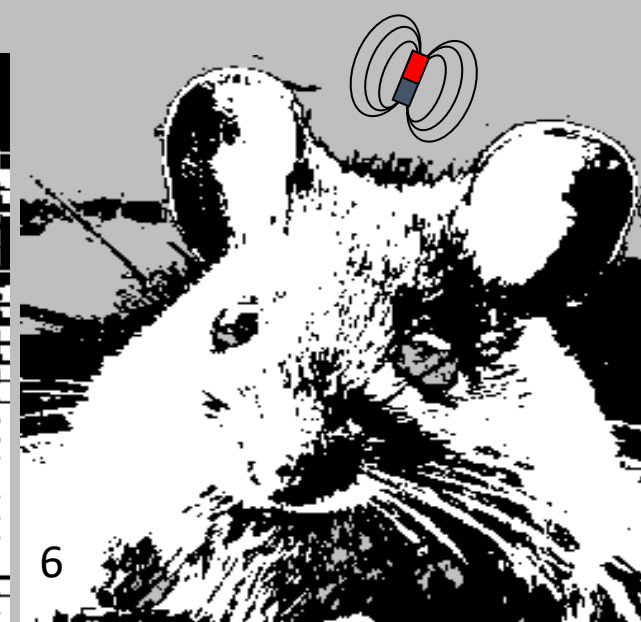
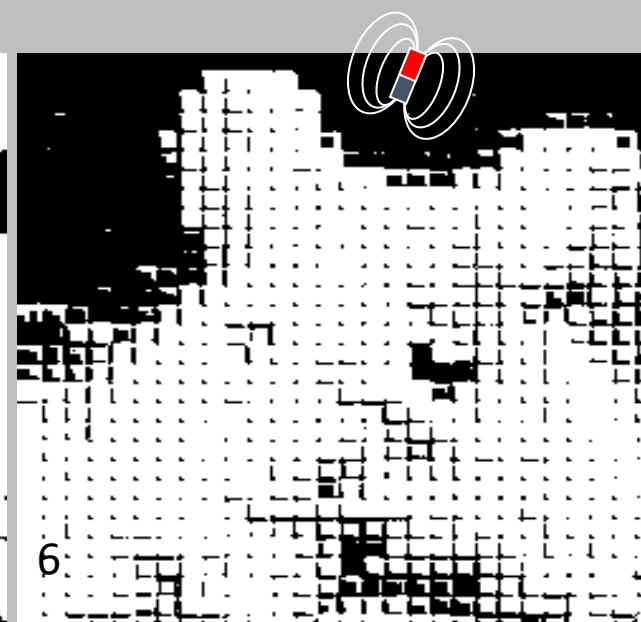
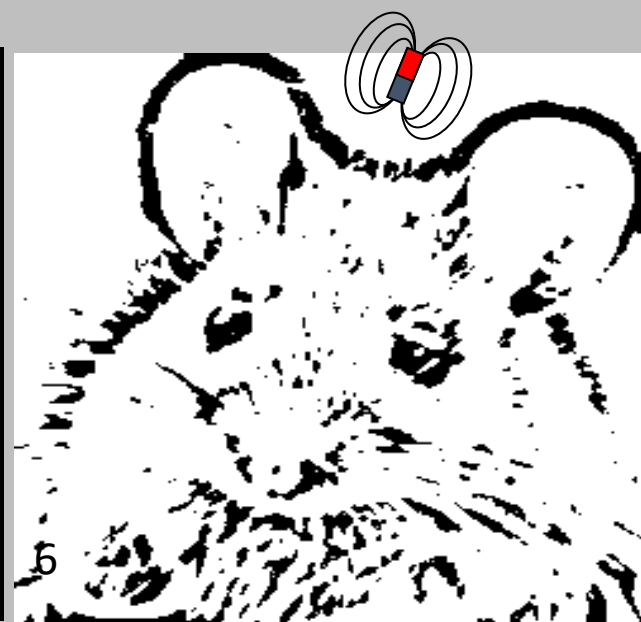


