Plánování transplantací a resekcí jater ve virtuální realitě

David Sibřina BA(Hons), MSc

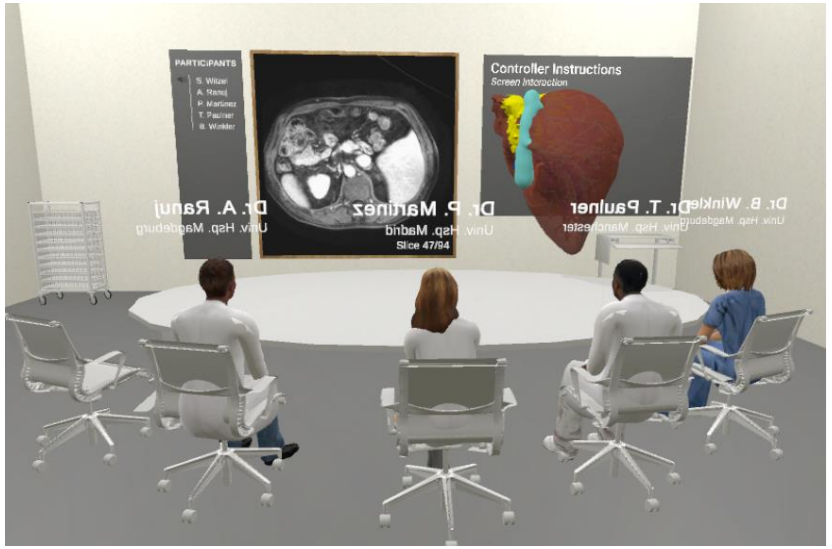
Specialista pro virtuální realitu

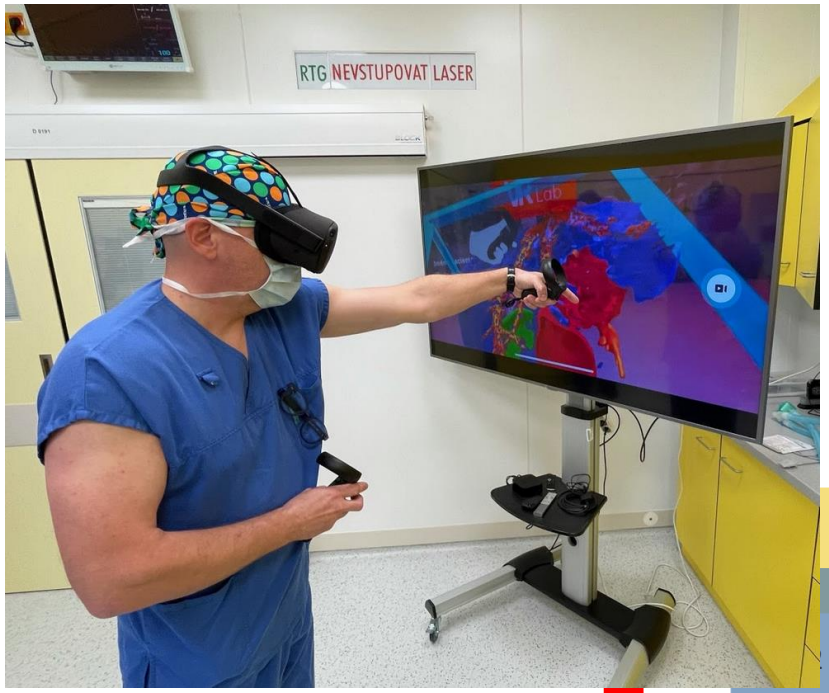
KVALITA ZDRAVOTNÍ PÉČE IX.

10. června 2022

VR v medicíně

- Pravá 3D vizualizace 3D dat (CT/MRI)
- VR vizualizace prohlubuje porozumění 3D struktur pacientovi anatomie
- Předchozí implementace: koronární bypass, „clipping“ intrakraniálního aneurysmatu, resekce jater, Kawasakiho nemoc
- Výsledek = snížení komplikací





Izard et al. 2019; Boadecker et al. 2021; Kockro et al. 2016; Quero et al. 2019; Sadeghi et al. 2020

Limitace dosavadních studií a komerčních řešení

- Velká časová a technická náročnost
- Finanční nákladnost a lidské prostředky
- Až moc široké zaměření
- Chybějící implementace do klinického prostředí
- Zbytečně složité ovládání zatěžující chirurgy před samotným zákrokem

Izard et al. 2019; Boadecker et al. 2021; Kockro et al. 2016; Quero et al. 2019; Sadeghi et al. 2020

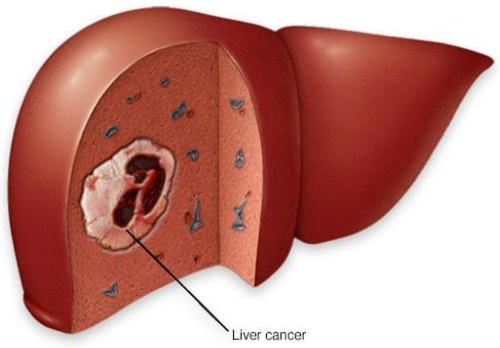
O projektu VRLab by IKEM

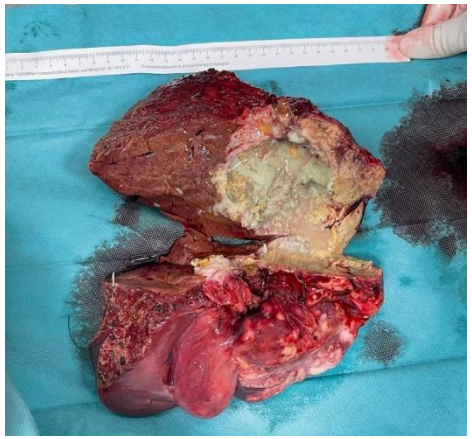
- Začátek vývoje 9/2020
- **Výzvy:**
  - Optimalizace generování dat od počátku vyšetření po výslednou VR vizualizaci
  - Reproducibilita celého procesu
  - Jednoduchost ovládání poskytující samostatnost
  - Portabilita, mobilita a nižší výpočetní nároky
  - Interní tvorba nástrojů na míru pro vizualizaci
  - 3D vizualizace poskytnutých CT/MR vyšetření v jednom anatomickém modelu
  - Collaborative mode s hlasovou komunikací spojující více uživatelů ať už jsou kdekoliv
  - Publikace *state-of-the-art* studie zaměřující na operační plánování jater ve VR

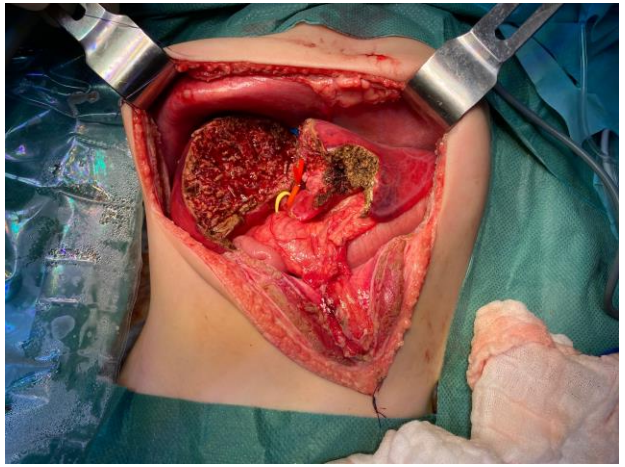
VR LAB by IKEM

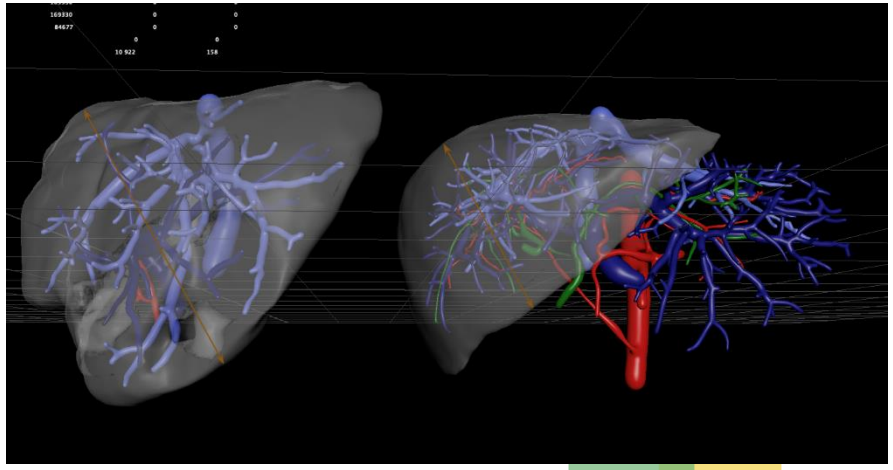
Chirurgické procedury jater v IKEM při použití VR

