



Ústav merania SAV

Centrum pre NMR zobrazovanie materiálov



Pracovisko	Oblasť aplikácie
<u>STU Bratislava, FCHPT</u> riešiteľské pracovisko úlohy VaV	Centrum pre metabolické štúdie a kontrolu potravín
<u>UPJŠ Košice, PríF</u> spoluriešiteľské pracovisko	Centrum pre metabolické štúdia a kontrolu potravín, štúdium štruktúry, dynamiky a interakcií biomolekúl a supramolekulovú chémiu a nanotechnológie
<u>UK Bratislava, PríF</u> spoluriešiteľské pracovisko	Centrum pre supramolekulovú chémiu a nanotechnológie
<u>SAV Bratislava, CHÚ</u> spoluriešiteľské pracovisko	Centrum pre štúdium štruktúry, dynamiky a interakcií biomolekúl
<u>TU Košice, FEI</u> spoluriešiteľské pracovisko	Centrum pre NMR spektroskopiu v tuhej fáze
<u>SAV Bratislava, ÚM</u> spoluriešiteľské pracovisko	Centrum pre NMR materiálové zobrazovanie

Budovanie špičkového laboratória so zameraním na NMR

Štátny program výskumu a vývoja.

Komplexné riešenie podpory a efektívneho využívania infraštruktúry vedy a výskumu

Doba riešenia: 12/2006 - 12/2010

Nositeľ úlohy: **Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave**, Oddelenie NMR a hmotnostnej spektrometrie, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Zodpovedný riešiteľ: **Doc. Ing. Tibor Liptaj, CSc.**

Zodpovedný riešiteľ častkovej úlohy: **Prof. Ing. Ivan Frollo, DrSc.**



Národné centrum NMR – zmluva podpísaná 11. 05. 2007

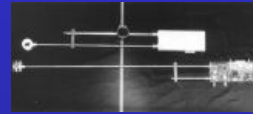
Cieľom projektu v roku 2008 bolo budovanie:

Centra pre NMR materiálové zobrazovanie v Ústave merania SAV

ako súčasť **Národného centra NMR**: www.nmr.sk

1981-1986

Úloha ŠPZV



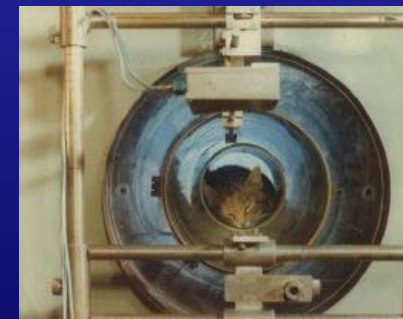
Merač magnetického poľa



Elektromagnet 86 mT, BEZ Bratislava



Prvý mikropočítač INTEL



Prvé obrázky

1990-1996

Rozhodnutie vedenia ústavu v roku 1990:

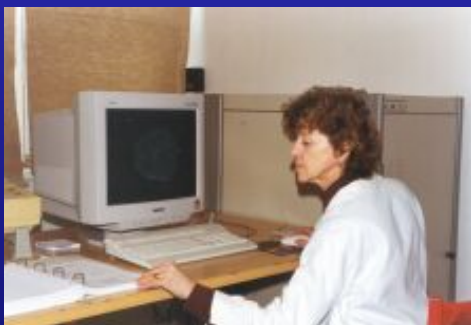
sa (na báze podkladov a výpočtov riešiteľského kolektívu) poslala do Bratislavských elektrotechnických závodov objednávka na elektromagnet, napájací zdroj a zdroj na napájanie korekčných cievok.



1991 - inštalácia celotelového elektromagnetu 0.1 T

1996-2008 zdokonaľovanie aparatury, výskum

Celotelový tomograf TMR-96 0.1 Tesla



Riadiaca konzola S.M.I.S.

Dar Humboldtovej nadácie



Panel analogových modulov

Oddelenie zobrazovacích metód

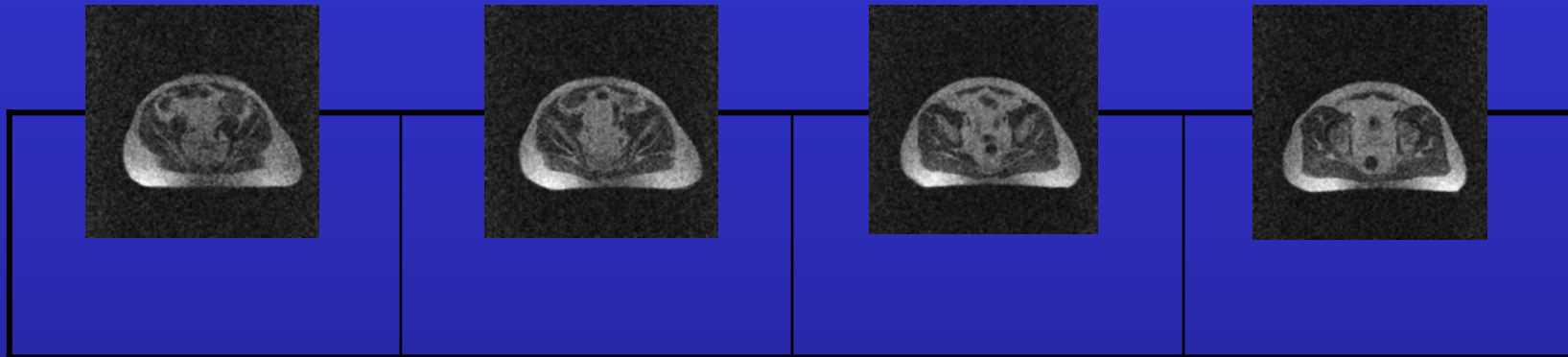
- Špeciálne snímače pre celotelové zobrazovanie pri použití nízkych stacionárnych magnetických polí
- Metódy návrhov magnetických polí (stac., vf a gradientových)
- Spinová hustota, váhované zobrazovanie T1+, T2 relax. časov
- Metódy zobrazovania do priemeru 400 mm, spinové echo, gradientové echo, zobrazovanie tenkých vrstiev, mag. poľa, atď...

