**„Nástroj na zlepšenie plánovania rádioterapie za podpory umelej inteligencie“**

Kritériá a metodika vyhodnotenia verejnej súťaže

Zoznam skratiek

|  |  |
| --- | --- |
| Skratka | Popis |
| AUT | Hodnotiace kritérium zohľadňujúce úroveň automatizácie procesu  |
| CT | Počítačová tomografia, (computed tomography) |
| CTV | Klinický cieľový objem (clinical target volume) |
| DICOM | Štandard pre komunikáciu a správu lekárskych zobrazovacích informácií a súvisiacich údajov (Digital Imaging and Communications in Medicine) |
| HD | Hausdorffova vzdialenosť (Hausdorff distance) |
| HW | Hardvér |
| OAR | Rizikové orgány (Ornans at risk) |
| OBJ | Objektívne hodnotiace kritérium |
| ROI | Oblasť záujmu (region of interest) |
| RTSS | Súbor štruktúr ráioterapie (Radiation Therapy Structure Set) |
| SBRT | Extrakraniálna stereotaktická rádioterapia (stereotactic body radiation therapy) |
| SW | Softvér |
| SUB | Subjektívne hodnotiace kritérium |

**Obsah**

[**Hodnotiace kritériá a relatívne váhy** 4](#_Toc138251298)

[**Metodika hodnotenia** 5](#_Toc138251299)

[1 Klinické hodnotenie 5](#_Toc138251300)

[1.1 Hodnotenie expertom 5](#_Toc138251301)

[1.2 Objektívne hodnotiace metriky 9](#_Toc138251302)

[1.2.1 DICE koeficient 12](#_Toc138251303)

[1.2.2 Priemerná Hausdorffova vzdialenosť 13](#_Toc138251304)

[2 Súlad s funkčnými požiadavkami 14](#_Toc138251305)

[2.1 Rozsah ponuky anatomických štruktúr 14](#_Toc138251306)

[2.2 Úroveň automatizácie klinického procesu 17](#_Toc138251307)

[3 Finančné hodnotenie 18](#_Toc138251308)

[3.1 Celková cena riešenia 18](#_Toc138251309)

[**Výsledné hodnotenie a stanovenie víťaza** 19](#_Toc138251310)

# **Hodnotiace kritériá a relatívne váhy**

Na vyhodnocovanie ponúk, v rámci hospodárskej súťaže, má verejný obstarávateľ, Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej Republiky (ďalej len ako „Ministerstvo“), za cieľ použiť najlepší pomer ceny a kvality, t j. kombináciu cenového a necenového hodnotenia ponúk uchádzačov. Zoznam a váhy zvolených kritérií boli definované s pomocou expertov z oblasti rádioterapie a ich sumár je uvedený v tabuľke nižšie.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kritérium** | **Označenie** | **Váha** |
| **1. Klinické hodnotenie (50%)** | 1.1 Hodnotenie expertom | $$S\_{x}^{SUB}$$ | **40%** |
| 1.2 Objektívne hodnotiace metriky | 1.2.1 DICE skóre | $$S\_{x}^{DICE}$$ | **5%** |
| 1.2.2 Priemerná Hausdorffova vzdialenosť | $$S\_{x}^{HD}$$ | **5%** |
| **2. Súlad s funkčnými požiadavkami** | 2.1 Rozsah ponuky anatomických štruktúr | $$S\_{x}^{ROI}$$ | **15%** |
| 2.2 Úroveň automatizácie klinického procesu | $$S\_{x}^{AUT}$$ | **10%** |
| **3. Hodnotenie finančných aspektov** | 3.1 Celková cena za uskutočnenie požadovaného predmetu zákazky vyjadrená v EUR s DPH | $$S\_{x}^{FIN}$$ | **25%** |

Každé z ponúkaných riešení bude subjektívne hodnotené tromi radiačnými onkológmi. Požiadavky na každého z hodnotiacich radiačných onkológov sú nasledovné:

* má minimálne 10 ročnú prax v odbore,
* v rámci svojho oddelenia realizujú minimálne 400 plánovacích CT vyšetrení ročne,
* je zamestnancom pracoviska, ktoré nie je zaradené medzi prijímateľov tohto projektu (z dôvodu zamedzenia konfliktu záujmov).

Do procesu hodnotenia riešení bude zapojený aj jeden klinický fyzik, ktorý bude plniť technické úlohy spojené s procesom hodnotenia. Požiadavky na klinického fyzika sú nasledovné:

* má minimálne 10 ročnú prax s vytváraním ožarovacích plánov v procese plánovania rádioterapie,
* pracuje v rámci oddelenia na ktorom realizujú minimálne 400 plánovacích CT vyšetrení ročne,
* je zamestnancom pracoviska, ktoré nie je zaradené medzi prijímateľov tohto projektu (z dôvodu zamedzenia konfliktu záujmov).

Zároveň bude do procesu subjektívneho hodnotenia zapojený zamestnanec Ministerstva (ďalej len zamestnanec Ministerstva), ktorý bude plniť administratívne úlohy vyplývajúce z tohto procesu. Požiadavky na zamestnanca Ministerstva sú nasledovné:

* na Ministerstve pracuje na trvalý pracovný pomer dlhšie ako 12 mesiacov,
* organizačne spadá pod Sekciu digitalizácie a informatiky, alebo pod Inštitút zdravotných analýz, alebo pod Sekciu verejného obstarávania.

Osoby, ktorými sú radiační onkológovia, klinický fyzik a zamestnanec Ministerstva, budú súčasťou komisie zriadenej verejným obstarávateľom podľa § 51 zákona č. 343/2015 Z. z. o verejnom obstarávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov s cieľom vyhodnotenia ponúk na predmet zákazky (ďalej len „komisia“). Členmi komisie môžu byť aj ďalšie osoby určené verejným obstarávateľom. Na realizáciu administratívnych úloh, ktoré zabezpečuje zamestnanec Ministerstva, dohliadajú aj ostatní členovia komisie, s výnimkou realizácie úloh týkajúcich sa šifrovania hodnotených riešení postupom uvedeným v tomto dokumente, vo vzťahu k radiačným onkológom, ktorí sa nebudú môcť oboznámiť a identifikovať pôvodnú zašifrovanú informáciu do okamihu určenia komisiou konečného poriadia zašifrovaných riešení, získaných z ponúk uchádzačov.

# **Metodika hodnotenia**

# Klinické hodnotenie

Do tejto kategórie spadajú subjektívne a objektívne kritériá slúžiace na ohodnotenie kvality generovaných kontúr rizikových orgánov a klinických cieľových objemov.

## Hodnotenie expertom

Cieľom hospodárskej súťaže je obstarať produkt, ktorý bude predovšetkým napĺňať potreby primárnych užívateľov, radiačných onkológov a ktorý bude spĺňať čo najvyššie požiadavky na kvalitu generovaných kontúr. Preto je váha kritéria Hodnotenie expertom najvyššia spomedzi všetkých definovaných kritérií (40%).

