



Ministerstvo zdravotníctva SR

Zlepšenie plánovania rádioterapie za podpory umelej inteligencie



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



MINISTERSTVO
ZDRAVOTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Motivácia: Najvzácnejšia komodita v onkológii - ČAS

Motivácia: Časová optimalizácia v kritickom reťazci liečby

*Do roku 2030 sa očakáva nárast počtu nových onkologických prípadov na **47 000 ročne** (v porovnaní s cca 30 000 v roku 2012).*

Stav a výzva: Boj s rastúcou incidenciou onkologických ochorení pri limitovaných personálnych kapacitách.

Radiačný onkológ trávi až 50 % času manuálnym prekresľovaním anatómie (kontúrovaním).

Úzke hrdlo procesu: Zdĺhavé manuálne kontúrovanie štruktúr, ktoré časovo zaťažuje onkológov a oddŕaľuje začiatok terapie.

*Manuálne kontúrovanie jedného pacienta trvá v priemere **30 až 120 minút** v závislosti od diagnózy.*

Riešenie: Presun kapacity lekára z manuálneho prekresľovania do fázy klinickej supervízie a verifikácie plánu

Prijímatelia: Výzva bola určená pre poskytovateľov ústavnej zdravotnej starostlivosti, ktorí prevádzkujú pracoviská radiačnej onkológie
Prihlásilo a schválených bolo 11 projektov (verejných aj súkromných), implementovalo sa 9

Zdroj: Plán obnovy a odolnosti SR (Komponent 11: Digitalizácia)

Merateľné ukazovatele:

1. Počet a typ realizovaných plánovaní RT za podpory automatického kontúrovania OAR.
2. Čas strávený vyznačovaním OAR skrátený o 50 %.
3. Zavedenie jednotných medzinárodných štandardov a nomenklatúry (ESTRO/RTOG)

Štruktúra hodnotiacich kritérií:

Klinický výkon (50 % váhy): Kľúčový parameter založený na presnosti algoritmov.

Funkčná úroveň (25 % váhy): Rozsah automatizácie a miera pokrytia anatomických štruktúr.

Ekonomická ponuka (25 % váhy): Náklady na obstaranie a 5-ročnú prevádzku.

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%
4. Hodnotenie finančných aspektov	4.1 Celková cena riešenia		S_x^{FIN}	25%

Model obstarávania: Prioritizácia kvality a klinickej pridanej hodnoty

1. PTK – zverejnenie v SK aj EÚ vestníku
2. Žiadosti o vysvetlenie
3. 5 uchádzačov – celosvetovo
4. Príprava datasetov
5. Testovacie kolo
6. Ostré kolo
7. Vyhodnotenie kritérii - SUB + konsolidácia, OBJ
8. Zaslanie výsledkov uchádzačom
9. Aukcia

"A tool to improve radiotherapy planning with the support of artificial intelligence"													
2. Clinical Evaluation													
2.1 Expert Evaluation													
Scoring system for evaluating the quality of generated contours of OARs													
Categories													Score
As Acceptable - the need for manual editing is negligible or non-existent													10
As Acceptable - with the need for manual editing													7
As Acceptable - great need for manual editing													3
As unacceptable - the whole study has to be done manually													0
Region	ROI	Segmentation											
		ES1			ES2			ES3			ES4		
		ROI1	ROI2	ROI3	ROI1	ROI2	ROI3	ROI1	ROI2	ROI3	ROI1	ROI2	ROI3
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	Brain	10	7	10	7	10	10	7	7	10	7	7	10
	BrainStem	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Oral Cavity	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Head/Neck	Brain/BrainStem	7	7	10	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	Brain/BrainStem	10	7	10	7	1							

- **Celoplošná modernizácia:** 9 špecializovaných pracovísk radiačnej onkológie kompletne vybavených pokročilým AI softvérom a potrebným hardvérom.
- **Dlhodobá udržateľnosť:** Zmluvne garantovaná 5-ročná podpora, ktorá zahŕňa nielen servis, ale aj kontinuálne aktualizácie AI algoritmov podľa najnovších medicínskych poznatkov.
- **Ekonomická efektivita:** * Dosiahnutie úspory 70 % oproti predpokladanej hodnote zákazky (PHZ) vďaka transparentnej elektronickej aukcii. Umožnila nákup HW.
- **Centrálne VO:** Odbremenenie nemocníc od administratívne náročných procesov VO.
- **Štandardizácia:** Zjednotenie kvality plánovania liečby naprieč celým sektorom a zavedenie jednotnej medzinárodnej nomenklatúry.