Rádiofrekvenčné snímače, navrhnuté na zobrazovanie **tenkých vrstiev**, ako časť celotelového tomografu.

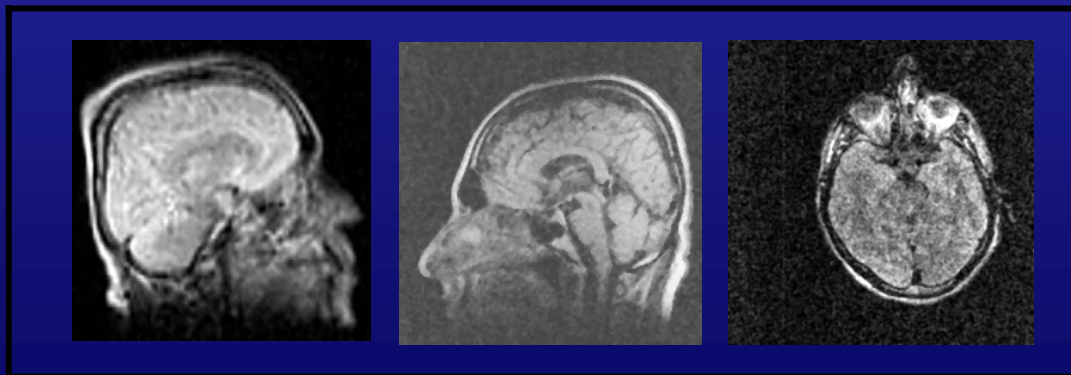
Použitie na meranie biologických a nebiologických vzoriek a na **zobrazovanie s vysokým rozlíšením**.



Výsledky reprezentované v grafickej forme obrazmi získanými na experimentálnom NMR tomografe 0.1 Tesla



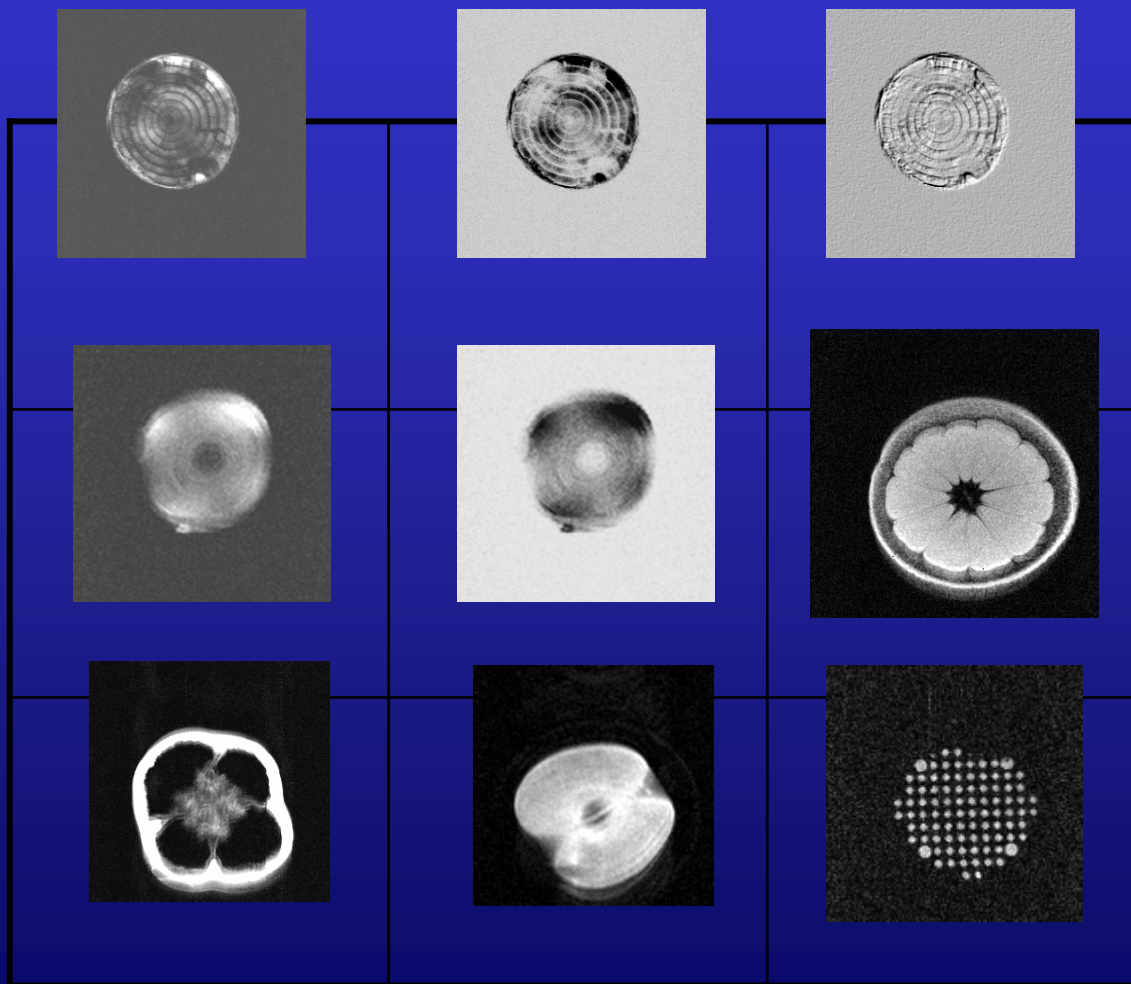
Transverzálne rezy celotelové, 256 x 256, FOV 500 x 500 mm, 4 akumul. TE = 50 ms, Tr = 1750 ms
Hrúbka vrstvy 20 mm, odstup rezov 20 mm, metóda „multisllice“= 4 zobrazenia súčasne v jednom meraní.



