

NEWSLETTER PODZIM 2023



Více o satelitu na straně 2.

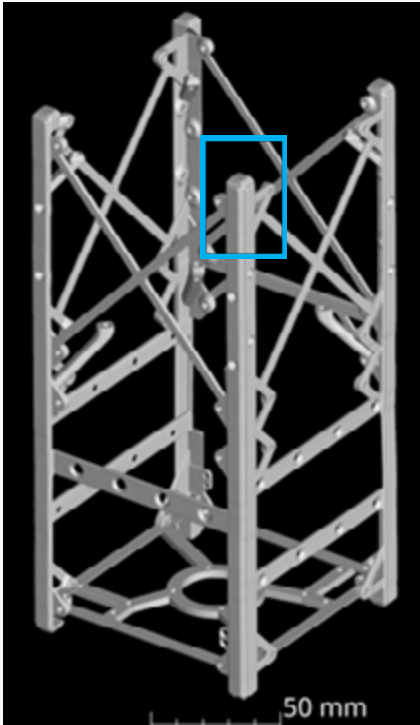
Je mi potěšením představit Vám nové číslo newsletteru naší Laboratoře rentgenové počítačové mikro a nano tomografie na CEITEC VUT. Můžete si zde přečíst o některých našich nedávných aktivitách, které jsme pro Vás s kolegy připravili, včetně skenování unikátního zkušebního satelitu.

Přejeme Vám příjemné čtení!

Tomáš Zikmund
Vedoucí laboratoře

VÝVOJ TĚLA MINIATURNÍHO SATELITU POMOCÍ 3D TISKU

Malé satelity ve tvaru krychle či kvádrů a velikosti přibližně 10 cm a 2 kg váhy, které se nazývají CubeSat, jsou vynášeny na oběžnou dráhu i po více kusech najednou, každý s jinou funkcí a účelem. Typickým účelem jsou např. pozorování Země nebo amatérské rádio. Jakákoli technologie vysílaná do vesmíru musí vždy splňovat ty nejvyšší nároky na kvalitu. CT LAB s mohelnickou firmou [ONE3D](#), se podílel na vývoji nosné konstrukce zkušebního [CubeSatu](#)* prostřednictvím aditivní výroby z hliníkové slitiny, která má nesporné výhody oproti standardnímu obrábění.



Obr. 1: 3D render tomografických dat celé konstrukce CubeSatu. Modrý rámeček vyznačuje jednu z oblastí analyzovaných s lepším rozlišením (viz Obr. 2).