V rámci subjektívneho hodnotenia expertom bude každé z ponúkaných riešení testované na nasledujúcej množine CT vyšetrení (ďalej len ako zostava „SUB“):

1. Jedna CT štúdia pre oblasť hlavy a krku
2. Jedna CT štúdia pre oblasť prsníka
3. Jedna CT štúdia pre oblasť hrudníka
4. Jedna CT štúdia pre oblasť ženskej panvy
5. Jedna CT štúdia pre oblasť mužskej panvy

Každé z ponúkaných riešení bude testované na schopnosť kontúrovať rizikový orgán uvedený v tabuľke nižšie.

| **Rizikový orgán (anatomická štruktúra)****Oblasť CT vyšetrenia** | **Hlava a krk** | **Prsník** | **Hrudník pre SBRT pľúcneho nádoru** | **Ženská panva** | **Mužská panva** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|
| **A\_Aorta** |   |   | x |   |   |
| **Bladder** |   |   |   |   | x |
| **Bag\_Bowel** |   |   |   | x |   |
| **Bowel\_Small, Bowel\_Large (Bowel Loops)** |   |   |   | x |   |
| **BrachialPlex\_L** | x |   |   |   |   |
| **BrachialPlex\_R** | x |  |  |  |  |
| **Brain** | x |   |   |   |   |
| **Brainstem** | x |   |   |   |   |
| **Breast\_L (Female Breast L)** |   | x |   |   |   |
| **Breast\_R (Female Breast R)** |  | x |  |  |  |
| **OpticChiasm** | x |   |   |   |   |
| **Cochlea** | x |   |   |   |   |
| **Esophagus** |   | x | x |   |   |
| **Eye\_L** | x |   |   |   |   |
| **Eye\_R** | x |  |  |  |  |
| **Femur\_Head\_L** |   |   |   |   | x |
| **Femur\_Head\_R** |  |  |  |  | x |
| **Heart** |   | x | x |   |   |
| **Kidney\_L** |   |   |   | x |   |
| **Kidney\_R** |  |  |  | x |  |
| **Glnd\_Lacrimal\_L** | x |   |   |   |   |
| **Glnd\_Lacrimal\_R** | x |  |  |  |  |
| **Larynx**  | x |   |   |   |   |
| **Lens\_L** | x |   |   |   |   |
| **Lens\_R** | x |  |  |  |  |
| **Lips** | x |   |   |   |   |
| **Lung\_L** |   | x | x |   |   |
| **Lung\_R** |  | x | x |  |  |
| **Bone\_Mandible** | x |   |   |   |   |
| **OpticNrv\_L** | x |   |   |   |   |
| **OpticNrv\_R** | x |  |  |  |  |
| **Cavity\_Oral** | x |   |   |   |   |
| **Parotid\_L**  | x |   |   |   |   |
| **Parotid\_R** | x |  |  |  |  |
| **Pituitary** | x |   |   |   |   |
| **Rectum** |   |   |   | x | x |
| **SpinalCord** | x | x | x |   |   |
| **Glnd\_Submand\_L** | x |   |   |   |   |
| **Glnd\_Submand\_R** | x |  |  |  |  |
| **Glnd\_Thyroid** | x | x |   |   |   |
| **Trachea** |   |   | x |   |   |

Proces subjektívneho hodnotenia expertom bude pozostávať z nasledujúcich súsledných krokov:

1. V prvom kroku bude zostavená zostava CT vyšetrení „SUB“, a to na základe konsenzu expertov zo všetkých troch pracovísk. Všetky CT vyšetrenia použité v tejto množine budú anonymizované.
2. Následne bude každý z uchádzačov, ktorí predložili ponuku na predmet zákazky vyzvaný, aby nainštaloval a sprevádzkoval svoje ponúkané riešenie v rámci HW infraštruktúry Ministerstva. Zamestnanec Ministerstva po nainštalovaní odskúša funkčnosť každého riešenia na testovacej množine anonymizovaných CT vyšetrení, ktoré pre Ministerstvo zabezpečí jeden z hodnotiacich radiačných onkológov, alebo ním poverená osoba. Pri skúške funkčnosti budú osobne alebo online prítomní aj zástupcovia daného hospodárskeho subjektu, aby sa presvedčili, že zamestnanec Ministerstva ich riešenie dokáže správne ovládať.
3. Za účelom vyhodnotenia verejného obstarávania bude zostava „SUB“ uložená v rámci HW infraštruktúry Ministerstva. Táto zostava „SUB“ môže byť zdieľaná medzi Ministerstvom a jednotlivými pracoviskami radiačnej onkológie zapojenými do procesu vyhodnocovania hospodárskej súťaže, avšak nesmie byť verejne publikovaná a ani zdieľaná s treťou stranou pred, ani počas procesu verejného obstarávania, a to v akejkoľvek forme[[1]](#footnote-1).
4. Zamestnanec Ministerstva pripraví v rámci HW infraštruktúry Ministerstva adresárovú štruktúru, a to tak, že pre každý z hospodárskych subjektov 1 až „N“ (pričom „N“ je počet hospodárskych subjektov zapojených do hospodárskej súťaže) vytvorí samostatný priečinok. Do každého z týchto priečinkov uloží identickú kópiu zostavy „SUB“.
5. Pre zostavu „SUB“ uloženú v priečinku hospodárskeho subjektu 1, zamestnanec Ministerstva, vygeneruje do priečinka hospodárskeho subjektu 1 súbor kontúr vo formáte DICOM - RT Structure Set (ďalej len „RTSS“) pre všetky CT vyšetrenia zo zostavy „SUB“.
6. Krok 5. zopakuje pre každý z hospodárskych subjektov 2 až „N“.
7. Zamestnanec Ministerstva navrhne spôsob šifrovania názvov priečinkov hospodárskych subjektov 1 až „N“ a taktiež vygenerovaných súborov RTSS tak, aby nebolo možné bez definovaného kľúča identifikovať, ktorý priečinok patrí ktorému hospodárskemu subjektu. Kľúč k tomuto šifrovaniu nesmie opustiť HW infraštruktúru Ministerstva, nesmie byť zdieľaný s jednotlivými pracoviskami radiačnej onkológie zapojenými do procesu vyhodnocovania hospodárskej súťaže a rovnako nesmie byť zdieľaný so žiadnou treťou stranou pred, ani počas procesu verejného obstarávania, a to v akejkoľvek forme[[2]](#footnote-2).
8. Zamestnanec Ministerstva zašifruje názvy priečinkov hospodárskych subjektov 1 až „N“ a taktiež vygenerované súbory RTSS.
9. Zamestnanec Ministerstva vytvorí zabezpečený zdieľaný priečinok, do ktorého nakopíruje všetky zašifrované priečinky spoločne so zašifrovanými RTSS súbormi. Následne sprístupní obsah tohto zdieľaného priečinku trom hodnotiacim radiačným onkológom, ktorí boli definovaní vyššie.
10. Každý z troch hodnotiacich radiačných onkológov samostatne posúdi pre každé z CT vyšetrení v rámci zostavy „SUB“ kvalitu kontúr vygenerovaných prostredníctvom riešenia ponúkaného jedným z hospodárskych subjektov, a to bez toho, aby radiačný onkológ vedel, ktoré riešenie bolo na generovanie daných kontúr použité. Kvalitu kontúr v rámci každej CT štúdie bude posudzovať tak, že kvalitu vygenerovaných kontúr každého z rizikových orgánov relevantných pre danú CT štúdiu, tak ako je to definované v tabuľke vyššie, klasifikuje do jednej z nasledujúcich kategórií:
11. **prijateľné – potreba manuálnej editácie len zanedbateľná alebo žiadna ... 10 bodov;**
12. **prijateľné – s malou potrebou manuálnej editácie ... 7 bodov;**
13. **neprijateľné – veľká potreba manuálnej editácie ... 3 body;**
14. **neprijateľné – je potrebné celý OAR prerobiť manuálne ... 0 bodov.**

V prípade, že riešenie hospodárskeho subjektu 1 nie je schopné danú štruktúru kontúrovať, radiačný onkológ klasifikuje danú štruktúru pre hospodársky subjekt 1 do kategórie d)
s počtom bodov 0. Formulár na zadávanie bodov za jednotlivé kontúry je definovaný v prílohe ENG\_expert\_evaluation\_ver.6.0\_sum.xlsx.

