

Počítačová tomografia

pri skúmaní vnútorných štruktúr
dreva, artefaktov na báze dreva
a dendrochronológia

Vladimír Bahýl, Tibor Mészáros

Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej
mechaniky, Drevárska fakulta TU vo Zvolene

bahyl@vsld.tuzvo.sk

Počítačová tomografia

Rekonstrukčný algoritmus

Pohľad 1

- Z 3D riadok objektu vzniká 1D riadok
- Zo objektu u miesta iného detektora. Mierime o jednu projekciu.
- Občasistano a uhol
- Znovu zameriame ďalšiu projekciu
- Budeme zmerať N -ú projekciu

Pohľad 2

Pohľad 3

Počítačová tomografia apobčuje množstvo rôznych pohľadov

Rekonstrukčný algoritmus

Pohľad 1

Pohľad 2

Pohľad 3

Rekonštrukcia 3 pohľadov

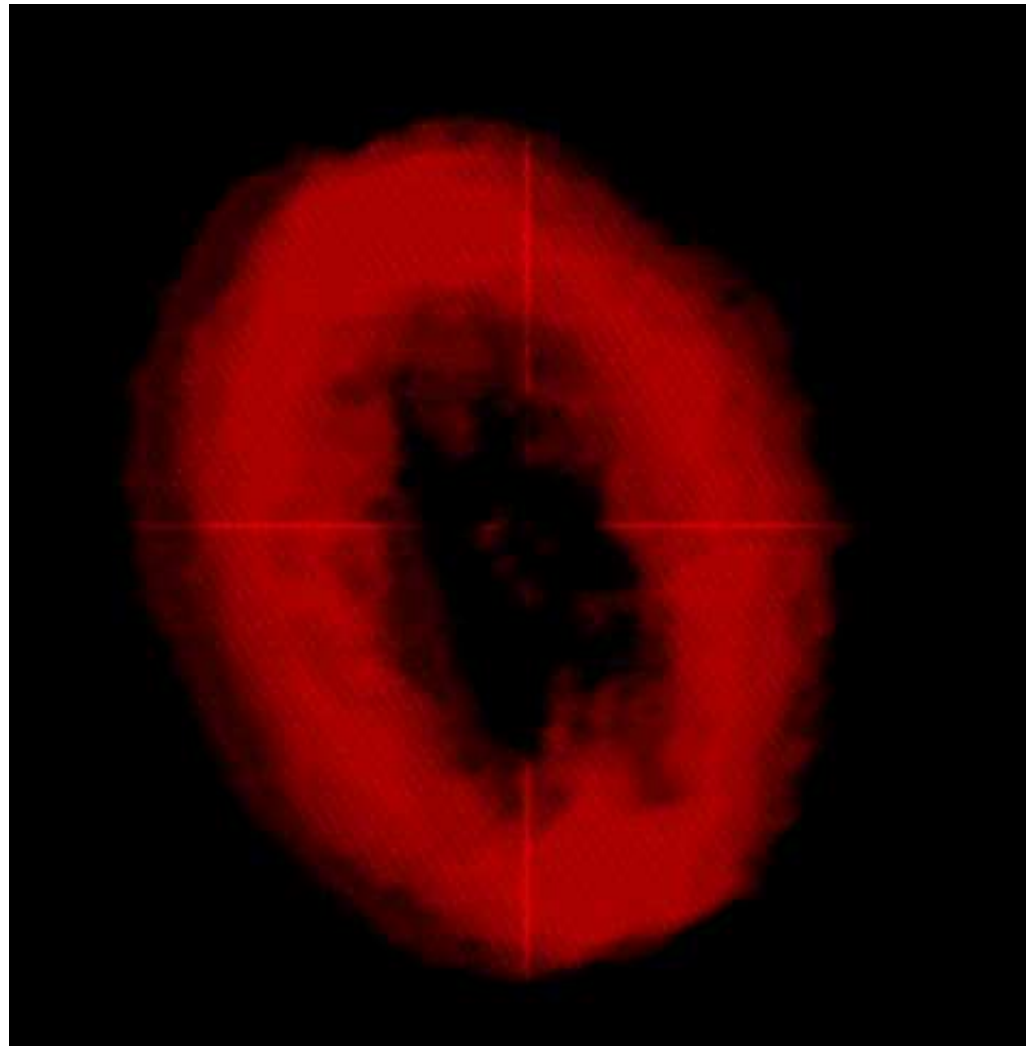
Rekonštrukcia 3 pohľadov

Spätná projekcia rekonštruje obraz z o všetkých projekcií

PRMD – T 05 „Anna“

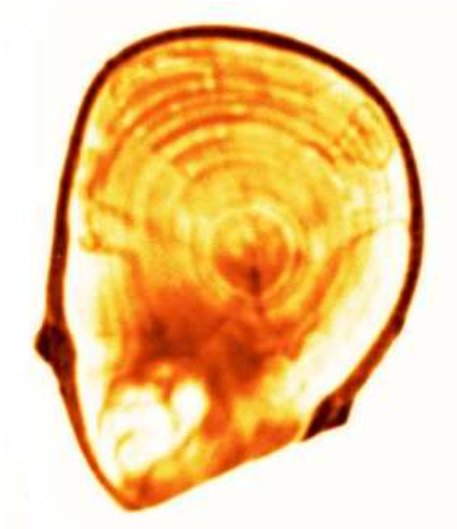


Kvazi 3D tomografia

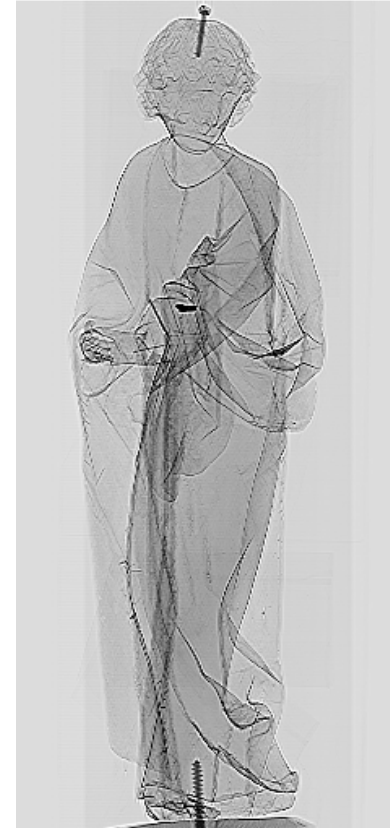


Výsledky

Brezička

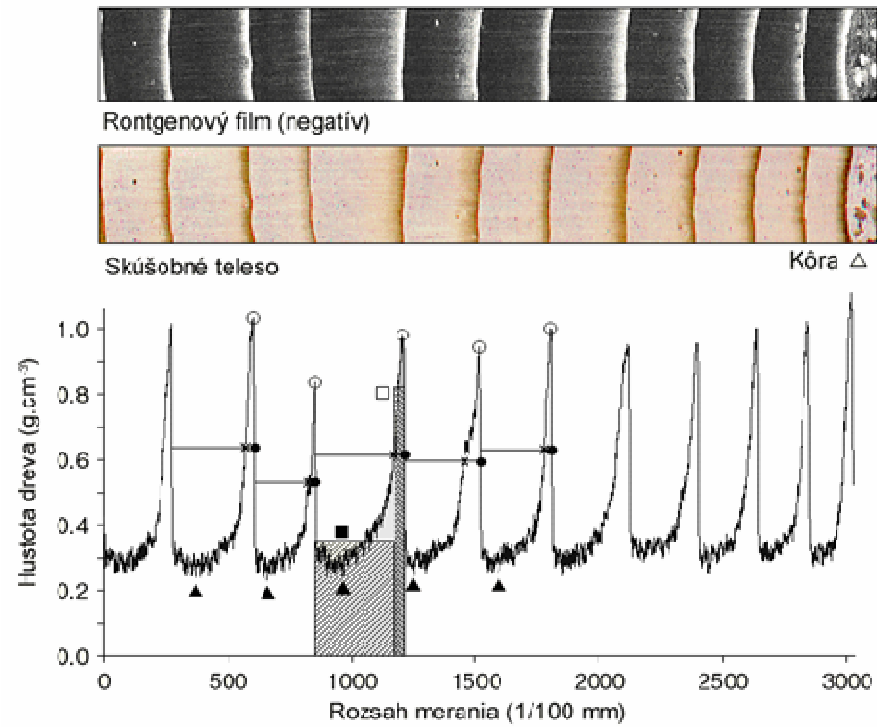


Sv. Ján



Dendrochronológia

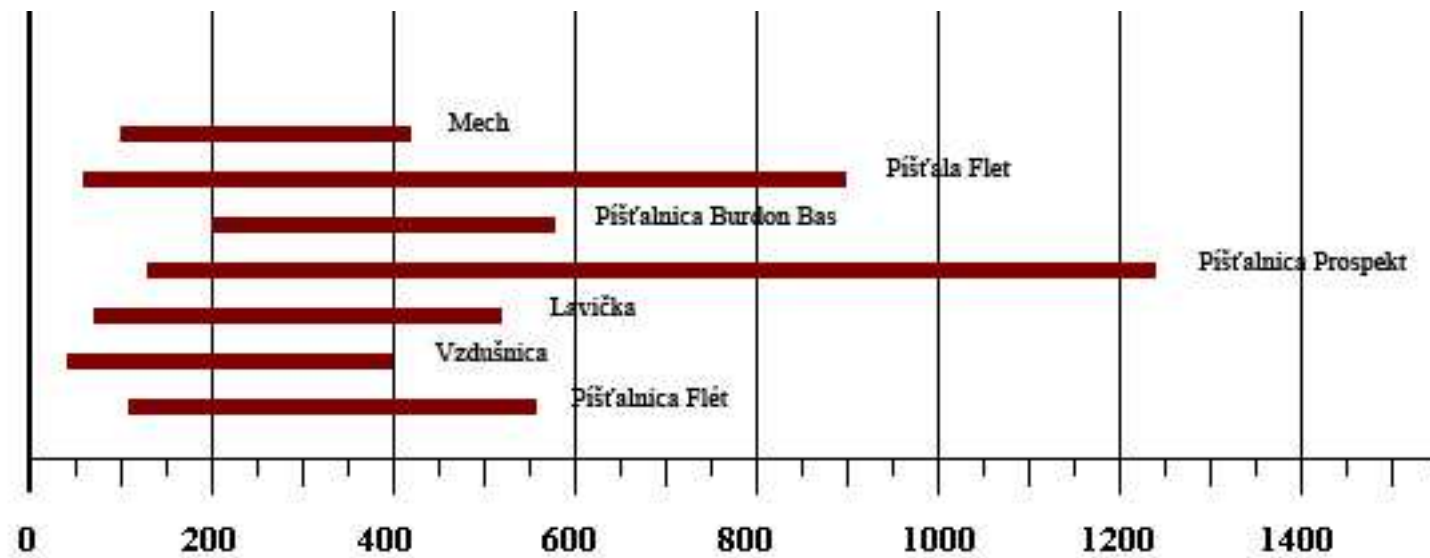
Princíp radiodensitometrie



Legenda:

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| ● x Šírka jamého dreva | ▲ Minimálna hustota jamého dreva |
| ▼ Šírka letného dreva | ○ Maximálna hustota letného dreva |
| ● Šírka ročného kruhu | ■ Priemerná hustota jamého dreva |
| | □ Priemerná hustota letného dreva |

Organ Oravský zámok



Ďakujem za pozornosť.

Sme otvorení každej spolupráci.

ZA ČO???

Zásadne a v súlade s textom

„Mieru dobrú, natlačenú, natrasenú a vrchom nasypanú dajú vám do lona;

lebo

akou mierou meriate, takou vám bude namerané.“

Lk. 6, 36.

Počítačová tomografia pri skúmaní vnútorných štruktúr dreva, artefaktov na báze dreva a dendrochronológia.