Sagitálne a transverzálne obrázky,
256 x 256, TE = 50ms, Tr = 1750
mm, 4 akumul.

Hrúbka vrstvy 10 mm,

Zobrazovanie tenkých rezov "in vitro" špec. vf. cievkou pre max. hrúbku 15 mm



Transverzálne rezy dreviny,
borovica, D=76 mm, 256x256,
Spin Echo 2DFT,

Slice = 20 mm,

TR= 1720 mm, 64 akumul.,

Selektívna excitácia.

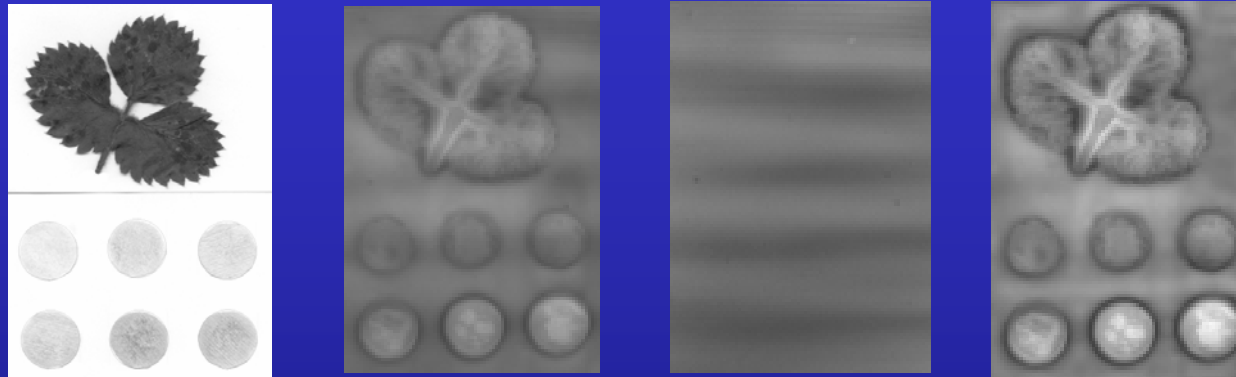
Transverzálny rez dreviny,
jedľa, D=76 mm, 128x128
bodov, FOV= 100 x 100,
Spin Echo 2DFT, hrúbka =
15 mm, 16 akumul.,

Zobrazenie tenkej vrstvy
botanických vzoriek, hrúbka
7 mm, D=76 mm, 256x256
bodov, Spin Echo 2DFT, 18
akumul.,

Fantom, D = 120 mm

Magnetické kvapaliny

Zobrazovanie tenkých vrstiev

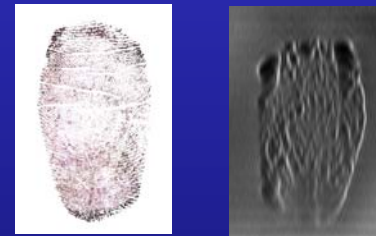
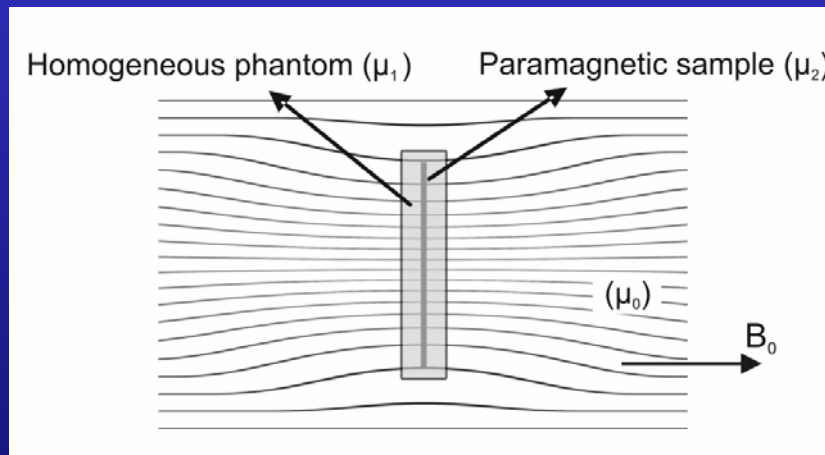


- a) Optical image of the sample.
 - b) Image of the sample as a projection into the phantom.
 - c) Image of the phantom without sample – background.
 - d) Resultant image as a difference $P_{SP} - P_P$.
-

Magnetic field deformation can be expressed as a deflection of the magnetic field lines (φ_1, φ_2) on the boarder of two isotropic media (μ_1, μ_2).

Magnetic induction B_s in the sample by an influence of the sample susceptibility $\chi > 0$ reaches the value:

$$B_s = B_0(1 + \chi_s)$$



Biometrické merania

Magnetic lines deflection of two isotropic magnetic boundaries follows as:

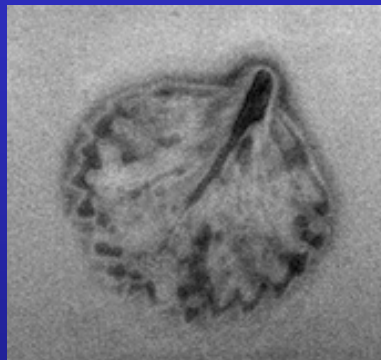
$$\operatorname{tg} \varphi_1 / \operatorname{tg} \varphi_2 = \mu_1 / \mu_2 = \mu_{r1} / \mu_{r2}$$

where $\mu_r = \mu / \mu_0$ is relative permeability

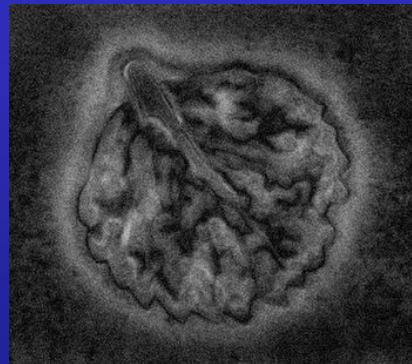
Experimenty so zobrazovaním biologických vzoriek

Použitie magnetických nanočastíc

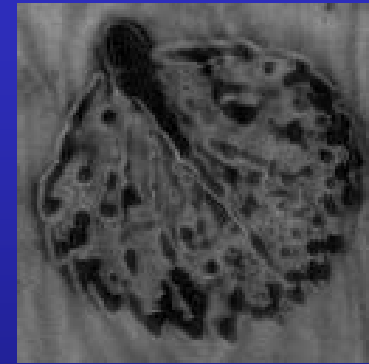
Sample dimension: leaf $\Phi = 30$ mm.