1. Krok 10. sa zopakuje pre každý zo zostávajúcich „N+1“ hospodárskych subjektov.
2. Každý z hodnotiacich radiačných onkológov uloží tabuľku s hodnotením do samostatného zabezpečeného zdieľaného priečinka tak, aby k tabuľke s hodnotením mal prístup zamestnanec Ministerstva.
3. Zamestnanec Ministerstva v rámci troch tabuliek s hodnotením identifikuje nasledujúce prípady:
	1. Prípad, kedy aspoň jeden z troch radiačných onkológov ohodnotil schopnosť konkrétneho nástroja kontúrovať danú štruktúru ako *c) Neprijateľné – veľká potreba manuálnej editácie* alebo ako *d) Neprijateľné – je potrebné celú štúdiu prerobiť manuálne*.
	2. Prípad, kedy hodnotenie ktorýchkoľvek dvoch radiačných onkológov sa navzájom líši o viac ako 4 body. Napríklad radiačný onkológ 1 ohodnotil kontúry vygenerované pre štruktúru ABC nástrojom hospodárskeho subjektu XY ako *d) Neprijateľné – je potrebné celú štúdiu prerobiť manuálne*, zatiaľ čo radiačný onkológ 2 ohodnotil kontúry vygenerované pre tú istú štruktúru nástrojom od toho istého hospodárskeho subjektu ako *b) Prijateľné – s malou potrebou manuálnej editácie* (a teda rozdiel medzi hodnotením radiačného onkológa 1 a radiačného onkológa 2 je viac ako 4 body).
4. Zamestnanec Ministerstva zorganizuje osobné, alebo online stretnutie na ktorom sa zúčastnia všetci traja hodnotiaci radiační onkológovia. Na stretnutí bude každý z radiačných onkológov vyzvaný zdôvodniť svoje bodovanie pre každý jeden prípad, kedy pridelil hodnotenie
*c) Neprijateľné – veľká potreba manuálnej editácie* alebo *d) Neprijateľné – je potrebné celú štúdiu prerobiť manuálne*. Zamestnanec Ministerstva je povinný všetky tieto zdôvodnenia zaznamenať v samostatnom dokumente. Po skončení hospodárskej súťaže bude tento dokument zverejnený spoločne s ďalšími dokumentmi týkajúcimi sa tohto verejného obstarávania.

Na tomto stretnutí budú zároveň radiační onkológovia vyzvaní zrevidovať a konsolidovať svoje hodnotenia tak, aby sa hodnotenie ktorýchkoľvek dvoch radiačných onkológov navzájom líšilo maximálne o jeden stupeň. Napríklad radiačný onkológ 1 z príkladu uvedeného v bode 13.b upraví po vzájomnej diskusii svoje hodnotenie kontúr vygenerovaných pre štruktúru ABC nástrojom hospodárskeho subjektu XY z *d)* na *c) Neprijateľné – veľká potreba manuálnej editácie*.

1. Zamestnanec Ministerstva, na základe ním vlastneného kľúča, priradí body pre jednotlivé hospodárske subjekty. Zamestnanec Ministerstva spočíta pre každý hospodársky subjekt body pridelené v rámci kritéria 1.1 Hodnotenie expertom. Pre hospodársky subjekt „*x*“ sa spočíta hodnota „$P\_{x}^{SUB}$“, ktorá bude reprezentovať body pridelené za každú štruktúru a za každú oblasť (CT vyšetrenie zo zostavy „SUB“) od všetkých troch radiačných onkológov (rovnica (1) nižšie).

$$P\_{x}^{SUB}=\sum\_{i=1}^{3}\sum\_{j=1}^{5}\sum\_{k=1}^{K\_{j}}p\_{ijk} (1)$$

Kde *j* *∈ {1, 2, ..., 5}* je index označujúci oblasť CT vyšetrení 1 až 5 v rámci zostavy „SUB“; „*Kj“* predstavuje počet štruktúr vyhodnocovaných pre oblasť *„j“*, *k* *∈ {1, 2, ... Kj}* je index označujúci štruktúru, *i* *∈ {1, 2, 3}* je index označujúci hodnotiaceho radiačného onkológa, a teda hodnota „*pijk*“ reprezentuje počet bodov, ktoré danému hospodárskemu subjektu „*x*“ pridelil hodnotiaci onkológ *„i“* za štruktúru *„k“* v rámci oblasti *„j“*.

Následne sa určí maximálny počet bodov „$P\_{max}^{SUB}$“, ktorý bol získaný spomedzi všetkých hospodárskych subjektov (rovnica (2) nižšie).

$$P\_{max}^{SUB}=max\left(\left\{P\_{1}^{SUB},P\_{2}^{SUB}, …,P\_{N}^{SUB} \right\}\right)⁡ (2)$$

Výsledný počet bodov „$S\_{x}^{SUB}$“ pridelených v rámci kritéria 1.1 Hodnotenie expertom pre každý z hospodárskych subjektov sa vypočíta ako 40-násobok podielu počtu bodov, ktoré získal daný hospodársky subjekt a počtu bodov hospodárskeho subjektu s najvyšším počtom získaných bodov (rovnica (3) nižšie).

$$S\_{x}^{SUB}=40\frac{Δ\_{x}^{SUB}}{Δ\_{max}^{SUB}} (3)$$

## Objektívne hodnotiace metriky

V tejto časti je cieľom overiť a ohodnotiť súlad generovaných kontúr s medzinárodnými odporúčaniami pre plánovanie rádioterapie. V rámci objektívneho hodnotenia bude každé z ponúkaných riešení testované na nasledujúcej množine CT štúdií (ďalej len ako zostava „OBJ“):

1. jedna CT štúdia pre oblasť hlavy a krku;
2. jedna CT štúdia pre oblasť prsníka;
3. jedna CT štúdia pre oblasť mužskej panvy.

