



CTU

CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

Radiologický fyzik ve světě

Petra Trnková

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze

Disclaimer

- Osobní zkušenost

Přehled zemí

 Česká republika: ČVUT + Nemocnice Na Bulovce

 Rakousko: Medical University of Vienna / General Hospital Vienna

 Švýcarsko: Paul Scherrer Institute

 USA: Massachusetts General Hospital / Harvard Medical School

 Nizozemí: Holland PTC / Erasmus MC

 Rakousko: Medical University of Vienna / General Hospital Vienna

 Česká republika: ČVUT



Přehled

- Mobilita mezi zeměmi
- Vzdělávání a atestace
- Role v nemocnici
- Zajímavé projekty
- Plány do budoucna

Mobilita: co očekávat

- Mobilita **klinických** radiologických fyziků v rámci Evropy není jednoduchá
- **Atestace** je vyžadována ve všech zemích
 - Požadavky na vzdělávání a trénink jsou všude jiné
- **Role radiologického fyzika** je v každé zemi jiná
- **Struktura oddělení** a hierarchie se liší
- Požadavky na **znalost oficiálního jazyka** dané země

Uznání atestace

- Atestace musí být vydána místními úřady / odbornými společnostmi
- Práce jako radiologický fyzik s atestací z jiné země v Evropě je možná.

ALE:

- Místní atestace musí být získána, co nejdříve
- Bez místní atestace nemůže fyzik pracovat samostatně
- Nižší plat

Board certification



Czech Republic

Master programme: Radiological physics
Short hospital practice in Radiotherapy, Radiology and Nuclear Medicine
Full time work experience in Radiotherapy



Austria

Solution:

- Not post-gradual education accepted
- Additional clinical practice
- Additional nuclear medicine course



Switzerland

Solution:

- Exam (written and oral part)
- Written part must be in one of the official Swiss languages



The Netherlands

Solution:

- Discussion with authorities (in Dutch)
- Alternative: exam
- 6-month adaptation internship

Vzdělávání a atestace: Rakousko a Švýcarsko

- Magisterský program: **fyzika** nebo jiný obor (např. biomedicínské inženýrství, bioinformatika) s prokazatelným množstvím požadovaných hodin fyziky
 - Pouze pár volitelných předmětů vztahujících se k radiologické fyzice
 - Žádné předměty z medicíny
 - Diplomová práce může a nemusí být v oboru
- **Post-graduální studium**:
 - 6 semestrů (pátek a sobota)
- Klinická praxe: 3 roky
- Pozice v nemocnici: **Medical physicist in training**

Vzdělávání a atestace: Nizozemí

- Magisterský program: **fyzika**
 - Pouze pár volitelných předmětů vztahujících se k radiologické fyzice
 - Žádné předměty z medicíny
 - Diplomová práce může a nemusí být v oboru
- **Rezidenční program:**
 - 4 roky
 - Počet míst je omezený
 - PhD výhodou
 - Rotace: RT, RD, NM, obecná fyzika, audiologie
- Pozice v nemocnici: **Medical physicist in training**

Rozdíl oproti ČR

- Specializované vzdělávání je **post-graduální**
- Důraz na **vysokou úroveň fyziky** v magisterském studiu
- **Medical physicist in training**: je automaticky zdravotnický pracovník, pokud začne se specializovaným vzděláváním
 - Zdravotnický pracovník není vázaný na obor studia, ale pozici v nemocnici
- Atestace je spojená s **vyšším platovým ohodnocením**
- **Celoživotní vzdělávání**: kreditový systém
 - Obnovování atestace po 5 letech

Rakousko: Medical University of Vienna

- Jedna z nejstarších medicínských univerzit na světě
- Ranking 2024: 197 (Top 1%)
- Nemocnice: 5. největší v Evropě
- Radiační onkologie:
 - 5 Linac
 - 1 MRI, 1 CT
 - Brachyterapie: 2 x HDR, 2 x LDR
 - Rentgenová terapie
 - Propojení na MedAustron
 - Data Science Group



