_2 - D_{98}) / D_{50}$	0.066
Coverage Index	CI	PIV / TV	0.69
New Conformity Index	NCI	$TV * PIV / (TV_{PIV})^2$	1.75
Selectivity Index	SI	$TV_{PIV} / PIV$	0.91
Gradient Index	GI	$PIV_{50} / PIV$	5.2

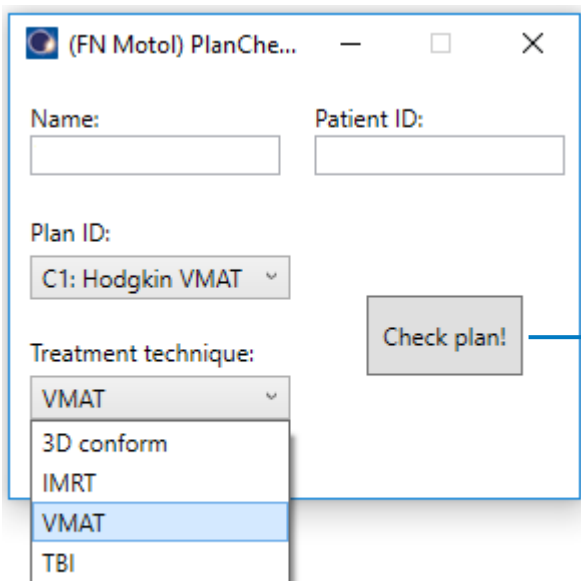
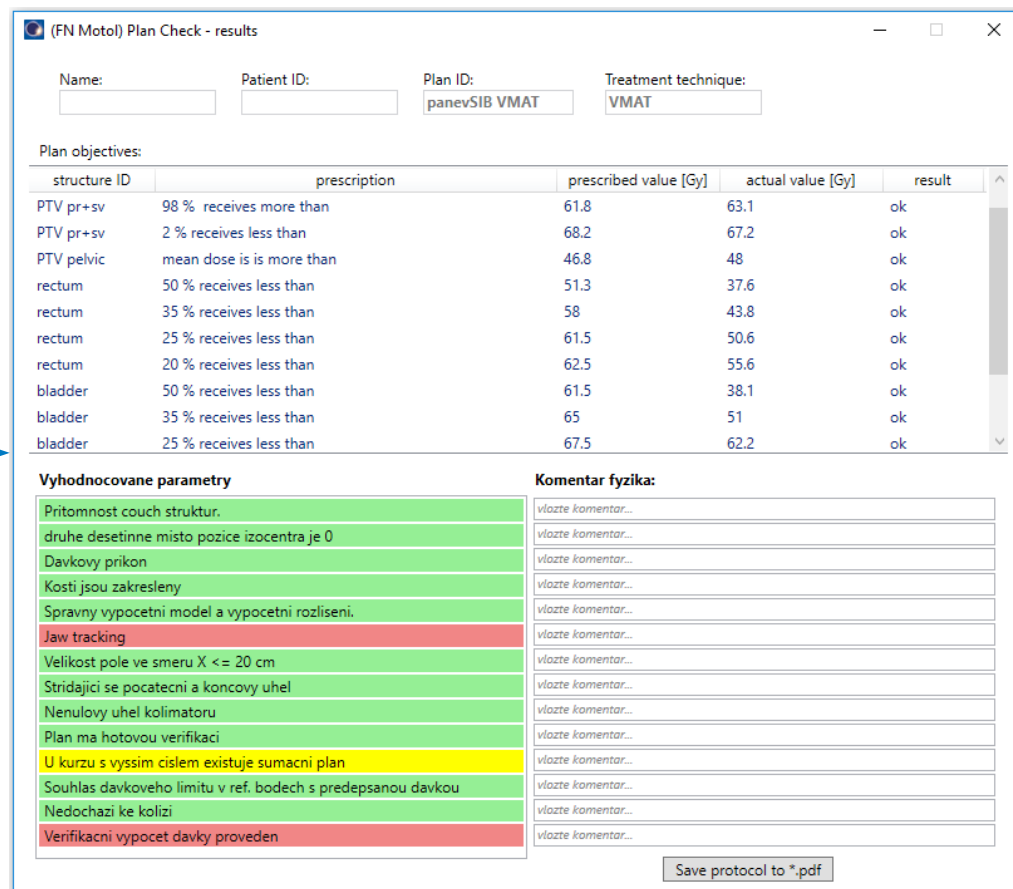
structure	volume [ccm]	D median [Gy]	D near-min [Gy]	D near-max [Gy]
N int.mam.dx	2.46	20.06	19.21	20.72
GTV boost	82.57	19.85	0	20.46
CTV med	245.03	19.92	19.38	20.45
CTV supra+infrac	243.75	19.92	19.37	20.41
CTV LN neck	110.11	20	19.32	20.6
CTV boost	313.08	19.93	19.33	20.44
PTV neck	291.58	19.92	19.04	20.58
PTV supra,infrac	503.02	19.92	19.28	20.44
PTV med	626.84	19.89	19.22	20.52
PTV_all	1366.86	19.9	19.19	20.51
PTV cover	18.35	19.8	19.06	20.6
PTV_boost	722.3	19.91	18.73	20.46
PTV boost help	713.96	19.91	18.84	20.46