Pri každom z ponúkaných riešení bude pre danú oblasť vyšetrenia, t. j. pre každé CT vyšetrenie 1 až 3, testovaná schopnosť nástroja kontúrovať tie rizikové orgány, ktoré sú pre danú oblasť vyšetrenia relevantné. Tabuľka nižšie definuje to, ktoré rizikové orgány budú vyhodnocované v rámci jednotlivých vyšetrení. Cieľom tohto kritéria je predovšetkým ohodnotiť presnosť kontúr vzhľadom na medzinárodné štandardy a odporúčania. Zároveň však bude v rámci vyhodnocovacej funkcie zohľadnená schopnosť daného riešenia kontúrovať čo najväčší počet rizikových orgánov.

| **Rizikový orgán (anatomická štruktúra)****Oblasť CT vyšetrenia** | **Hlava a krk** | **Prsník** | **Mužská panva** |
| --- | --- | --- | --- |
|
|  |
| **Bladder** |   |   | x |
| **Bag\_Bowel** |   |   | x |
| **Bowel\_Small, Bowel\_Large (Bowel Loops)** |   |   | x |
| **Brain** | x |   |   |
| **Brainstem** | x |   |   |
| **Breast\_R (Female Breast R)** |   | x |   |
| **Esophagus** |   | x |   |
| **Femur\_Head\_L** |   |   | x |
| **Femur\_Head\_R** |   |   | x |
| **Glottis** | x |   |   |
| **Heart** |   | x |   |
| **Larynx** | x |   |   |
| **OpticNrv\_L** | x |   |   |
| **OpticNrv\_R** | x |   |   |
| **Parotid\_L**  | x |   |   |
| **Parotid\_R** | x |   |   |
| **Lung\_L**  |   | x |   |
| **Bone\_Mandible** | x |   |   |
| **OpticChiasm** | x |   |   |
| **Cavity\_Oral** | x |   |   |
| **Rectum** |   |   | x |
| **Glnd\_Submand\_L** | x |   |   |
| **Glnd\_Submand\_R** | x |  |  |
| **SpinalCord** | x |   |   |
| **Glnd\_Thyroid** |   | x |   |

Proces objektívneho hodnotenia bude pozostávať z nasledujúcich súsledných krokov:

1. V prvom kroku bude vytvorená zostava „OBJ“ pozostávajúca z CT vyšetrení a) až c), pričom pre každé CT vyšetrenie bude k dispozícii súbor vo formáte DICOM - RTSS, ktorý bude predstavovať optimálne kontúry (tzv. „ground truth“) vybraných rizikových orgánov. Voči týmto optimálnym kontúram budú v procese vyhodnocovania porovnávané kontúry vygenerované jednotlivými nástrojmi od hospodárskych subjektov zapojených do verejného obstarávania.
	* Pre CT štúdiu oblasti hlavy a krku bude použité CT vyšetrenie a prislúchajúce optimálne kontúry rizikových orgánov priamo z medzinárodných štandardov a odporúčaní pre plánovanie rádioterapie[[3]](#footnote-3).
	* Pre zvyšné oblasti (prsník a mužská panva) budú optimálne kontúry určené nasledovne:
		1. Jeden z radiačných onkológov definovaných v časti 1.1 Hodnotenie expertom, poskytne anonymizované CT vyšetrenia oblastí prsníka a mužskej panvy z historických CT vyšetrení vykonaných na jeho oddelení.
		2. Každý z radiačných onkológov definovaných v časti 1.1 Hodnotenie expertom samostatne okontúruje rizikové orgány v každom z týchto dvoch CT vyšetrení, pričom kladie dôraz na to, aby jeho kontúry boli v čo najväčšom súlade s medzinárodnými štandardami a odporúčaniam.
		3. Následne bude použitý algoritmus STAPLE, ktorý použije všetky tri súbory s kontúrami vygenerovanými radiačnými onkológmi na získanie referenčných kontúr.
		4. Vygenerované optimálne kontúry budú spätne validované konzíliom všetkých troch radiačných onkológov, aby sa tak zaručilo že získané referenčné kontúry možno považovať za optimálne.
2. Následne bude každý z hospodárskych subjektov zapojených do procesu verejného obstarávania vyzvaný, aby nainštaloval a sprevádzkoval svoje ponúkané riešenie v rámci HW infraštruktúry Ministerstva, ak tak ešte neučinil v rámci vyhodnotenia kritéria 1.1 Hodnotenie expertom.
3. Za účelom vyhodnotenia verejného obstarávania bude zostava „OBJ“, bez RTSS súborov obsahujúcich „ground truth“ (optimálne) kontúry, uložená v rámci HW infraštruktúry Ministerstva. Táto zostava „OBJ“ môže byť zdieľaná medzi Ministerstvom a jednotlivými pracoviskami radiačnej onkológie zapojenými do procesu vyhodnocovania hospodárskej súťaže, avšak nesmie byť verejne publikovaná a ani zdieľaná s treťou stranou pred, ani počas procesu verejného obstarávania, a to v akejkoľvek forme.
4. Zamestnanec Ministerstva pripraví v rámci HW infraštruktúry Ministerstva adresárovú štruktúru, a to tak, že pre každý z hospodárskych subjektov 1 až „N“, pričom „N“ je počet hospodárskych subjektov zapojených do hospodárskej súťaže, vytvorí samostatný priečinok. Do každého z týchto priečinkov uloží identickú kópiu zostavy „OBJ“, bez RTSS súborov obsahujúcich „ground truth“ (optimálne) kontúry.
5. Pre zostavu „OBJ“ uloženú v priečinku hospodárskeho subjektu 1 zamestnanec Ministerstva vygeneruje do priečinka hospodárskeho subjektu 1 kontúry vo formáte RTSS pre všetky CT vyšetrenia zo zostavy „OBJ“. V prípade, že by mal zamestnanec Ministerstva akékoľvek technické problémy s generovaním obrysov, zástupca hospodárskeho subjektu 1 môže poskytnúť pomoc potrebnú na splnenie úlohy. Táto pomoc musí byť online prostredníctvom videokonferencie, s účasťou aspoň jedného ďalšieho zamestnanca Ministerstva a musí byť zaznamenaná.
6. Krok 5. zopakuje pre každý z hospodárskych subjektov 2 až „N“.
7. Zamestnanec Ministerstva vytvorí zabezpečený zdieľaný priečinok do ktorého nakopíruje všetky zašifrované priečinky spoločne so zašifrovanými RTSS súbormi. Následne sprístupní obsah tohto zdieľaného priečinku jednému z troch hodnotiacich radiačných onkológov, definovaných v časti 1.1, alebo ním delegovanej osobe.
8. Klinický fyzik (pozri kapitolu **Hodnotiace kritériá a relatívne váhy**) uskutoční za použitia SW nástroja 3D Slicer[[4]](#footnote-4), alebo adekvátneho ekvivalentu, automatizované porovnanie kontúr vygenerovaných prostredníctvom riešenia ponúkaného jedným z hospodárskych subjektov (a to bez toho aby radiačný onkológ vedel, ktoré riešenie bolo na generovanie daných kontúr použité) s optimálnymi kontúrami, a to tak, že budú spočítané tieto metriky:
* DICE koeficient[[5]](#footnote-5)
* Priemerná Hausdorffova vzdialenosť[[6]](#footnote-6)

Formulár na zadávanie bodov za jednotlivé kontúry je definovaný v prílohe ENG\_objective\_evaluation\_ver.6.0.xlsx.