# Animální MR

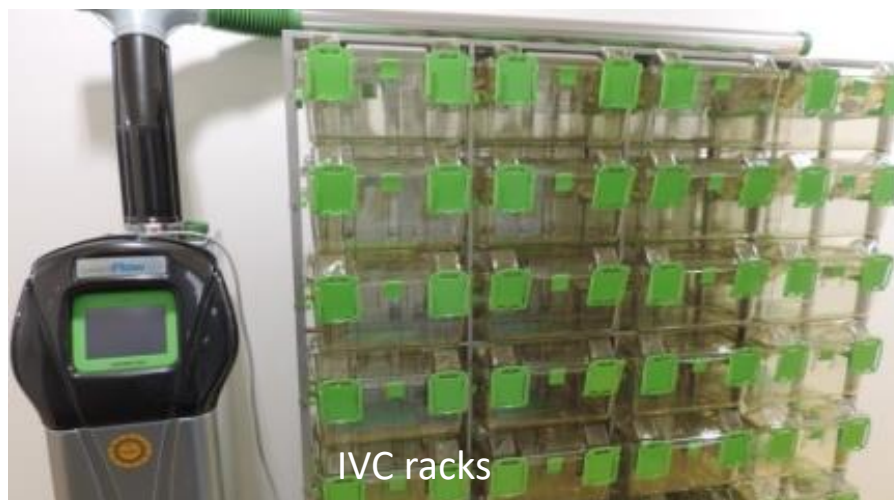
## Ústavu přístrojové techniky AV ČR

Zenon Starčuk jr.





