Pokročilé zdroje žiarenia
pohľad do vnútra hmoty

Marcel MiGLiERiNi

Slovenská technická univerzita v Bratislave

Slovenská spektroskopická spoločnosť

člen Zväzu slovenských vedeckotechnických spoločností

marcel.miglierini@stuba.sk
www.nuc.elf.stuba.sk/bruno

Ústav jadrového a fyzikálneho inžinierstva

- Synchrotrón → ESRF
  - Grenoble
- XFEL - X-ray Free Electron Laser
  - Hamburg
- príklady aplikácií


ESRF

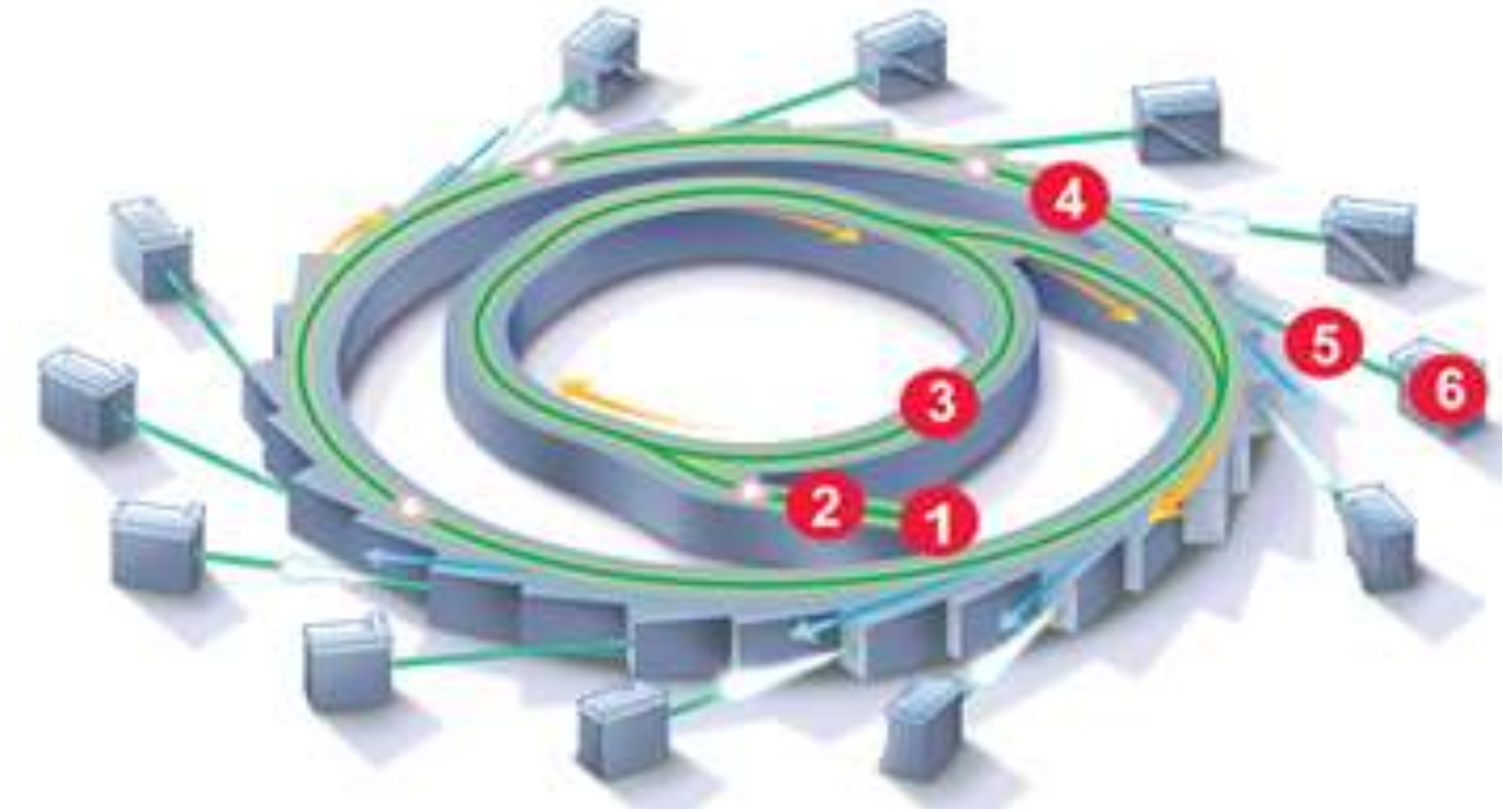
Synchrotróny vo svete

Synchrotróny vo svete

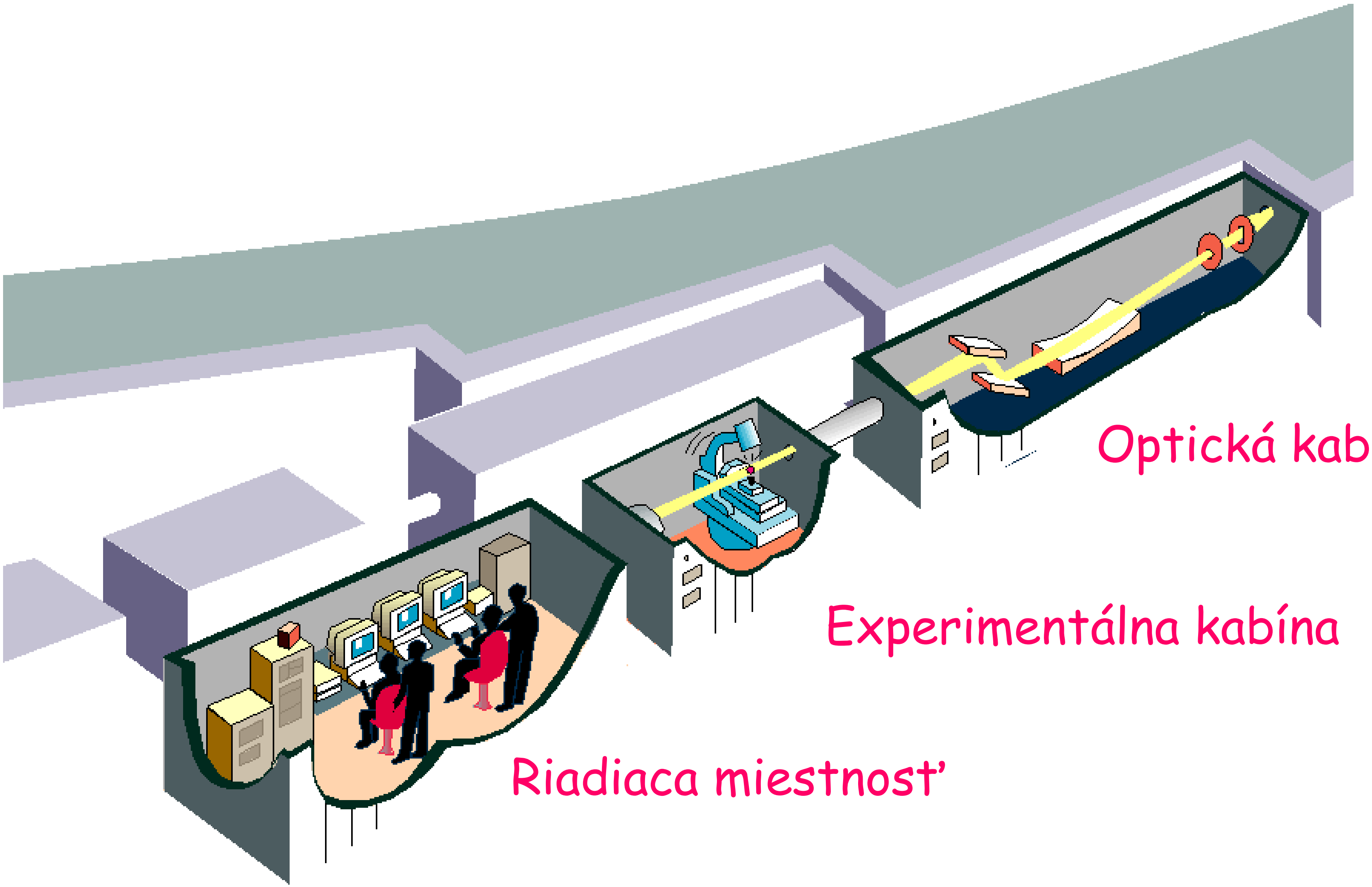
Synchrotróny vo svete

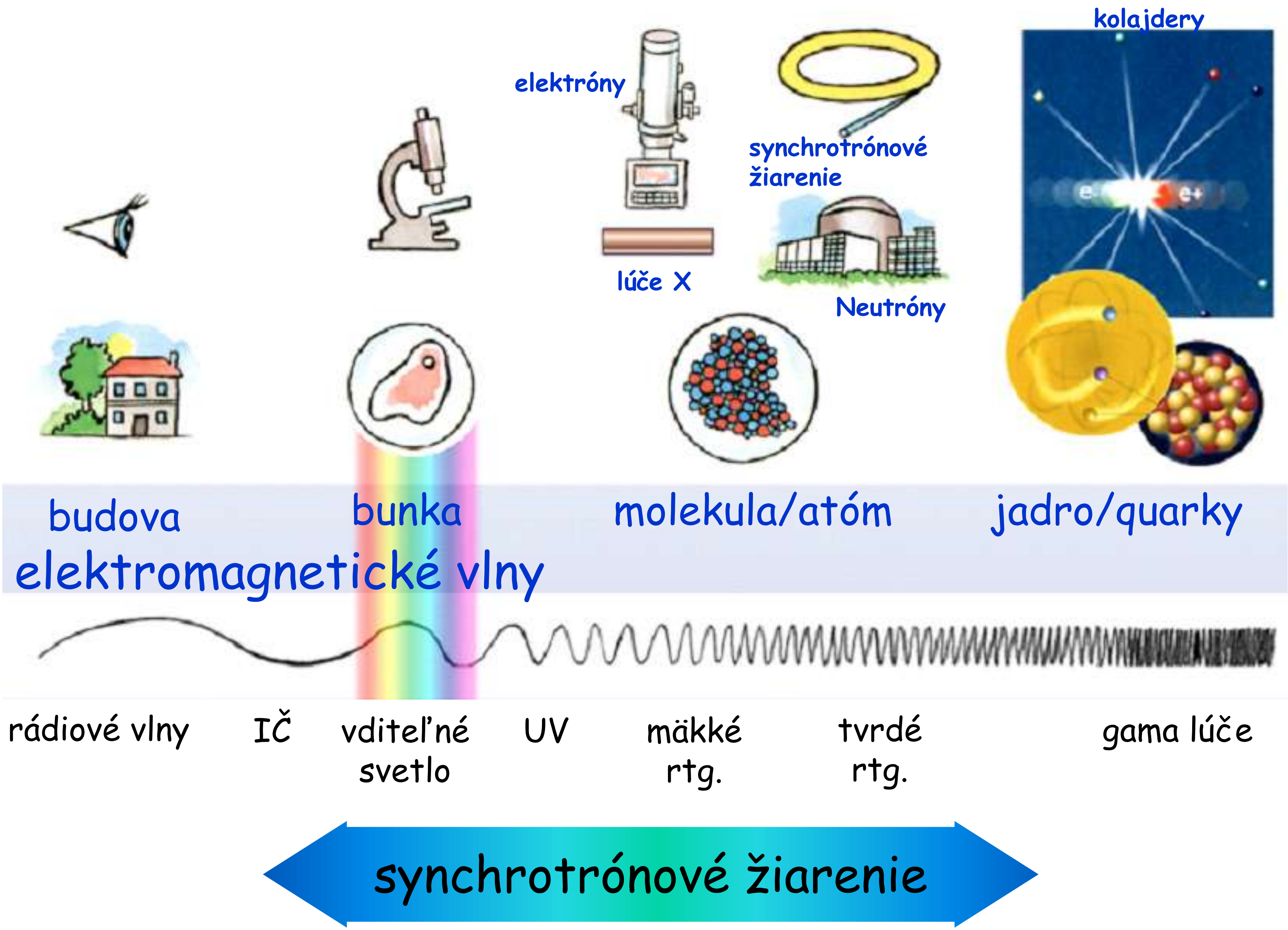
- 27.5% Francúzsko
  25.5% Nemecko
  15% Taliansko
  14% Veľká Británia