1. Krok 8. sa zopakuje pre každý zo zostávajúcich „N-1“ hospodárskych subjektov.
2. Klinický fyzik uloží tabuľku s hodnotením do samostatného zabezpečeného zdieľaného priečinku tak, aby k tabuľke s hodnotením mal prístup okrem klinického fyzika len zamestnanec Ministerstva (pozri kapitolu **Hodnotiace kritériá a relatívne váhy**).
3. Zamestnanec Ministerstva odšifruje názvy priečinkov hospodárskych subjektov 1 až „N“ a taktiež vygenerované súbory RTSS.

## DICE koeficient

Zamestnanec Ministerstva vypočíta pre každý hospodársky subjekt body pridelené v rámci objektívneho kritéria 1.2.1 DICE koeficient nasledovne:

1. Pre každý hospodársky subjekt *„x“* sa vypočíta priemerná hodnota DICE koeficientov „$\overbar{d}\_{x}^{DICE}$“, a to ako podiel súčtu DICE koeficientov vypočítaných pre každú štruktúru, ktorú je riešenie schopné kontúrovať za každé z CT vyšetrení zo zostavy „OBJ“ a celkového počtu štruktúr, ktoré je dané riešenie schopné kontúrovať (rovnica (4) nižšie).

$$\overbar{d}\_{x}^{DICE}=\frac{\sum\_{j=1}^{3}\sum\_{k=1}^{K\_{xj}}d\_{jk}^{DICE}}{\sum\_{j=1}^{3}K\_{xj}} (4)$$

Kde *j* *∈ {1, 2, 3}* je index označujúci oblasť 1 až 3 v rámci zostavy „OBJ“; „*Kxj“* predstavuje počet štruktúr vyhodnocovaných pre oblasť *„j“*, ktoré je riešenie ponúkané hospodárskym subjektom „*x*“ schopné kontúrovať, *k* *∈ {1, 2, ... Kj}* je index označujúci štruktúru, a teda hodnota „$d\_{jk}^{DICE}$“ predstavuje vypočítanú DICE metriku za štruktúru *„k“* v rámci oblasti *„j“* v rámci hodnotenia hospodárskeho subjektu „*x*“.

1. Pre každý hospodársky subjekt „*x*“ sa vypočíta hodnota „$P\_{x}^{DICE}$“ ako podiel počtu rizikových orgánov uvedených v tabuľke vyššie (kapitola 1.2), ktoré je riešenie daného hospodárskeho subjektu „*x*“ schopné kontúrovať voči celkovému počtu rizikových orgánov uvedených v tejto tabuľke (tento celkový počet je 25). Hodnota „$P\_{x}^{DICE}$“ teda definuje podiel rizikových orgánov z tabuľky vyššie, ktoré je riešenie daného hospodárskeho subjektu „*x*“ schopné kontúrovať.

$$P\_{x}^{DICE}=\frac{\sum\_{j=1}^{3}K\_{xj}}{25} (5)$$

1. Na základe vzorca uvedeného v (14) sa vypočíta pre každý hospodársky subjekt „*x*“ kvalitatívny indikátor „$H\_{x}^{DICE}$“, ktorý v sebe zahŕňa tak hodnotenie priemernej hodnoty DICE koeficientov, ako aj percento rizikových orgánov, ktoré je dané riešenie schopné kontúrovať.

$$H\_{x}^{DICE}=\sqrt{\left(\overbar{d}\_{x}^{DICE}\right)^{2}+\left(P\_{x}^{DICE}\right)^{2}} (6)$$

1. Identifikuje sa najlepší výsledok spomedzi indikátorov vypočítaných v predchádzajúcom bode, a to ako maximum „$H\_{max}^{DICE}$“ spomedzi všetkých indikátorov „$H\_{x}^{DICE}$“ vypočítaných naprieč všetkými hospodárskymi subjektami. podiel

$$H\_{max}^{DICE}=max\left(\left\{H\_{1}^{DICE},H\_{2}^{DICE}, …,H\_{N}^{DICE} \right\}\right)⁡ (7)$$

1. Výsledný počet bodov „$S\_{x}^{DICE}$“ pridelených v rámci kritéria 1.2.1 pre každý z hospodárskych subjektov sa vypočíta ako 5-násobok podielu kvalitatívneho indikátora „$H\_{x}^{DICE}$“ vypočítaného pre daný hospodársky subjekt a maxima spomedzi všetkých kvantitatívnych indikátorov „$H\_{max}^{DICE}$“ vypočítaného v predchádzajúcom bode.

$$S\_{x}^{DICE}=5\frac{H\_{x}^{DICE}}{H\_{max}^{DICE}} (8)$$

## Priemerná Hausdorffova vzdialenosť

Body pridelené v rámci objektívneho kritéria 1.2.2 Priemerná Hausdorffova vzdialenosť budú pridelené nasledovným spôsobom:

1. Pre každý hospodársky subjekt „*x*“ zamestnanec Ministerstva vypočíta priemernú hodnotu priemernej Hausdorfovej vzdialenosti „$\overbar{d}\_{x}^{HD}$“, a to ako podiel súčtu priemerných Hausdorfových vzdialeností vypočítaných pre každú štruktúru, ktorú je riešenie schopné kontúrovať za každé z CT vyšetrení zo zostavy „OBJ“ a celkového počtu štruktúr, ktoré je dané riešenie schopné kontúrovať (rovnica (9) nižšie).

$$\overbar{d}\_{x}^{HD}=\frac{\sum\_{j=1}^{3}\sum\_{k=1}^{K\_{xj}}d\_{jk}^{HD}}{\sum\_{j=1}^{3}K\_{xj}} (9)$$

Kde *j* *∈ {1, 2, 3}* je index označujúci oblasť 1 až 3 v rámci zostavy „OBJ“; „*Kxj“* predstavuje počet štruktúr vyhodnocovaných pre oblasť *„j“*, ktoré je riešenie ponúkané hospodárskym subjektom „*x*“ schopné kontúrovať, *k* *∈ {1, 2, ... Kj}* je index označujúci štruktúru, a teda hodnota „$d\_{jk}^{HD}$“ predstavuje vypočítanú priemernú Hausdorffovu vzdialenosť za štruktúru *„k“* v rámci oblasti *„j“* v rámci hodnotenia hospodárskeho subjektu „*x*“.