Building H = "Magnetarium" = MR labs

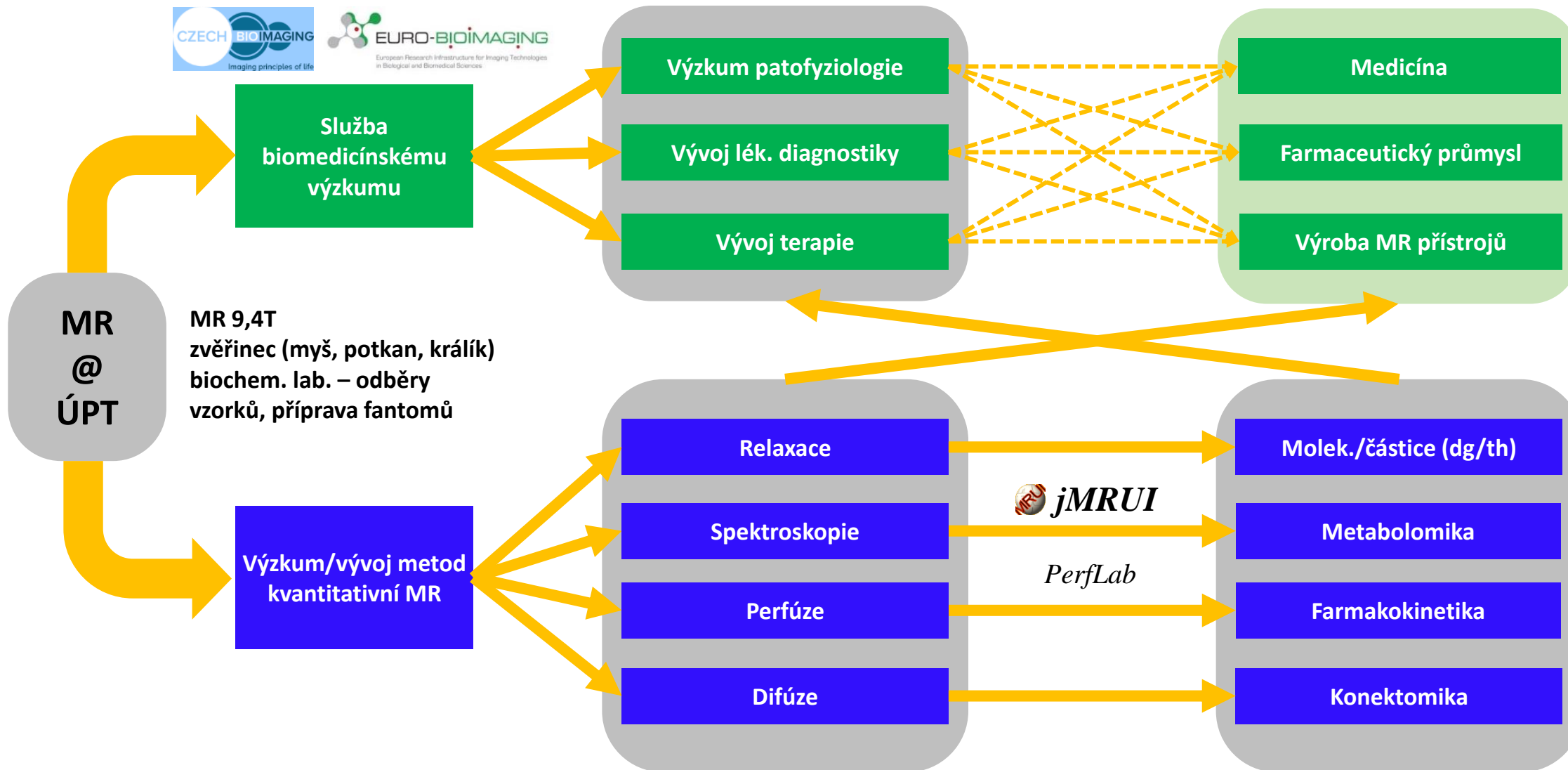


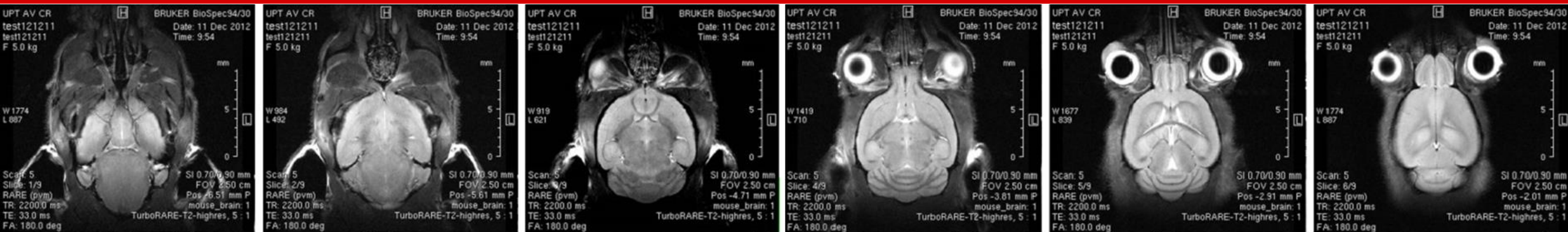
IVC racks



Bruker 94/30 USR

- MR zobrazování
  - myš/potkan/králík, ex vivo orgány, in vitro vzorky
- NMR 9.4T/30cm, 660 mT/m (Bruker BioSpec 94/30 Avance III), reson. freq.  $^1\text{H}$  at 400 MHz
  - $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{129}\text{Xe}$  – RF cívky
  - myš/potkan/králík; mozek/tělo/povrch
  - kryosonda  $^1\text{H}$  (konec 2020) pro myš-mozek – vyšší citlivost
  - monitorování fyziologie, anestézie isofluranem, umělá ventilace, injektor, termoregulace
- Fokusovaný ultrazvuk
  - pro myši mozek (konec 2020)
- Zvěřinec
  - ustájení cca 200 myší, 100 potkanů, SPF, po dobu experimentu
  - technologie: individuálně ventilované boxy, prokládací autokláv, UV sterilizace, laminární boxy
  - bariérové prostředí (hygienická smyčka, HEPA filtrace, IVC)
  - odběry
- Otevřený přístup
  - zpravidla formou spolupráce nebo komplexní služby
  - Czech-Biolmaging / Euro-Biolmaging