  4% Španielsko
  4% Švajčiarsko
  6% BeNeSync
  (Belgicko, Holandsko)
  4% NordSync
  (Dánsko, Fínsko, Nórsko, Švedsko)

- 1% Portugalsko
  1% Izrael
  1% Rakúsko
  1% Poľsko
  1.05% CentralSync
  (Česko, Maďarsko, Slovensko)

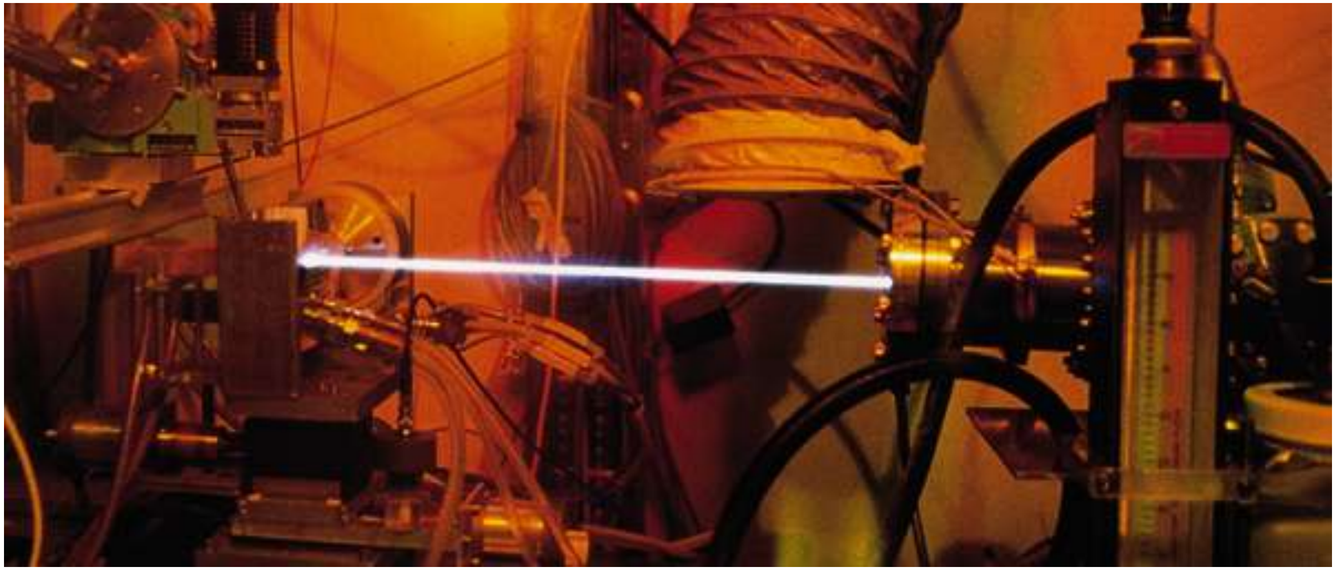


1. elektrónové delo
2. lineárny urýchľovač
3. urýchľujúci prstenec
4. akumulačný prstenec
5. trasa
6. experimentálna stanica


Optická kabína
Experimentálna kabína
Riadiaca miestnosť


kolajdery
elektróny
synchrotrónové
žiarenie
lúče X
Neutróny
e-
e+
budova
bunka
molekula/atóm
jadro/quarky
elektromagnetické vlny
rádiové vlny
IČ
viditeľné
svetlo
UV
mäkké
rtg.
tvrdé
rtg.
gama lúče
synchrotrónové žiarenie