1. Pre každý hospodársky subjekt „*x*“ sa vypočíta hodnota „$P\_{x}^{HD}$“ ako podiel počtu rizikových orgánov uvedených v tabuľke vyššie (kapitola 1.2), ktoré je riešenie daného hospodárskeho subjektu „*x*“ NIE JE schopné kontúrovať voči celkovému počtu rizikových orgánov uvedených v tejto tabuľke (tento celkový počet je 25). Hodnota „$P\_{x}^{HD}$“ teda definuje percento rizikových orgánov z tabuľky vyššie, ktoré riešenie daného hospodárskeho subjektu „*x*“ nie je schopné kontúrovať.

$$P\_{x}^{HD}=\frac{25-\sum\_{j=1}^{3}K\_{xj}}{25} (10)$$

1. Na základe vzorca uvedeného v (11) sa vypočíta pre každý hospodársky subjekt „*x*“ kvalitatívny indikátor „$H\_{x}^{HD}$“, ktorý v sebe zahŕňa tak hodnotenie priemernej hodnoty priemerných Hasdorfových vzdialeností, ako aj percento rizikových orgánov, ktoré nie je dané riešenie schopné kontúrovať.

$$H\_{x}^{HD}=\sqrt{\left(\overbar{d}\_{x}^{HD}\right)^{2}+\left(P\_{x}^{HD}\right)^{2}} (11)$$

1. Identifikuje sa najlepší výsledok spomedzi indikátorov vypočítaných v predchádzajúcom bode, a to ako minimum „$H\_{min}^{HD}$“ spomedzi všetkých indikátorov „$H\_{x}^{HD}$“ vypočítaných zo všetkých uchádzačov N, ktorých ponuky sa vyhodnocujú.

$$H\_{min}^{HD}=min\left(\left\{H\_{1}^{HD},H\_{2}^{HD}, …,H\_{N}^{HD} \right\}\right)⁡ (12)$$

1. Výsledný počet bodov „$S\_{x}^{HD}$“ pridelených v rámci kritéria 1.2.2 pre každý z hospodárskych subjektov sa vypočíta ako 5-násobok podielu najlepšieho výsledok spomedzi indikátorov „$H\_{min}^{HD}$“ vypočítaného v predchádzajúcom bode a kvalitatívneho indikátora „$H\_{x}^{HD}$“ vypočítaného pre daný hospodársky subjekt.

$$S\_{x}^{HD}=5\frac{H\_{min}^{HD}}{H\_{x}^{HD}} (13)$$

# Súlad s funkčnými požiadavkami

Funkčné požiadavky, ktoré sú predmetom bodového hodnotenia v rámci vyhodnocovania ponúk boli rozdelené do dvoch kritérií a každé z nich bude hodnotené samostatne.

## Rozsah ponuky anatomických štruktúr

Keďže jedným z primárnych účelov projektu je zjednodušiť proces kontúrovania rizikových orgánov, preto cieľom tohto kritéria je ohodnotiť to, keď riešenie ponúka automatické kontúrovanie čo najširšej množiny rizikových orgánov. Deklarovaná ponuka každého hospodárskeho subjektu bude hodnotená voči požadovanému rozsahu kontúr, ako je uvedený v tabuľke nižšie, nasledovne:

* **2 body** ... Ak sa štruktúra nachádza v tabuľke nižšie a MÁ dávkovo-objemový limit, a zároveň NEBOLA hodnotená v rámci kritéria 1.1 Hodnotenie expertom, a zároveň NEBOLA hodnotená v rámci kritéria 1.2 Objektívne hodnotiace metriky.
* **1 bod** ... Ak sa štruktúra nachádza v tabuľke nižšie a MÁ dávkovo-objemový limit, a zároveň BOLA hodnotená v rámci kritéria 1.1 Hodnotenie expertom alebo v rámci kritéria 1.2 Objektívne hodnotiace metriky.
* **0 bodov** ... Ak štruktúra nemá dávkovo-objemový limit, alebo ak sa štruktúra nenachádza v tabuľke nižšie.

Nad rámec rizikových orgánov sú hodnotené lymfatické uzliny pre nasledujúce 3 oblasti:

* klinický cieľový objem - regionálne lymfatické uzliny krku;
* klinický cieľový objem - regionálne lymfatické uzliny panvy;
* klinický cieľový objem - regionálne lymfatické uzliny prsníka.

Hospodárskemu subjektu sú pridelené 2 body za danú oblasť lymfatických uzlín, ak ponúkané riešenie je schopné kontúrovať aspoň jeden z jeho anatomických pod-oblastí.

V rámci hodnotenia rozsahu anatomických štruktúr bude každé z ponúkaných riešení testované na samostatnej zostave údajov CT vyšetrení (ďalej len súbor „ROI“), ktorý bude obsahovať všetky rizikové orgány uvedené v tabuľke nižšie a zároveň klinické cieľové objemy uvedené vyššie. Kvalita generovaných kontúr bude hodnotená tak, ako je popísané v nasledujúcom texte (pozri bod 8).

| **Číslo** | **Rizikový orgán (anatomická štruktúra)** | **Hodnotenie v rámci kritéria 1.1 alebo 1.2** | **Dávkovo- objemový limit** | **Počet bodov pridelených v rámci kritéria 2.1** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | A\_Aorta | Áno | Áno | **1** |
| 2 | A\_Pulmonary | Nie | Áno | **2** |
| 3 | Bag\_Bowel | Áno | Áno | **1** |
| 4 | Bladder | Áno | Áno | **1** |
| 5 | Bone\_Mandible | Áno | Áno | **1** |
| 6 | Bowel\_Small, Bowel\_Large (bowel loops) | Áno | Áno | **1** |
| 7 | BrachialPlex\_L | Áno | Áno | **1** |
| 8 | BrachialPlex\_R | Áno | Áno | **1** |
| 9 | Brain | Áno | Áno | **1** |
| 10 | Brainstem | Áno | Áno | **1** |
| 11 | Cavity\_Oral | Áno | Áno | **1** |
| 12 | Cochlea | Áno | Áno | **1** |
| 13 | Colon\_Sigmoid | Nie | Áno | **2** |
| 14 | Duodenum | Nie | Áno | **2** |
| 15 | Esophagus | Áno | Áno | **1** |
| 16 | Eye\_L | Áno | Áno | **1** |
| 17 | Eye\_R | Áno | Áno | **1** |
| 18 | Femur\_Head\_L | Áno | Áno | **1** |
| 19 | Femur\_Head\_R | Áno | Áno | **1** |
| 20 | Glnd\_Lacrimal\_L | Áno | Áno | **1** |
| 21 | Glnd\_Lacrimal\_R  | Áno | Áno | **1** |
| 22 | Glnd\_Submand\_L | Áno | Áno | **1** |
| 23 | Glnd\_Submand\_R | Áno | Áno | **1** |
| 24 | Glnd\_Thyroid | Áno | Áno | **1** |
| 25 | Heart | Áno | Áno | **1** |
| 26 | Kidney\_L | Áno | Áno | **1** |
| 27 | Kidney\_R | Áno | Áno | **1** |
| 28 | Larynx | Áno | Áno | **1** |
| 29 | Lens\_L | Áno | Áno | **1** |
| 30 | Lens\_R | Áno | Áno | **1** |
| 31 | Liver | Nie | Áno | **2** |
| 32 | Lung\_L | Áno | Áno | **1** |
| 33 | Lung\_R | Áno | Áno | **1** |
| 34 | Musc\_Constrict | Nie | Áno | **2** |
| 35 | OpticChiasm | Áno | Áno | **1** |
| 36 | OpticNrv\_L | Áno | Áno | **1** |
| 37 | OpticNrv\_R | Áno | Áno | **1** |
| 38 | Parotid\_L | Áno | Áno | **1** |
| 39 | Parotid\_R | Áno | Áno | **1** |
| 40 | PenileBulb | Nie | Áno | **2** |
| 41 | Pituitary | Áno | Áno | **1** |
| 42 | Rectum | Áno | Áno | **1** |
| 43 | Retina\_L | Nie | Áno | **2** |
| 44 | Retina\_R | Nie | Áno | **2** |
| 45 | SpinalCanal / SpinalCord | Áno | Áno | **1** |
| 46 | Stomach | Nie | Áno | **2** |
| 47 | Trachea | Áno | Áno | **1** |
| 48 | AirWay\_Prox or Bronchus (Proximal Bronchial Tree)  | Nie | Áno | **2** |
| **Číslo** | **Klinický cieľový objem (anatomická štruktúra)** | **Hodnotenie v rámci kritéria 1.1 alebo 1.2** | **Dávkovo- objemový limit** | **Počet bodov pridelených v rámci kritéria 2.1** |
| 49 | A\_Aorta | Nie |  | **2** |
| 50 | A\_Pulmonary | Nie |  | **2** |
| 51 | Bag\_Bowel | Nie |  | **2** |