- **Cieľ projektu: Zníženie časovej záťaže pri kontúrovaní kritických orgánov (OAR) o minimálne 50 %.**
- **Reálne výsledky z referenčných pracovísk:**
 - **Oblasť Hlava a krk:**
 - Manuálne kontúrovanie: 24:37 min.
 - S podporou AI: 10:09 min. (z toho čisto AI 00:42)
 - Výsledná úspora: 61,40%
 - **Oblasť Mužská panva :**
 - Manuálne kontúrovanie: 26:07 min.
 - S podporou AI: 05:18 min. (z toho čisto AI 00:26)
 - Výsledná úspora: 81,60%

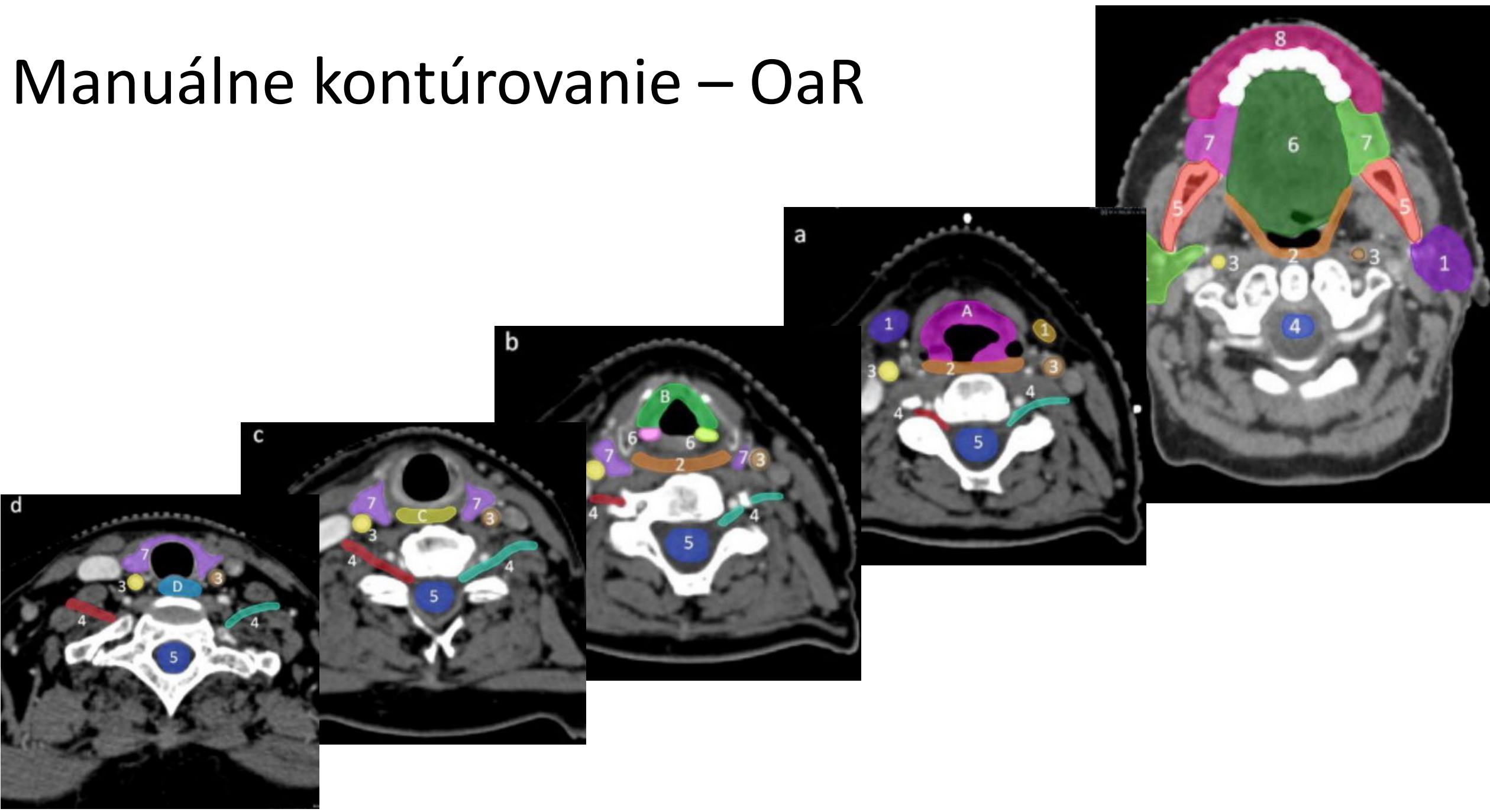
Autokontúrovací SW pre slovenské RT pracoviská