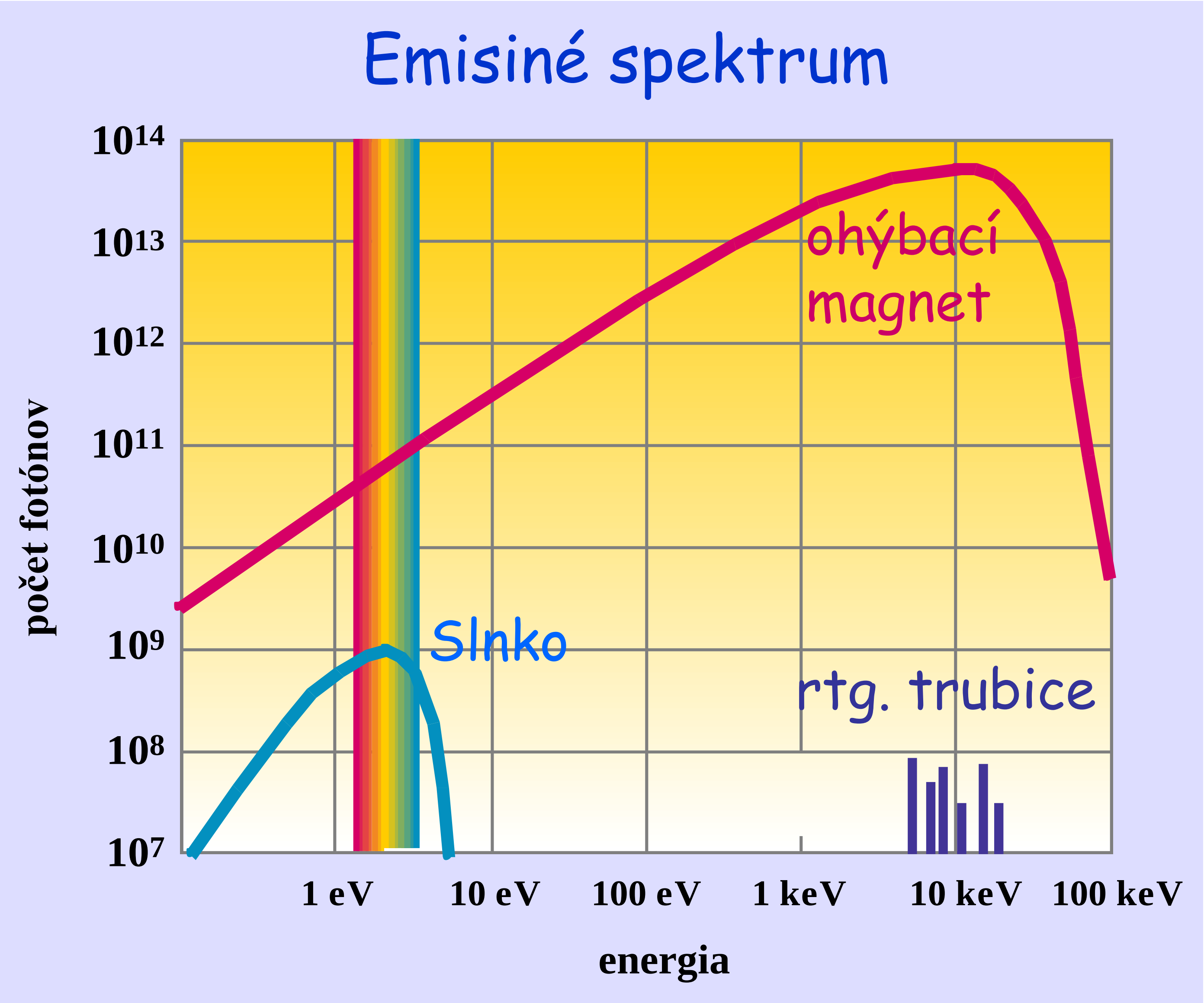
1. Briliancia
2. Koherencia
3. Pulzná emisia
4. Polarizácia
5. Stabilita lúča
6. Preladiteľnosť



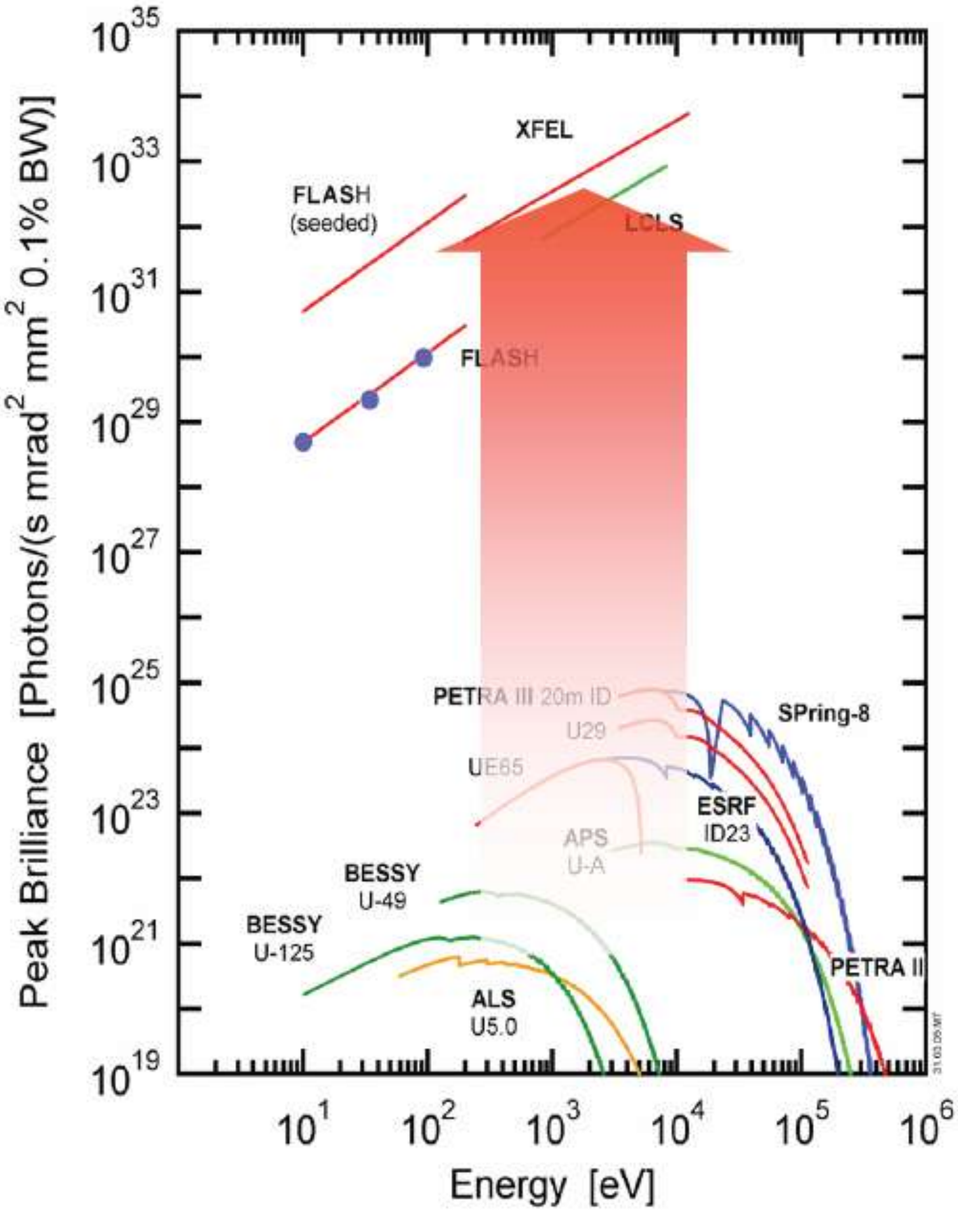
Briliancia:

- kombinácia *toku, veľkosti zdroja* a *divergencie lúča*
- počet fotónov za sekundu v určitom energetickom pásme, podelené plochou zdroja a priestorovým uhlom kužela žiarenia