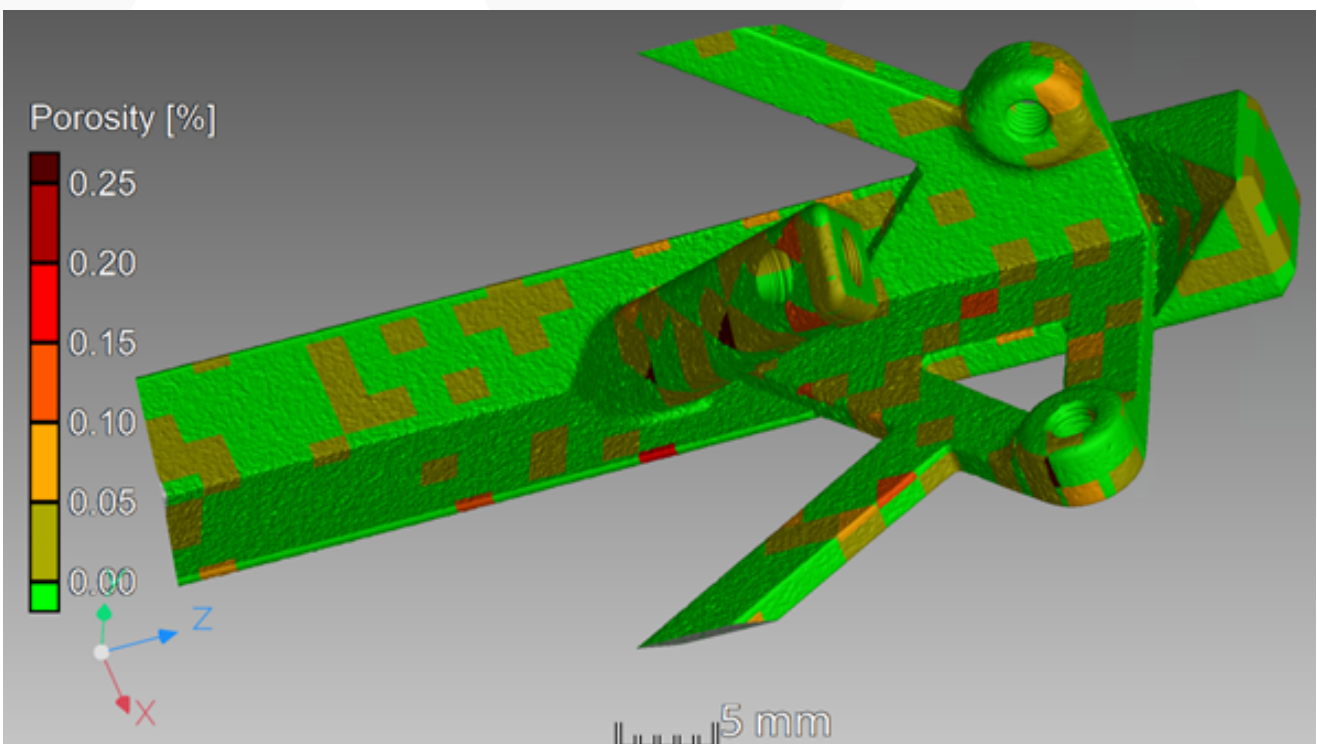
CT analýzy byly zapojeny v průběhu celého vývoje těla CubeSatu, tj. kontrola vstupního kovového prášku pro 3D tisk, ověření výrobního procesu skrze referenční menší výtisky a inspekce finálního těla CubeSatu (Obr. 1). Všechny tyto kroky probíhaly v souladu s Evropskými normami pro zajištění kvality kosmických produktů vyrobených technologií spékání práškové vrstvy (ECSS Q-ST-70-80C **).

Pro většinu těchto měření bylo třeba zvolit vhodný kompromis mezi velikostí snímané oblasti a rozlišením výsledných dat. I proto byla výsledná konstrukce skenovaná jak celá s horším rozlišením, tak také vybrané kritické oblasti ve větším detailu. Obr. 2 ukazuje jednu z těchto oblastí, snímanou s rozlišením 15 $\mu\text{m}/\text{voxel}$. Výsledky realizované analýzy porozity byly zobrazeny také formou krychlové sítě, kdy se vyhodnocuje procentuální porozita v každém objemovém elementu mřížky překryté přes vzorek. Toto mj. umožňuje lépe zvýraznit místa s lokálními shluky drobné porozity, které mohou oslabit mechanické vlastnosti dílu.

Vývoj tohoto prototypu CubeSatu nám umožnil si osvojit postupy kontroly kvality aditivně vyrobených dílů pro vesmírné účely. Jsme tak připraveni na testování ostrých dílů, které poletí do kosmu.

* grant OP PIK Vývoj komponentů pro vesmírný průmysl s využitím aditivních technologií, číslo CZ.01.1.02/0.0/0.0/21_374/0027340

** Processing and quality assurance requirements for metallic powder bed fusion technologies for space applications.



Obr. 2: Vizualizace výsledků analýzy porozity části CubeSatu, promítnutá do krychlové sítě o straně 2 mm.