Sampling 256 x 256,
resolution 230 μm .
0.1 Tesla



Sampling 512 x 512,
resolution 100 μm .
0.1 Tesla

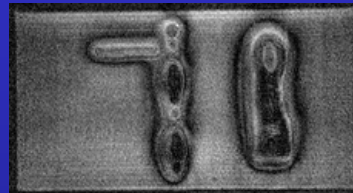


Sampling 512 x 512,
resolution 100 μm .
4.7 Tesla

Experimenty so zobrazovaním fyzikálnych vzoriek obsahujúcich magnetické nanočastice

Bankovky vybavené skrytými magnetickými doménami

Magnetické fotografovanie

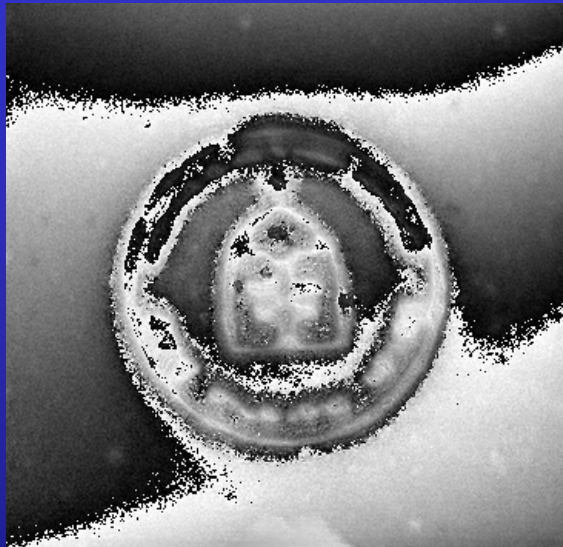


Magnetic image of a banknote with visible magnetic islands, 512x512 samples.

The banknote was positioned in a plastic holder and placed into the vertical rectangular container (phantom) filled with 0.1 % solution of CuSO_4 in distilled water, for shortening the repetition time TR to 200 ms.

- number of averages was 16
- resolution 150 μm .
- static magnetic field $B_0 = 0.1$ Tesla.

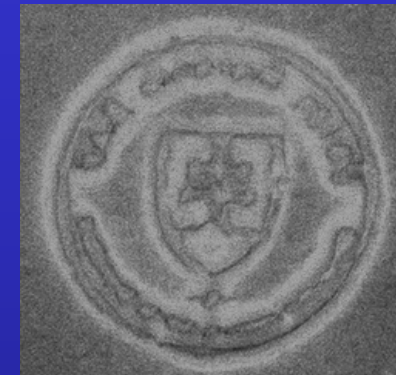
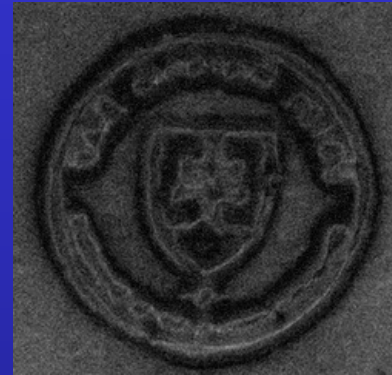
Experimenty zobrazovania fyzikálnych vzoriek pokrytých magnetickými nanočasticami



Phase image of a business rubber stamp - print

256 x 256 pixels, resolution 230 micrometers

0.1 Tesla



Amplitude images, positive and inverse

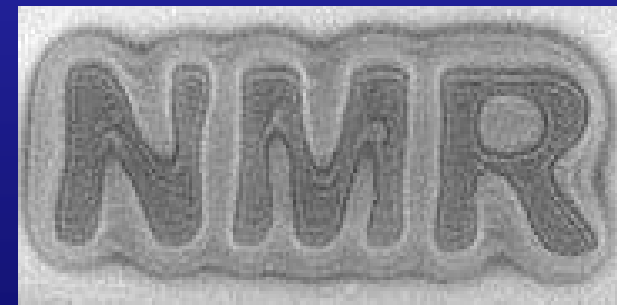


Image of printed letters "NMR", dimension 55x17 mm, 512x512 samples. Because of the relative high susceptibility of the magnetic signs a corona appeared around the patterns.

Cielenie farmák do špecifického orgánu v živom organizme s cieľom účinnej terapie
- použitie biologicky neinvazívnych magnetických kvapalín (MK)