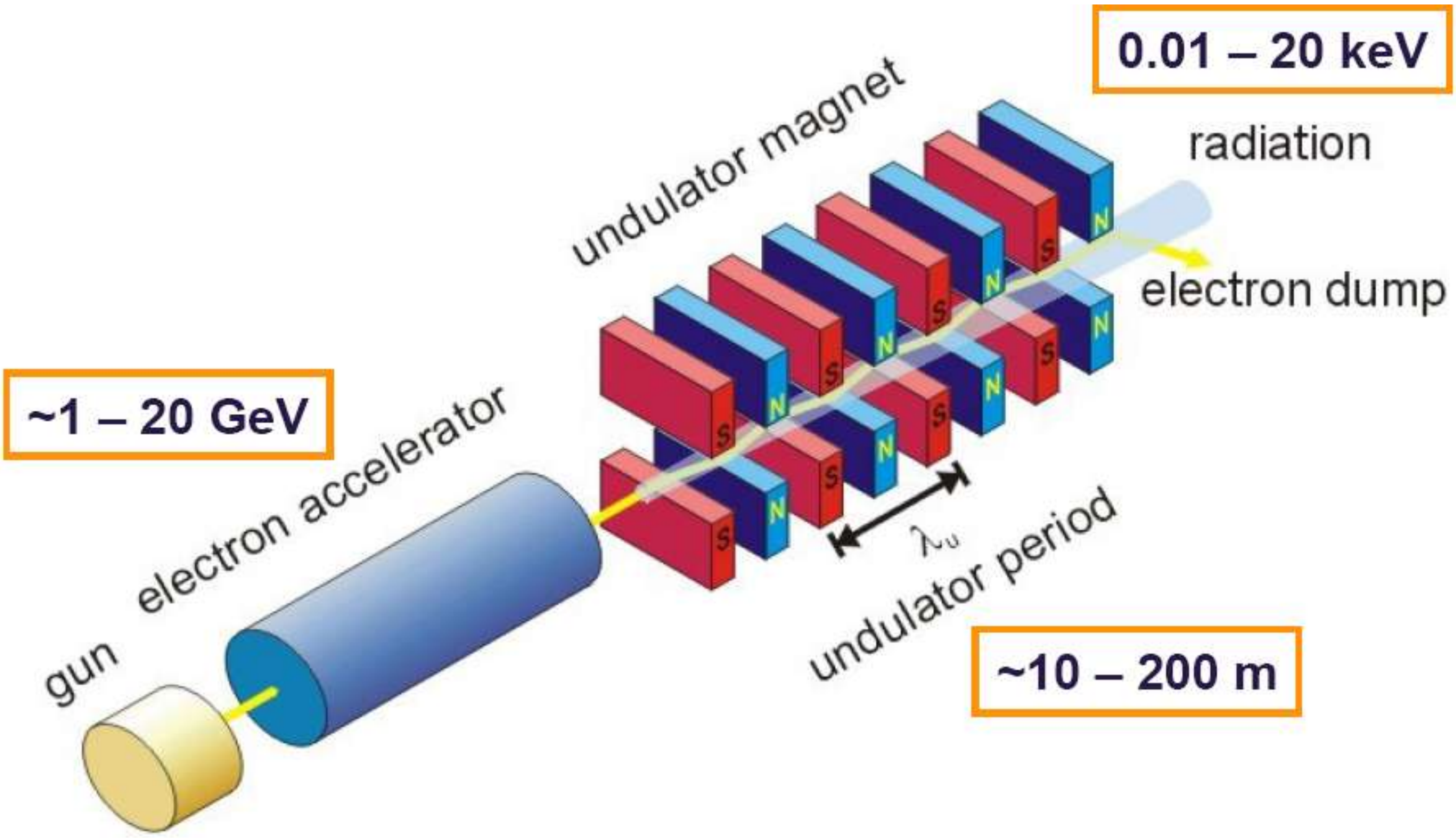
Briliancia (fotóny/s/0.1%BW/mm^2/mrad^2)