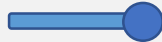
Rakousko: Medical University of Vienna

- Silné propojení univerzity a kliniky
 - Spolupráce klinických fyziků a vědeckých pracovníků
- Akademický systém:
 - Tenure track positions (2 paralelní systémy)
 - Výzkum a výuka

Treatment planning



QA measurements



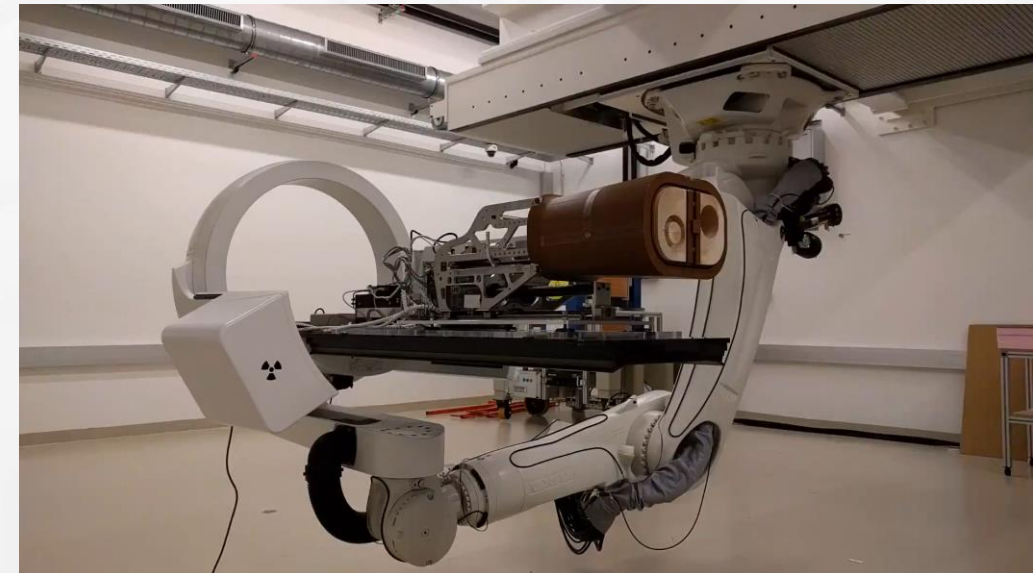
Clinical implementation



Purchase of new equipment



Research



Courtesy of B. Knäusel

Švýcarsko: Paul Scherrer Institute

- Mezioborový výzkumný institut (37% material sciences, 24% life sciences, 19% general energy, 11% nuclear energy and safety, and 9% particle physics)
- Protonová terapie:
 - 3 gantry: 2 in-house developer, 1 Varian
 - Ocular proton therapy
 - Vlastní plánovací systém
 - Vlastní QA vybavení
 - [Data Science Group](#)



Švýcarsko: Paul Scherrer Institute

- Silné zapojení do výzkumu
 - Spolupráce klinických fyziků a vědeckých pracovníků
- Unikátní vybavení
 - Vlastní vývoj

Treatment planning



QA measurements



Clinical implementation



Purchase of new equipment



Research



USA: Harvard Medical School

- Výzkum a klinika jsou oddělené
- Neuznává se evropské vzdělávání a atestace



Nizozemí: HollandPTC

- Protonové centrum, v klinickém provozu od roku 2019
- Propojení Erasmus MC, Leiden University and TU Delft
- Vybavení:
 - 2 gantry
 - Ocular proton therapy
 - Research beamline
 - Radiobiologická laboratoř
 - Data Science Group



Nizozemí: HollandPTC

- Pracovní náplň:
 - Klinický výzkum, uvádění moderní technologie do klinického provozu
- Velké a silné mezioborové týmy
- PhD vyžadováno