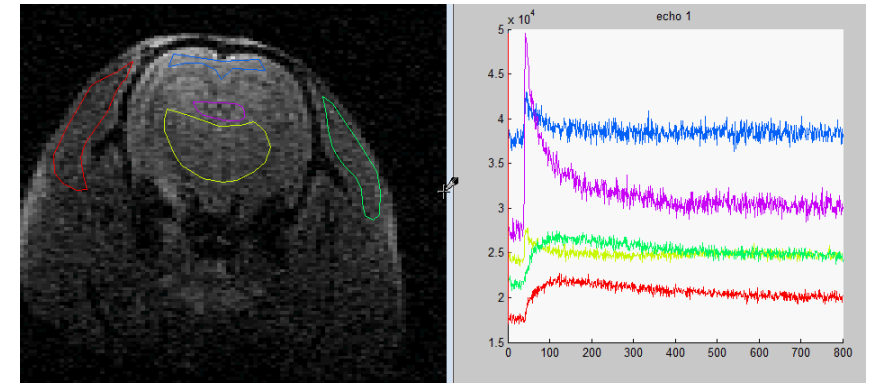




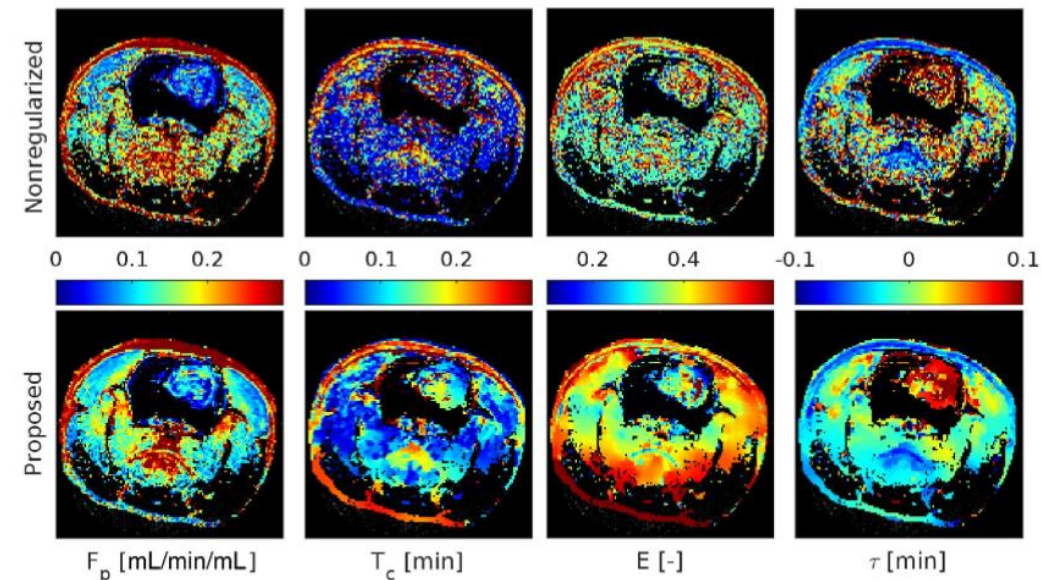
- $T_1$ -,  $T_2$ -,  $T_2^*$ -váhované obrazy optimalizované pro konkrétní aplikace
  - MRI metody FLASH, trueFISP, RARE, MGE, EPI, ...
- využití pro
  - detekci lézí, volumetrická měření
  - zobrazení mikrostruktur in vivo, podkladových obrazů pro kvantitativní obrazy perfúze, difúze, koncentrací metabolitů, pro srovnání s histologií
  - kvalitativní sledování distribuce MR markerů (kontrastních látek, MR-značkových nosičů léčiv)
- rozlišení
  - $^1\text{H}$  ve vodě/tucích do cca  $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m} \times 250 \mu\text{m}$ ,  $70 \mu\text{m}$  izotropně / 10 min
  - jiná jádra podle koncentrace, gyromagnetické konstanty, citlivosti detekce...



- Metody s injekcí kontrastní látky
  - farmakokinetika potenciálních léčiv
  - cílení pro diagnostiku nebo terapii
  - testování stavu hematoencefalické bariéry (různé typy molekul./nanoč. sond) – intravaskulární nebo extravazující
  - sondy zkracující  $T_1$  - pozitivní změny jasu (Gd cheláty aj.) – DCE MRI
  - sondy zkracující  $T_2$ ,  $T_2^*$  - negativní změny jasu (SPIO aj.) – DSC MRI
  - typicky pro nádorová onemocnění
  - k dispozici řízené podávání bolusu
- Nativní metody (ASL)
  - změny perfúze v důsledku onemocnění nebo terapie
  - typicky pro ischemie, chronická onemocnění



Časový vývoj intenzity po injekci kontrastní látky zkracující  $T_1$  (DCE MRI)

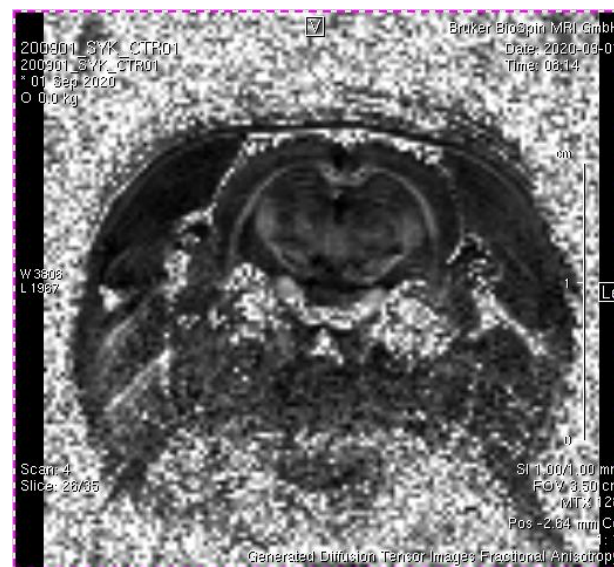


Mapy parametrů fyziologického modelu perfúze (různé metody měření a zpracování dat)

- Sledování mobility molekul vody
  - intracelulární + intersticiální voda
- Mapy rotačně invariantních parametrů difúze
  - mean diffusivity, ADC
  - fractional diffusivity
  - free/restricted diffusion
  - techniky pro konkrétní rozsah intenzit difúze a velikost kompartmentů
  - DWI, DTI, DKI
- Typické aplikace
  - změny velikosti/tvaru buněk a mezibuněčného prostoru
  - změny gel-tekutina
  - trasování nervových vláken