Vladimír Bahýl, Tibor Mészáros

Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky, Drevárska fakulta TU vo Zvolene

Abstrakt

(1) Význam (význam a potreby riešenia a rozvoja). (2) Formulácia problému. (3) Výsledky (výsledky rešerše štúdie, výskumu, praxe). (4) Závery a odporúčania pre ďalší rozvoj.

(1) O využití počítačovej tomografie v medicíne, keď sa vracia zdravie človeku nepochybuje vôbec nikto. Našou snahou je zaviesť metódy počítačovej tomografie okrem iného aj do konzervátorskej vedy, technológie a v podstate aj umenia. Konzervovaním sa vlastne vracia „zdravie“ veciam, úžitkovým predmetom, ktoré spoluvytvárajú vo svojom slede ľudskú kultúru. Sami máme skúsenosti s konzervovaním a reštaurovaním historických drevených stolárskych nástrojov.

Vnútorná štruktúra objektu konzervovania je pre úspech tohto umenia dôležitá no za rovnako dôležitú považujeme otázku o skutočnom veku predmetu. Pokiaľ je z dreva, odpoveď nám dáva dendrochronológia, veda o určovaní veku predmetov zo štruktúry ich ročných kruhov

(2) Navrhujeme pred začatím procesu konzervovania presvietiť predmet počítačovým tomografom, zhodnotiť stav jeho vnútra, na povrch neprenikajúce trhliny, vnútorné hniloby, cudzie predmety vo vnútri artefaktu, technologické dutiny a podobne.

Ohľadne dendrochronológie máme k dispozícii takmer 3 tisíc rokov dlhý časový rad a sme schopní určovať vek drevených artefaktov až do predlaténskej doby.

(3) Skonstruovali sme 5 slovom päť počítačových tomografov pre rôzne aplikačné oblasti techniky a dendrochronologický časový rad pre karpatský región zatiaľ siahajúci od deviateho storočia pred našim letopočtom.

(4) Odporúčame tak, ako to začína byť vo svete bežné, nasadenie počítačovej tomografie v procese reštaurovania nášho kultúrneho dedičstva. Naše počítačové tomografy sú prenosné, zdravotne nezávadné a každému k dispozícii.

Kľúčové slová

Počítačová tomografia, historické artefakty, dendrochronológia, drevo.

Úvod

V úvode každej publikovanej práce, ktorá si aspoň trochu nárokuje na exaktnosť má byť zhodnotenie stavu danej problematiky vo svete. Ten je v oblasti prenosných počítačových tomografov zatiaľ pomerne prázdny. Aspoň pokiaľ máme cez internet, výstavy a publikácie všetkého druhu o veci prehľad. Nech to neznie neskromne, ale okrem pracovníkov TU vo Zvolene majú prenosný počítačový tomograf iba na univerzite v Braunschweigu a aj ten, ako nás informovali je zatvorený v skrini za sklom. Aby sme ale neopomenuli, existuje počítačový tomograf na báze ultrazvuku na zisťovanie vnútorných štruktúr rastlých stromov. Prístroj je skutočne dotiahnutý do komerčne aplikovateľného stavu. Lenže ide v podstate o deštruktívnu metódu resp. prístroj. Do skúmaného stromu, objektu, kmeňa sa zabíjajú po obvode v odstupoch asi 10 cm klince. Takýto spôsob nerania je samozrejme možný pri skúmaní tzv. parkovej zelene, stromov s priemerom kmeňa nad jeden meter. No je úplne vylúčený v prípade historických artefaktov. Tieto sú jednak nesmierne vzácne a jednak sú často v takom technickom stave, že akákoľvek manipulácia s klincami okolo nich môže mať katastrofálne dôsledky resp. vlastník artefaktu za nijakých okolností nedovolí do neho vbíjať klince. Preto je naše riešenie, ako chceme v ďalšom ukázať najlepšie a vlastne jediné možné.

Naše riešenie spočíva vo využití nami skonštruovaného prežarovacieho mobilného počítačového tomografu.