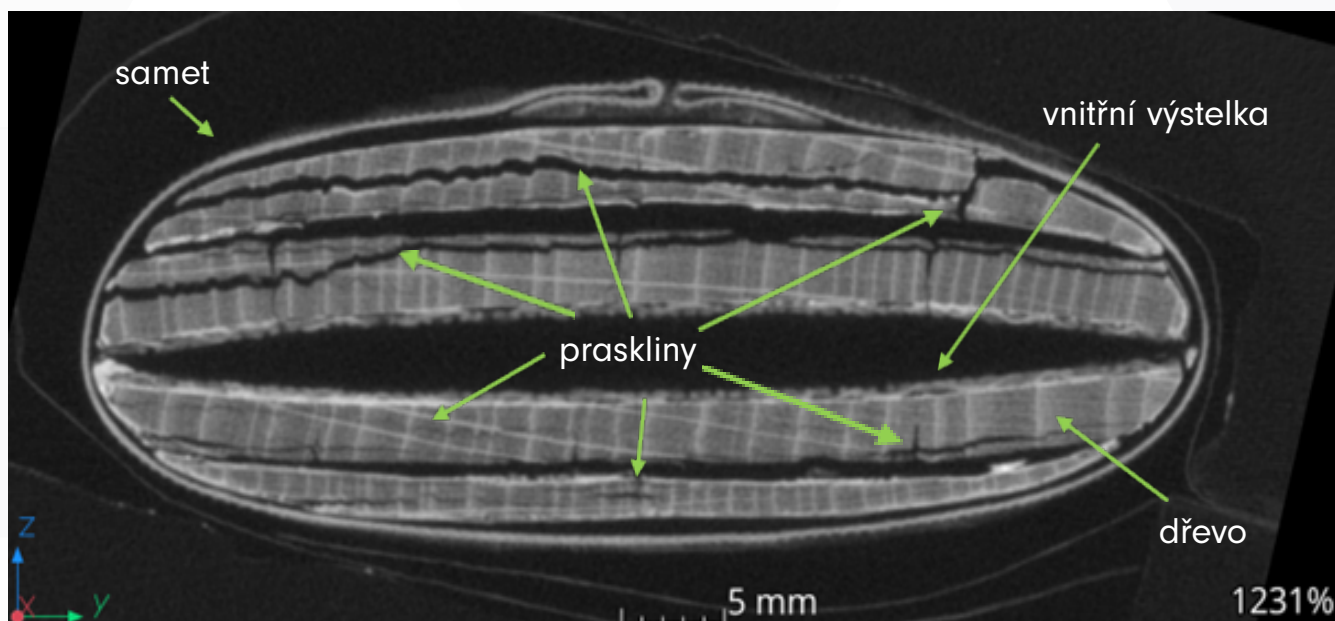
CT INSPEKCE HISTORICKÉ POCHVY MEČE



Obr. 3: Reálné foto meče Jana z Rottalu, zdroj: idnes.cz

Ceremoniální [meč](#) moravského zemského hejtmana Jana z Rottalu je unikátní raně barokní památka velkého kulturně-historického významu, která je součástí sbírky Městského muzea a galerie Holešov. Meč byl symbolem nejvyšší moci Moravského markrabství a zástupce panovníka. Meč je datován do roku 1650 a od té doby se na něm již podepsal zub času, zejména pak na pochvě meče sestávající z dřevěného těla pokrytého hedvábným sametem, doplněné o nákončí a obústek ze stříbrné slitiny.