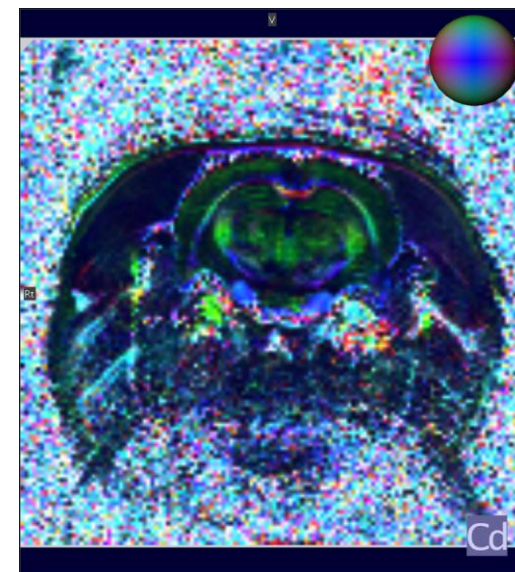


*ADC = Apparent diffusion coefficient (rat brain, surface array coil 2x2)*

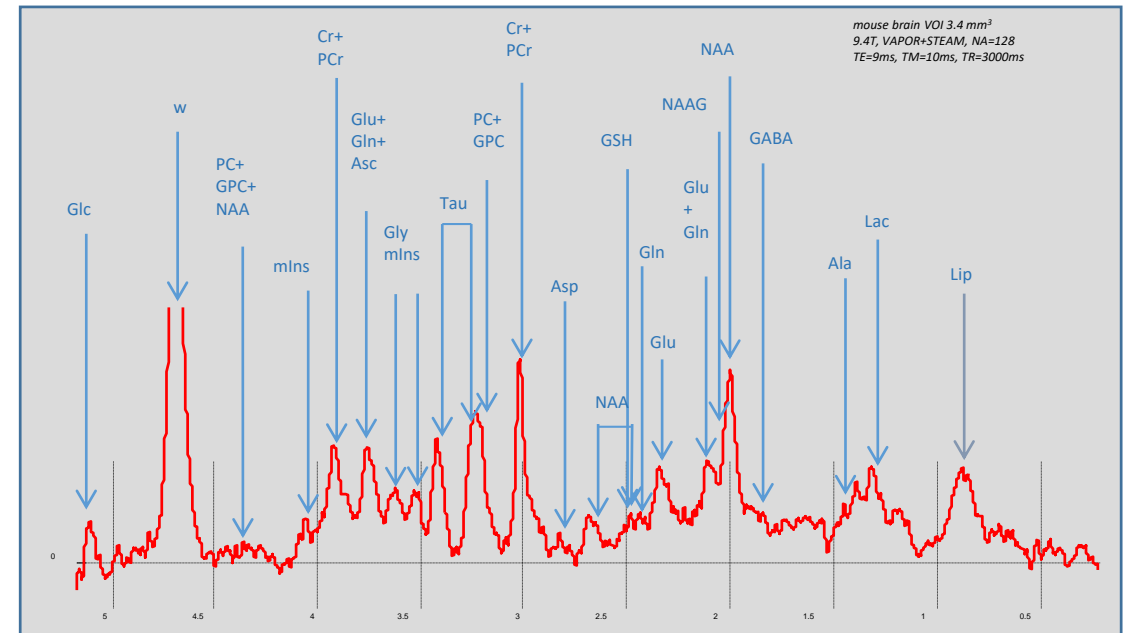


*Prevailing direction of diffusion color-coded (rat brain)*

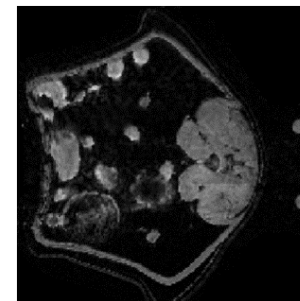
*Fractional anisotropy of diffusion (rat brain)*



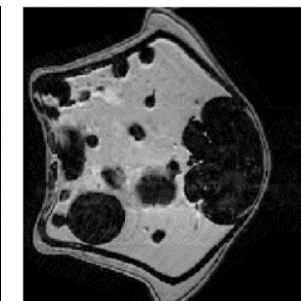
- Sledování nízkomolekulárních vysoce koncentrovaných (>0.5 mM) metabolitů
  - NAA, Cr, Cho, PCr, Glu, Gln, mIns, Lac, Asp, Tau, GSH, GABA, ...
  - relativní změny nebo absolutní koncentrace (WIP)
  - jednovoxelově (VOI cca 1-3  $\mu\text{L}$ ) nebo ve spektroskopických obrazech (pro metabolity WIP), standardně PRESS a STEAM, další WIP
  - desítky minut
- Kvantitativní poměr vody a tuků (bílý, hnědý)
  - řádově minuty



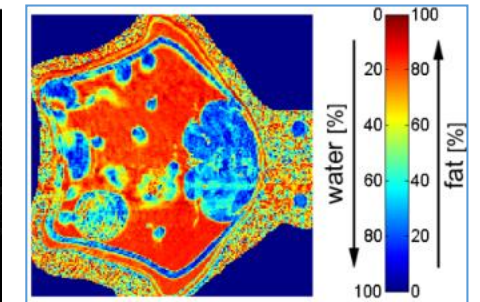
Přiřazení píků metabolitům.