Jasenčak M., Východoslovenský onkologický ústav,a.s., Košice

Info o projekte – pohľad hodnotiteľa

- príprava projektu 2021 – 2024
- 4 radiační onkológovia, 5 fyzikov, min. 5 zamestnancov MZ SR
- použitých 16 CT štúdií
- 5 CT setov a 25 referenčných anatomických štruktúr pre objektívne metriky
- 49 anatomických štruktúr hodnotili 4 experti v RO (subjektívne hodnotenie)
- 625 hodnotených kontúr (spolu od 5 účastníkov)
- celkovo 1625 výsledkov a/alebo hodnotení kontúr
- 21GB pracovných dát
- 5 zapojených účastníkov OS (hodnotených 5 produktov)
- z mojej osobnej komunikácie viac ako 300 emailov
- on-line mítingy

Manuálne kontúrovanie – OaR





ELSEVIER

Radiotherapy and Oncology

Volume 110, Issue 1, January 2014, Pages 172-181



Guidelines

Delineation of the neck node levels for head and neck tumors: A 2013 update. DAHANCA, EORTC, HKNPCSG, NCIC CTG, NCRI, RTOG, TROG consensus guidelines ☆

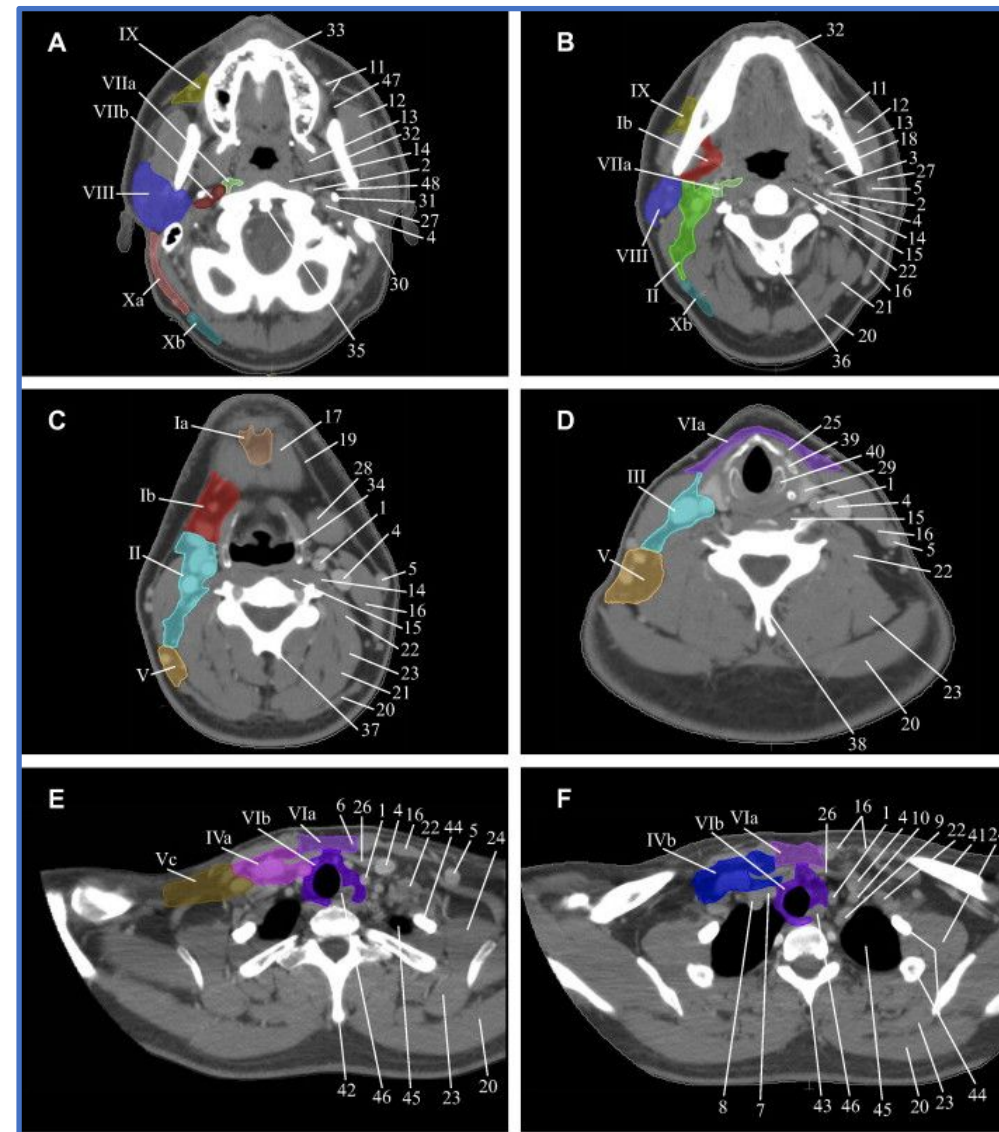
Vincent Grégoire ^a ✉, Kian Ang ^b, Wilfried Budach ^c, Cai Grau ^d, Marc Hamoir ^e, Johannes A. Langendijk ^f, Anne Lee ^g, Quynh-Thu Le ^{h,i}, Philippe Maingon ^j, Chris Nutting ^k, Brian O'Sullivan ^l, Sandro V. Porceddu ^m, Benoit Lengele ⁿ

Show more ✓

+ Add to Mendeley Share Cite

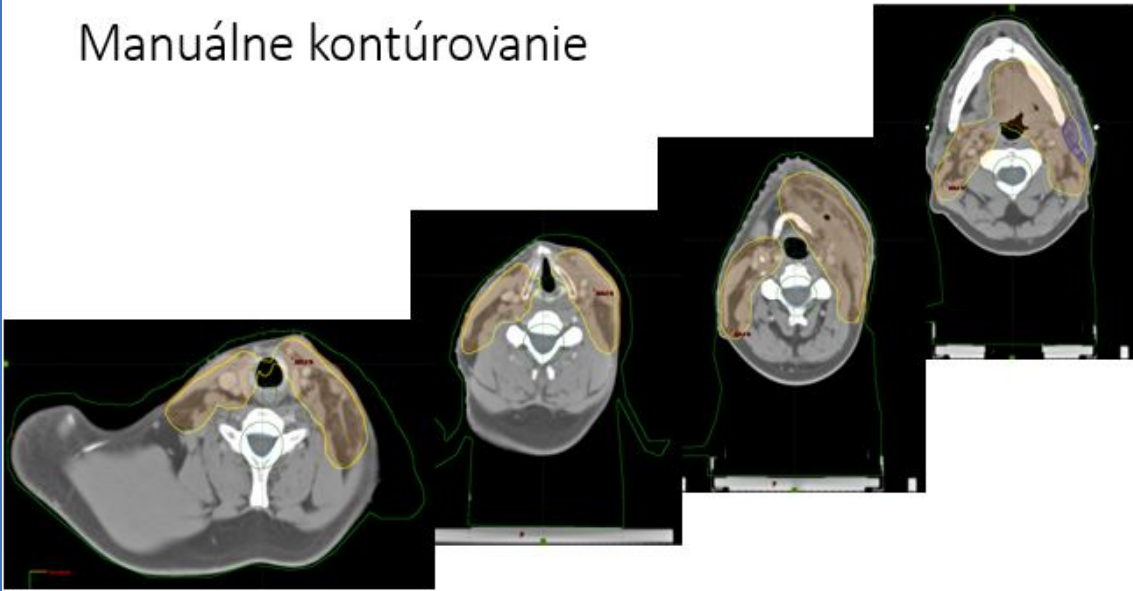
<https://doi.org/10.1016/j.radonc.2013.10.010>