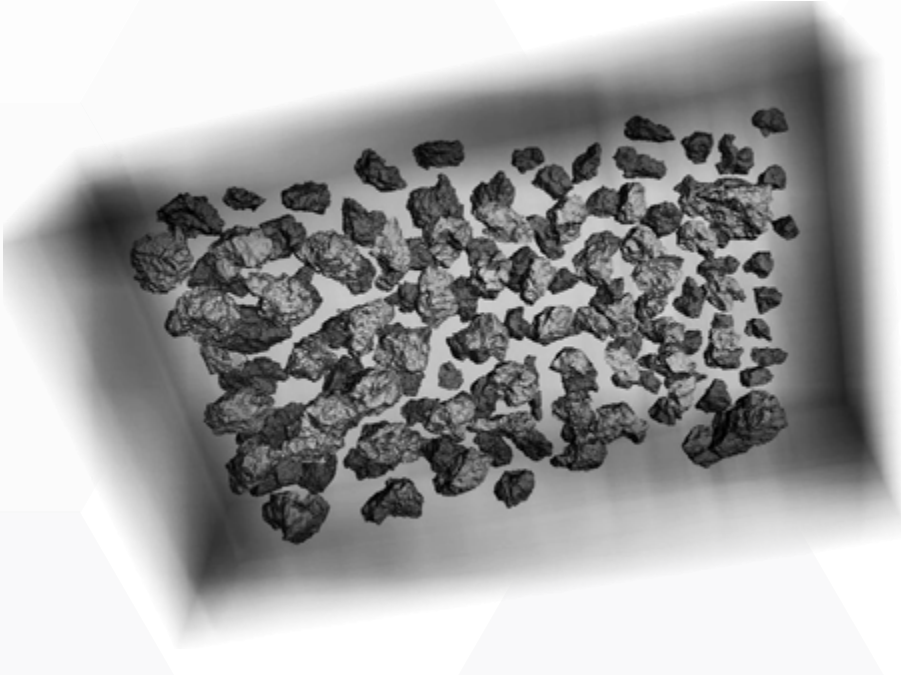
Pro zhodnocení stavu dřevěného těla pochvy bylo využito snímkování pomocí počítačové tomografie, na základě, kterého byla zjištěna konstrukce pochvy a rozsah poškození. Objeveny byly značné praskliny (viz Obr. 4) ve struktuře způsobené seschnutím materiálu a mechanickým namáháním. Získané výsledky přinesly cenné informace pro doplnění komplexního materiálového průzkumu a napomůžou při volbě vhodného a efektivního postupu restaurátorského zásahu.



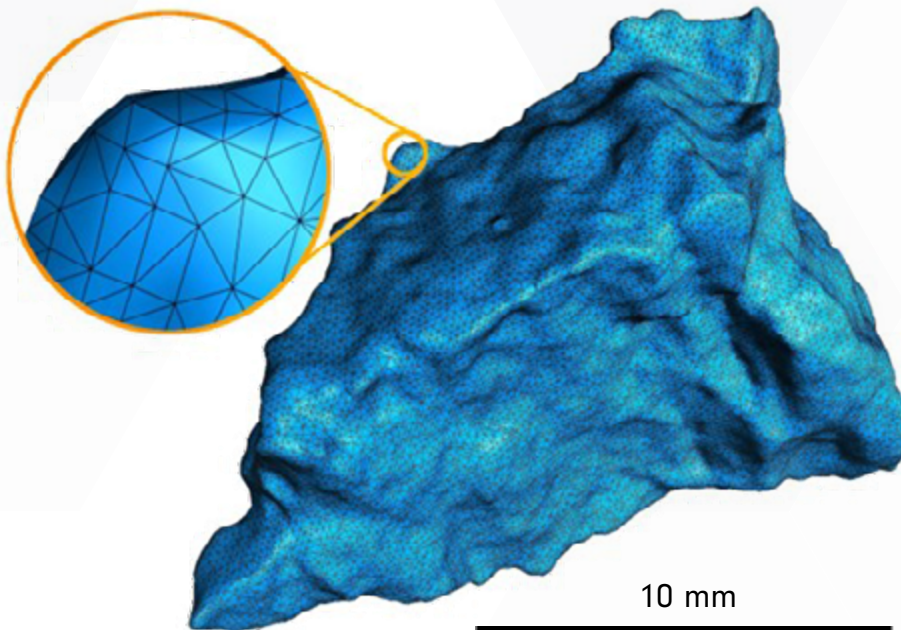
Obr. 4: Příčný řez dřevěnou částí pochvy.