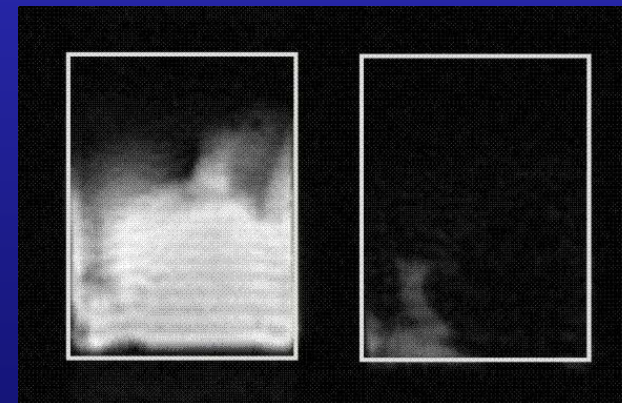
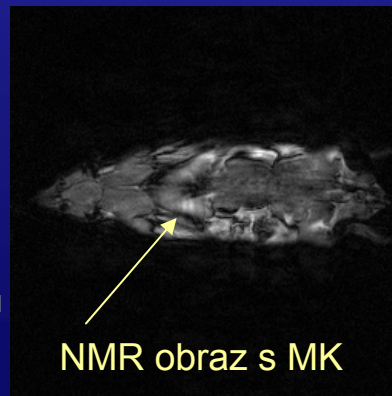
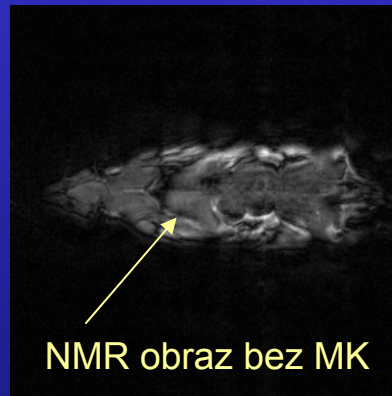
Spolupráca s: *Ústavom pre výskum srdca SAV*



Zobrazenie pečene metódami NMR
in vitro

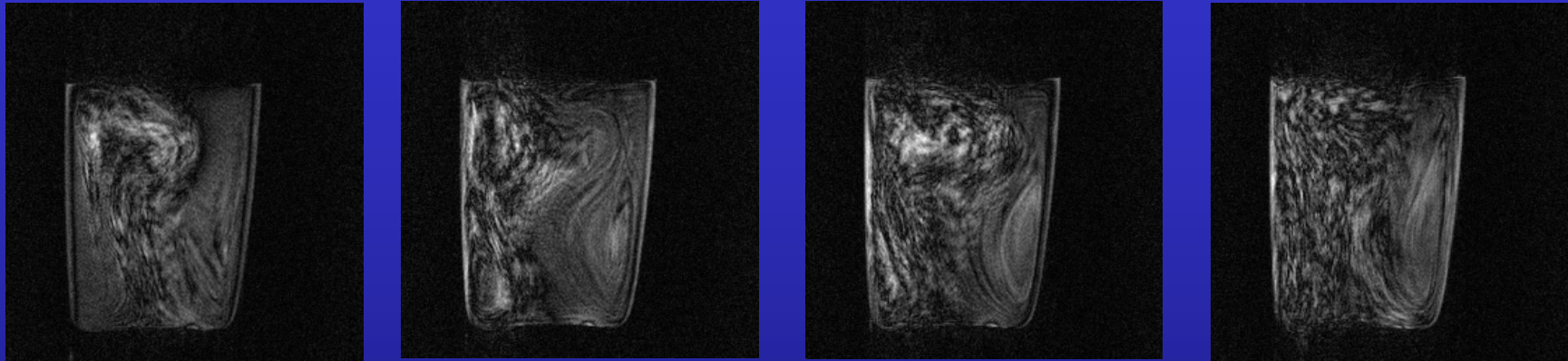


Koncentrácia MK v pečeni
za použitia permanentného magnetu



Meracia NMR sekvencia: Gradient-Echo

Zobrazovanie difúzie magnetických nanočastíc vo vode



Magnetic particles movement due to the Brownian motion in the liquid

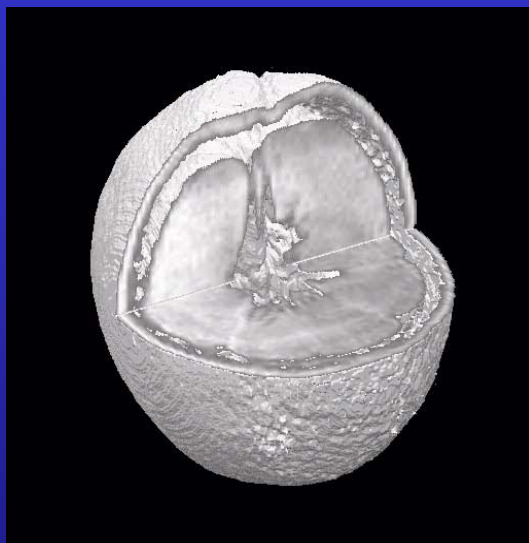
Time differences between images: 120 seconds