Get rights and content

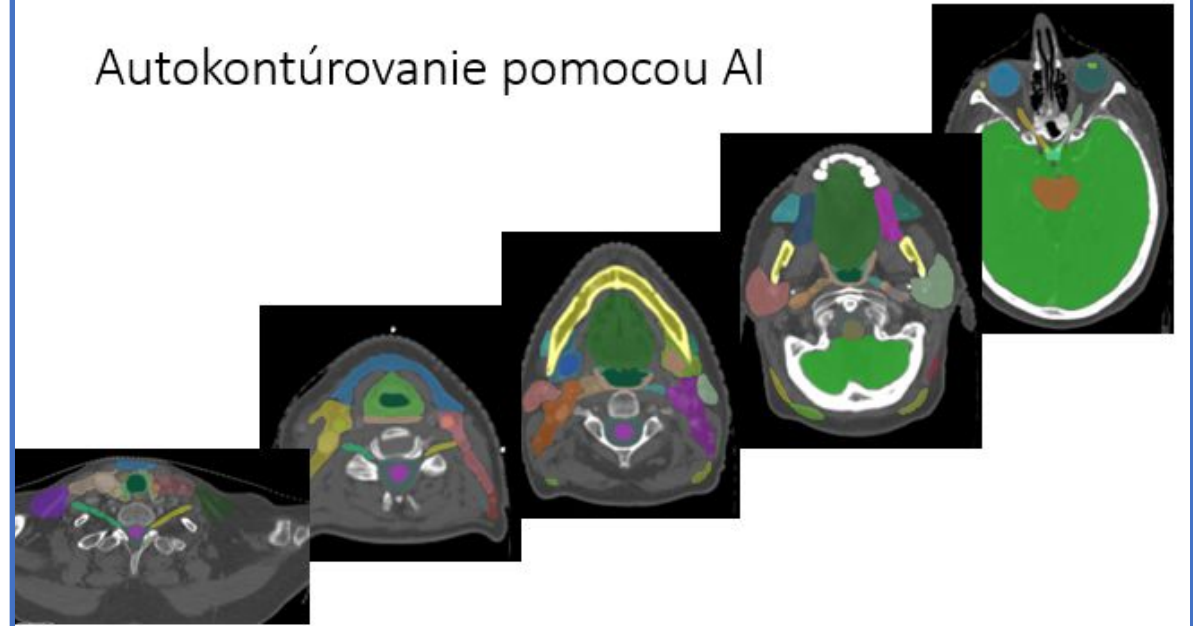


Manuálne vs automatické kontúrovanie (HaN)