CT ANALÝZA METEOROIDŮ

Rotace meteoroidů, které putují meziplanetárním prostorem, patří mezi dosud nerozluštěné otázky týkající se fyziky malých těles sluneční soustavy. Podobně jako u jejich větších souputníků, asteroidů, i u meteoroidů má sluneční záření výrazný vliv na jejich rotaci, která může být za jistých podmínek natolik významná, že vede až k rozštěpení meteoroidu. Pro lepší modelování těchto jevů je klíčové znát tvar zkoumaných těles. Bohužel v případě meteoroidů nelze jejich tvar zjistit přímo z pozorování. Pro vyřešení této výzvy byl tedy simulován vznik meteoroidů srážkou meteoritů a pozemských hornin za vysokých rychlostí.



Obr. 5: 3D vizualizace jedné ze skupin snímaných úlomků. V měřeném objemu se nachází 171 úlomků o velikosti 3 - 23 mm.



Obr. 6: Digitalizovaný povrch úlomku v STL formátu s vysokou jemností sítě.

Morfologie vhodných úlomků z těchto simulací byla následně digitálně vizualizována v naší CT laboratoři. Skenování téměř dvou set úlomků byla opravdová výzva hned z několika důvodů. Bylo nutné je nachystat pro měření do co nejmenšího objemu tak, aby se navzájem nedotýkaly. Dále bylo nutné vzorky fixovat pouze lehkými materiály, které nebudou absorbovat příliš rentgenového záření. Tím by totiž mohlo dojít ke zkomplikování již tak dost náročné segmentace jednotlivých vzorků, kterou bylo nutné, s ohledem na počet fragmentů, zautomatizovat. Další výzvou bylo co možná nejpřesnější určení povrchu nasnímaných úlomků a jeho export do formátu STL s velice jemnou strukturou čítající až 100 000 trojúhelníků (viz. Obr. 6), aby výsledný tvar co možná nejvíce odpovídal realitě. Vygenerované modely doplnily již existující databázi tvaru podobných úlomků, díky které je nyní poprvé možné studovat rotace tvarově různých populací meteoroidů, a pochopit tak význam rotačního štěpení a pozorované rychlé oscilace jasnosti meteorů.

ROZŠÍŘENÍ APLIKAČNÍ LABORATOŘE RIGAKU

V rámci dlouhodobé spolupráce s japonskou firmou [Rigaku Corporation](#) a její evropskou pobočkou [Rigaku Innovative Technologies Europe](#), jsme se již v roce 2015 stali aplikační laboratoří, která realizuje demonstrační měření a podílí se na vývojových projektech na přístroji [nano3DX](#). Na tyto činnosti letos navazujeme s flexibilním stolním mikroCT skenerem s označením [CT Lab HX130](#) (Obr. 7), s rentgenovým zdrojem o výkonu 130 kV / 39 W a voxelovým rozlišením až 2.1 μm , který umožňuje skenovat i celý smartphone či 3D tištěné předměty. Tento přístroj byl dočasně zapůjčen z německého [Rigaku Europe SE](#), s cílem využít zkušenosti [CEITEC VUT](#) v oblasti rentgenové počítačové tomografie a zapojit ho do demonstračních měření a technické podpory s prezentací přístroje.



Obr. 7: CT Lab HX130 v naší laboratoři.

NOC VĚDCŮ

V říjnu jsme otevřeli dveře naší CT laboratoře veřejnosti v rámci celorepublikové akce [Noc vědců](#). Návštěvníci si mohli prohlédnout naše strojní vybavení, poslechnout si, jak funguje rentgenová počítačová tomografie a podívat se na zajímavá CT data přes virtuální realitu či na holografickém projektoru. Zajímavou součástí programu bylo skenování předmětů, které si návštěvníci sami přinesli (Obr. 8) a my jim odhalili jejich skrytá vnitřní zákoutí.