Tuk.



Voda.

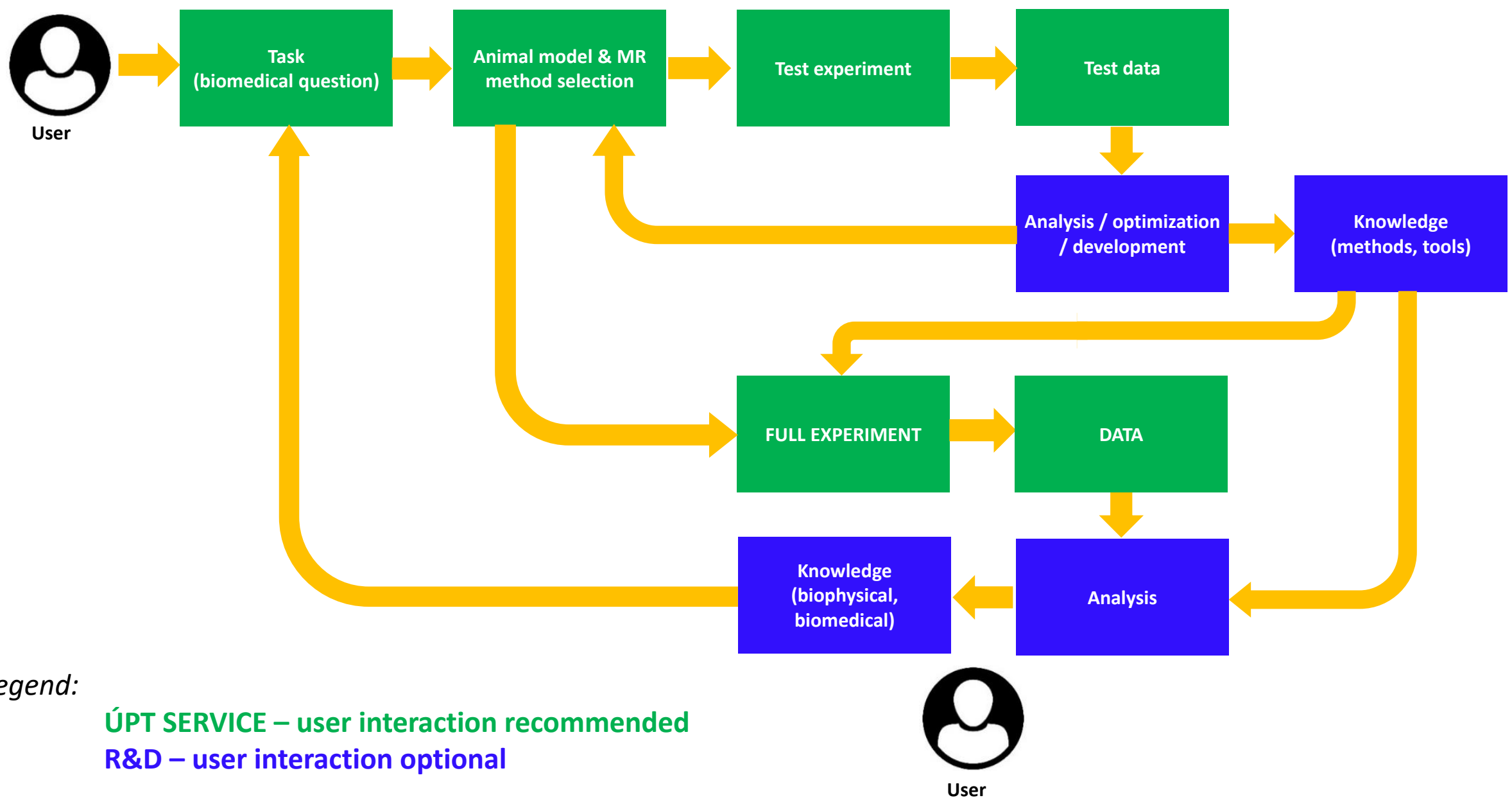


Voda/tuk.



- Angiografie
- Dynamické zobrazování srdce (IntraGate)
- Mapování teploty (pomocí CSI)
- Měření efektu BOLD (oxy/deoxyhemoglobin v souvislosti s neuronální aktivitou, u zvířat problematické kvůli anestézii, spíše jen resting-state fMRI)
- $^{13}\text{C}$ - nebo  $^{19}\text{F}$ -značkové molekuly/nanočástice
- přenos magnetizace, přenos saturace
- relaxometrie v rotující soustavě (interakce v měřítku ms)
- aj.