Manuálne kontúrovanie

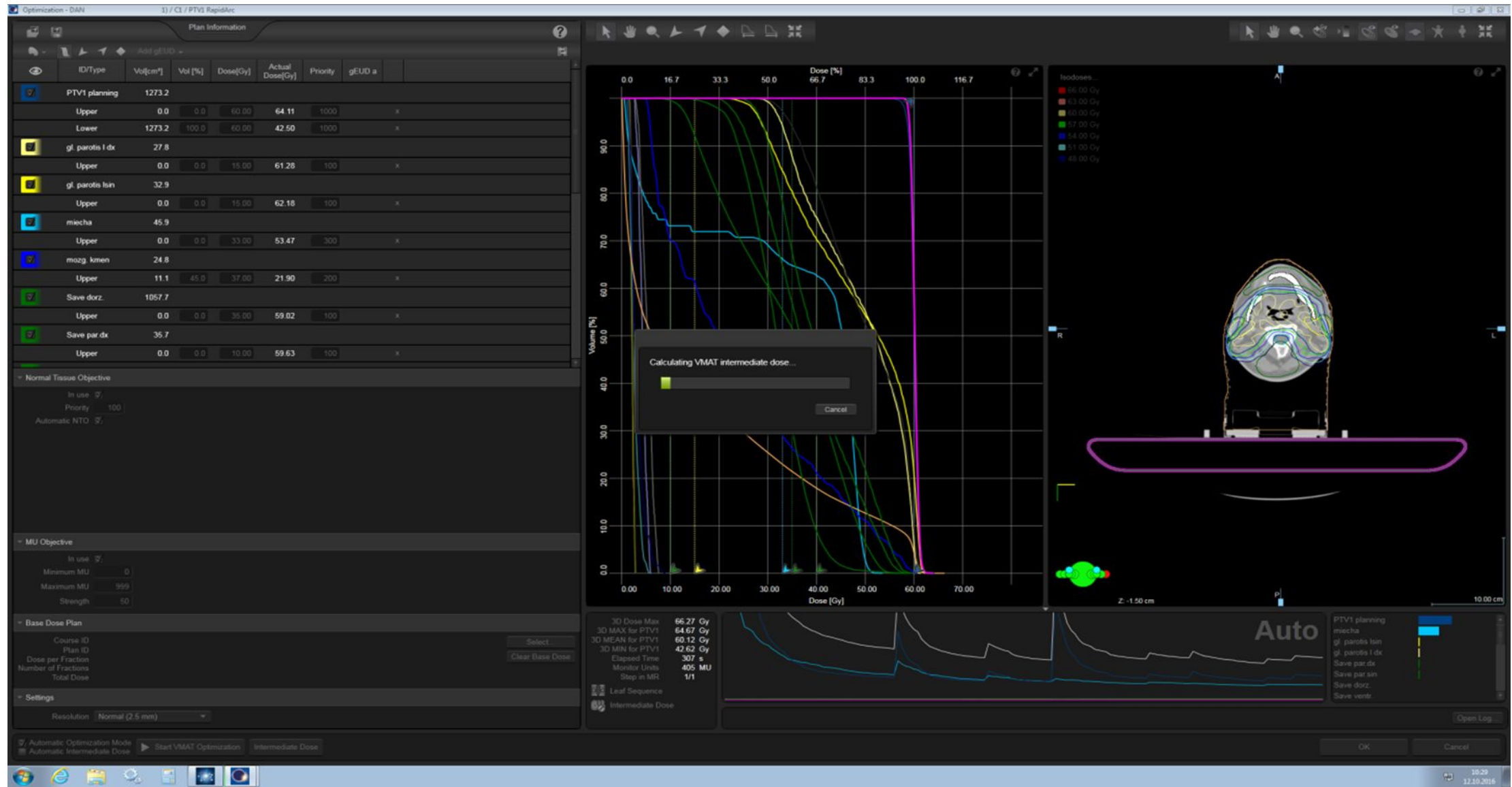


Autokontúrovanie pomocou AI



- < 10 ROI
- cca 45-60 min.
- > 60 ROI

Výpočet liečebného (ožarovacieho) plánu



Čo prinesie automatické kontúrovanie

- významná úspora času kontúrovania (neznamená automaticky skrátenie procesu plánovania)
- štandardizácia názvoslovia
- uľahčenie automatizácie plánovania (vďaka bodu vyššie)
- štandardizácia kvality kontúrovania (AI-based využíva ako podklad kontúrovacie medzinárodné odporúčania)
- novú QA (pre fyzikov)

NRSYS Medical líder v medicínskej informatike

**Dodávateľ svetových AI technológií pre zdravotníctvo (MR, CT, rádiodiagnostika, mamograf, rádioterapia)
s plnou certifikáciou CE, MDR 745 a ŠÚKL**



Improved diagnosis for life™



- PACS a VNA s AI
- AI pre MR
- AI diagnostika STROKE
- AI CT pľúc
- AI mamografia prsníkov
- AI skiagrafia pľúc
- Komplexná rekonštrukcia zobrazovania s podporou AI
- AI vyšetrenie zraku Fundus
- AI skiagrafia pľúc
- AI Neurovascular
- AI Neurodegenerative
- AI Rádioterapia



