

Není nutné věci zničit, nahlédnout dovnitř!

Často **potřebujeme** nahlédnout do nějaké součástky, věci, materiálu nebo třeba kloubu či zubu, abychom zjistili, zda není poškozený, ale nemůžeme nebo nechceme ho otevřít, rozříznout ani rozmontovat. Právě v těchto případech nachází své využití rentgenová počítačová tomografie.

Jméno této metody pochází z řeckých slov *tomos* (řez) a *grafó* (kreslím). Obecně jde o nedestruktivní zobrazování jednotlivých řezů předmětem – tedy v podstatě nahlédnutí do vnitřní struktury bez nutnosti fyzického narušení celku. Využití počítačové tomografie (CT – Computed Tomography) je v dnešní době velmi široké. Uplatnění nachází ve strojírenství, stavebnictví, zdravotnictví, potravinářství, kriminalistice, ale třeba i archeologii.



■ Základem počítačové tomografie je rentgenové záření

Útok rentgenových paprsků

A jak se získávají ony trojrozměrné záznamy vnitřku pozorovaných předmětů? Pomocí svazků rentgenového záření, které procházejí určeným vzorkem pod různými úhly. Získané obrázky se následně matematicky zpracují – projdou tzv. tomografickou rekonstrukcí.

U CT přístrojů používaných v lékařství probíhá snímání zpravidla tak, že zdroj záření a detektor (na který paprsky dopadají) rotují kolem zkoumaného objektu. V případě průmyslových počítačových tomografií či synchrotronů (kruhových urychlovačů částic) to bývá naopak – rotuje zkoumaný objekt a směr rentgenového záření je daný.

Nepřehlédne ani prasklinku!

Pokud mluvíme o rentgenové mikrotomografii (μ CT), máme na mysli studium objektů do neuvěřitelně malých detailů – typicky na úrovni jednotek až stovek mikrometrů (μ m). Pomocí této techniky tak můžeme získat kompletní informaci o vnitřní struktuře velké škály materiálů – ať už v celém objemu zkoumaného předmětu, či v jednotlivých řezech. A díky tomu třeba odhalit i ty úplně nejmenší prasklinky či vady, které jinými metodami zobrazitelné nejsou.

Skupina vědců ze Středoevropského technologického institutu (CEITEC) na Vysokém učení technickém v Brně pod vedením prof. Josefa Kaisera získala a na konci loňského roku zprovoznila unikátní mikrotomograf, který je momentálně nejvyspělejším v České republice. A právě proto se téměř nezastaví. Tedy, někdy v noci se zastaví, ale i to je velmi výjimečné.

tomograf, který je momentálně nejvyspělejším v České republice. A právě proto se téměř nezastaví. Tedy, někdy v noci se zastaví, ale i to je velmi výjimečné.

Od mouchy až k autonehodám

Jedním z prvních zajímavých projektů, na kterém brněnští vědci pracovali, byla moucha zalitá v jantaru. Podařilo se jim pomocí mikrotomografu rekonstruovat mouchu,

kteřá už dávno mouchou vlastně ani nebyla, a dokonce byli schopni určit pohlaví tohoto hmyzu.

Spolu s kolegy z jiných oborů pracuje skupina i na projektech z lékařského prostředí. Díky μ CT vědci například dokážou určit přesnost usazení zubního implantátu v čelisti či mohou zvýšit životnost umělého



■ Unikátní přístroj dokonale rekonstruoval mouchu zalitou v jantaru

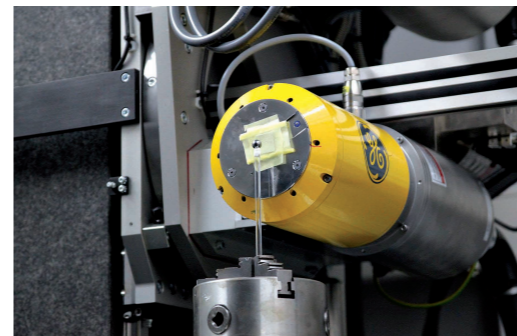
kloubu sledováním vzájemného působení implantátu a kostní tkáň. Široké spektrum projektů přichází i ze strojírenství, kde výrobci potřebují odhalit trhliny a bubliny v odlitcích, aby nedocházelo k narušení nebo lámání materiálu v život ohrožujících situacích (např. při automobilových nehodách). Je také možné zobrazit deformace složitých dílů lisovaných z plastu a zlepšit třeba světelnou stopu reflektoru v autě.

Kolik masa je v salámu?

Mikrotomografie je schopna přispět i k aktuálně velmi diskutovanému problému obsahu masa v salámech nebo jiných potravinářských výrobcích. Hustota každého materiálu, tedy masa, kostí i třeba sójového granulátu, je odlišná. Díky tomu je možné ve štangli salámu určit např. podíl úlomků kostí, aniž bychom produkt museli rozkrojit nebo jinak narušit. Díky přístroji, který ani v zahraničí není běžným vybavením laboratoří, jsou tedy brněnští vědci schopni změřit prakticky cokoliv, co potřebuje být změřeno a odhaleno.