XFEL – nový zdroj synchrotrónového žiarenia

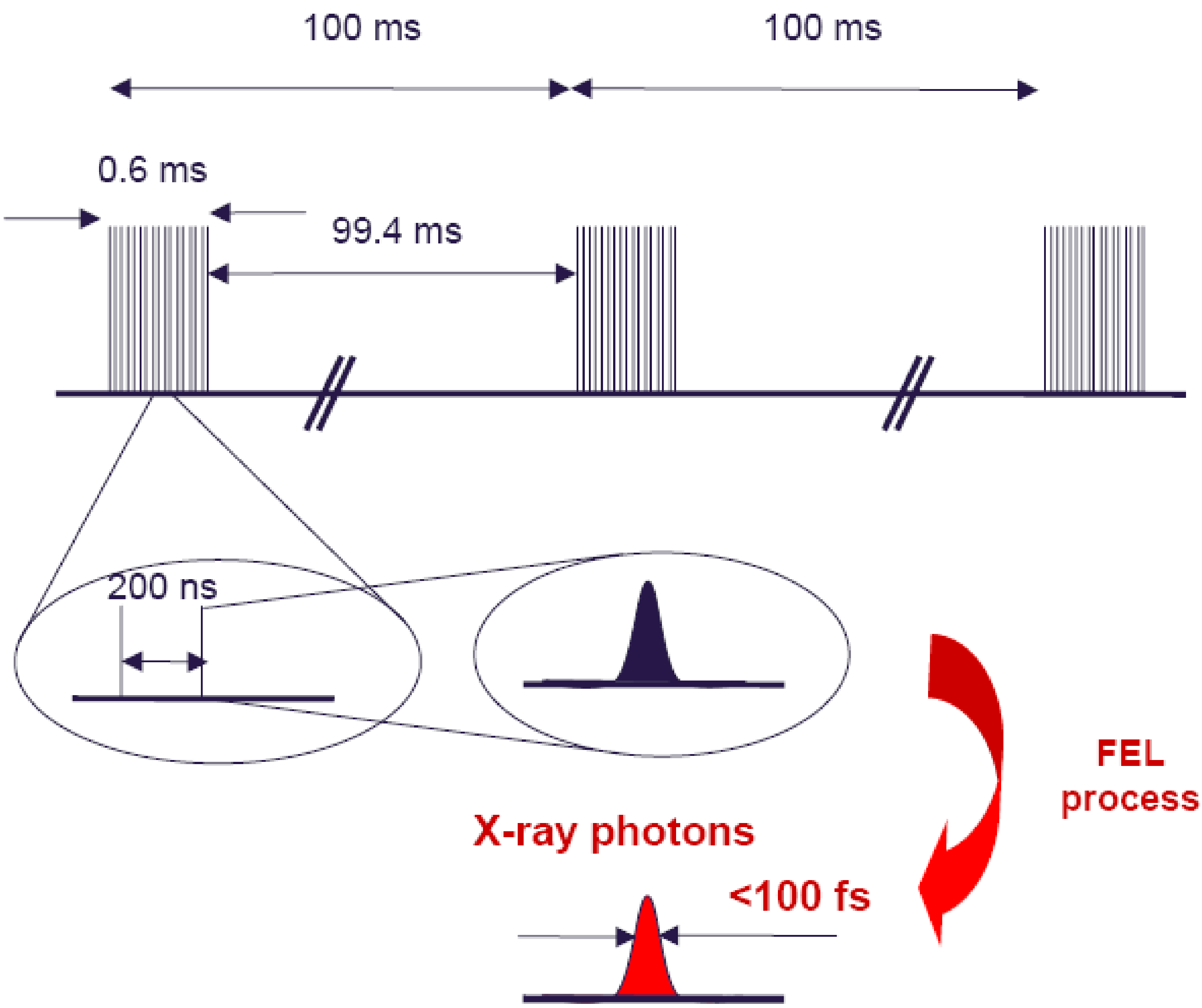


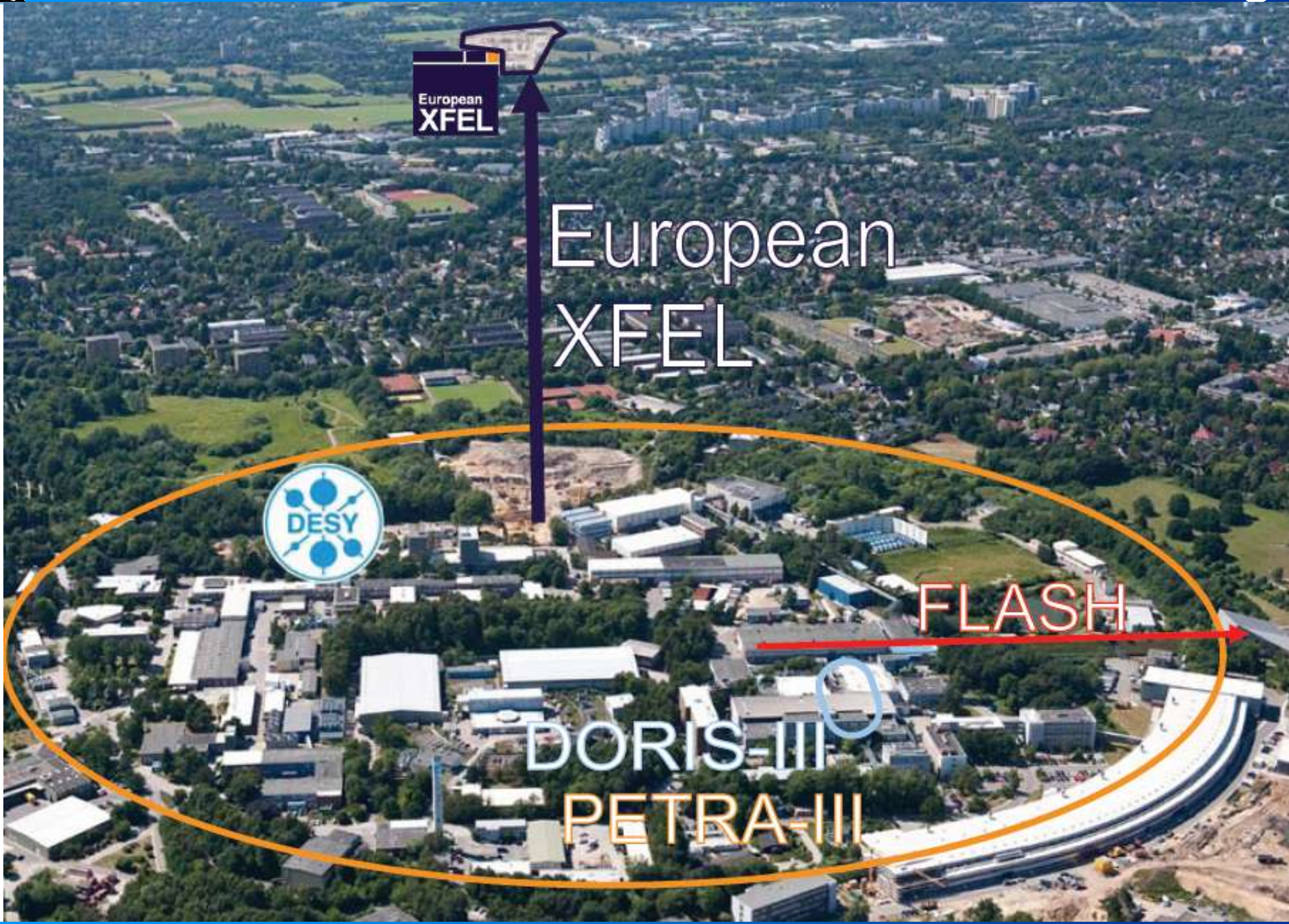
- biliancia
  - o 10 rádov vyššia ako u synchrotrónov 3. generácie
- časová štruktúra pulzov
  - 2.7 kHz na balík
  - 5 MHz v balíku

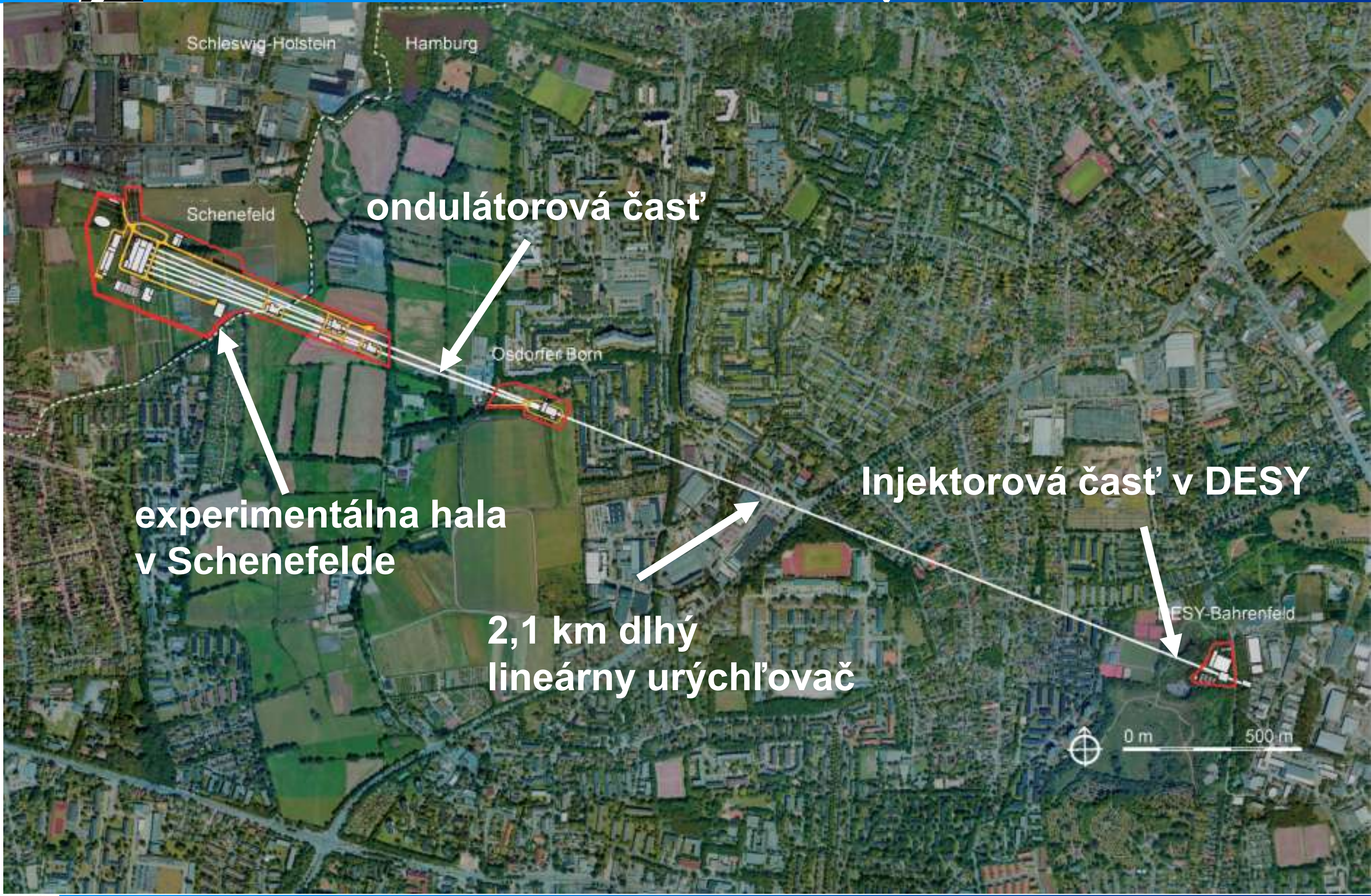


0.01 – 20 keV
undulator magnet
radiation
electron dump
~1 – 20 GeV
electron accelerator
gun
λ_u
undulator period
~10 – 200 m