Proces hodnotenia rozsahu anatomických štruktúr bude pozostávať z nasledujúcich súsledných krokov:

1. V prvom kroku sa na základe konsenzu odborníkov zo všetkých troch pracovísk vytvorí zostava CT vyšetrení označených ako „ROI“, tak aby bolo možné vyhodnotiť všetky štruktúry uvedené v tabuľke vyššie. Všetky CT vyšetrenia použité v tejto zostave budú anonymizované.
2. Pre vyhodnotenie verejného obstarávania bude zostava „ROI“ uložená v rámci HW infraštruktúry Ministerstva. Táto zostava „ROI“ nesmie byť verejne zverejnená ani zdieľaná s treťou stranou pred alebo počas procesu obstarávania[[7]](#footnote-7), a to v akejkoľvek forme.
3. Zamestnanec Ministerstva pripraví adresárovú štruktúru v rámci HW infraštruktúry Ministerstva vytvorením samostatného priečinka pre každý hospodársky subjekt 1 až „N“ (kde „N“ je počet subjektov zapojených do súťaže ). Do každého z týchto priečinkov uloží identickú kópiu zostavy "ROI".
4. Pre zostavu "ROI" uloženú v priečinku hospodárskeho subjektu 1 vygeneruje zamestnanec Ministerstva v priečinku hospodárskeho subjektu 1 súbor obrysov vo formáte RTSS pre všetky CT vyšetrenia zo zostavy "ROI".
5. Opakuje sa krok 5 pre každý hospodársky subjekt 2 až „N“.
6. Na zašifrovanie názvov priečinkov hospodárskych subjektov 1 až „N“, ako aj vygenerovaných súborov RTSS použije zamestnanec Ministerstva šifrovaciu metódu definovanú v bode 1.1. Kľúč k tomuto šifrovaniu nesmie opustiť HW infraštruktúru Ministerstva, nesmie byť zdieľaný so zástupcami radiačnej onkológie zapojenými do procesu vyhodnocovania verejného obstarávania, ani nesmie byť zdieľaný so žiadnou treťou osobou pred alebo počas procesu verejného obstarávania[[8]](#footnote-8), a to v akejkoľvek forme.
7. Zamestnanec Ministerstva vytvorí zabezpečený zdieľaný priečinok, do ktorého skopíruje všetky šifrované priečinky spolu so zašifrovanými súbormi RTSS. Potom sprístupní obsah tohto zdieľaného priečinka trom vyššie uvedeným hodnotiacim radiačným onkológom.
8. Každý z troch hodnotiacich radiačných onkológov posúdi pre každé riešenie a pre každé z CT vyšetrení v rámci zostavy „ROI“, či nástroj generuje všetky požadované obrysy uvedené
v tabuľke vyššie. Kvalita každého vygenerovaného obrysu sa posúdi jeho zaradením do jednej z nasledujúcich kategórií:

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **Prijateľné**
 | Počet bodov definovaných v tabuľke vyššie, stĺpec s označením „Počet bodov pridelených v rámci kritéria 2.1“ |
| 1. **Chýbajúce alebo Neprijateľné** (celý OAR/CTV je potrebné vykonať ručne)
 | 0 bodov |

1. Každý z radiačných onkológov uloží svoju hodnotiacu tabuľku v zabezpečenom zdieľanom priečinku tak, aby k nej mal prístup zamestnanec Ministerstva.
2. Zamestnanec Ministerstva identifikuje v troch hodnotiacich tabuľkách všetky prípady,
v ktorých sa líši hodnotenie dvoch radiačných onkológov.
3. Zamestnanec Ministerstva zorganizuje osobné alebo online stretnutie všetkých troch hodnotiacich radiačných onkológov. Radiační onkológovia budú požiadaní, aby preskúmali a zjednotili svoje voje hodnotenia (len tie hodnotenia radiačných onkológov, ktoré nie sú rovnaké pre daný vygenerovaný obrys) tak, aby hodnotenia všetkých radiačných onkológov boli rovnaké v rámci daných vygenerovaných obrysov podľa bodu 8.
4. Zamestnanec Ministerstva na základe definovaného kľúča prideľuje body jednotlivým hospodárskym subjektom. Zamestnanec Ministerstva vypočíta každému hospodárskemu subjektu pridelené body podľa kritéria 2.1 Rozsah anatomických štruktúr. Pre hospodársky subjekt *"x"*, sa hodnota "$P\_{x}^{ROI}$" vypočíta (rovnica (14) nižšie).

$$P\_{x}^{ROI}=\sum\_{k=1}^{51}p\_{k} (14)$$

Kde *k ∈ {1, 2, ... 51}* je index označujúci anatomickú štruktúru uvedenú tabuľke vyššie; teda hodnota *„pk“* predstavuje počet bodov pridelených danému hospodárskemu subjektu *„x“* za štruktúru *„k“.* Potom sa určí maximálny počet bodov "$P\_{max}^{ROI}$" získaných spomedzi všetkých hospodárskych subjektov (rovnica (15) nižšie).

$$P\_{max}^{ROI}=max\left(\left\{P\_{1}^{ROI}, P\_{2}^{ROI}, …, P\_{N}^{ROI} \right\}\right)⁡ (15)$$

1. Konečný počet bodov udelených podľa kritéria 2.1 pre každý hospodársky subjekt sa vypočíta ako 15-násobok pomeru počtu bodov získaných týmto hospodárskym subjektom ku skóre hospodárskeho subjektu s najvyšším počtom získaných bodov.

$$S\_{x}^{ROI}=15\frac{P\_{x}^{ROI}}{P\_{max}^{ROI}} (16)$$

## Úroveň automatizácie klinického procesu

Cieľom je oceniť to, ak riešenie pomocou automatizácie minimalizuje počet manuálnych rutinných činností požadovaných zo strany zdravotníckych pracovníkov v procese plánovania rádioterapie.

**Automatizovaný proces:** proces, ktorý môže byť spustený a vykonávaný bez priamej interakcie používateľa so SW nástrojom od jeho spustenia až po ukončenie. Po nastavení a inicializácii procesu ho SW nástroj dokáže vykonávať automaticky bez ďalšieho zásahu používateľa.