PRMD-T05 „Anna“

Názov podkapitoly je skratkovým pomenovaním – akronymom pre **P**renosný **R**ekonštrukčný **M**obilný **D**efektoskop – **T**omograf. Číslo 05 znamená, že ide o piaty! v poradí nami skonštruovaný počítačový tomograf. Anna je meno tej, ktorá síce priamo na konštrukcii tomografu nikdy nepracovala, ale naše konštrukčné úsilie vždy podporovala a bez tejto podpory by sme nemali skutočne vôbec nič.

Naše tomografy sú podľa nášho názoru zvláštne tým, že ozaj fungujú. Tak isto software, na báze ktorého sa rekonštruujú obrazy vnútorných štruktúr dreva a artefaktov na báze dreva boli vypracované riešiteľskými kolektívami. Je teda v našich silách riadiaci a vyhodnocovací software neustále resp. podľa potrieb doby modifikovať, upravovať, vylepšovať.

Tomograf PRMD-T05 „Anna“ je plne mobilný a za asi 20 minút je pripraviteľný pre prácu priamo v lese. Praktickú realizáciu vyššie napísaného dokumentuje obrázok č. 1. Ale



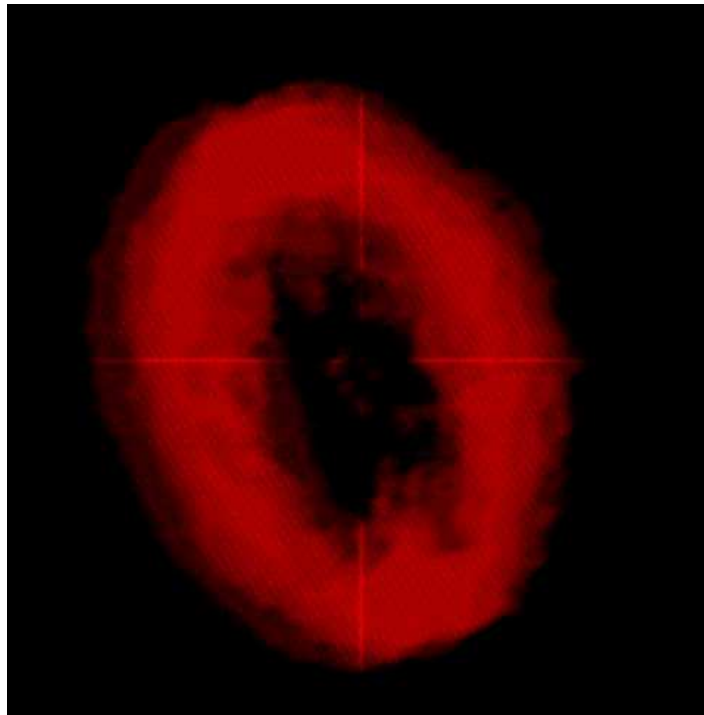
Obrázok č. 1. Tomograf „Anna“ pri skúškach vo voľnom lese.

a to by sme chceli zdôrazniť, tak ako je možné náš tomograf preniesť do lesa, kdekoľvek, je možné ho doniesť do reštaurátorskej či konzervátorskej dielne a tam na mieste pretomografovať ľubovoľný artefakt. Samozrejme na báze dreva a do priemeru 80 cm. Je to skutočne veľká vec. Potvrdí to každý, kto má tak ako my skúsenosti s prosíkaním sa obsluhu medicínskeho tomografu, aby na lôžko pre pacienta vložili nejaký drevený artefakt urobili jeho zopár tomografických rezov.

S možnosťou tomografovať a nazerať do vnútorných štruktúr artefaktov na báze dreva ide aj otázka, aká je presnosť, alebo rozlišovacia schopnosť nášho tomografu. Tu síce zaostávame za možnosťami medicínskych tomografov no s nami dosahovanou presnosťou – rozlišovacou schopnosťou **štyri milimetre po priemere 80 cm** plne vystačíme účelu pre ktorý bol tomograf „Anna“ konštruovaný.