Časová štruktúra pulzov fotónov



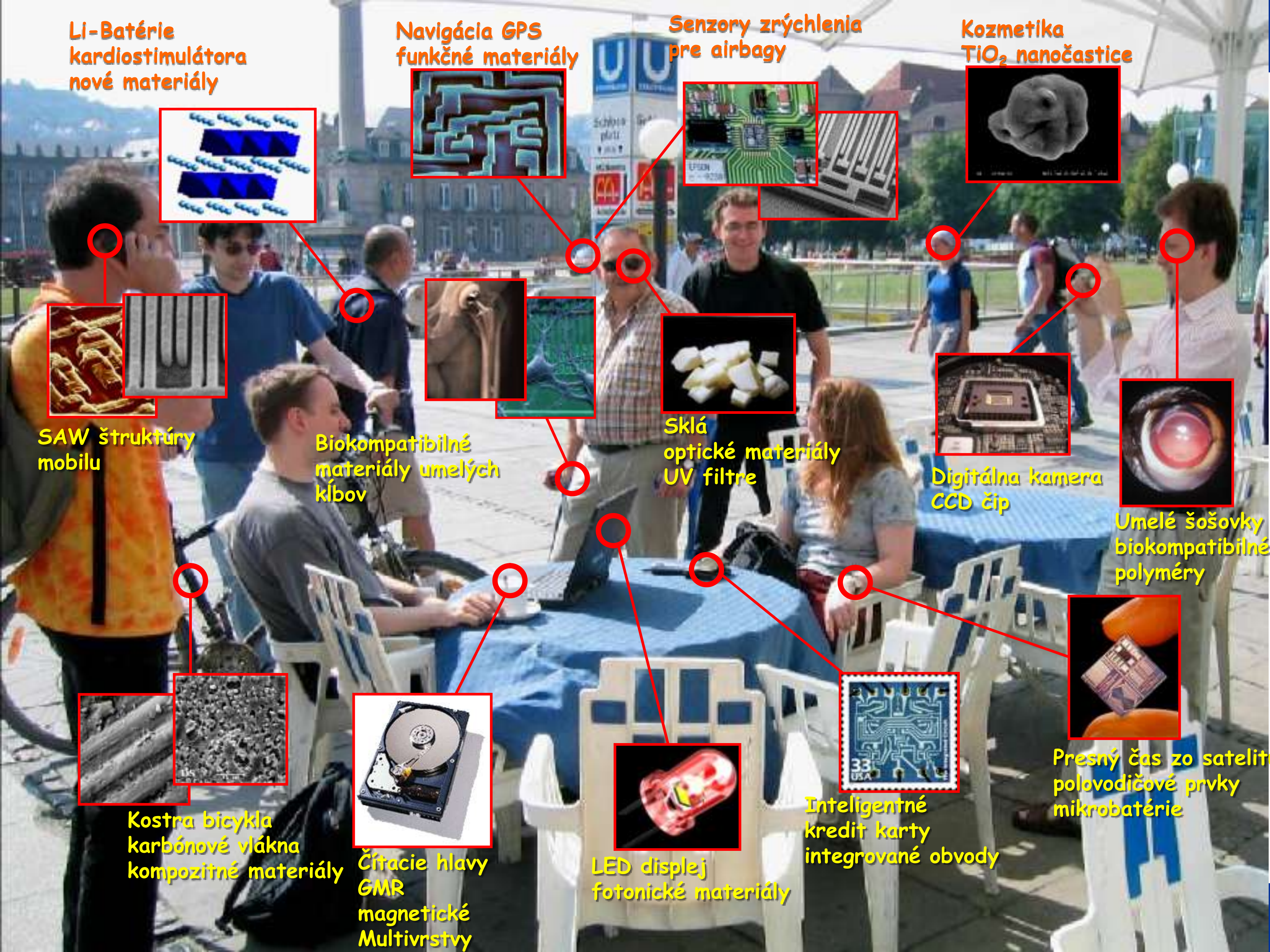

European
XFEL
European
XFEL
DESY
FLASH
DORIS-III
PETRA-III


Schleswig-Holstein
Hamburg
Schenefeld
ondulátorová časť
Osdorfer Born
experimentálna hala
v Schenefelde
Injektorová časť v DESY
2,1 km dlhý
lineárny urýchľovač
DESY-Bahrenfeld
0 m
500 m

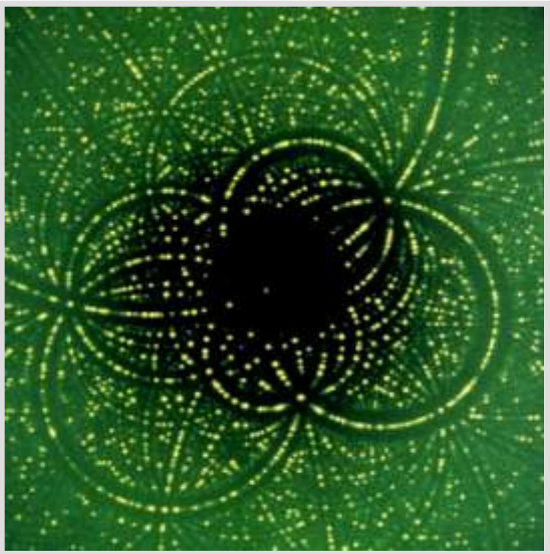
European XFEL GmbH: 30.11.2009

- Konzorcium 10 štátov

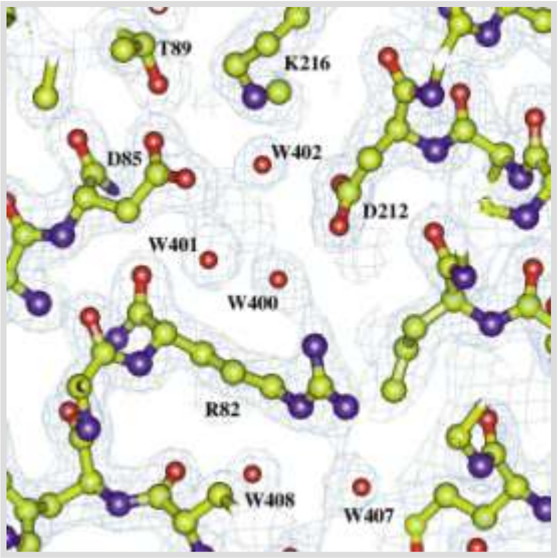
Dánsko	Rusko
Grécko	Slovensko
Maďarsko	Švajčiarsko
Nemecko	Švédsko
Poľsko	Taliansko


Li-Batérie
kardiostimulátora
nové materiály
Navigácia GPS
funkčné materiály
Senzory zrýchlenia
pre airbagy
Kozmetika
TiO2 nanočastice
SAW štruktúry
mobilu
Biokompatibilné
materiály umelých
kĺbov
Sklá
optické materiály
UV filtre
Digitálna kamera
CCD čip
Umelé šošovky
biokompatibilné
polyméry
Presný čas zo satelit
polovodičové prvky
mikrobatérie
Kostra bicykla
karbónové vlákna
kompozitné materiály
Čítacie hlavy
GMR
magnetické
Multivrstvy
LED displej
fotonické materiály
Inteligentné
kredit karty
integrované obvody