Treatment planning



QA measurements



Clinical implementation



Purchase of new equipment



Research



Společné znaky

- Medical physicist = clinical scientist
 - Zodpovědnost za implementaci moderní technologie a neustálé zlepšování klinických standardů
 - Fyzik je zodpovědný za inovace, pokrok na oddělení je řízený fyziky
- Zodpovědnost za commissioning, acceptance, yearly QA
 - Metody měření jsou v kompetenci fyziků a nejsou státem regulované
- Plánování: RTT / Dosimetrist (bakalářský titul)
 - Fyzik pouze kontroluje a schvaluje finální plán
- Data science expertise
- Silná spolupráce mezi institucemi a odděleními

Specifika Holandska

- Medicínský fyzik je na stejné úrovni jako doktor – sdílená zodpovědnost
- Týmová spolupráce / diskuze / společná rozhodnutí
 - umění diskutovat se učí už od školy
- Medicínský fyzik je velice atraktivní povolání
- Pravidelné QA, dozimetrická verifikace plánu:
 - Klinisch Fysisch Medewerkers (bakalář)

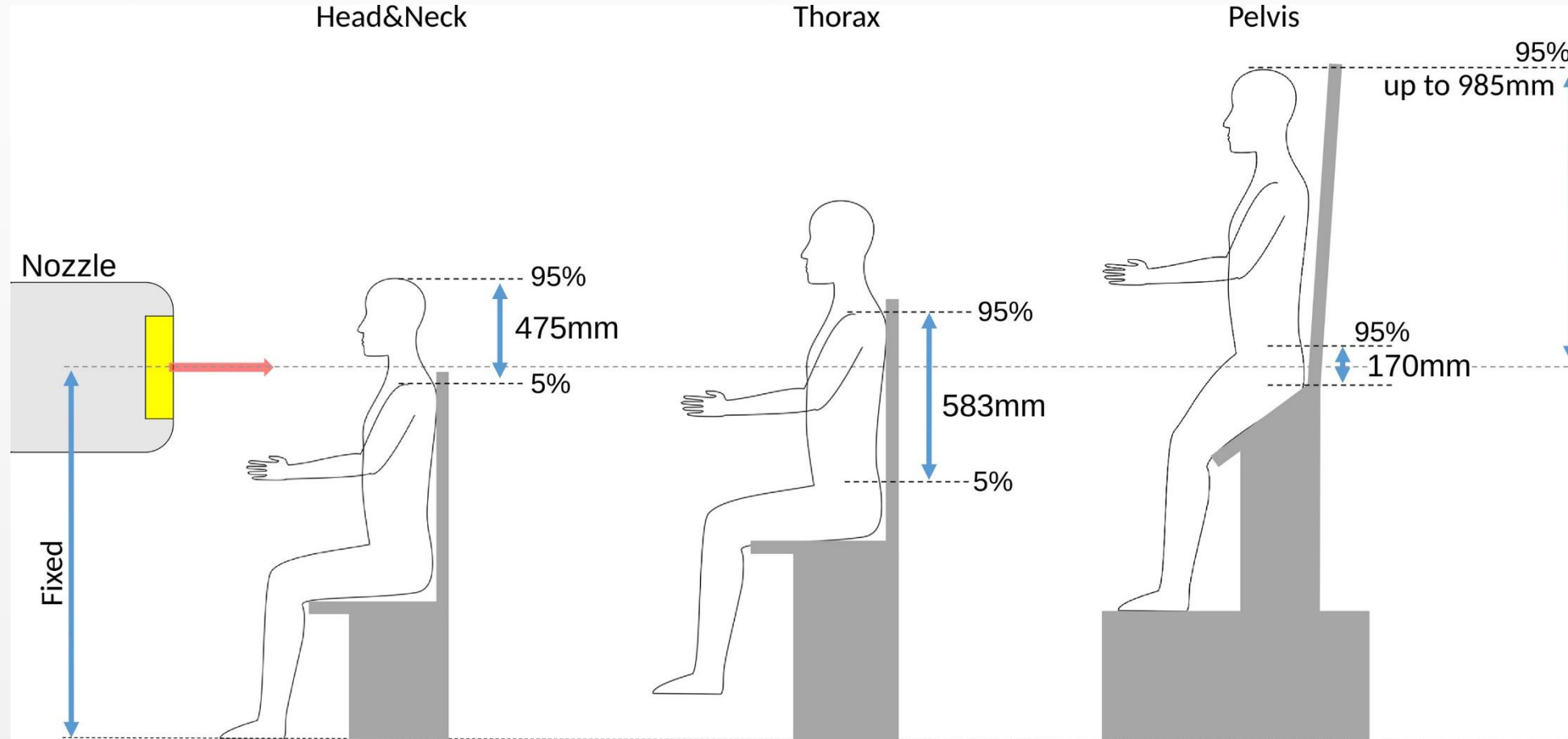
Výzkumná skupina / centrum na FJFI

- Mission: To educate young professionals in medical physics and to create new leaders steering the comprehensive clinical and research environment in medical physics.
- Vision: To significantly improve global and local access to radiation therapy that is evidence-based and tailored to each individual patient.
- Spolupráce s nemocnicemi a dalšími institucemi

Výzkumná témata

- Výzkumná témata zaměřená na:
 - Zpřístupnění radiční onkologie,
 - Individuální denní plánování pro každého pacienta vycházející z evidence
- Aktuální témata:
 - Radioterapie ve vzpřímené poloze
 - Image guided photon and proton radiotherapy
 - Automatizace v radioterapii pomocí AI