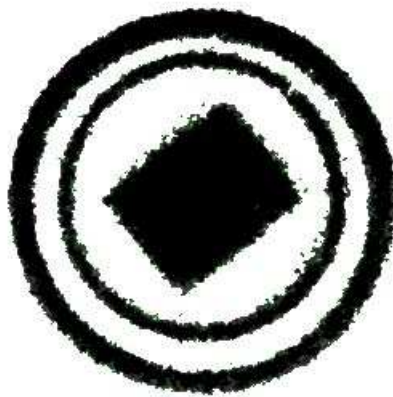
Táto presnosť je podľa nášho názoru plne vyhovujúca aj pre reštaurátorskú resp. konzervačnú vedu či skôr umenie.

Samozrejme máme vyriešený aj problém kvazi trojdimenzionálneho zobrazovania a to tak, že softwérovo na seba naskladáme viacero rezov a sme schopní vytvoriť pomerne plastický obraz vnútornej štruktúry každého artefaktu na báze dreva.



Obrázok č. 2. Kvazi trojdimenzionálny obraz vnútornej štruktúry z vnútra vyhnitého stromu.

K tejto téme ešte obrázok vnútornej štruktúry ruskej bábiky matriošky s vloženým hranolcom.



Obrázok č. 3. Vnútorňá štruktúra matriošky s hranolcom.

Nie je na tom nič zvláštne, IBA dokumentujeme kvalitu nášho software. Kruh rekonštruujeme ako kruh a obdĺžnik ako obdĺžnik.

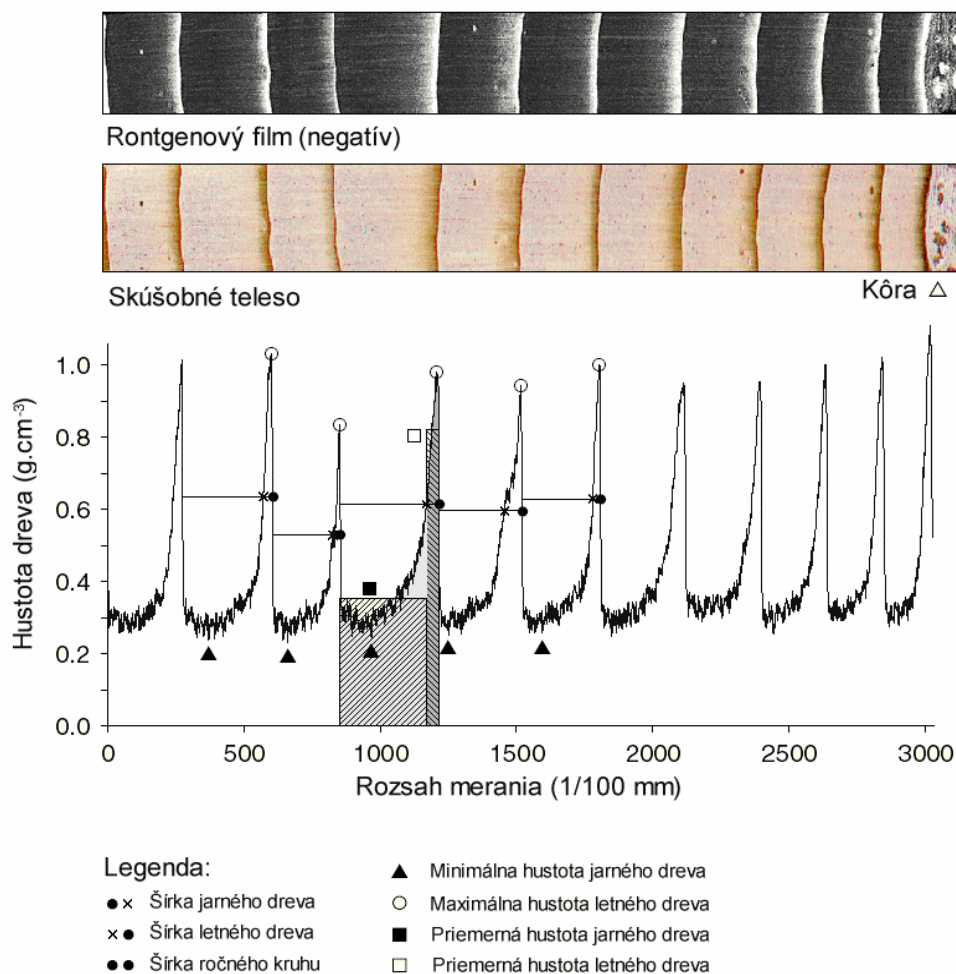
Komerčným počítačom sa chváliť nie je žiadne terno. No kompletný a otvorený vývoj software pre jeho prácu je skutočne výkon svedčiaci o sile a schopnosti byť prírodnými vedami nápomocný vo vedách humanitných, kam patrí aj umenie konzervovania či reštaurovania ľudského kultúrneho dedičstva.