Obr. 8: Rentgenové snímky předmětů, které si přinesli návštěvníci. Zleva nabíječka, klíče od automobilu a hodinky.



Obr. 9: Otevřená laboratoř pro veřejnost v rámci Noci vědců 2023.

METODA NAŠÍ STUDENTKY POMŮŽE LÉPE IDENTIFIKOVAT MIKROPLASTY V TĚLE

Metoda naší studentky pomůže lépe identifikovat mikroplasty v těle. Ve výzkumu se Viktória Parobková zabývá možnostmi [detekce mikroplastů v lidském těle různými metodami](#). Do budoucna doufá, že poznatky o přítomnosti mikroplastů v lidském těle by mohly pomoci změnit přístup k používání plastů v každodenním životě.

Momentálně pracuje na optimalizaci celého postupu, a také na stanovení limitů metody. Například, jak velké částice mikroplastů lze v těle nalézt. „Chceme si být jistí, že pokud tento protokol aplikujeme na tkáň, ve které se částice nachází, zvládneme je detekovat. A nejenom je lokalizovat, ale ideálně určit i to, o jaký typ polymerů se jedná,“ přibližuje studentka. „Také budeme kombinovat tomografické a spektroskopické techniky a zkoumat, jak nejlépe identifikovat mikroplasty,“ potvrzuje Viktória s tím, že výhledově by ráda navázala na svou práci projektem mapujícím konkrétní dopady mikroplastů v lidském těle.

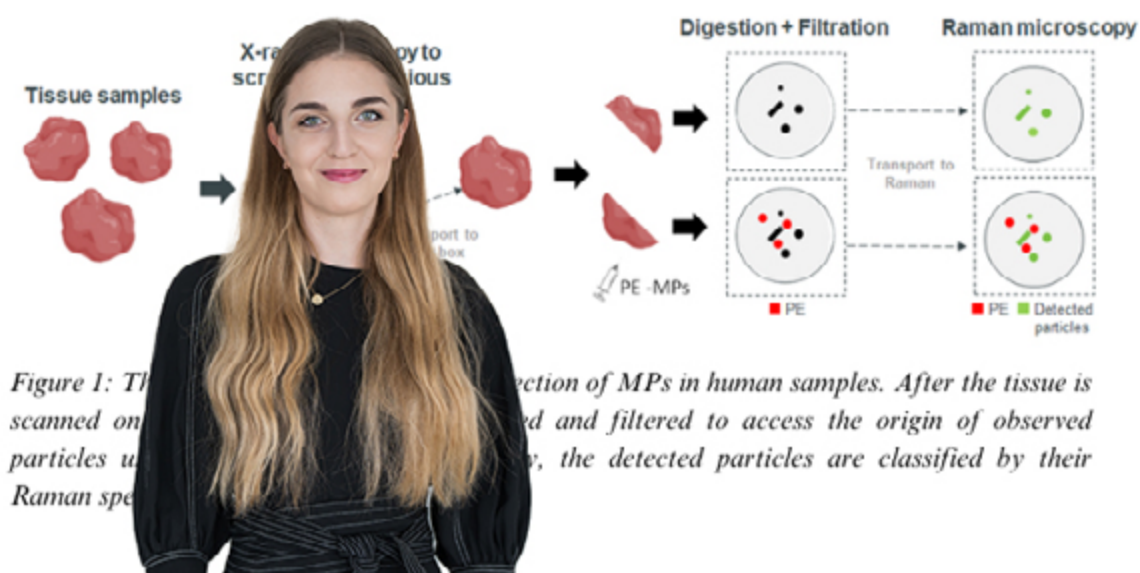
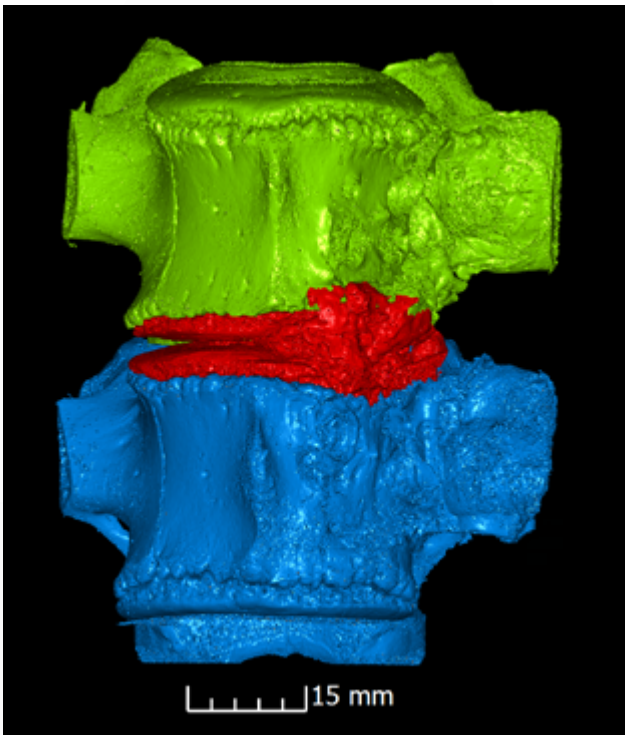