Proteínová kryštalografia

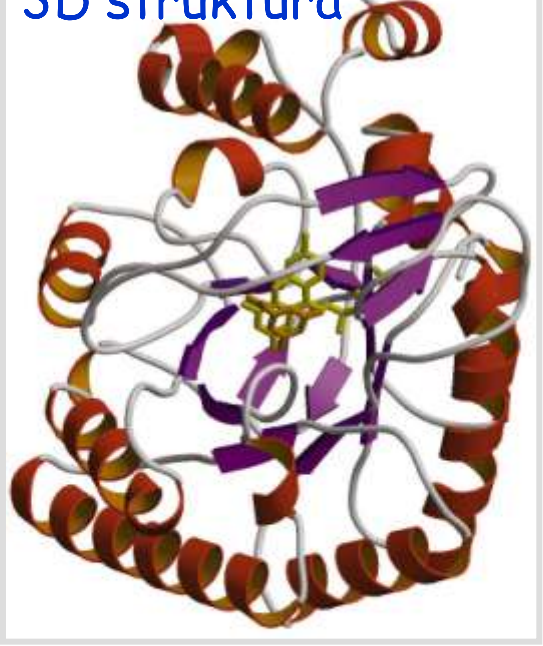


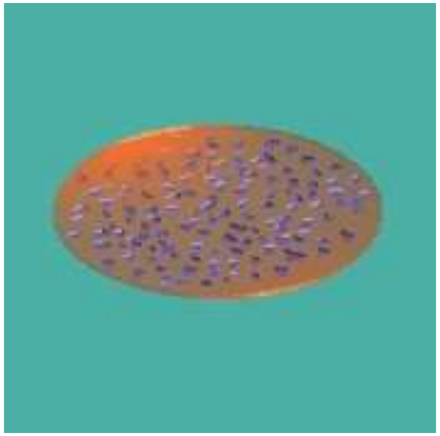
difrakčný obrazec



mrak elektrónovej hustoty

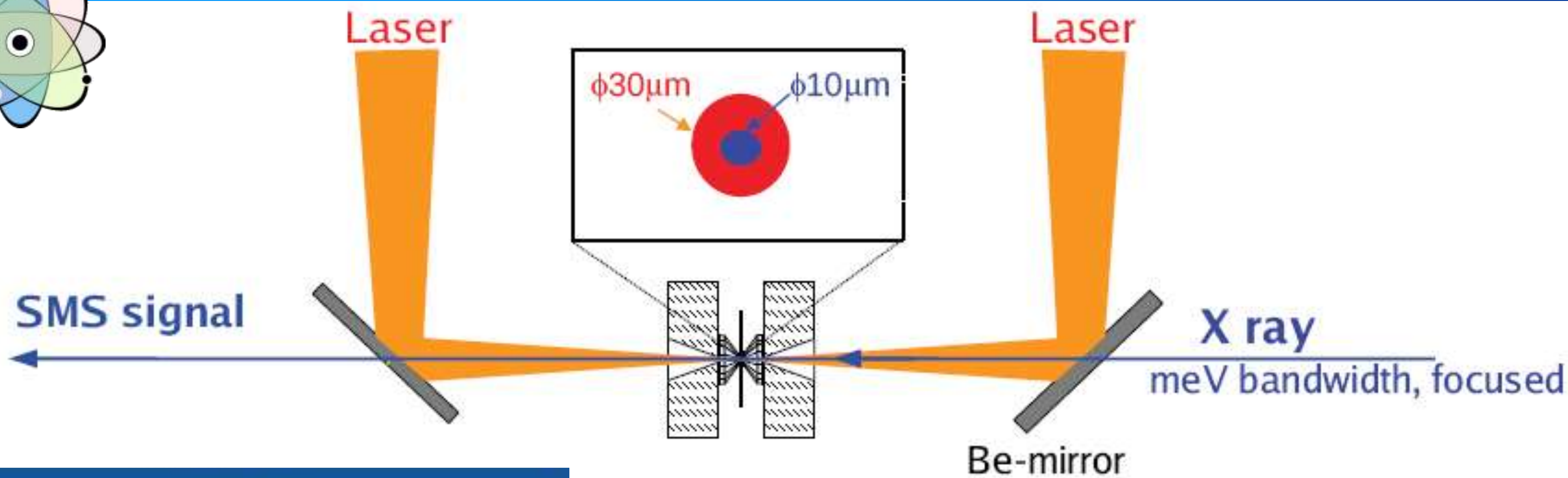
3D štruktúra

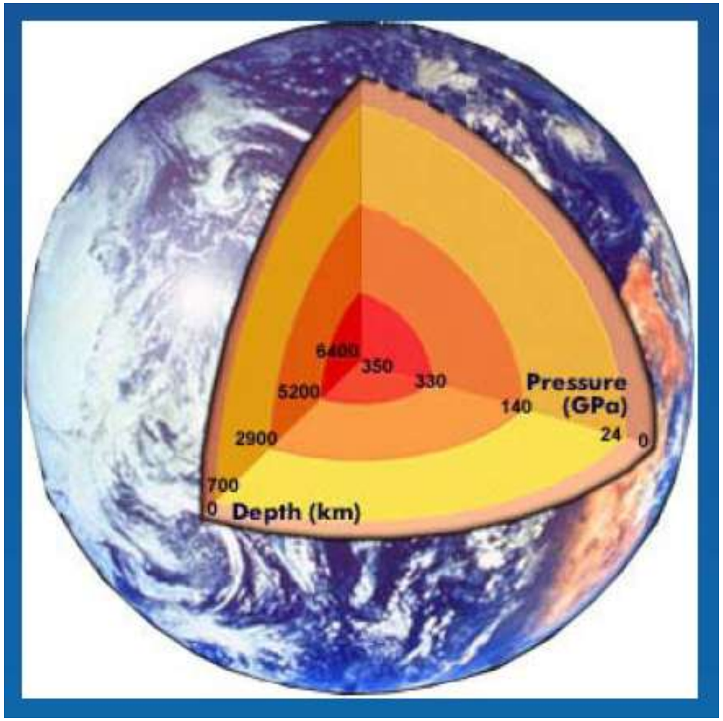


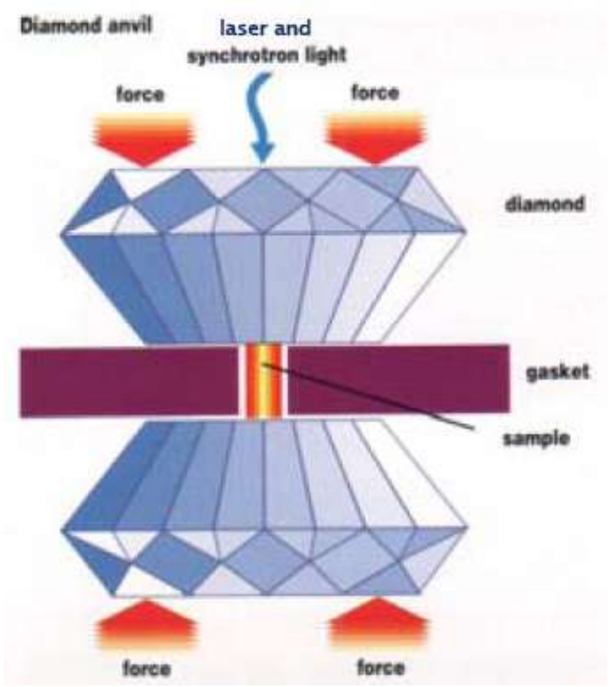


Kryštalizácia proteínu

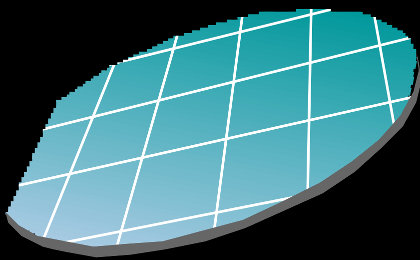
DAC s laserovým ohrevom





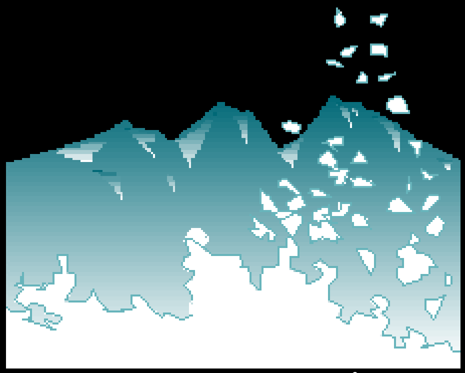


V službách vedeckého bádania …



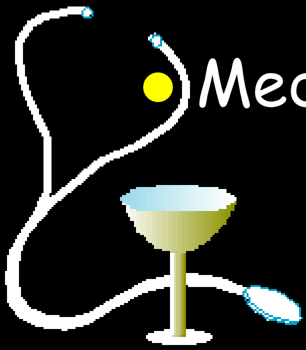
- Materiálové vedy

- Biológia

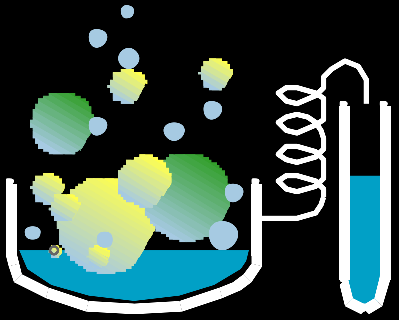


- Environmentálne vedy