Dendrochronológia

Dendrochronológia je vedecká metóda slúžiaca na určovanie veku historických artefaktov, alebo vôbec kusov dreva s vyvinutou štruktúrou ročných kruhov. Jej princíp si dovoľíme dokumentovať obrázkom. Na podrobné oboznámenie sa s metodikou odkazujeme na dostatočné množstvo monografickej literatúry. Ono na tomto mieste ani nie je našim cieľom niekoho „unavovať“ matematickou štatistikou, náukou o dreve a biológiou dreva ako živého organizmu reagujúceho ako na podnety lokality v ktorej rastie, tak aj na podnety klímy v ktorej sa vyskytuje. To je vlastne vedecký základ dendrochronológie. Na tomto mieste sa chceme sústrediť na ponuku našich výsledkov v oblasti dendrochronológie a jej aplikácií pri určovaní veku historických artefaktov.

Čo sa týka počítačovej tomografie, napriek, že ide skutočne o špičkový prístroj, nemôžeme sa pochváliť významnejšími aplikáciami vo vede a technike, ak samozrejme nerátame asi tridsať diplomových a dizertačných prác urobených na našich tomografoch. V oblasti dendrochronológie je ale situácia úplne iná. Podarilo sa nám skonštruovať dendrochronologický časový rad pre Slovensko a v podstate aj pre karpatskú kotlinu siahajúci až do deviateho storočia pred našim letopočtom, teda do mladšej doby laténskej!

Princíp radiodensitometrie



Obrázok č. 4. Základné princípy dendrochronológie v obraze.

Máme za sebou desiatky expertíz, často veľmi náročných na určenie veku či už obrazov, historických hudobných nástrojov, huslí, organov, skulptúr, krovov, drevostavieb a podobne. Na nedostatok práce resp. záujmu sa nijako nemôžeme sťažovať a to nás samozrejme teší a povzbudzuje do ďalšieho výskumu, v ktorom si kladieme za cieľ rozšíriť naše časové rady aspoň do predlaténskeho obdobia – do staršej doby bronzovej.

Záver

Konzervačná veda a prax je značne náročná no vie historickým artefaktom ak nie vrátiť „život“, tak aspoň zabrániť ich celkovej deštrukcii a zachovať ich pre budúce generácie. Tu ponúkame spoluprácu ako v oblasti určovania veku konzervovaných artefaktov, zariadení či predmetov bežného života našich predkov. V tomto smere máme aj my výborné skúsenosti s konzervovaním historických stolárskych nástrojov, špeciálne z devätnásteho storočia.

Sme toho názoru, že presné poznanie veku predmetu dáva práci konzervátora skutočne špičkovú vážnosť. Rovnako aj vtedy, ak metódou počítačovej tomografie má konzervátor možnosť nahliadnuť do vnútra predmetu. Skutočne sa stalo, že pri spolupráci na reštaurovaní vzácneho sakrálneho predmetu naše tomografické snímky poslúžili na odhalenie stolárskeho postupu starého majstra a tieto zistenia boli kľúčové pri jeho rozoberaní bez čo i len najmenšieho poškodenia.

Sme teda jednoznačne toho názoru, že ako dendrochronológia, tak aj počítačová tomografia majú svoje nezastupiteľné miesto v konzervačnej vede, technike a praxi. A nielen to, sme otvorení akejkoľvek spolupráci a pomoci pri uchovávaní nášho kultúrno spoločenského dedičstva.

PodĎakovanie

Táto práca bola realizovaná v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA č. 1/0622/10, čo s vďakou oceňujeme.

Kontakt

bahyl@vsld.tuzvo.sk