Zobrazovanie botanických vzoriek

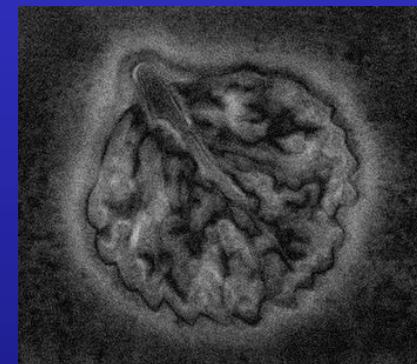


Kávové zrno zelené, 4 x 4 x 8 mm, 20% voda, 10% tuk

Špecifické zobrazovacie metódy na báze magnetickej rezonancie

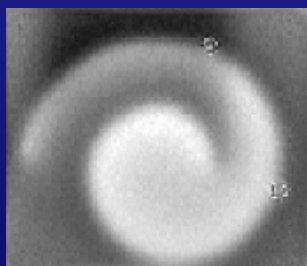


3D imaging



256 x 256,
rozlíšenie 230
mikrometrov
0.1 Tesla

512 x 512,
rozlíšenie 100
mikrometrov
0.1 Tesla

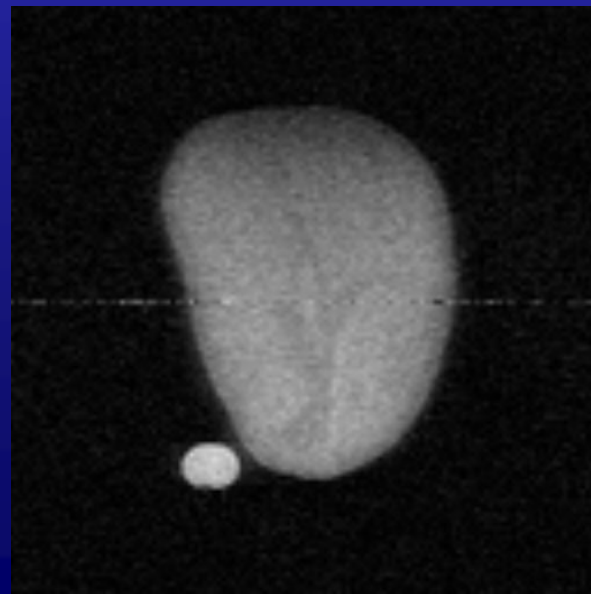
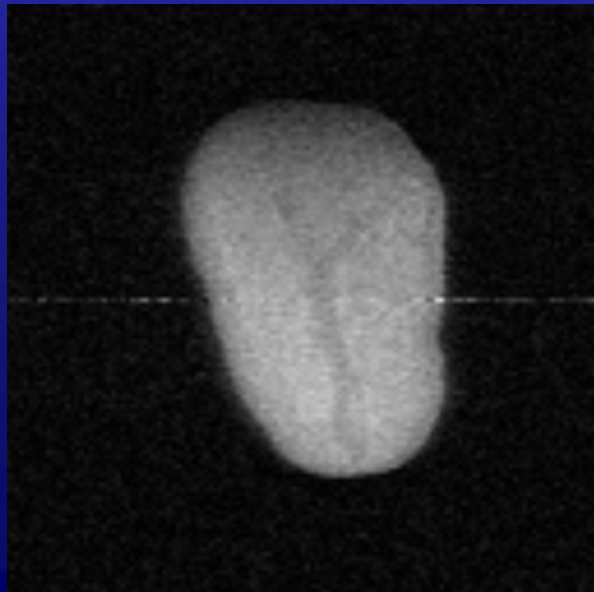
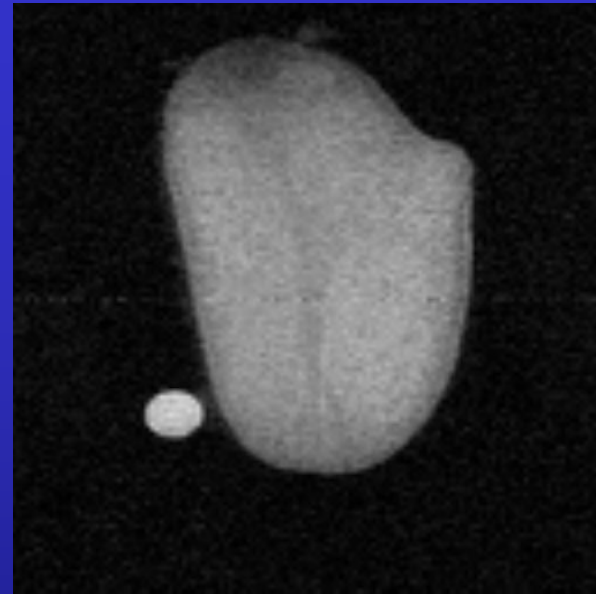


MP špiral. cievky

Mag. pole zobrazené
pomocou MRI

Zobrazovanie tenkých vrstiev na báze magnetických
nanočastíc

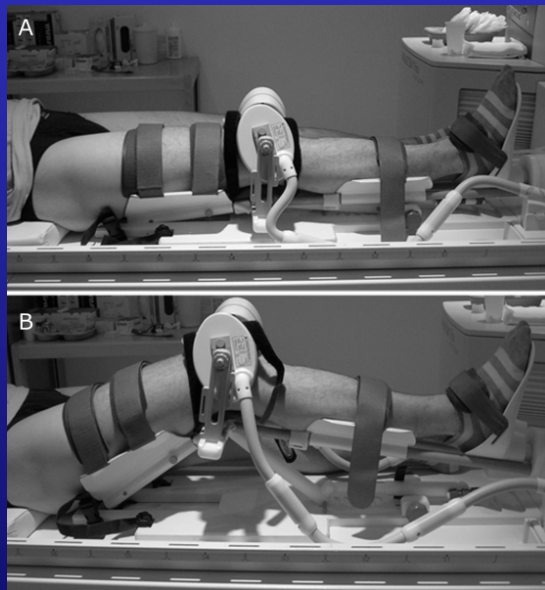
NMR zobrazovanie poľnohospodárskych produktov



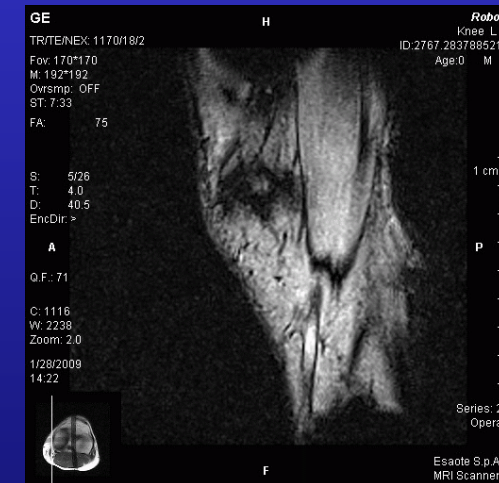
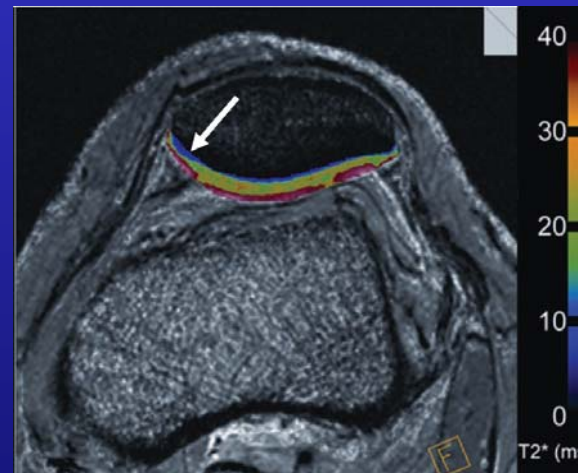
Najvýznamnejšie výsledky medzinárodných vedeckých spoluprác

Diagnostika ľudských kĺbových chrupaviek za použitia zobrazovacích metód na báze NMR

Zahraničný partner: Univ.-Prof. Dr. Siegfried Trattnig,
MR Center, Highfield MR, Department of Radiology, **Medical University of Vienna**, Austria.