- **Operované choroby:** hepatocelulární karcinom, hepatoblastom, fokální nodulární hyperplazie, Wilsonova choroba, Echinococcus, otrava – paracetamol
- **Provedené procedury:** resekce, transplantace štěpu od zemřelého i od živého dárce, dominová transplantace







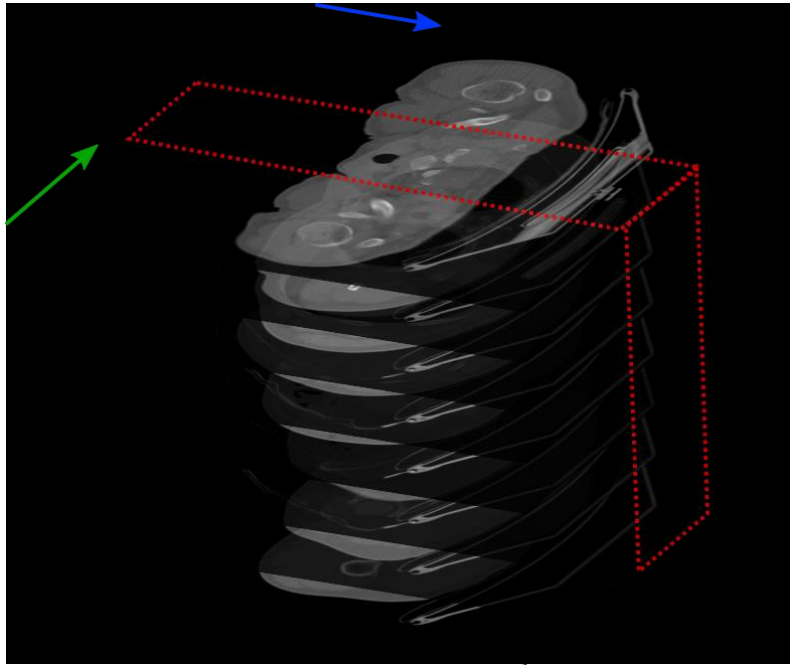


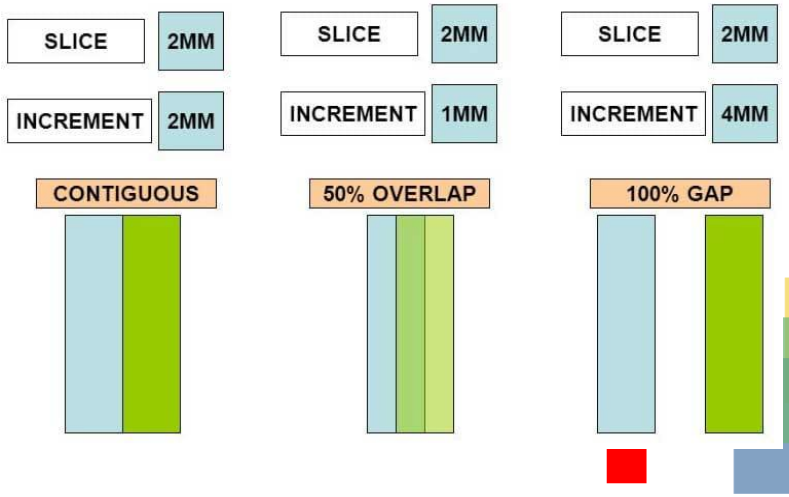
Krok 1.

Tvorba VR 3D modelu pacientovi specifické anatomie

Klinická diagnostika: generování dat

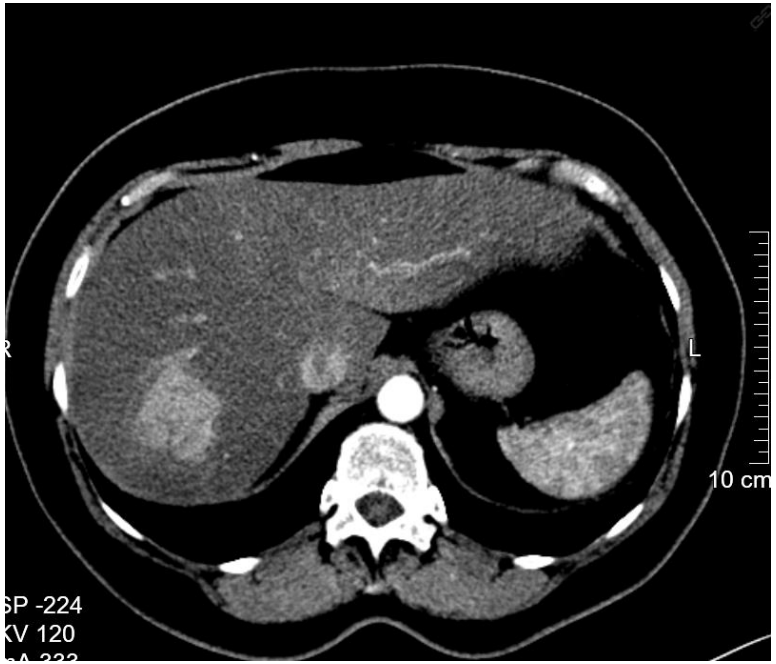
- **MRCP a T2**
  - Rozlišení 260x260
  - Načasování radiofrekvenčních pulzních sekvencí používaných k vytvoření snímků T2 vede k obrazům, které zvýrazňují léze a nádory
  - MRCP slouží k zobrazení žlučových cest
- **CT screeningové vyšetření**
  - Intervaly mezi jednotlivými řezy v rozmezí 0.6 mm až 1 mm a inkrementy řezů v rozmezí 0,45 mm až 0,6 mm.
  - Rozlišení 512x512
  - Aplikuje se kontrastní tekutina
  - Obraz je získán v arteriální fázi, žilní fázi a pozdní fázi (v případě zobrazení léze)