Ministerstvo zdravotníctva SR

Projekt automatického kontúrovania s umelou inteligenciou

Nástroj na zlepšenie plánovania rádioterapie
za podpory umelej inteligencie

10 pracovísk

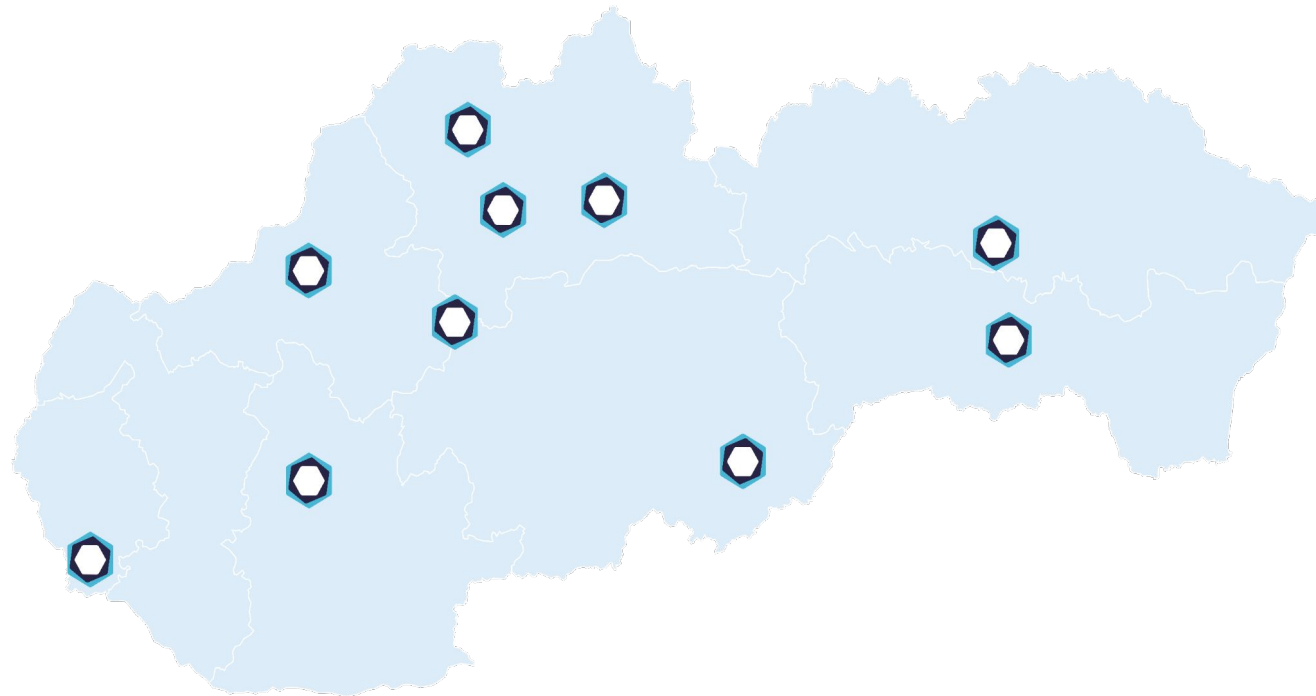
Ministerstvo zdravotníctva

Riešenie zabezpečuje:

- Najpresnejšie plánovanie rádioterapie s čo najmenším dopadom na zdravé tkanivo,
- Štandardizácia a využívanie osvedče-ných postupov pri tvarovaní orgánov.



MINISTERSTVO
ZDRAVOTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



Časový harmonogram projektu

Predbežná konzultácia – 2021/2022

- Dôkladné a spravodlivé konzultačné stretnutia s viacerými dodávateľmi pred uvedením na trh
- Nábor klinických expertov
- Definujte klinické požiadavky
- Vytvorenie podrobných hodnotiacich kritérií

Zverejnená ponuka - 2023

- Hodnotiace kritériá
 - Štruktúra hodnotiacich kritérií:
 - Klinický výkon (50 % váhy): Kľúčový parameter založený na presnosti algoritmov.
 - Funkčná úroveň (25 % váhy): Rozsah automatizácie a miera pokrytia anatomických štruktúr.
 - Ekonomická ponuka (25 % váhy): Náklady na obstaranie a 5-ročnú prevádzku.