- Fyzika



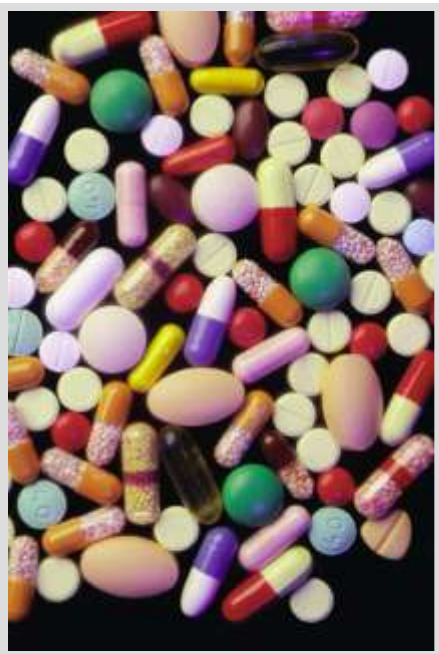
- Medicína

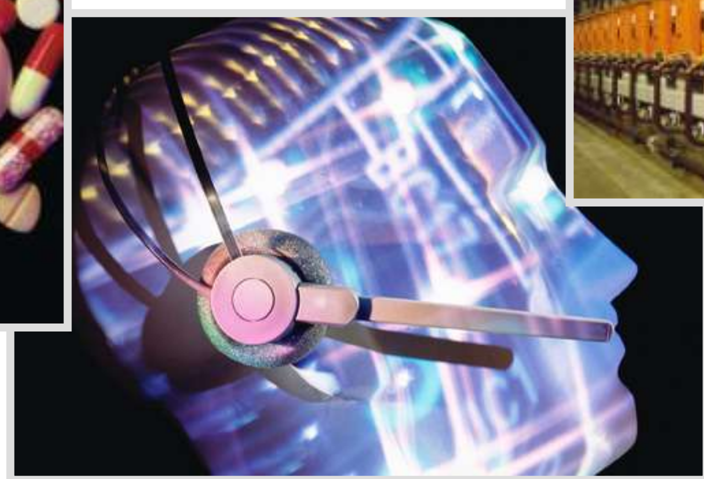


- Chémia

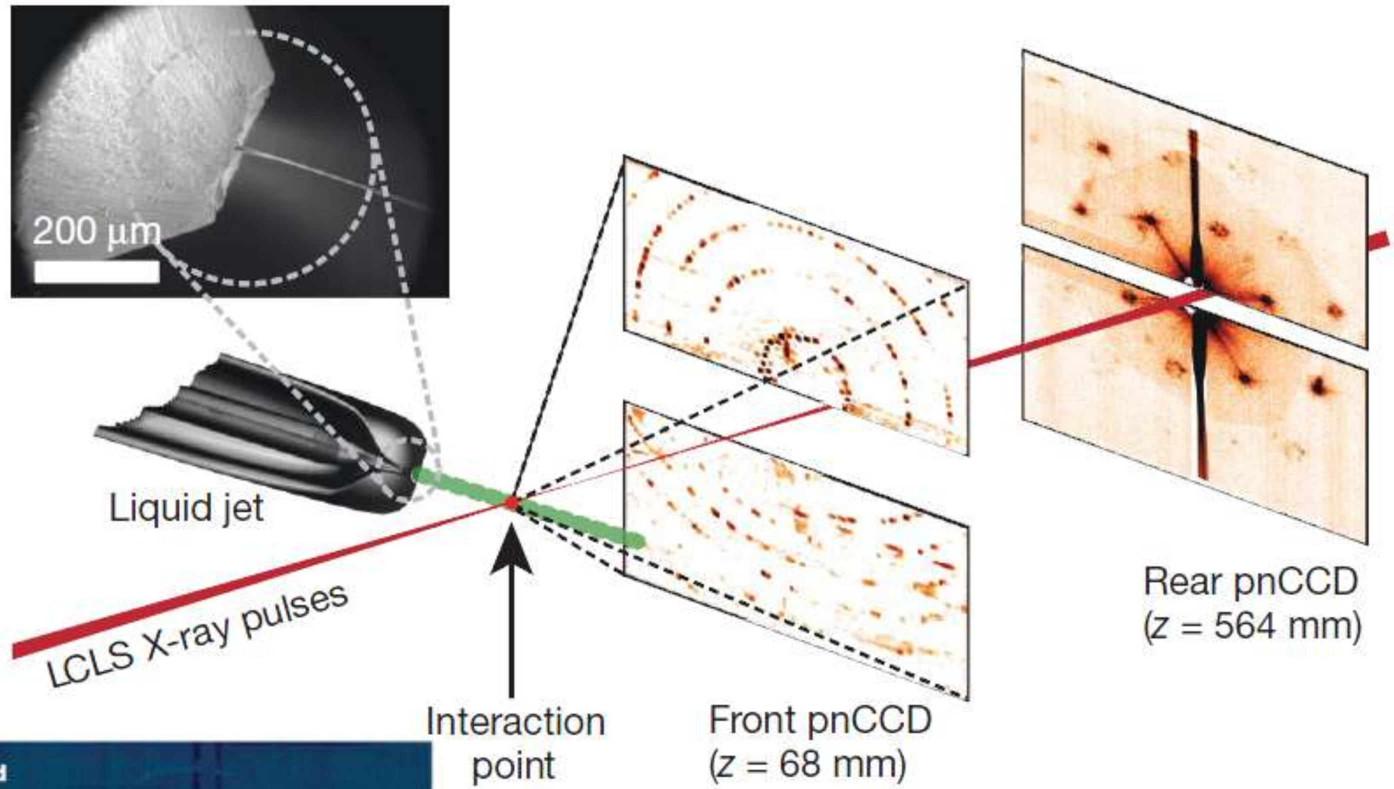
… a priemyselného výskumu.

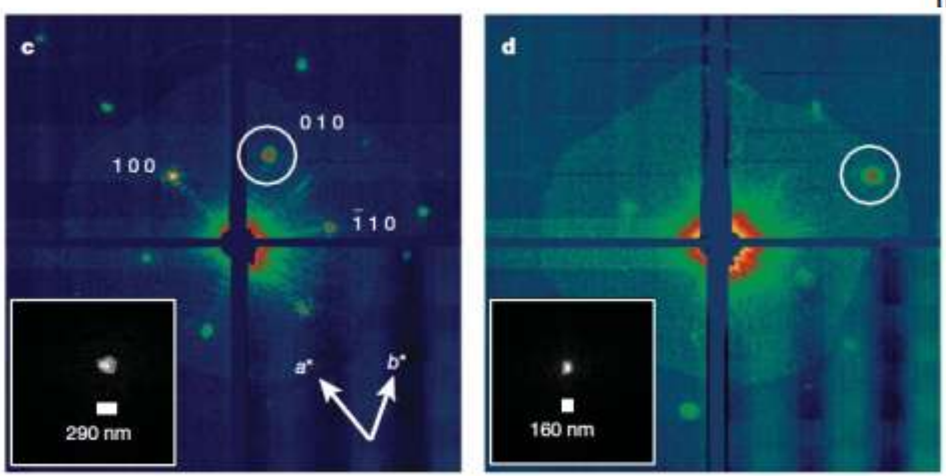
- Spolupráca s verejným sektorom
- Cielený výskum





Femtosekundová proteínová kryštalografia





- priemer lúča 7 µm
- energia 10^{16} W/cm^2
- dĺžka pulzu 70 fs

- Slovensko 52
- Česká republika 26
- Nemecko 13
- Francúzsko 6
- Maďarsko 3
- Poľsko 3
- Rakúsko 1
- Švajčiarsko 1
- USA 1

WINTER SCHOOL OF SYNCHROTRON RADIATION

31.1. - 4.2.2011 Liptovský Ján, Slovakia