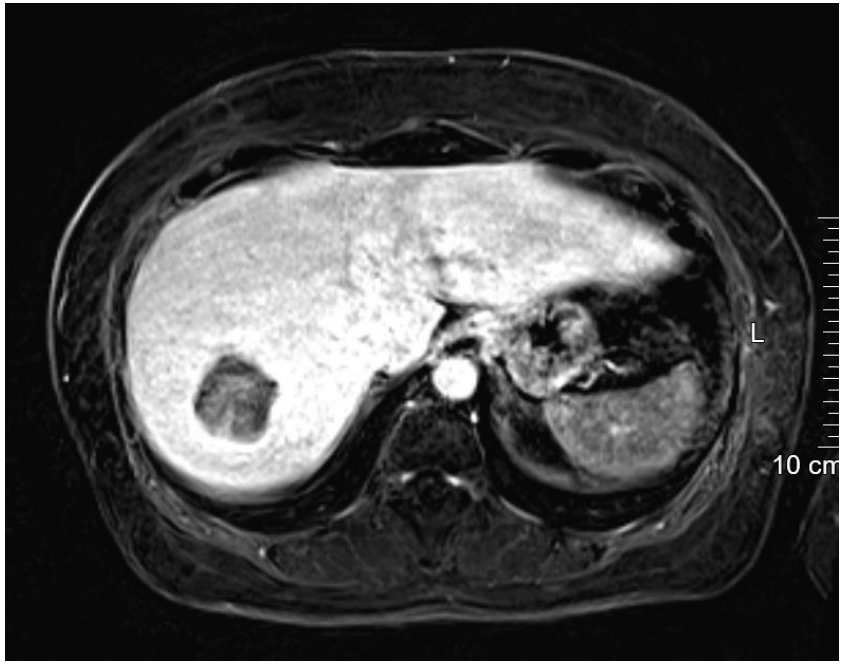


Příklady dat z CT/MR

CT - Venózní fáze

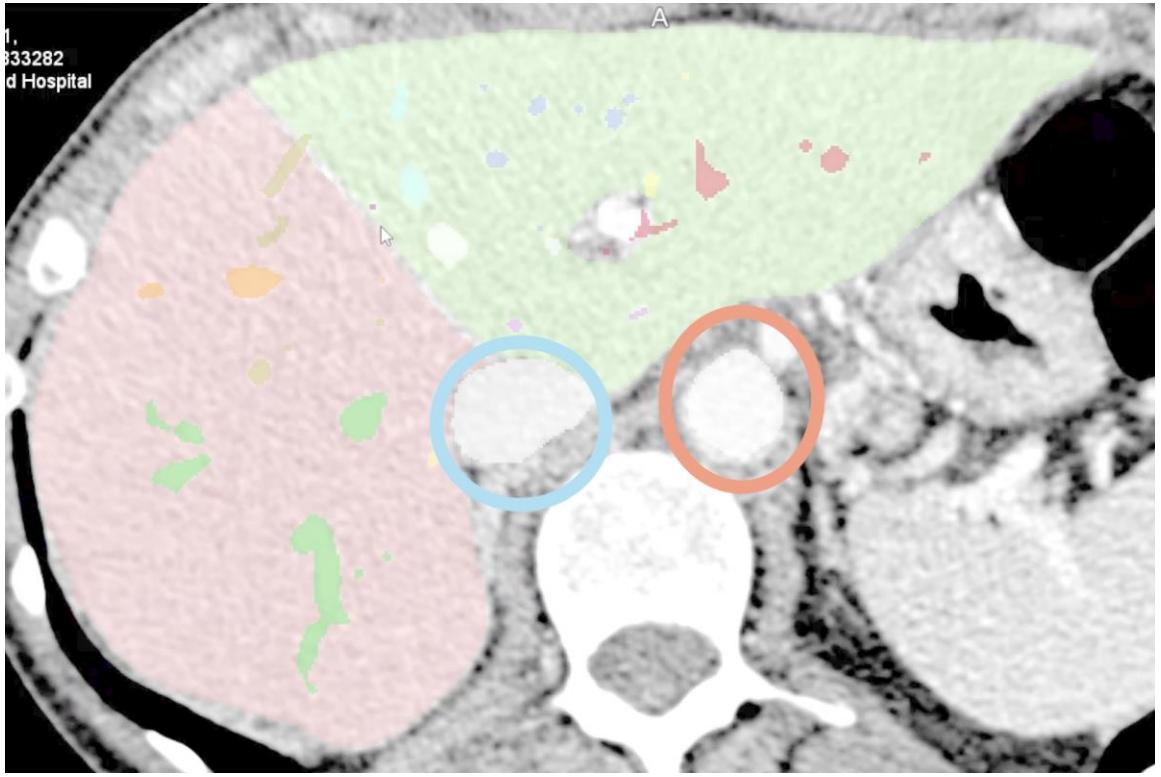


CT – Arteriální fáze

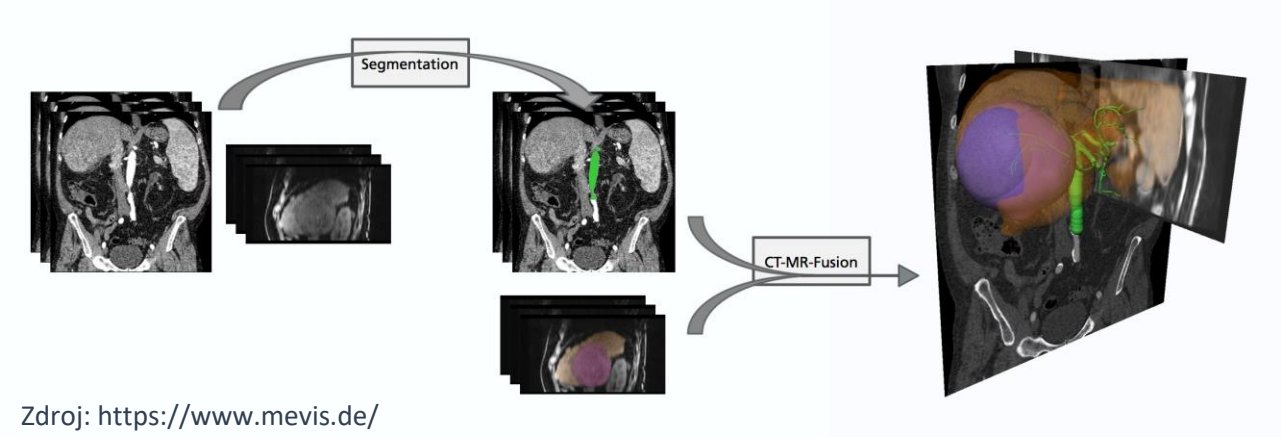


MRI – T2

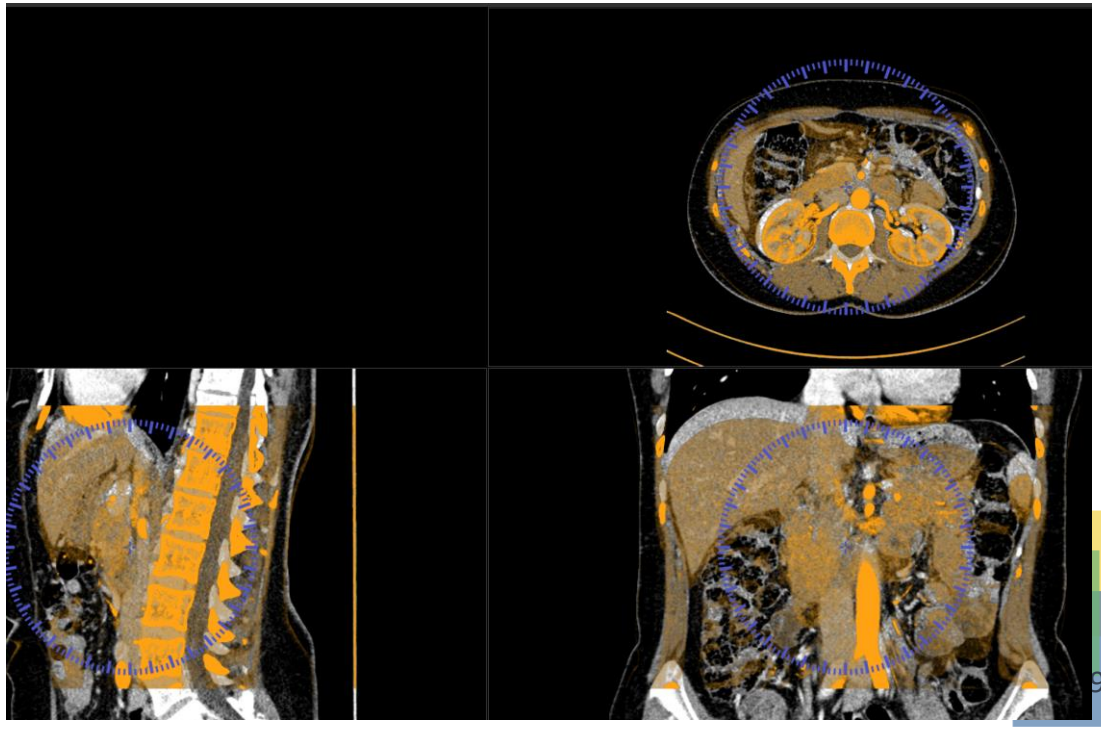
Fúze CT/MR a registrace dat



Fúze CT/MR datasetů

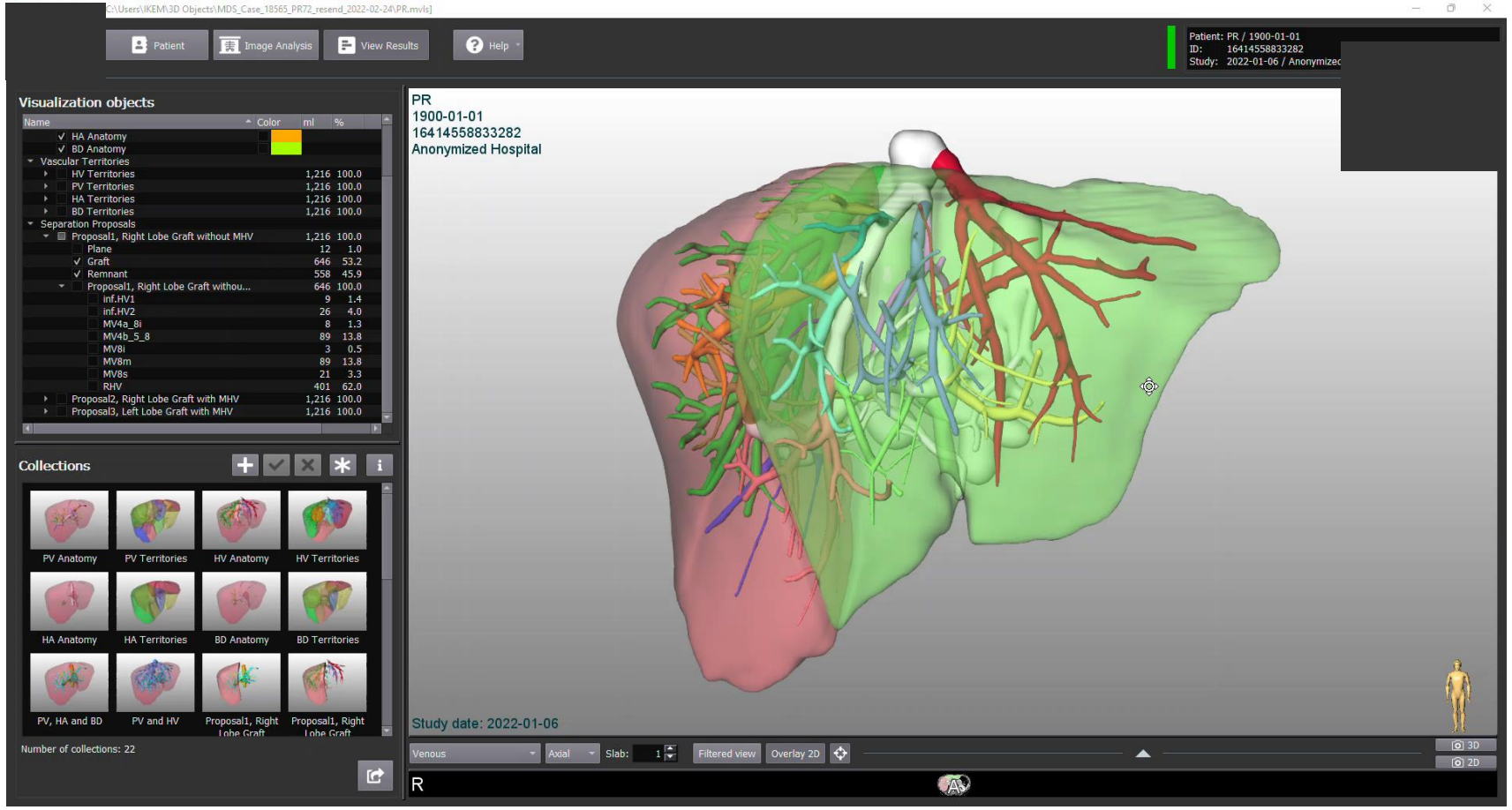