Meranie kolena – príprava pacienta
A.: vo vystretom stave - extenzia
B.: v pokrčenom stave - flexia



NMR obrázok kolena. Biela šípka ukazuje na transplantovanú chrupavku (pseudo- farbená modro), ktorá vykazuje odlišnú orientáciu kolagenových vlákien v porovnaní so zdravou chrupavkou

Pracovisko je účastníkom projektu 6.RP

Projekt 6RP "Maria Currie"

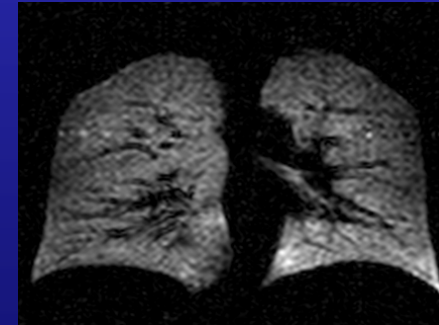
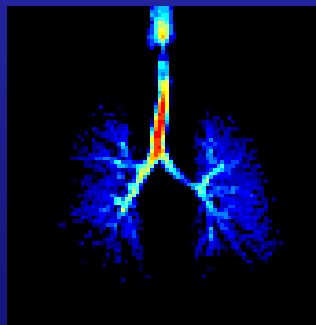
Vytvorenie siete na aplikáciu polarizovaného hélia na zobrazovanie pľúc (PHELINET)

Doba riešenia: 12/2006 - 12/2010

Koordinátor projektu: Université Claude Bernard Lyon 1 + 16 európskych pracovísk

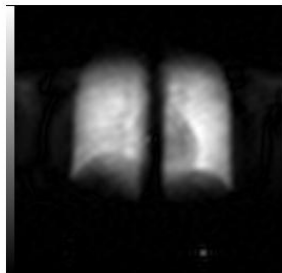
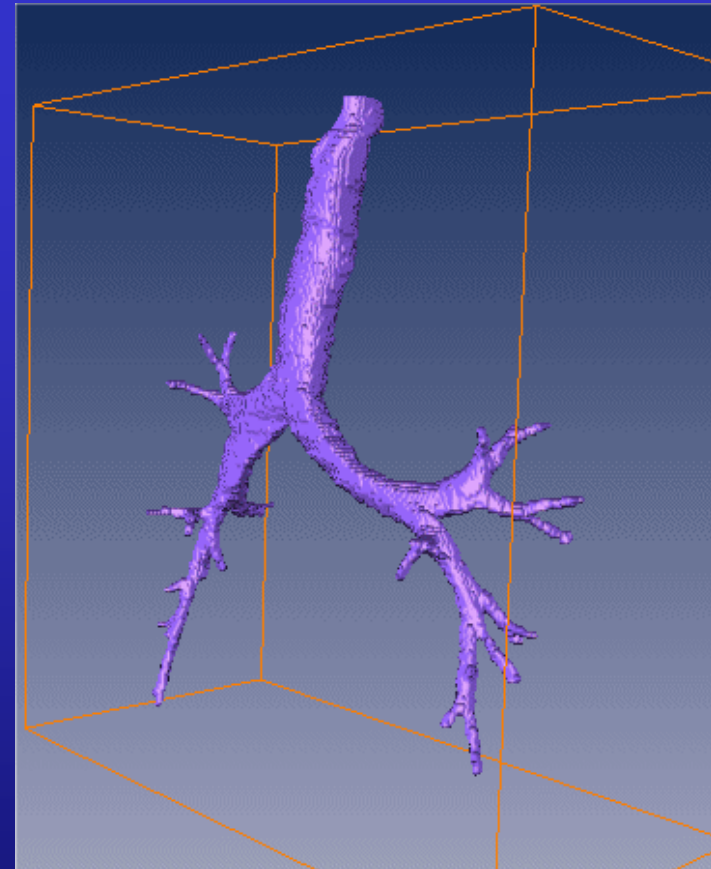
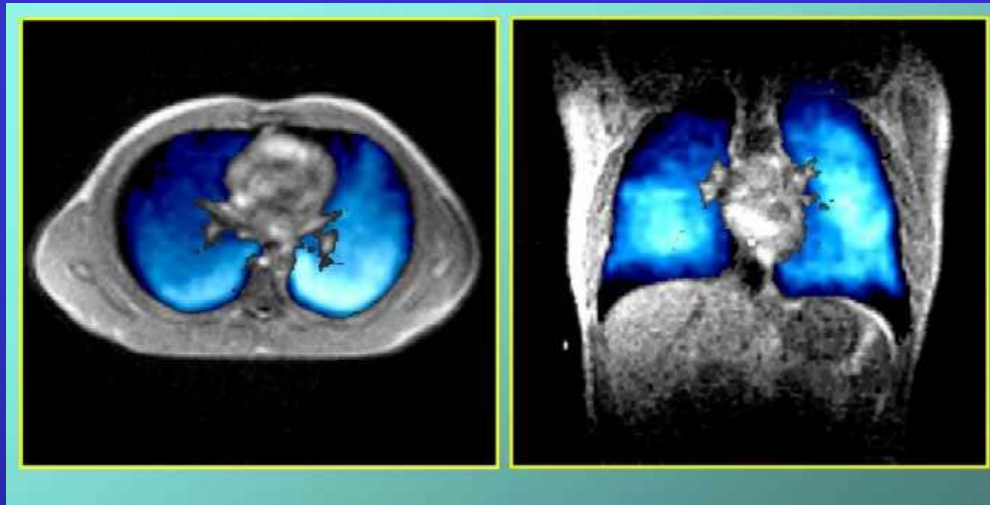
Vedúci etapy projektu za ÚM SAV: Prof. Ing. Ivan Frollo, DrSc.