Figure 1: The detection of MPs in human samples. After the tissue is scanned on X-ray CT and Raman microscopy, the detected particles are transported to a box. After digestion and filtration, the detected particles are transported to Raman microscopy, where they are classified by their Raman spectra.

Obr. 10: Ing. Viktória Parobková.

INOVATIVNÍ METODIKA PRO OBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ ÚSPĚŠNOSTI VERTEBRÁLNÍ FÚZE

Náš výzkumník Ing. Jakub Lázňovský vyvíjí software, který by jednou mohl pomoci lékařům s pomocí zpracování CT dat. V jedné ze svých nedávných publikací ve vědeckém časopise [Computers in Biology and Medicine](#) představil automatizovaný software, který umožňuje objektivní a přesné posouzení úspěšnosti vertebrální fúze páteře prasat ve 3D (Obr. 11). Tato inovativní metodika má potenciál ovlivnit klinickou praxi a v budoucnu pomoci lékařům určit kvalitu fúze a vyhodnotit úspěšnost léčby u pacientů s problémy s páteří. Více informací si můžete přečíst [zde](#).



Obr. 11: Frontální pohled - 3D render. Zelená: L2 (2. lumbální) obratel, modrá: L3 obratel. Červená oblast značí místo meziobratlové fúze.



Obr. 12: Ing. Jakub Lázňovský.

KURZ FYZIKA DETEKCE A DETEKTORŮ

Naše laboratoř v říjnu zorganizovala kurz [Fyzika detekce a detektorů](#). Řečníci kurzu hovořili o detekci rentgenového záření a aplikacích nejmodernějších detektorů rentgenového záření. Kurzem provázely Doc. Ladislav Pina z ČVUT, doktor Luca Brombal z Univerzity Terst, Ing. Michael Salamon z Fraunhofer Institute a doktor Josef Uher z firmy Advacam. Tímto všem řečníkům děkujeme.



Obr. 13: Absolventi předmětu s jedním z přednášejících, Doc. Ladislavem Pinou (upr.)

Autor: Michaela Škaroupková

KONTAKTUJTE NÁS

doc. Ing. Tomáš Zikmund, Ph.D.
tomas.zikmund@ceitec.vutbr.cz
+420 541 142 846

www.ctlab.ceitec.cz
ctlab@ceitec.vutbr.cz
+420 541 142 875

CEITEC VUT
Vysoké učení technické v Brně, Středoevropský technologický institut
Purkyňova 656/123, 612 00 Brno