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%
4. Hodnotenie finančných aspektov	4.1 Celková cena riešenia		S_x^{FIN}	25%

Časový harmonogram projektu

Výberové konanie - 2024

- Vybraná autokontúrovací SW AI Limbus



Implementácia - 2024/2025

- 10 centier
- Samostatné inštalácie na existujúci hardvér
- Lokálne inštalácie
- 2 skupinové tréningy v rámci celej krajiny
- Stretnutia o integrácii špecifických lokalít

Všetko školenie, inštalácia a integrácia boli dokončené za 27 dní.

Dopad

Od júla 2025

- 6781 skenov pacientov s kontúrami pomocou Limbus Contour
- Štandardizácia šablón
- 135 620 hodín ušetreného času na kontúrovanie (20 min/pacient)

MUDr. Michaela Švajdová, Ph.D.

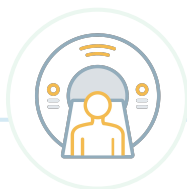
Primár Penta Hospitals Rimavská Sobota

Odborný asistent Masarykův onkologický ústav

„U nás systém funguje skvele. Veci podľa môjho názoru fungujú skvele a nemám voči nim žiadne ďalšie pripomienky. SW AI fantasticky šetrí čas, povedala by som, u niektorých dg aj o 90%.“

Automatizácia od začiatku do konca

PREDBEŽNÁ
ÚPRAVA



KONTúra



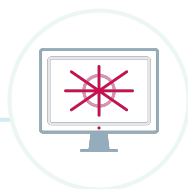
Limbus Contour™

Automatizované
kontúrovanie s umelou



inteligenciou
AutoContour

Automatizované
kontúrovanie



PLÁN



EZFluence

Automatizované 3D
plánovanie



SKONTROLUJ TE



ClearCheck

Automatizované vyhodnotenie
plánu



ClearCalc

Nezávislý kalkulačný softvér



RadMonteCarlo

Nezávislé Monte Carlo



LÁSKA



Kontrola grafu

Automatizované
hodnotenie liečby



**Adaptívne grafické
znázornenie**

Offline adaptívne
hodnotenie



RadMachine

Komplexná kontrola kvality
strojov

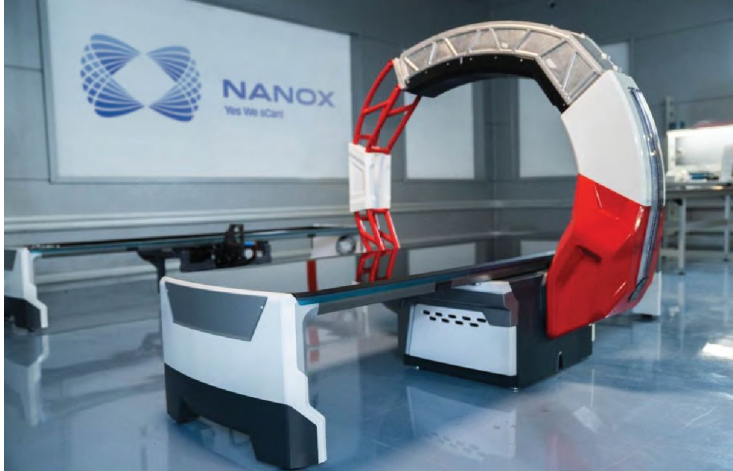
PO OŠETRENÍ

Kontrola kvality strojov

Produkty nie sú dostupné na všetkých trhoch.

NRSYS Medical líder v medicínskej informatike

Dodávateľ inovatívnych technológií s podporou AI pre zdravotníctvo



Röntgen so studenou anódou

Robotická asistencia chirurga

Kyberneticko-fyzikálny systém určený na priamu spoluprácu s chirurgami v civilnom a obrannom chirurgickom prostredí.



noac



BARCO 3D Monitor

 **nrsys**
Dovoľte si úspech

 **nrsys**
MEDICAL