Projekt je financovaný je od roku 2007.

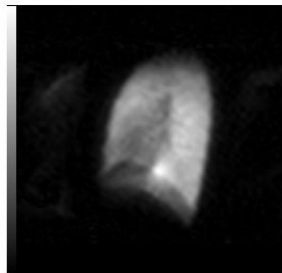


+ doktorandské štúdium - zahraničný doktorand = prijatý od 1.10 2007

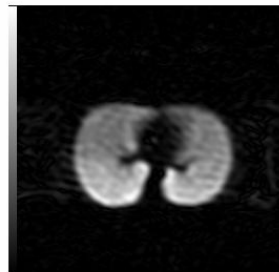
^3He MR Imaging



Projection frontale
coronal



Projection sagittale
sagittal



Coupe transversale
axial slice

U2R2M- Orsay
LKB - Paris

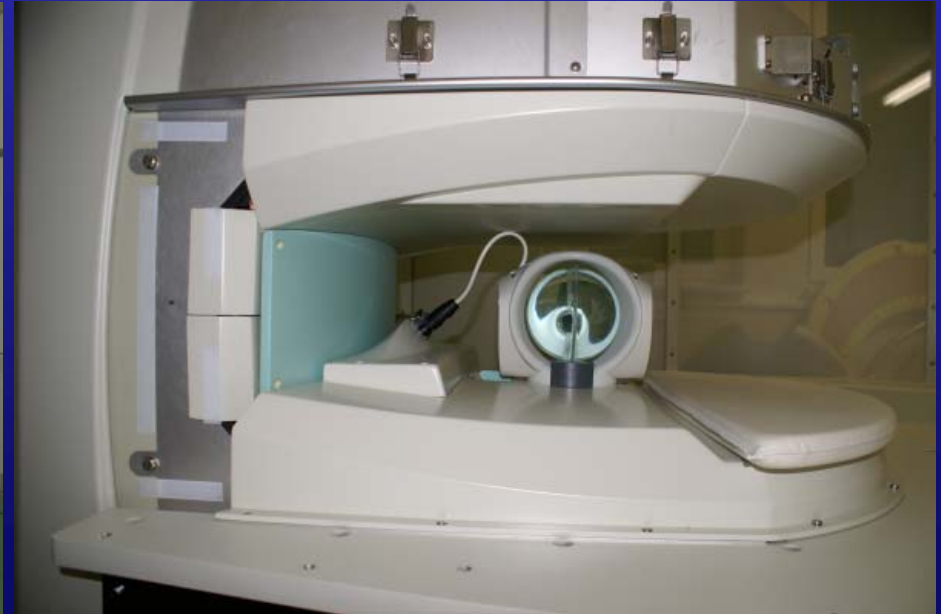
Malorozmerný NMR tomograf s permanentným magnetom 0.2 T

Výrobca:

The Esaote Group, Genoa, Via A. Siffredi, 58, 16153 Genova, ITALY.

Dodávateľ: **WEGA s.r.o.**

Prístroj špeciálne vyrobený a upravený firmou ESAOTE pre výskumné účely.

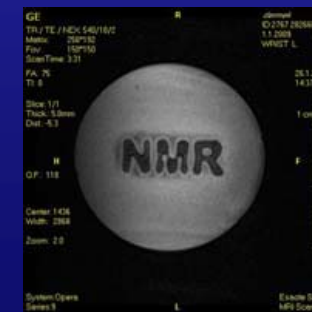
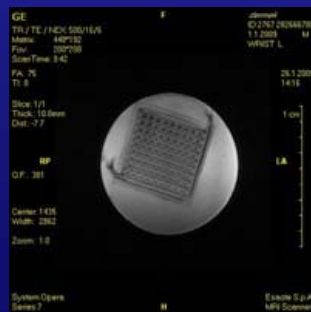
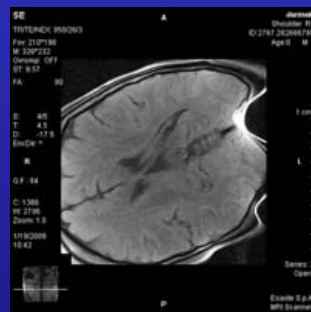


Budovanie špičkového laboratória so zameraním na NMR

Centra pre NMR materiálové zobrazovanie v Ústave merania SAV

NMR obrazy biologických a botanických vzoriek

Zobrazenie elektromagnetického fantómu a štruktúry vytvorenej feromagnetickou nanovrstvou



Oddelenie zobrazovacích metód ÚM SAV



Röntgenový CT mikrotomograf
Nanotom + ÚMMS SAV

ESAOTE - Opera

TMR - 96 0.1 T

TECMAG - Apollo

S.M.I.S.

RTG single photon
rádiologický systém

Špičkové laboratórium so zameraním na tomografiu

Hlavné ciele:

- výchova odborníkov pre meracie systémy na princípoch NMR, odborných i vedeckých na báze doktorandského štúdia,
- pôsobenie ako inkubačné centrum pre podporu vzniku nových výrobkov a technológií,
- podpora riešenia vedecko-výskumných projektov (vlastné projekty, domáce i zahraničné projekty, odborný servis pre ostatné projekty),
- podpora činnosti iných centier výskumu a iných projektov (centrá excelencie,..).