Datum: 19-Apr-22

Approved by:  
podpis: .....

## Plan QA – plan check

- Kontrola formálních náležitostí plánu
- Kontrola technických parametrů plánu
- Kontrola dávkových kritérií
- [Kontrola nezávislého výpočtu dávky](#)
- Cca 2200 řádků

structure ID	prescription	prescribed value [Gy]	actual value [Gy]	result
PTV pr+sv	98 % receives more than	61.8	63.1	ok
PTV pr+sv	2 % receives less than	68.2	67.2	ok
PTV pelvic	mean dose is is more than	46.8	48	ok
rectum	50 % receives less than	51.3	37.6	ok
rectum	35 % receives less than	58	43.8	ok
rectum	25 % receives less than	61.5	50.6	ok
rectum	20 % receives less than	62.5	55.6	ok
bladder	50 % receives less than	61.5	38.1	ok
bladder	35 % receives less than	65	51	ok
bladder	25 % receives less than	67.5	62.2	ok

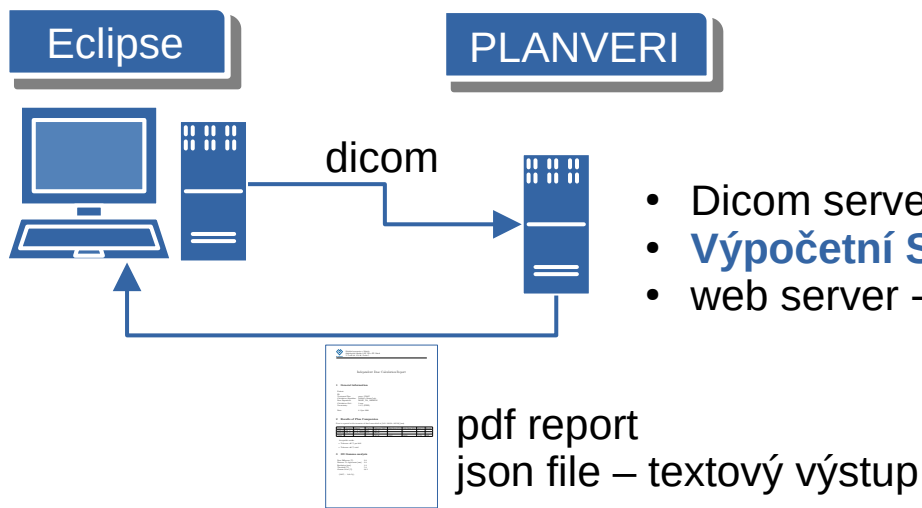
Vyhodnocovane parametry	Komentar fyzika:
Přítomnost couch struktur.	vložte komentár...
druhe desetinné místo pozice izocentra je 0	vložte komentár...
Dávkový příkon	vložte komentár...
Kosti jsou zakresleny	vložte komentár...
Správný výpočetní model a výpočetní rozlišení.	vložte komentár...
Jaw tracking	vložte komentár...
Velikost pole ve směru X <= 20 cm	vložte komentár...
Stridající se počáteční a koncový úhel	vložte komentár...
Nenulový úhel kolimatoru	vložte komentár...
Plan má hotovou verifikaci	vložte komentár...
U kurzu s vyšším číslem existuje sumární plan	vložte komentár...
Souhlas dávkového limitu v ref. bodech s předepsanou dávkou	vložte komentár...
Nedochází ke kolizi	vložte komentár...
Verifikační výpočet dávky proveden	vložte komentár...