**Manuálny proces:** proces, ktorý nenapĺňa všetky podmienky definície automatizovaného procesu.

Klinický proces pozostáva z nasledujúcich dielčích procesov:

1. **odoslanie DICOM dát na kontúrovanie** - do definovanej lokality nového riešenia- pre systém sa pri jeho počiatočnom nastavovaní nadefinuje (pridá) nová DICOM destinácia;
2. **kontúrovanie** - prijatie DICOM dát a generovanie požadovaných kontúr OAR vor formáte DICOM-RTSS;
3. **odoslanie vygenerovaných výsledkov** - do vopred definovanej lokality.

V rámci procesu č. 1 Odoslanie DICOM dát na kontúrovanie je cieľom ponechať užívateľovi autonómiu v rozhodovaní o tom, ktoré CT vyšetrenie bude odoslané na kontúrovanie. Preto sa bude úroveň automatizácie hodnotiť len v dvoch zostávajúcich dielčích procesoch (2. Kontúrovanie a 3. Odoslanie vygenerovaných výsledkov).

Z pohľadu miery automatizácie uvedených procesov budú hodnotené riešenia zaradené do troch úrovní:

1. Najvyššia úroveň automatizácie procesov ... $S\_{x}^{AUT}$ **= 10 bodov**

|  |  |
| --- | --- |
| Proces | Forma procesu |
| Kontúrovanie | automatizovaný |
| Odoslanie vygenerovaných výsledkov | automatizovaný |

1. Nižšia úroveň automatizácie procesov ... $S\_{x}^{AUT}$ **= 5 bodov**
	* Riešenie nedosahuje najvyššiu úroveň automatizácie, avšak úroveň automatizácie presahuje najnižšiu úroveň automatizácie

|  |  |
| --- | --- |
| Proces | Forma procesu |
| Prijatie DICOM dát a ich kontúrovanie | automatizovaný |
| Odoslanie vygenerovaných výsledkov | manuálny |

alebo

|  |  |
| --- | --- |
| Proces | Forma procesu |
| Prijatie DICOM dát a ich kontúrovanie | manuálny |
| Odoslanie vygenerovaných výsledkov | automatizovaný |

1. Najnižšia úroveň automatizácie procesov ... $S\_{x}^{AUT}$ **= 0 bodov**

|  |  |
| --- | --- |
| Proces | Forma procesu |
| Prijatie DICOM dát a ich kontúrovanie | manuálny |
| Odoslanie vygenerovaných výsledkov | manuálny |

Na účely hodnotenia úrovne automatizácie klinického procesu, každý hospodársky subjekt v rámci hospodárskej súťaže poskytne Ministerstvu detailný procesný diagram, z ktorého bude zrejmé, akým spôsobom je nástroj integrovaný do procesov pracoviska. V procesnom diagrame, alebo jeho opise, musí byť uvedené, či uvedený krok procesu môže byť plne automatický, alebo je potrebné vykonať manuálny úkon. Na základe posúdenia detailných procesných diagramov budú pridelené body „SxAUT " každému z hospodárskych subjektov.

# Finančné hodnotenie

Do tejto kategórie spadajú kritériá slúžiace na ohodnotenie finančných aspektov projektu a jeho prínosy pre verejného obstarávateľa.

## Celková cena za uskutočnenie požadovaného predmetu zákazky vyjadrená v EUR s DPH

V rámci tohto kritéria bude hodnotená cena za kompletné riešenie v EUR s DPH. Výsledný počet bodov pridelených v rámci kritéria 3.1 pre každý z hospodárskych subjektov sa vypočíta ako 25-násobok podielu najnižšej ceny riešenia ponúkanej spomedzi všetkých účastníkov hospodárskej súťaže $"P\_{min}^{FIN}$“ a ceny riešenia, ktorú určil daný hospodársky subjekt $"P\_{x}^{FIN}"$.

$$S\_{x}^{FIN}=25\frac{P\_{min}^{FIN}}{P\_{x}^{FIN}} (17)$$

# **Výsledné hodnotenie na základe kritérií, určenie poradia uchádzačov a určenie úspešného uchádzačaa**

Výsledné hodnotenie sa pre každý hospodársky „*x*“ subjekt spočíta ako súčet všetkých bodov, ktoré sú hospodárskemu subjektu pridelené na základe kritérií definovaných v kapitolách 1 až 3 tohto dokumentu (rovnica (18)).

$$S\_{x}=S\_{x}^{SUB}+S\_{x}^{DICE}+S\_{x}^{HD}+S\_{x}^{ROI}+S\_{x}^{AUT}+S\_{x}^{FIN} (18)$$

Úspešným uchádzačom sa stane uchádzač, ktorý získa v celkovom hodnotení najvyšší počet bodov.

1. Zostava SUB bude súčasťou dokumentácie k VO. Pričom dokumentácia k VO môže byť napr. v prípade revíznych postupov odovzdaná orgánom kontroly (ÚVO, NKÚ a pod.) a to aj počas alebo po procese verejného obstarávania. [↑](#footnote-ref-1)
2. Súbor RTSS bude súčasťou dokumentácie k VO. Pričom dokumentácia k VO môže byť napr. v prípade revíznych postupov odovzdaná orgánom kontroly (ÚVO, NKÚ a pod.) a to aj počas alebo po procese verejného obstarávania. [↑](#footnote-ref-2)
3. Charlotte L. Brouwer et al., 2015, CT-based delineation of organs at risk in the head and neck region: DAHANCA, EORTC, GORTEC, HKNPCSG, NCIC CTG, NCRI, NRG Oncology and TROG consensus guidelines, Radiotherapy and Oncology, Volume 117, Issue 1, 2015, Pages 83-90, ISSN 0167-8140, https://doi.org/10.1016/j.radonc.2015.07.041. [↑](#footnote-ref-3)
4. Pozri <https://www.slicer.org/>. Nástroj 3D Slicer je spoľahlivý opensource nástroj, podporovaný početnou odbornou komunitou, ktorý obsahuje modul pre rádioterapiu a poskytuje funkciu výpočtu oboch metrík uvedených vyššie. [↑](#footnote-ref-4)
5. Pre definíciu metriky pozri napr. Zou, Kelly H et al. “Statistical validation of image segmentation quality based on a spatial overlap index.” Academic radiology vol. 11,2 (2004): 178-89. doi:10.1016/s1076-6332(03)00671-8 [↑](#footnote-ref-5)
6. Pre definíciu metriky pozri napr. D. Karimi and S. E. Salcudean, "Reducing the Hausdorff Distance in Medical Image Segmentation With Convolutional Neural Networks," in IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 39, no. 2, pp. 499-513, Feb. 2020, doi: 10.1109/TMI.2019.2930068. [↑](#footnote-ref-6)
7. Zostava ROI bude súčasťou dokumentácie k VO. Pričom dokumentácia k VO môže byť napr. v prípade revíznych postupov odovzdaná orgánom kontroly (ÚVO, NKÚ a pod.) a to aj počas alebo po procese verejného obstarávania. [↑](#footnote-ref-7)
8. Súbory RTSS budú súčasťou dokumentácie k VO. Pričom dokumentácia k VO môže byť napr. v prípade revíznych postupov odovzdaná orgánom kontroly (ÚVO, NKÚ a pod.) a to aj počas alebo po procese verejného obstarávania. [↑](#footnote-ref-8)