Radioterapie ve vzpřímené poloze



Výhody radioterapie ve vzpřímené poloze

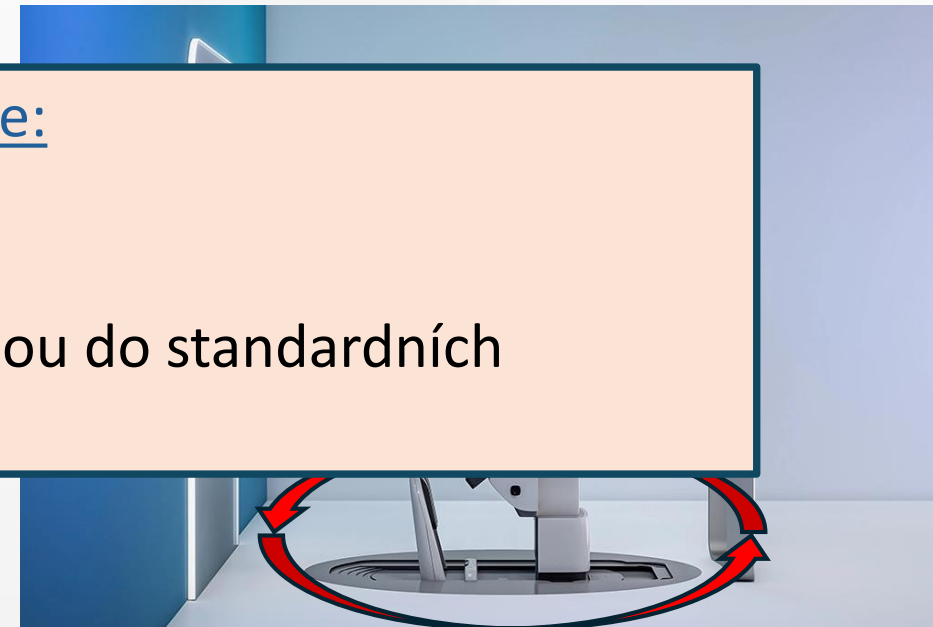
Protonová terapie



Vishwani A, 2022, SlideShare