K dosavadním nejzajímavějším projektům, při kterých byly využity možnosti

když chceme



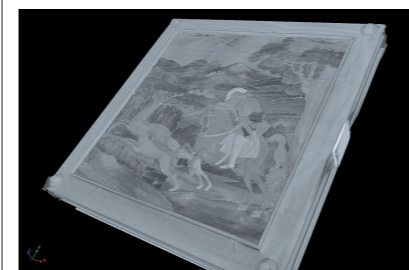
■ Brněnský mikrotomograf je nejpřesnějším zařízením svého druhu v České republice

mikrotomografu, patří zkoumání chebské reliéfní intarzie, kontrola rozměrů koncovky optického vlákna či zjišťování stavu chrupavky a zubní skloviny u osmáka degu, morčete nebo chameleona.

Za tajemstvím barokních řezbářů

Chebská reliéfní intarzie je jednou z nejvýznamnějších zdobných technik užívaných v nábytkářství v době baroka. Z širšího pohledu jde o umělecko-řemeslné odvětví typické výhradně pro české země, jehož vznik je spjatý s městem Cheb. Podstata a půvab této techniky spočívají ve skládání různobarevných dřev vedle sebe a na sebe, čímž vzniká bohatě zdobená „mozaika“, následně zdobená jemnou reliéfní řezbou.

Významnou roli při získávání detailnějších informací o způsobu výroby, aktuálním stavu a charakteru vnitřních struktur chebské intarzie sehrál právě brněnský mikrotomograf. Především proto, že se jedná o neinvazivní metodu, při níž nedochází



■ Počítačový model chebské intarzie

k zásahu do vzorku, jakémukoli mechanickému namáhání či pozměňování, a současně není artefakt vystaven přílišným výkyvům teploty a vlhkosti. Zkoumaným vzorkem byla hlavní výplň herní kazety ze sbírek Středočeského památkového ústavu v Praze. Doposud publikované rozbory probíhaly výhradně na základě vizuálních prohlídek, proto se výsledky získané metodou mikrotomografie dají považovat za průlomové.

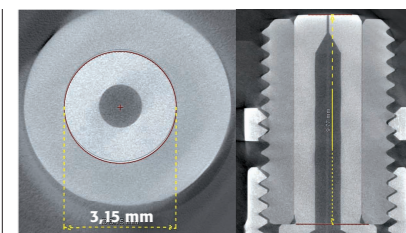
Podařilo se rozklíčovat, jak byly prvky lepeny, sesazovány, jak bylo připraveno pozadí či jaké byly použity materiály. Příjemným bonusem celého zkoumání chebské intarzie bylo odhalení příčiny výrazné deformace celé reliéfní desky.

Jak na nefunkční optická vlákna?

Mikrotomograf se osvědčil i při kontrole spojů optických kabelů, které se využívají v telekomunikačních sítích. Pokud kabel nefunguje tak, jak má, často je to způsobeno právě chybnou konstrukcí či špatným stavem spojovacích částí – konektorů. Potvrdilo se to i tehdy, když v brněnské laboratoři podrobili mikrotomografickému skenování koncovku optického kabelu, připojenou v konektoru kabelu protilehlého. Naměřené hodnoty se vymykaly běžným normám a ukázalo se, že konektor byl opotřeben.

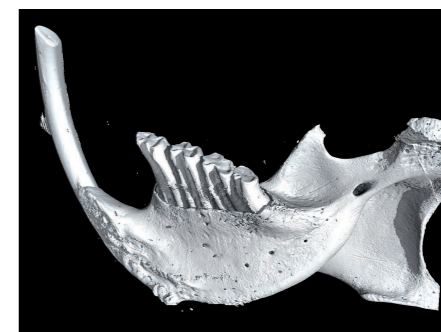
Opravdu strava kazí zuby?

Jaký vliv má složení stravy na stav chrupu a zubní skloviny? To vědci zjišťují studiem obsahu minerálů v čelisti či patologických změn zubů. Takové změny mohou být docela výrazné i úplně nepatrné – i ty nejmenší ovšem dokáže zachytit mikrotomograf, který nahlédne hluboko do zubní struktury.



■ Rozměry optického vlákna v konektoru byly měřeny s přesností na setiny milimetru

V rámci projektu, probíhajícího ve spolupráci s Klinikou chorob ptáků, plazů a drobných savců Fakulty veterinárního lékařství VFU Brno (MVDr. Jekl), byl zkoumán vliv konkrétní výživy na mikrostrukturu řezáků a stoliček u hlodavců, např. morčete a osmáka degu. A to pomocí několika technik



■ Obraz části čelisti osmáka degu, získaný tomografickou rekonstrukcí

– kromě makroskopického pozorování (studium znaků viditelných pouhým okem) byl použit mikrotomograf, přístroj DEXA (dual energy X-ray absorptiometry), který zjišťuje vnitřní strukturu objektů na základě různé propustnosti rentgenového záření, a také histopatologická analýza (mikroskopické pozorování vzorku tkáně).

A výsledek? Dle očekávání se potvrdilo, že nevhodná skladba potravy má dopad na strukturu čelisti i zubů. Možnosti těchto pokročilých zobrazovacích metod se pochopitelně uplatní i v péči o lidské pacienty a po odhalení problému lékařům pomohou navrhnout optimální léčbu. ■

prof. Ing. Jozef Kaiser, Ph.D.
Středoevropský technologický institut (CEITEC) při VUT v Brně



■ Řez chebskou reliéfní intarzií. Díky mikrotomografu se podařilo odhalit i příčinu deformace reliéfní desky.

Část čelisti morčete. Zkoumalo se, jaký vliv má na chrup hlodavců konkrétní výživa.