Zdroj: https://www.mevis.de/



Příklad segmentace dat v souladu s regulacemi podle:

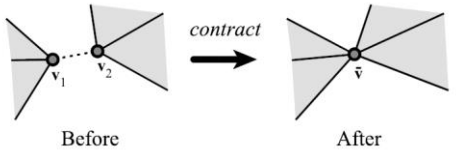
(COUNCIL DIRECTIVE 93/42/EEC)

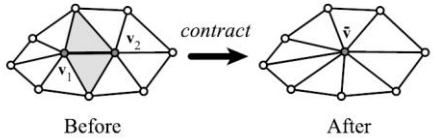


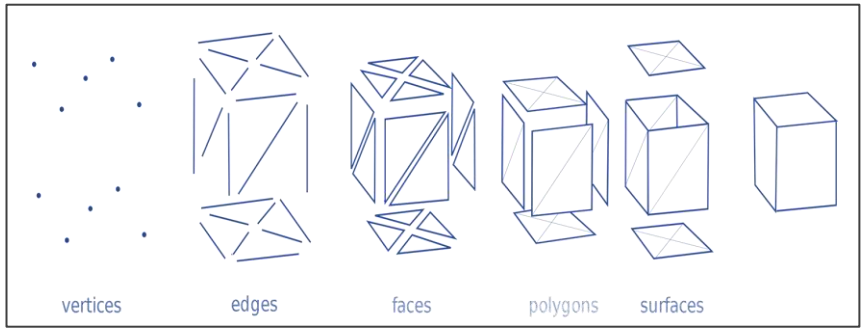
Optimalizace segmentace pro VR:

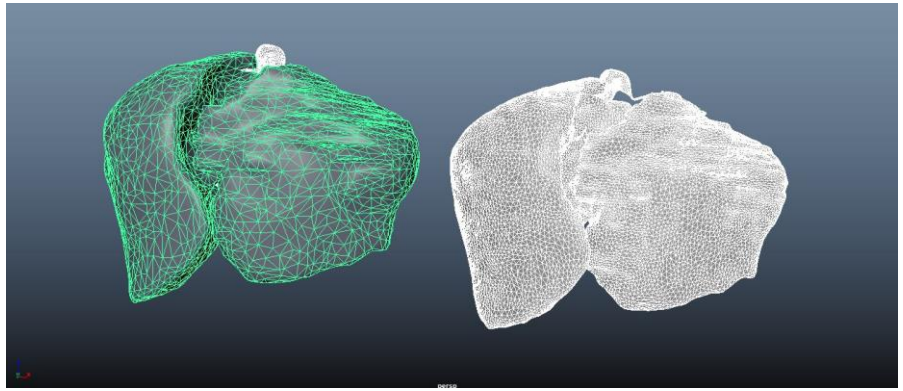
Surface Simplification Using Quadric Error Metrics