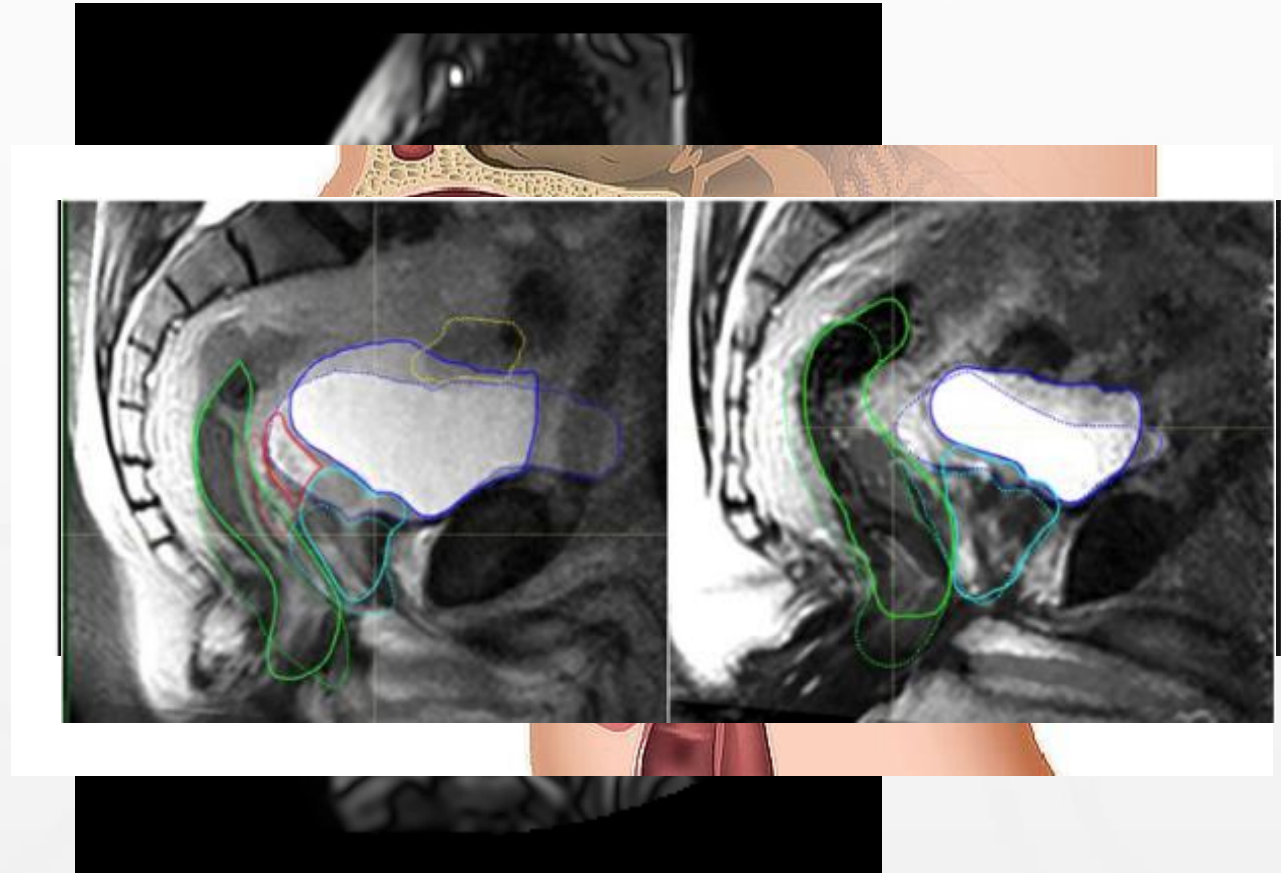
Lepší dostupnost protonové terapie:

- Menší a levnější ozařovny
- Menší náklady na stínění
- Konstrukční řešení, která se vejdou do standardních nemocnic