Save protocol to \*.pdf

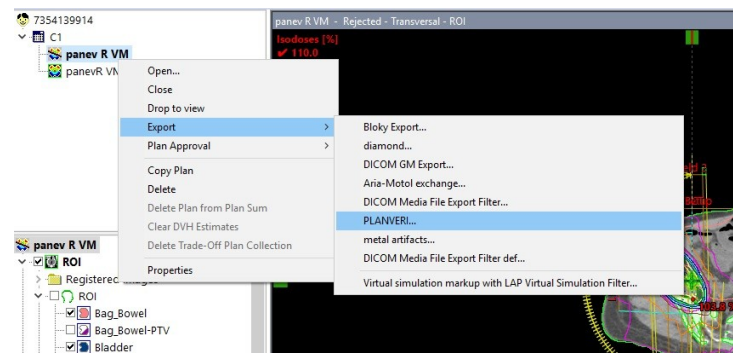


## Nezávislý výpočet dávky - PLANVERI

- Dávková distribuce spočtená Eclipssem porovnána s distribucí spočtenou pomocí MC algoritmu na PLANVERI – **neporovnává se MU, ale přímo dávka**
- Z Eclipse exportujeme CT, RS, RP a RD na dicom server PLANVERI
- Ověření přímo na CT datech pacienta



- Dicom server
- **Výpočetní SW s MC algoritmem**
- web server - výsledky



# Nezávislý výpočet dávky - PLANVERI

- Dicom server přijme CT, RS, RP a RD
- Výpočet dávky podle pův. plánu
- Porovnání dávkových distribucí
  - D v bodě
  - 3D gamma analýza
  - Porovnání DVH
  - Porovnání statistik struktur
- Vygenerování reportu
- Zpřístupnění reportu (web, sdílený adresář)

Informace o pacientovi, parametry výpčtu

Porovnání dávky v izocentru

Porovnání dávky v zadaném bodě

Výsledek 3D gama analýzy

**1 General information**

Patient: Vladimír  
 ID: [redacted]  
 Treatment Plan: jazyk VMAT  
 Calculation Algorithm: Sobolev Monte Carlo  
 Dose Deposition: DOSE\_TO\_MEDIUM  
 Calculation Grid: 2 mm  
 Uncertainty: 1.0 % (FENE)  
 Date: 4. listopadu 2021

**2 Results of Plan Comparison**

Dose compare at the isocenter of first beam which is [24.02; 120.00; -331.54] [mm].

Field	Machine	Energy	antry	Meteret [M]	Plan Dose [Gy]	Calc Dose [Gy]	Dif [Gy]	Result
Field 1	TB_1	6_X_WFF	150.00	388.11	-	-	-	-
Field 2	TB_1	6_X_WFF	150.00	365.91	-	-	-	-
Total	-	-	-	754.02	1.200	1.248	-1.47	OK

Dose compare at the prescription point 'MU check' which is [17.74; 152.17; -361.72] [mm].