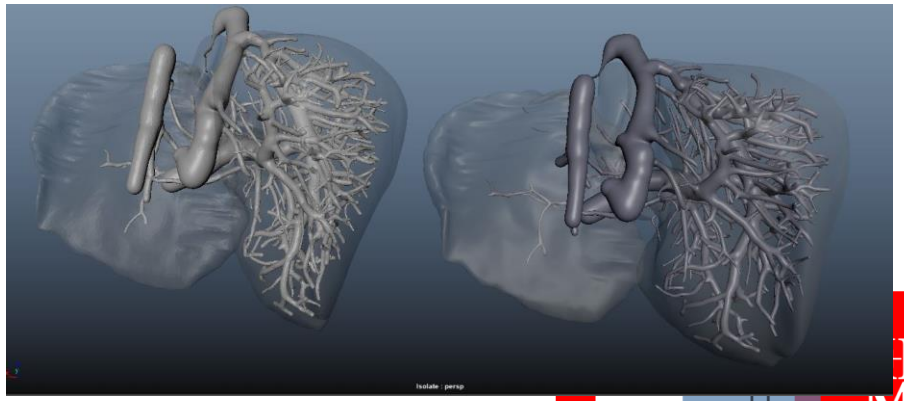
3D polyhedralní model



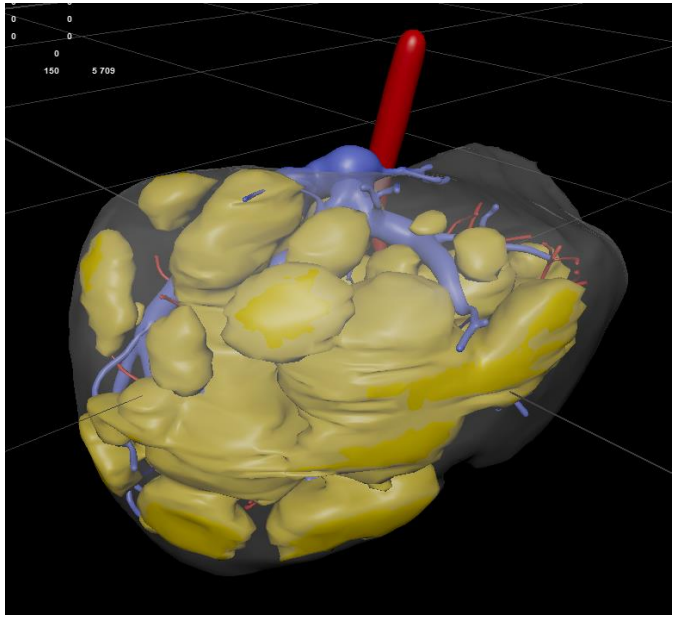


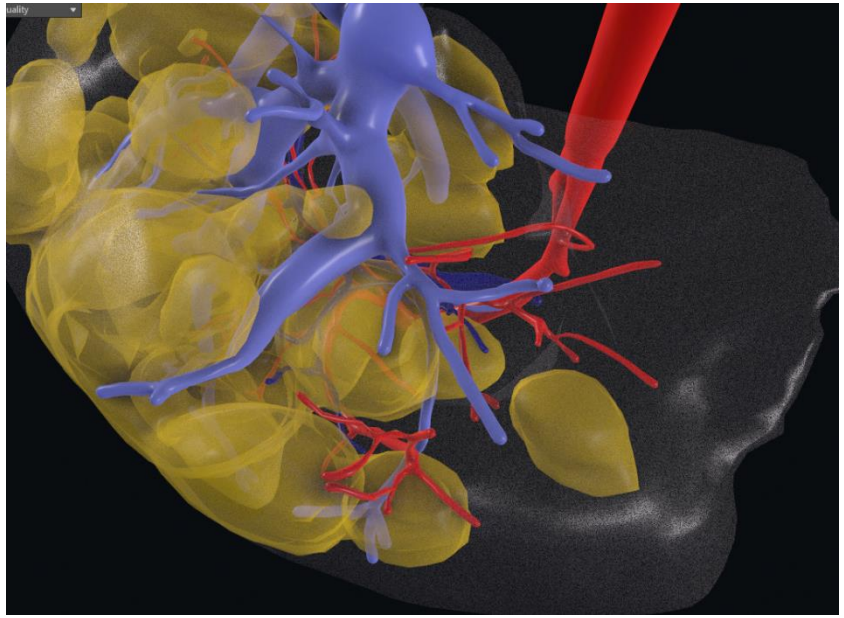


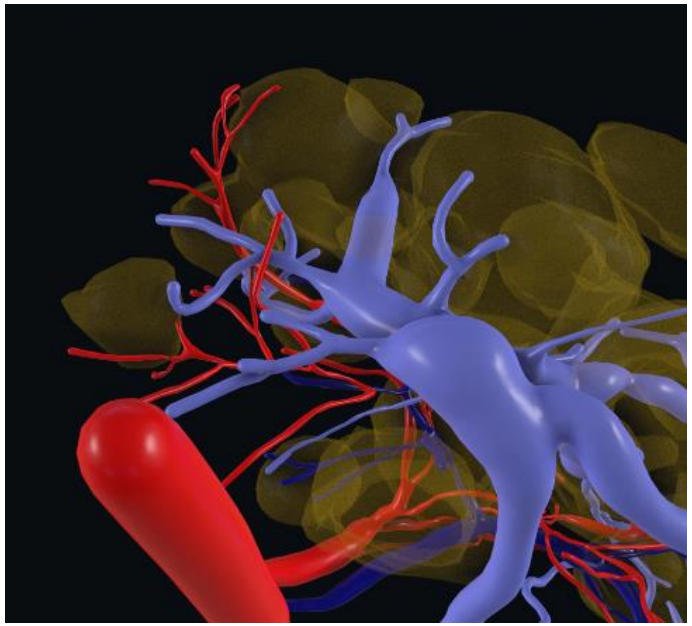


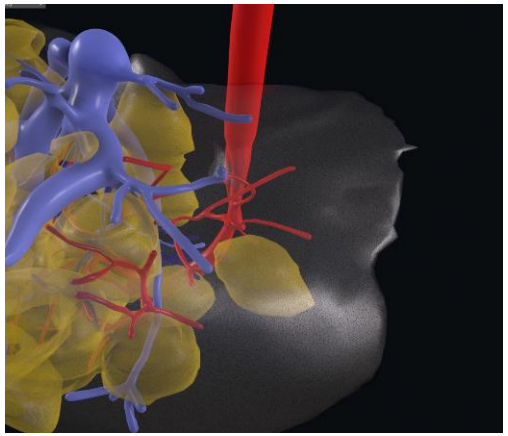


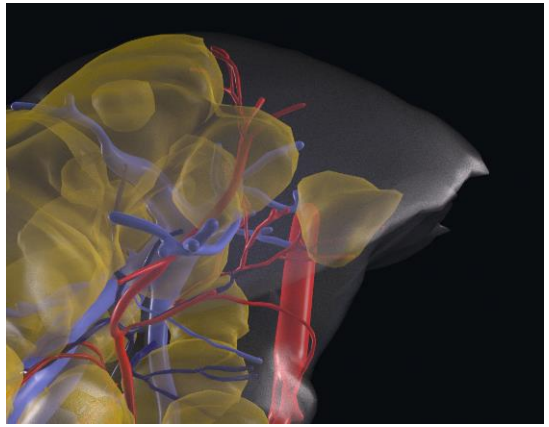
Výsledný produkt před nahráním do VR

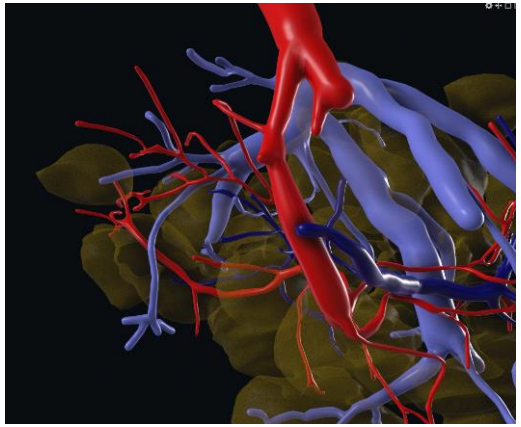


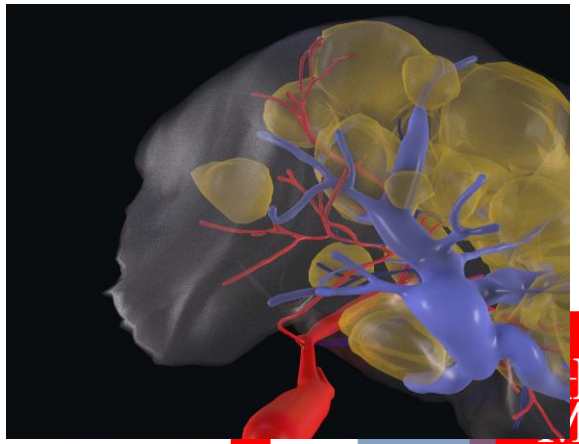






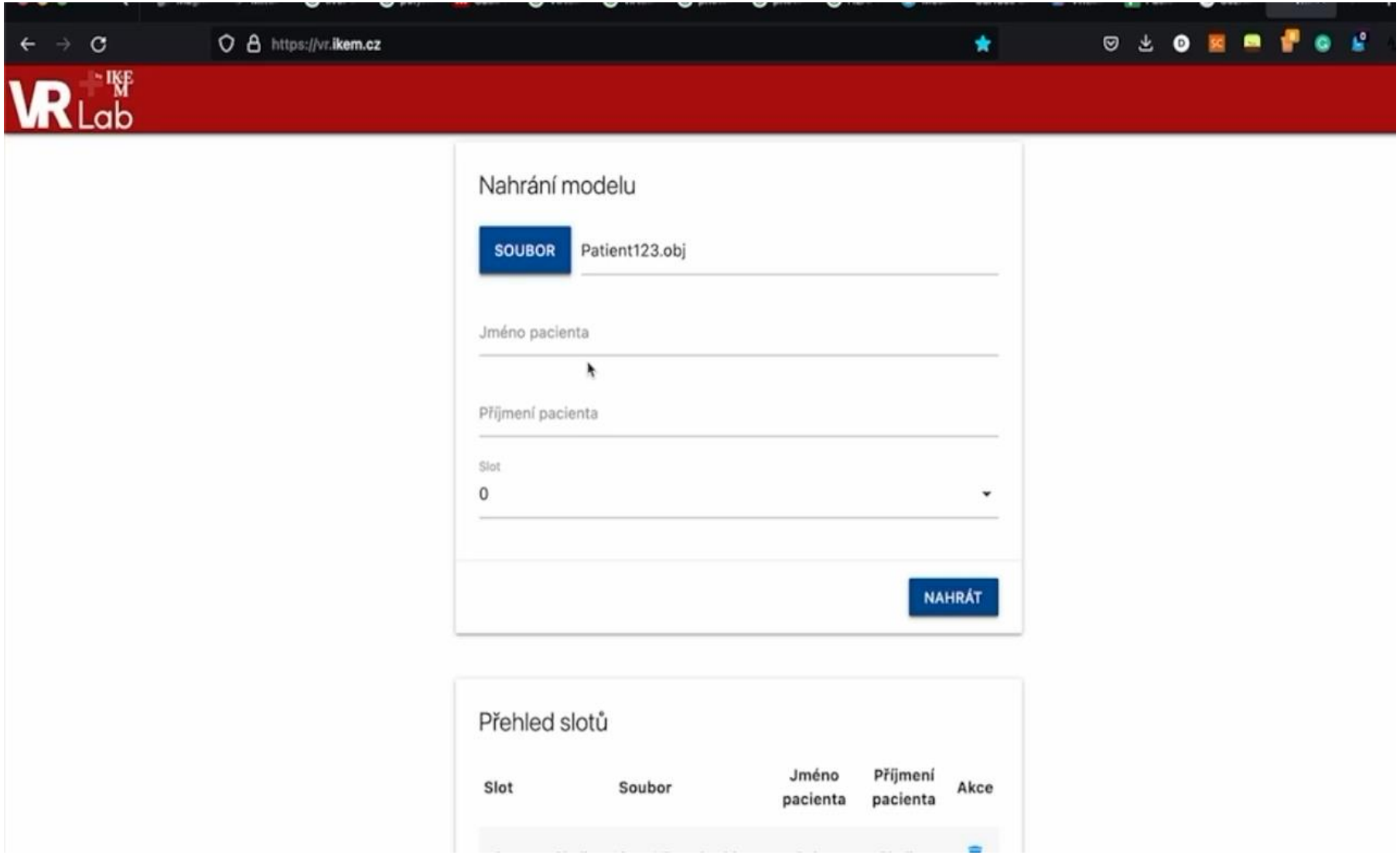






Krok 2.