Výhody radioterapie ve vzpřímené poloze

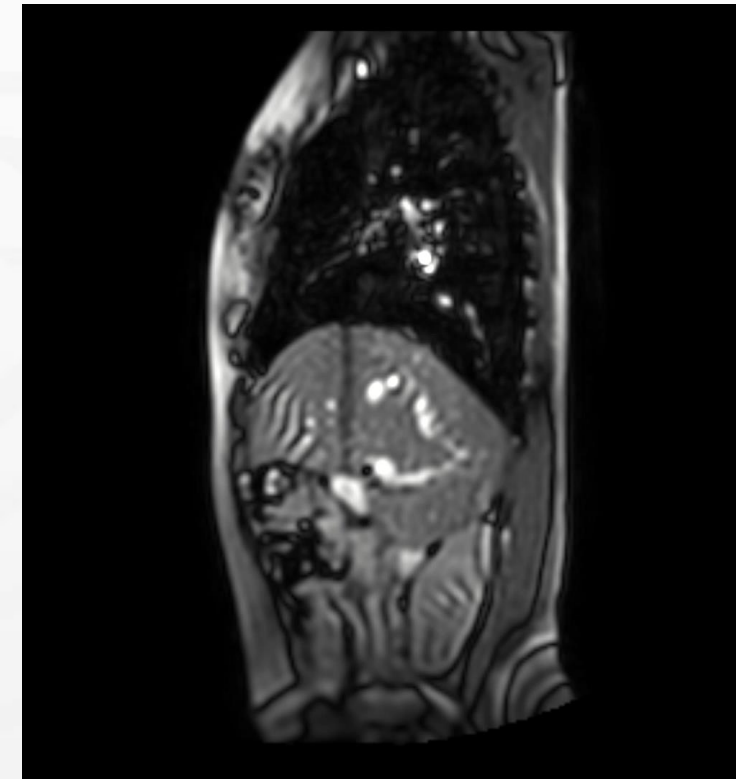
- Anatomické výhody:
 - Plicní nádory
 - Nádory hlavy a krku
 - Nádory břicha
 - Pánevní nádory



Yang, Pract Rad Onc 2013 Siebenthal, Med Phys 2007 Schreuder, J App Clin Med Phys 2023

Integrace MRI s protonovou terapií

- Výhody MRI:
 - Výborný kontrast měkkých tkání
 - Absence ionizujícího záření
 - Možnost real-time imaging
 - Funkční zobrazování
- Magnetickou rezonancí řízená protonová terapie
 - Kombinace výborného kontrastu a vysoké konformity protonové terapie
 - Adaptace plánu na základě denních snímků
 - Synchronizace svazku s dýcháním



Courtesy of Aswin Hoffmann (OncoRay)