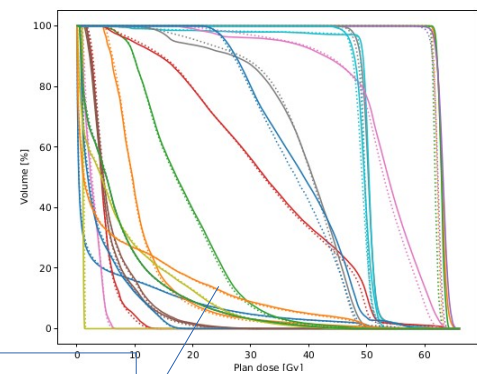
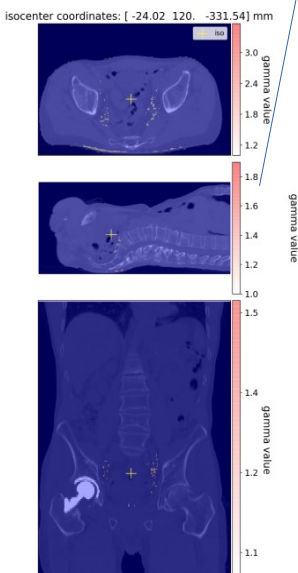
Field	Machine	Energy	antry	Meteret [M]	Plan Dose [Gy]	Calc Dose [Gy]	Dif [Gy]	Result
Field 1	TB_1	6_X_WFF	150.00	388.11	-	-	-	-
Field 2	TB_1	6_X_WFF	150.00	365.91	-	-	-	-
Total	-	-	-	754.02	2.185	2.237	-2.34	OK

Acceptable results:  
 • Tolerance ±5 % per field  
 • Tolerance ±3 % total

**3 3D Gamma analysis**

Dose Difference [%]: 2.0  
 Distance To Agreement [mm]: 2.0  
 Resolution [mm]: 1.0  
 Threshold [%]: 5.0  
 Gamma Score [%]: 99.2  
 (100% = 2.00 Gy)

Zobrazení výsledku gamma analýzy v rovinách procházejících izocentrem



Porovnání DVH

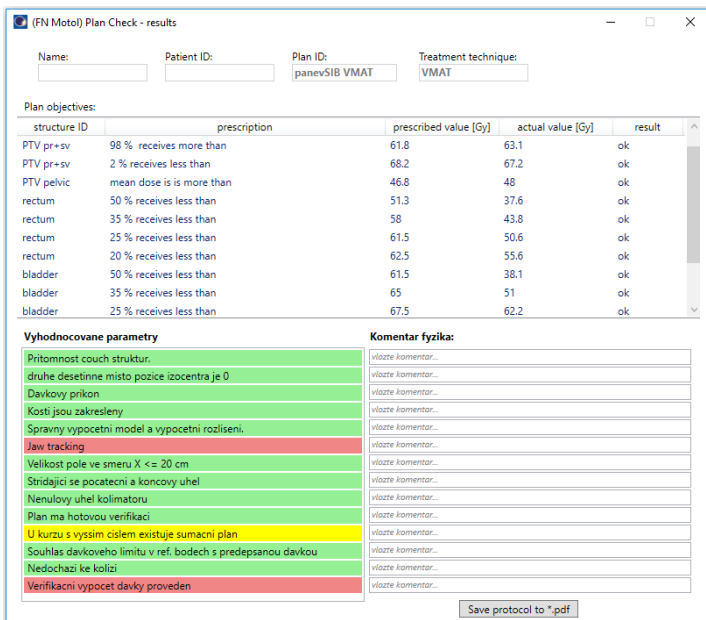
Name	Volume	Plan	Calc	Delta	Mean D		
BOBY	29001.15	6195	1.83	29209.56	62.27	2.79	-0.9
CTV_High	6.19	61.26	62.17	6.32	63.52	62.96	1.3
CTV_Low	9.93	63.22	61.84	1.08	61.43	62.86	1.6
Prostate	40.32	115.7	1.72	41.20	118.7	4.08	-0.8
PTV_High	18.20	64.95	62.22	18.58	66.92	63.12	1.5
PTV_orc_worst	86.30	316.1	6.62	87.22	310.67	6.92	-0.6
Rectum	31.39	6.36	2.79	32.79	6.69	2.67	-4.2
PTV_Low	321.61	63.78	49.75	328.95	61.35	70.37	1.3
Penis/dr	2.68	1.09	1.22	3.19	1.35	1.03	-15.7
CTV_Low	172.50	63.20	49.13	179.53	63.49	49.76	1.3
Femur_Head_L	170.09	136.8	1.96	138.25	138.4	2.34	3.5
Colum_Sigmoid	21.84	59.92	11.21	21.36	62.33	11.43	1.9
Bladder	182.71	51.58	18.36	184.92	52.14	18.80	1.3
Uter_Bovul	520.64	61.69	32.49	507.11	65.65	42.84	0.7
Femur_Head_R	79.76	48.63	7.57	82.25	47.89	7.51	-0.8
PTV_PTC2019	78.76	32.10	6.05	79.60	32.92	6.06	0.2
r_ring_High	38.33	63.78	51.50	38.87	63.89	52.26	0.9
r_ring_Low	470.87	51.89	38.75	474.41	51.17	38.67	-0.2
NS_Kruter	111.07	37.59	0.72	112.22	38.72	3.76	3.8
r_cover_low	11.18	53.16	49.16	27.08	53.84	49.55	0.8
Dose 87[Gy]	3.20	58.81	37.30	3.96	60.55	38.53	1.1
Blow	493.16	63.33	5.10	498.03	64.01	8.15	0.6
Prostate_R	79.76	48.63	7.57	82.25	47.89	7.51	-0.8