Distribuce dat pacienta do VR


https://vr.ikem.cz
VR Lab
Nahrání modelu
SOUBOR
Patient123.obj
Jméno pacienta
Příjmení pacienta
Slot
0
NAHRÁT
Přehled slotů
Slot
Soubor
Jméno pacienta
Příjmení pacienta
Akce

Krok 3.

VR Simulace

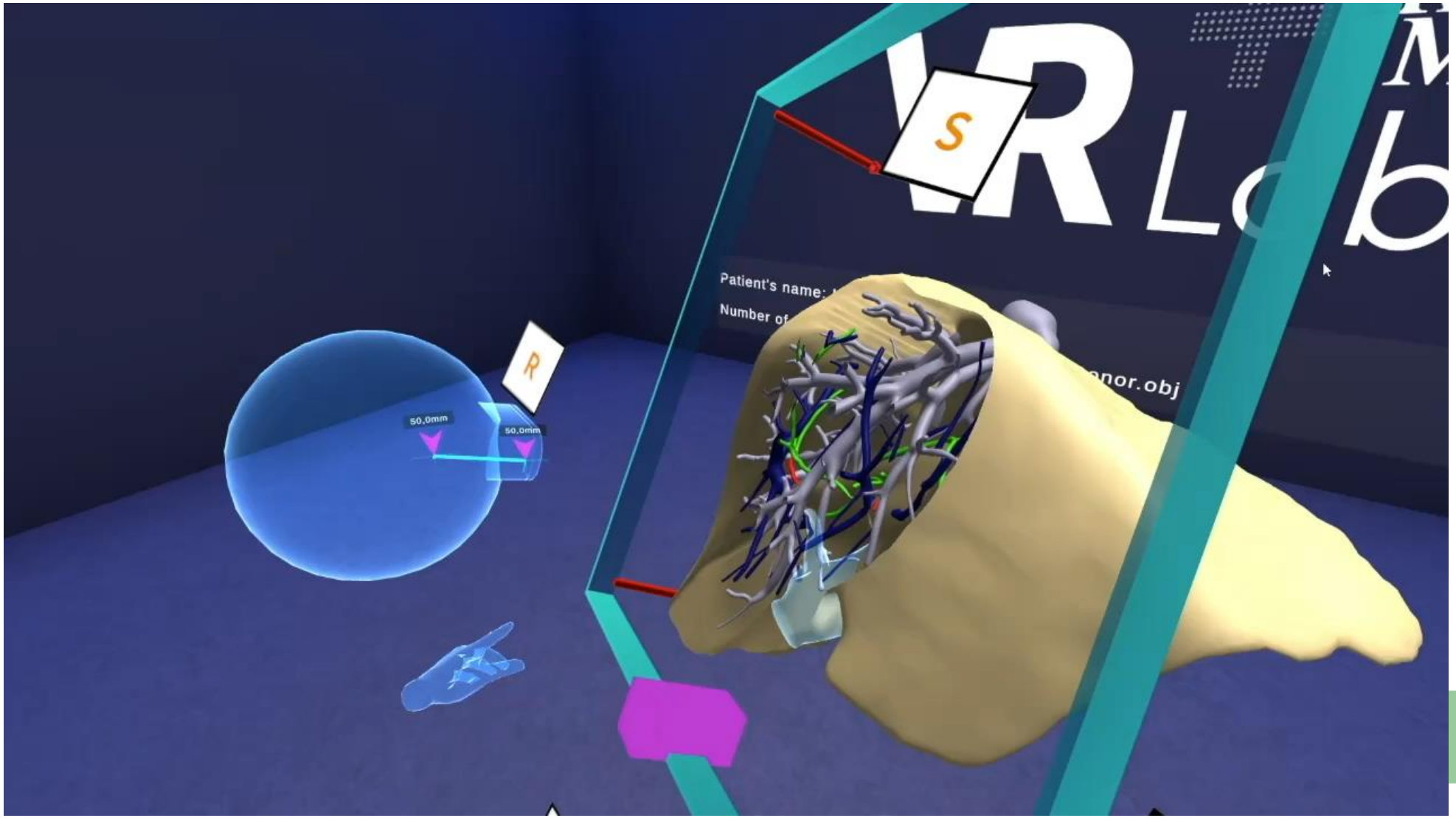
Hardwarová, grafická, a síťová platforma