Výzkum v OncoRay

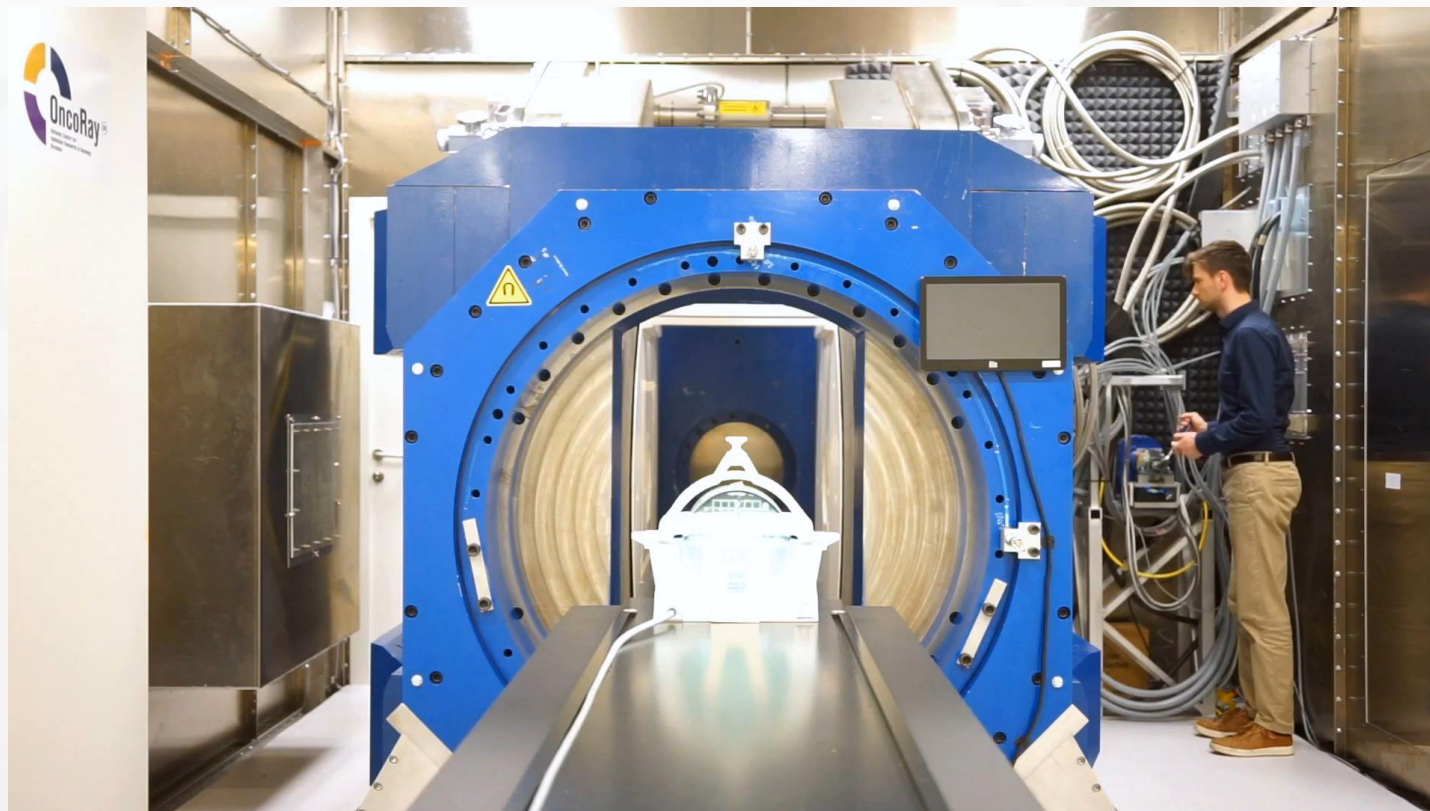


Oddělené RF kabiny pro magnet a patient couch



Magnet ve vertikální pozici

Výzkum v OncoRay



Courtesy of Aswin Hoffmann

Shrnutí

- Mobilita klinického radiologického fyzika v rámci Evropy není jednoduchá
 - Rozdíly ve vzdělání, školení a náplni práce
- Osobní zhodnocení:
 - Nizozemí – nejzajímavější náplň práce
 - Rakousko – nejlepší vzdělávací systém radiologického fyzika
- Přenos zkušeností do ČR:
 - Budování výzkumné skupiny / centra
 - Zájemci o spolupráci vítáni

Poděkování

CTU FJFI KDAIZ

Tomáš Trojek

Pavel Dvořák

Tereza Hanušová

Vladimír Linhart

Anna Jelínek Michealidesová

FH Motol

Anna Kindlová

Petra Osmančíková

PTC Prague

Vladimír Vondráček

Jiří Kubeš

EPTN WP4 (Image guidance)

Alessandra Bolsi

Aswin Hoffmann

Alexandru Dasu

Lorenzo Placidi

Markus Stock

Juliette Thariat

Iuliana Toma Dasu

OncoRay

Esther Troost

Aswin Hoffmann

Franciska Lebbink

Marisa Cobanaj

Sergej Schneider

Medical University of Vienna

Joachim Widder

Dietmar Georg

Hermann Fuchs

Gerd Heilemann

Barbara Knäusl

Wolfgang Lechner

Andreas Renner

Upright RT consortium

Ye Zhang

Tracy Underwood

Lennart Volz