Using volume units [cm<sup>3</sup>], dose units [Gy/Plan] and Δ mean dose units [%].

Porovnání statistik struktur

# Plan QA – plan check

- Kontrola formálních náležitostí plánu
- Kontrola technických parametrů plánu
- Kontrola dávkových kritérií
- Kontrola nezávislého výpočtu dávky
- Cca 2200 řádků



planQA - vystupni protokol 

patient name:  
patient ID:  
course ID: C1  
plan ID: panevSIB VMAT  
technique : VMAT

**Dose parameters**  
Total dose = 65.000 Gy  
Number of fractions = 25  
Dose per fraction = 2.500 Gy

**Beams**  
1) Field 1 | ARC | TB\_1 - 6X | 382.4 MU  
2) Field 2 | ARC | TB\_1 - 6X | 358.9 MU  
3) AP setup | STATIC | TB\_1 - 2.5X-FFF | NaN MU  
4) LL setup | STATIC | TB\_1 - 2.5X-FFF | NaN MU

struktura	predpis	predepsana hodnota [Gy]	skutecna hodnota [Gy]	vysledek
PTV pr+sv	mean dose is is more than	65	65.2	ok
PTV pr+sv	98 % receives more than	61.8	63.1	ok
PTV pr+sv	2 % receives less than	68.2	67.2	ok
PTV pelvic	mean dose is is more than	46.8	48	ok
rectum	50 % receives less than	51.3	37.6	ok
rectum	35 % receives less than	58	43.8	ok
rectum	25 % receives less than	61.5	50.6	ok
rectum	20 % receives less than	62.5	55.6	ok
bladder	50 % receives less than	61.5	38.1	ok
bladder	35 % receives less than	65	51	ok
bladder	25 % receives less than	67.5	62.2	ok
penile bulb	mean dose is less than	50	14.9	ok
bowel	V45.00Gy [cm³] is less than	195	36.4	ok