Meta Quest

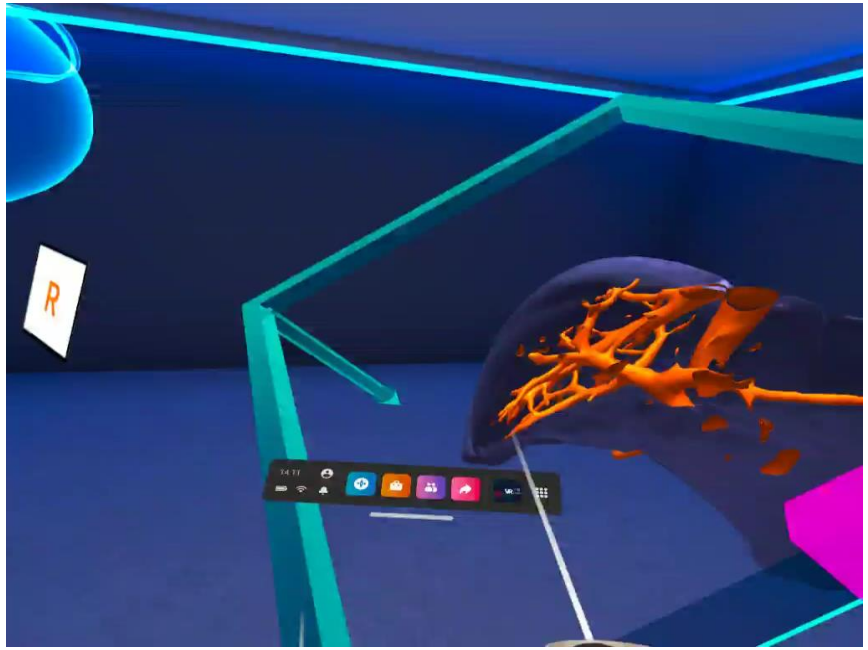
unity

photon

VR Simulace



Collabortive mode a dynamický anatomický model



Časová náročnost

Konec CT/MR vyšetření

Data z vyšetření byla obdržena v 15:40

T1 = 39 minut

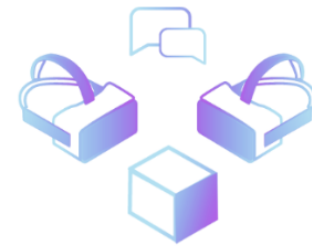
Segmentace datasetů z CT/MR

Dokončená segmentace a verifikace dat v 16:19

T2 = 13 minut

Optimalizace 3D modelu pro VR simulaci

Optimalizace modelu pro VR a distribuce na interní server dokončena v 16:32



Plánování zákroku ve VR simulaci v kooperačním módu

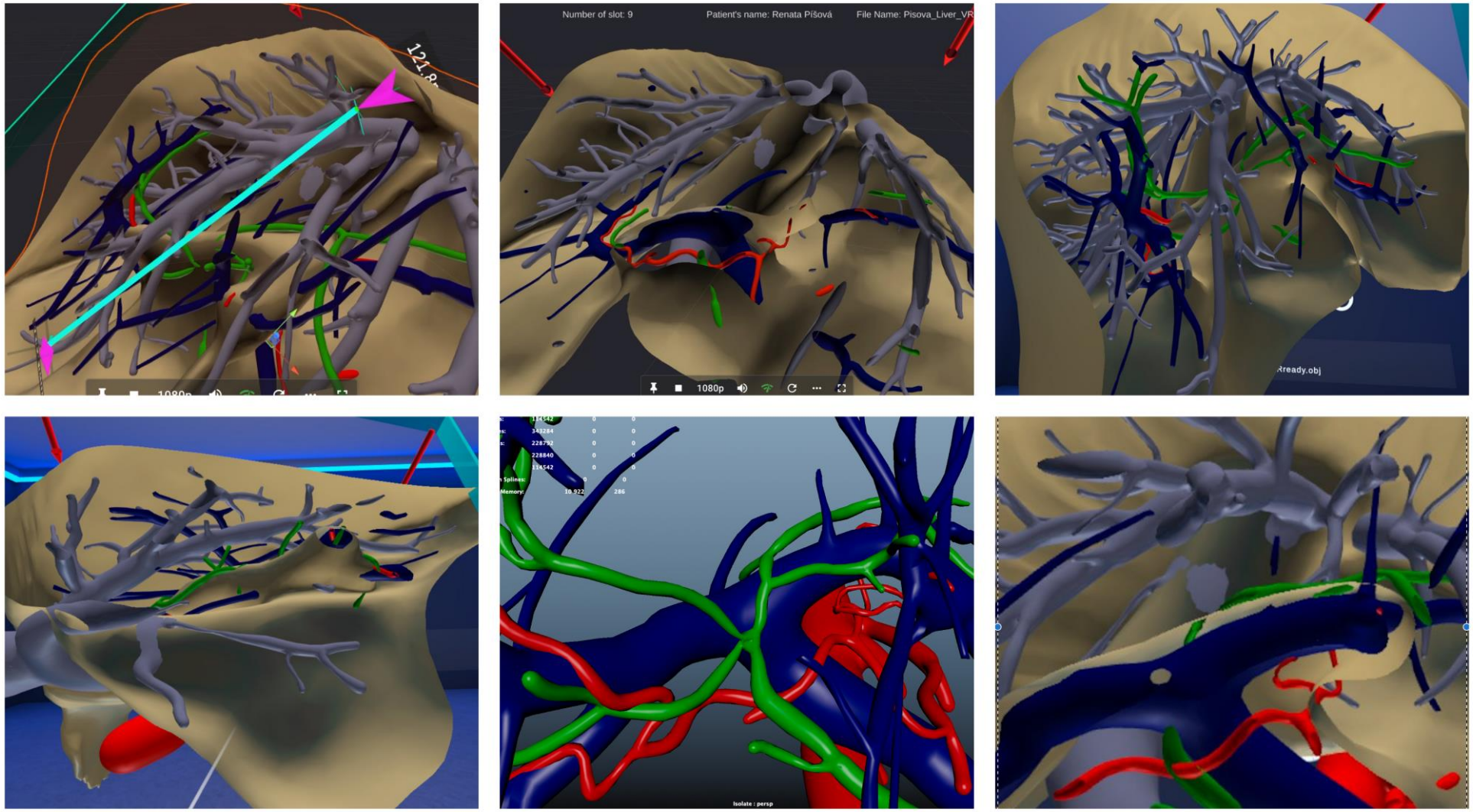
Převod klinických dat z CT/MR do simulace VRLab za 52 minut