# Typický scénář interakce uživatel-ÚPT

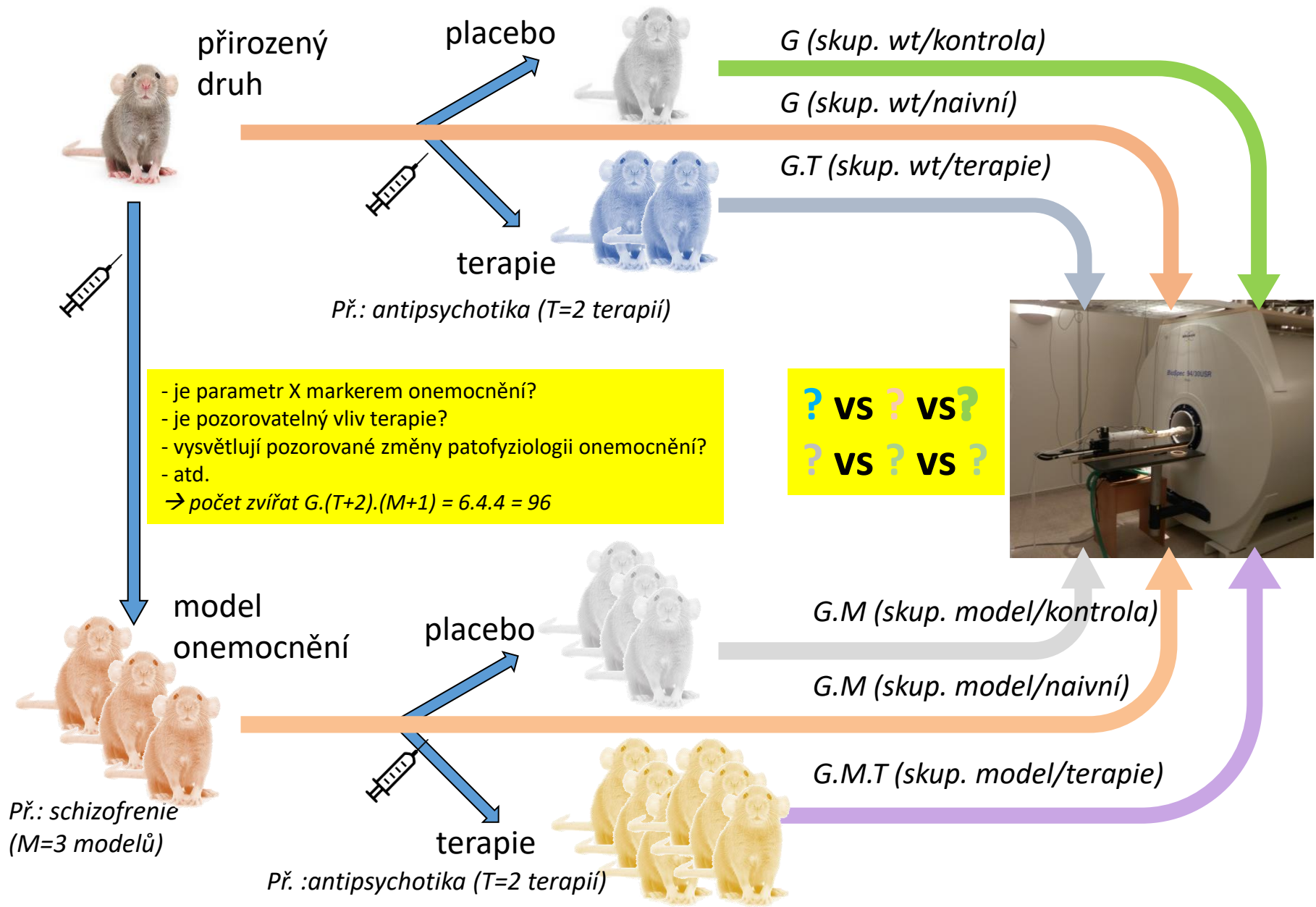


Legend:

ÚPT SERVICE – user interaction recommended

R&D – user interaction optional

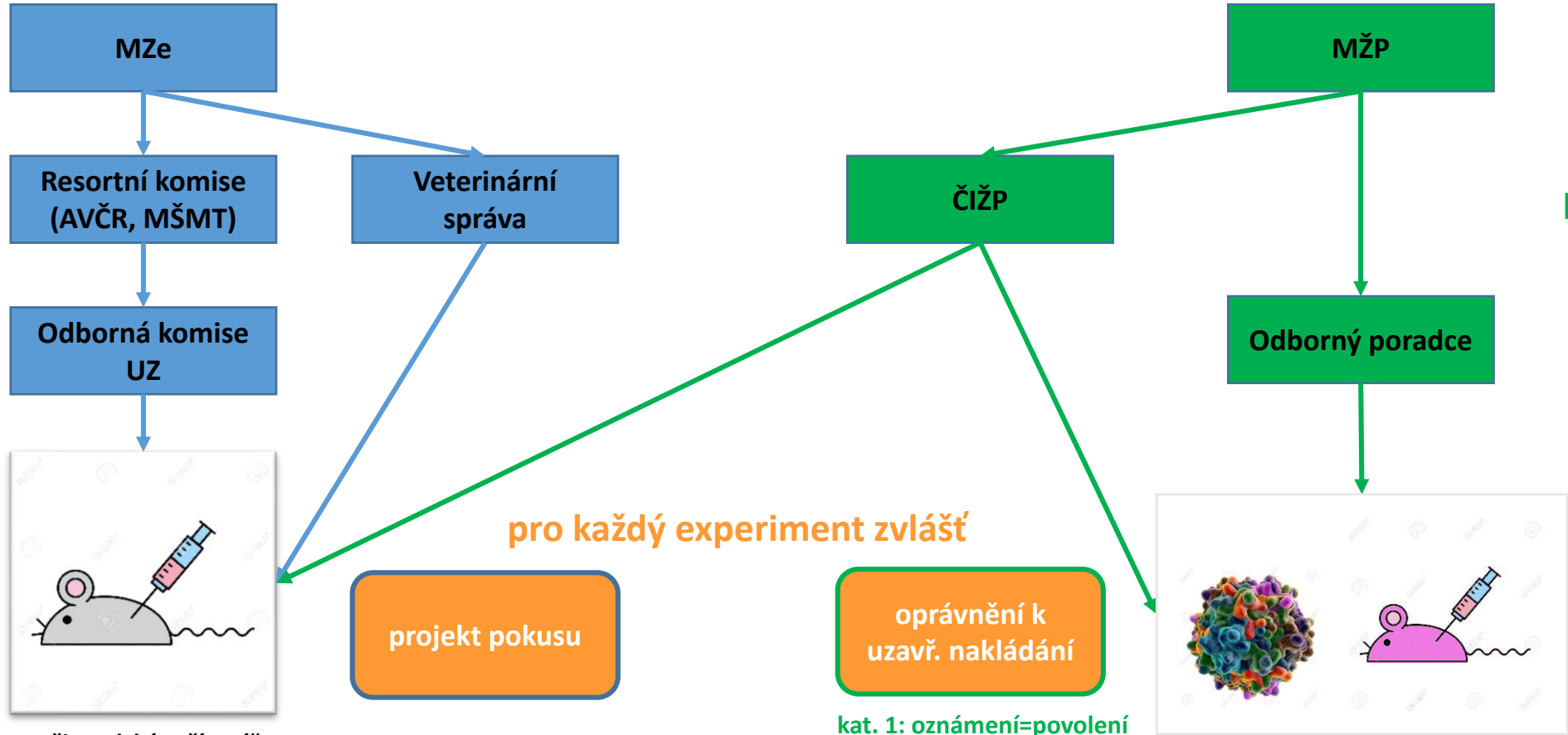
# Návrh animálního experimentu



- ### Formulář
- cíle, markery, hypotézy → volba metod
  - animální model
  - skupiny – počet, velikosti
  - časový plán
- projekt pokusů ke schválení
- nákup zvířat

# Schvalování animálního experimentu

VŽDY



pokud GMO

pro každý experiment zvlášť

projekt pokusu

oprávnění k uzavř. nakládání

kat. 1: oznámení=povolení  
kat. 2+: povolení

„Uživatelské zařízení“  
zák. 246/1992 Sb.

zák. 78/2004 Sb. GMO  
vyhl. 209/2004 Sb. GMO  
zák. 258/2000 Sb. veř. zdr.  
nař. 361/2007 Sb. ochr. zdr. při pr. Příl. 7  
zák. 262/2006 Sb. zák. pr. §101, 215

ochrana zvířat

- min utrpení k dosažení rozumného cíle
- max výtěžnost při min spotřebě

ochrana osob a ŽP

- [www.isibrno.cz/czbi](http://www.isibrno.cz/czbi)
  - jakékoli informace a plánování
- [www.czech-bioimaging.cz](http://www.czech-bioimaging.cz)
  - využití infrastruktury Czech-BioImaging

případně osobně

- [starcuk@isibrno.cz](mailto:starcuk@isibrno.cz)
  - přípravné/technické konzultace (Ing. Zenon Starčuk, CSc.)
- [edrazan@isibrno.cz](mailto:edrazan@isibrno.cz)
  - animální modely (MVDr. Eva Dražanová, Ph.D.)