Kontrolovany parametr	Vysledek	Poznámky	Komentar fyzika
Přítomnost couch struktury:	PASS	plan obsahuje 2 couch struktury: CouchSurface - zakonturovano CouchInterior - zakonturovano	
druhé desetinné místo pozice izocentra je 0	PASS	Field 1 - splněno Field 2 - splněno AP setup - splněno LL setup - splněno	
Dávkový příkon	PASS	Field 1 - příkon je v pořadí (aktuální příkon - 600) Field 2 - příkon je v pořadí (aktuální příkon - 600)	
Kosti jsou zakresleny	PASS	Mezi strukturami se nachází struktura Bones a je zakonturovana.	
Správný výpočetní model a výpočetní rozlišení:	PASS	treatment unit - TB_1 výpočetní algoritmus je AXB_f5604_GD - OK výpočetní rozlišení je 0.2 cm - OK	
Jaw tracking	FAIL	Jaw tracking není aktivní.	
Velikost pole ve směru X <= 20 cm	PASS	Field 1 - OK Field 2 - OK	
Nenulový uhel kolimátoru	PASS	Field 1 - OK (coll angle = 30 deg) Field 2 - OK (coll angle = 330 deg)	
Plan má hotovou verifikaci	PASS	Kurz V1 verifikačního plánuver dist B1, ma status COMPLETED	
Strídající se počáteční a koncový uhel	PASS	Field 2 - OK (navazuje na predealy koncovy uhel)	
U kurzu s vyšším číslem existuje sumacni plan	WARNING	OK - neexistuje více kurzů	

Souhlas dávkového limitu v ref. bodech s predepsanou dávkou	PASS	OK - v referencnim bode PTV pr+sv se shoduje dávkovy limit na frakci s predepsanou dávkou na frakci. ref_session_limit_per_fr = 2.5 Gy; plan_dose_per_fr = 2.5 Gy OK - v referencnim bode PTV pr+sv se shoduje celkový dávkovy limit s predepsanou celkovou dávkou. ref_session_limit_total_dose = 65 Gy; plan_dose_total = 65 Gy OK - v referencnim bode PTV pelvic se shoduje dávkovy limit na frakci s predepsanou dávkou na frakci. ref_session_limit_per_fr = 1.8 Gy; plan_dose_per_fr = 1.8 Gy OK - v referencnim bode PTV pelvic se shoduje celkový dávkovy limit s predepsanou celkovou dávkou. ref_session_limit_total_dose = 46.8 Gy; plan_dose_total = 46.796 Gy	
Nedochází ke kolizi	PASS	OK - svazek Field 1 bez kolize se stolem OK - svazek Field 1 bez kolize s pacientem OK - svazek Field 2 bez kolize se stolem OK - svazek Field 2 bez kolize s pacientem	
Verifikační výpočet dávky proveden	FAIL	Verifikační výpočet dávky plánu panevSIB VMAT nenalezen.	

Datum: 19-Apr-22

Approved by: Dudas Denis  
podpis: .....

## Plan QA – vyhodnocení komplexnosti plánu

- ⇒ Vyhodnocuje vybrané parametry komplexity plánu
  - ⇒ Střední vzdálenost čel lamel (SAS, PM)
  - ⇒ TGI ratio (EM, PI)
  - ⇒ Modulace rychlosti gantry, rychlosti MLC a MU rate (MI)
- ⇒ Komplexita plánu koreluje s výsledkem verifikace plánu
- ⇒ Cíl: Splnění kritérií komplexit nahrazuje úspěšnou verifikaci plánu
- ⇒ cca 4000 řádků

SAS – small aperture score  
 PM – plan averaged beam modulation  
 EM – edge metric  
 PI – plan averaged beam irregularity  
 LT – leaf travel  
 MI – modulation index



Plan metrics evaluation (FN Motol)			
Name:	Patient ID:	Plan ID:	
_____art	_____3	Hodgkin VMAT	
Tolerances			
Mean gap	33.61 mm	> x mm	description of the metric
Q1 gap	15.00 mm		description of the metric
Mean TGI	0.43	< x	description of the metric
TGI ratio	1.29	< x	description of the metric
Mean MLC speed	1.18 cm/s	< x cm/s	description of the metric
Mean MLC modul	1.61 cm/s	< x cm/s	description of the metric
Mean GS	5.92 deg/s	> x deg/s	description of the metric
GS modulation	2.93 deg/s	< x deg/s	description of the metric
Mean MU rate	354 MU/min	> x	description of the metric
MU rate modul	3828 MU/min	< x	description of the metric



**Děkuji za pozornost**

dudas@ujp.cz