Klinické testování

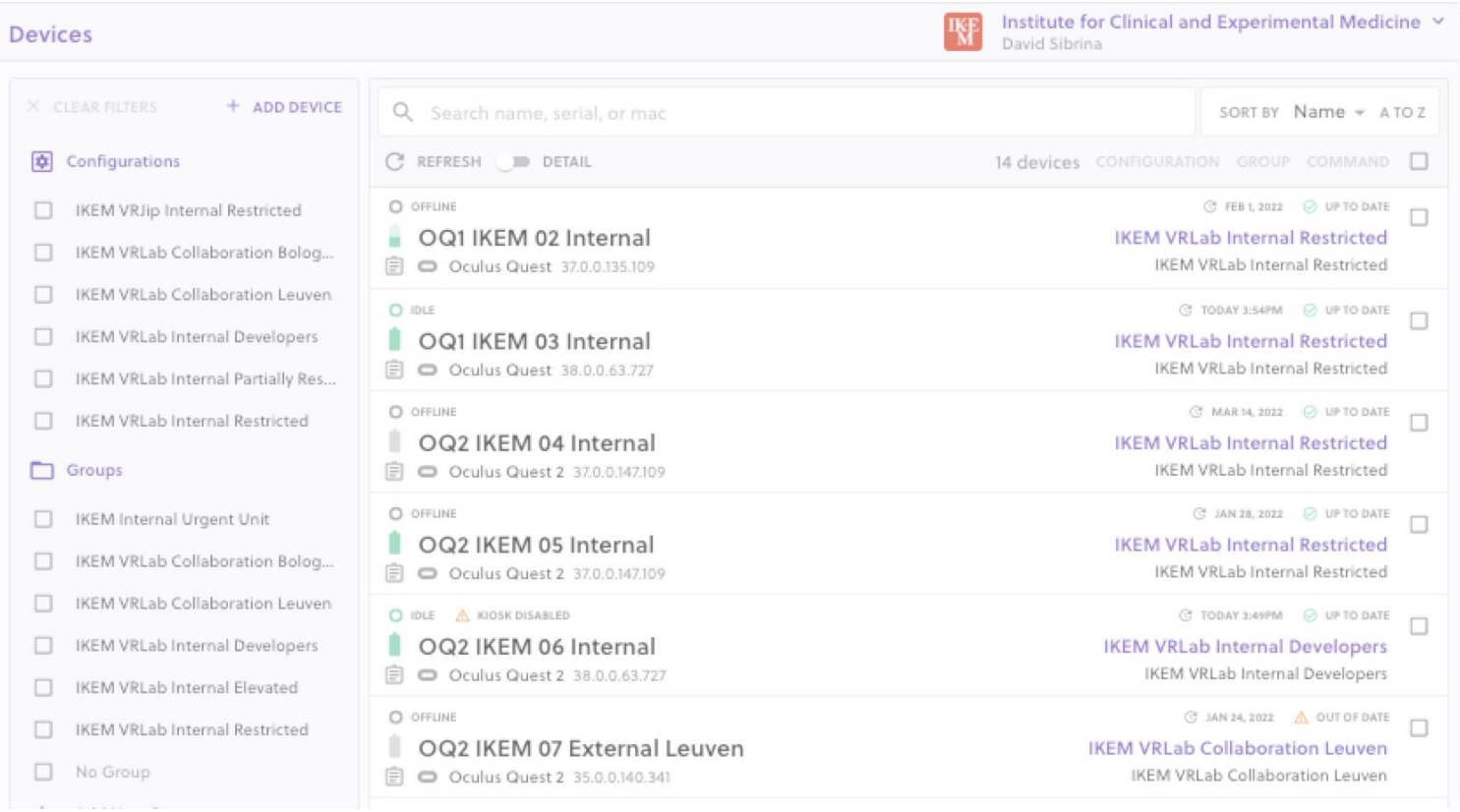
Klinické operační plánování

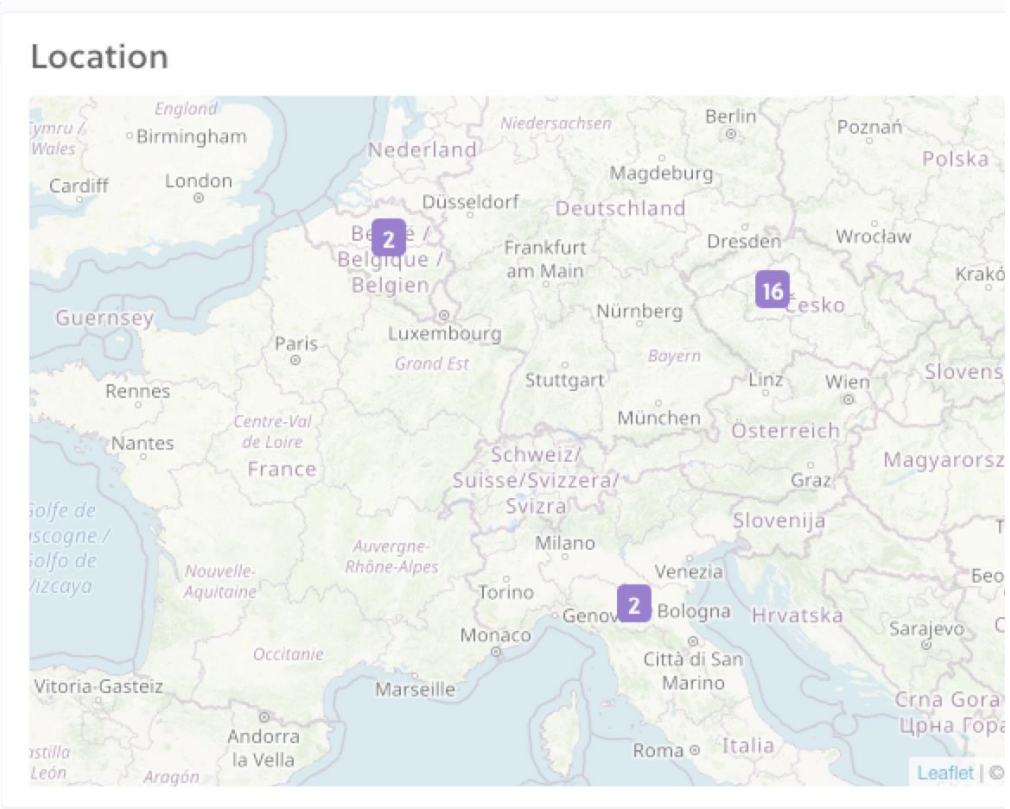
Sálová projekce z VR

Sálová projekce z VR



VR management



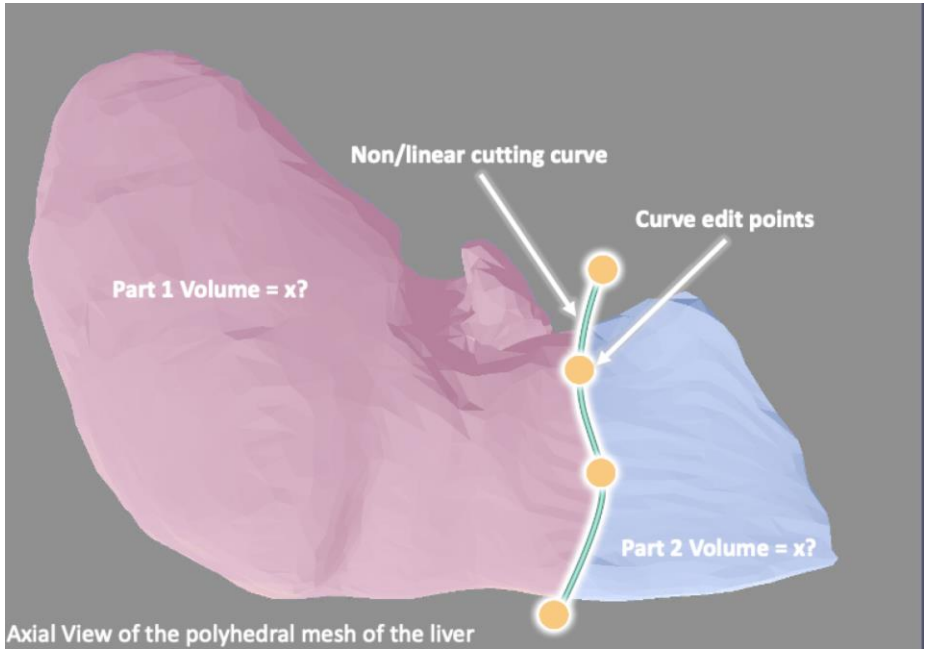


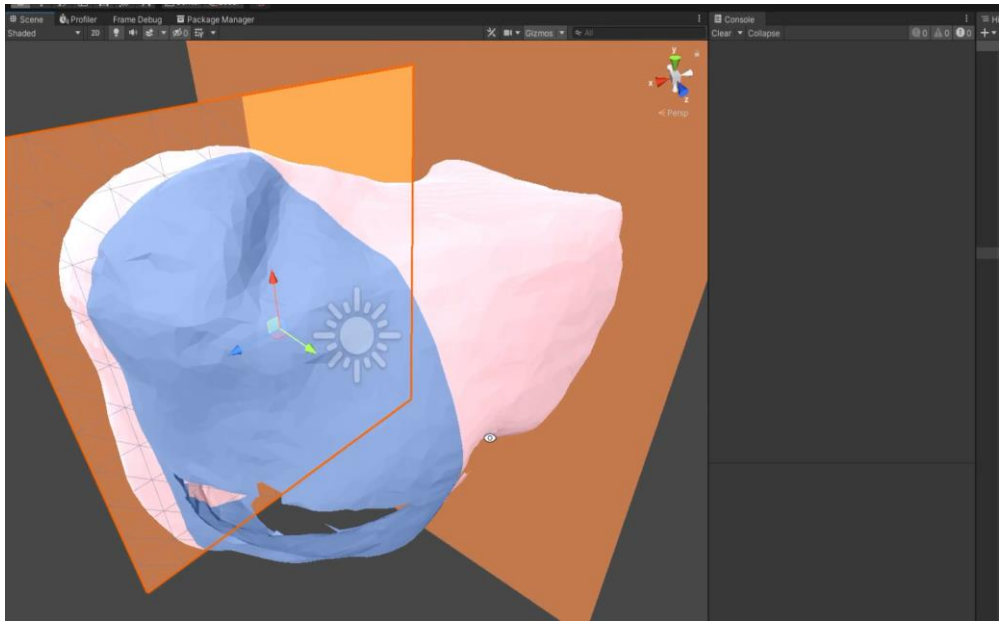
Prozatímní výsledky

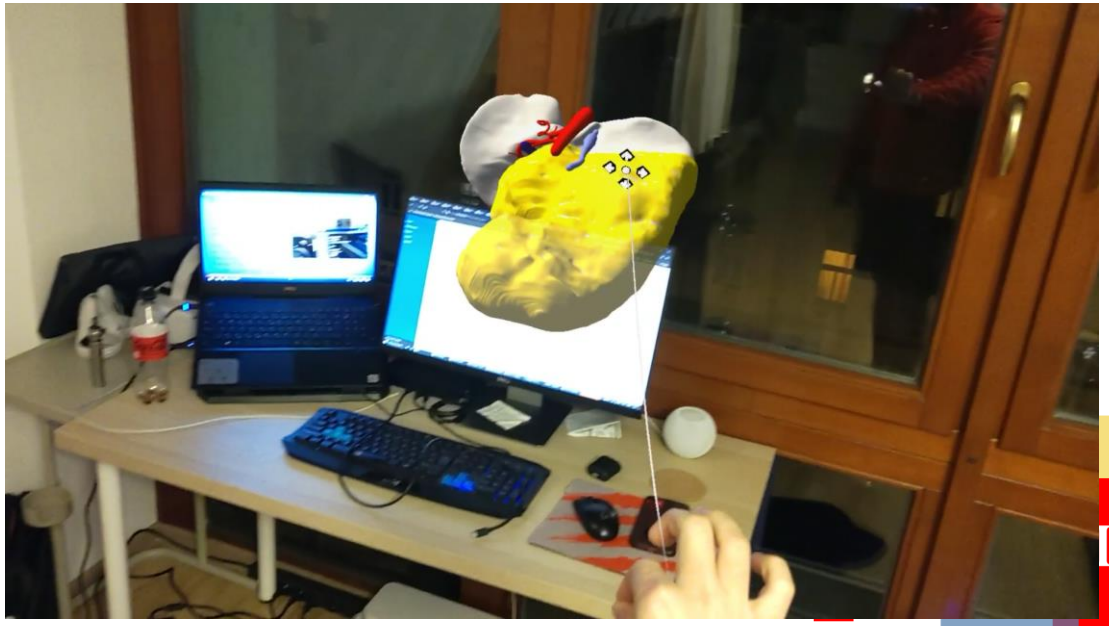
- Vytvoření VR simulace, které spojuje více uživatelů v prostředí se všemi údaji o pacientovi a umožňují lékařům předvídat chyby a zajistit bezpečnost pacientů během složitých zákroků
- Vytvoření MDT a protokolů pro tvorbu VR modelů na denní bázi
- Pomocí VRLab by IKEM bylo indikováno 60+ pacientů v rámci klinické studie
- Zvýšení komfortu lékařů při plánování
- Klinické nasazení VR při operaci hepatocelulární karcinomu, hepatoblastomu, fokální nodulární hyperplazie, Wilsonově chorobě, Echinococcus, otravě – paracetamol
- Optimalizace procesu přípravy dat – z CT/MR do VR pod 1 hodinu
- Rozšíření systému zahraničních MDT pro rozvoj diskuze nad specifickými případy

Budoucnost projektu

- Plná simulace resekce jater ve VR s dynamickým výpočtem objemu jednotlivých segmentů
- Přidání možnosti přenesení VR simulace do operačního pole během operace pomocí AR







Děkuji za pozornost!

V případě zájmu nás můžete kontaktovat na david.sibrina@ikem.cz či vrlab@ikem.cz

Zvláštní poděkování: Ing. Raškovi, Doc. Froňkovi, Bc. Bergmanovi, MUDr. Adlovi, MUDr. Cupalové, Dr. Módosovi a dalším