



DODATOK Č. 6 K ZMLUVE O POSKYTNUTÍ NENÁVRATNÉHO FINANČNÉHO PRÍSPEVKU

uzatvorený v zmysle § 269 ods. 2 zákona č. 513/1991 Zb. Obchodný zákonník v znení neskorších predpisov, v zmysle § 20 ods. 2 zákona č. 523/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách verejnej správy a o zmene a doplnení niektorých zákonov a v zmysle zákona č. 528/2008 o pomoci a podpore poskytovanej z fondov Európskeho spoločenstva.

ČÍSLO ZMLUVY: 003/2009/4.1/OPVaV

Tento Dodatok k Zmluve o poskytnutí nenávratného finančného príspevku, registračné číslo Dodatku **003/2009/4.1/OPVaV/D06** (ďalej len „Dodatok“) je uzatvorený v zmysle článku 8 bod 1 VZP medzi zmluvnými stranami:

Poskytovateľ

názov : Ministerstvo školstva Slovenskej republiky
 sídlo: Stromová 1, 813 30 Bratislava Slovenská republika
 IČO: 00164381
 DIČ: 2020798725
 konajúci: Prof. Ing. Ján Mikolaj, CSc.

v zastúpení¹

názov: Agentúra Ministerstva školstva SR pre štrukturálne fondy EÚ
 sídlo: Hanulova 5/B, 841 01 Bratislava
 IČO: 31819494
 DIČ: 2022295539
 Konajúci: Ing. Alexandra Drgová
 na základe splnomocnenia zo dňa 13.12. 2007
 (ďalej len „Poskytovateľ“)

¹ Vyplní sa v prípade, ak zmluvu uzatvára sprostredkovateľský orgán pri riadiacom orgáne, ktorý koná v mene riadiaceho orgánu

Prijímateľ

Názov: Univerzita Komenského v Bratislave
 Sídlo: Šafárikovo nám. 6, 818 06 Bratislava
 zapísaný v: Registri organizácií Štatistického úradu
 konajúci: Doc. PhDr. František Gahér, CSc.
 IČO: 00397865
 DIČ: 2020845332

Banka:

číslo účtu (vrátane predčíslia) a kód banky:

zálohové platby:² a)

b)

predfinancovanie:³ a)

b)

refundácia:⁴ a)

(ďalej len „Prijímateľ“)

(ďalej aj „Zmluvné strany“)

Článok 1

Poskytovateľ a Prijímateľ sa dohodli na zmenách Zmluvy o poskytnutí nenávratného finančného príspevku č. **003/2009/4.1/OPVaV** (ďalej len „Zmluva“), kód ITMS Projektu **262401200012** v znení Dodatku č. 1 - registračné číslo dodatku **003/2009/4.1/OPVaV/D01**, Dodatku č. 2 - registračné číslo dodatku **003/2009/4.1/OPVaV/D02**, Dodatku č. 3 - registračné číslo dodatku **003/2009/4.1/OPVaV/D03**, Dodatku č. 4 - registračné číslo dodatku **003/2009/4.1/OPVaV/D04** a Dodatku č. 5 - registračné číslo dodatku **003/2009/4.1/OPVaV/D05**, uvedených v Článku 2 tohto Dodatku.

² Ak sa nehodí, prečiarknite

³ Ak sa nehodí, prečiarknite

⁴ Ak sa nehodí, prečiarknite

Článok 2

- (1) V prílohe č. 2 Zmluvy „Predmet podpory“ sa tabuľka „Časový rámec realizácie Projektu“ nahrádza novou prílohou „Časový rámec realizácie Projektu“.

Nová tabuľka je prílohou č. 1 k Dodatku č. 6.

Príloha č. 1 k Dodatku č. 6 sa stáva neoddeliteľnou súčasťou Zmluvy.

- (2) V prílohe č. 5 Zmluvy „Prehľad aktivít Projektu“ sa nahrádza novou prílohou „Prehľad aktivít Projektu“.

Nový prehľad aktivít je prílohou č. 2 k Dodatku č. 6.

Príloha č. 2 k Dodatku č. 6 sa stáva neoddeliteľnou súčasťou Zmluvy.

Článok 3

- (1) Pre účely tohto Dodatku sa všeobecné zmluvné podmienky označujú ako „VZP“, zmluva o poskytnutí NFP bez VZP a ostatných príloh sa označuje ako „Zmluva o poskytnutí NFP“ a zmluva o poskytnutí NFP, VZP a ostatné prílohy sa označuje ako „Zmluva“.
- (2) Tento Dodatok je vyhotovený v 4 rovnopisoch, pričom po podpise Dodatku dostane Prijímateľ 1 rovnopis a 3 rovnopisy dostane Poskytovateľ. V prípade sporu medzi zmluvnými stranami sa bude postupovať podľa rovnopisu tohto Dodatku uloženého u Poskytovateľa.
- (3) Zmluvné strany vyhlasujú, že si text tohto Dodatku riadne a dôsledne prečítali, jeho obsahu a právnym účinkom z neho vyplývajúcich porozumeli. Ich zmluvné prejavy sú dostatočne jasné, určité a zrozumiteľné, vyjadrujúce ich slobodnú a vážnu vôľu. Podpisujúce osoby sú oprávnené k podpisu tohto Dodatku a na znak súhlasu ho podpísali.
- (4) Tento Dodatok nadobúda platnosť a účinnosť dňom podpisu oboma zmluvnými stranami. Ak tento Dodatok bude podpísaný v rôznych dňoch, Dodatok nadobúda platnosť a účinnosť dňom, počas ktorého bol pripojený posledný podpis.
- (5) Tento Dodatok sa stáva neoddeliteľnou súčasťou Zmluvy.

Za Poskytovateľa v Bratislave, dňa: 25. 3. 2010

AGENTÚRA
Ministerstva školstva Slovenskej
republiky
PRE ŠTRUKTURÁLNE FONDY EÚ
Hanulova 5/B, 841 01 Bratislava
-10-

Podpis:

Meno a priezvisko štatutárneho orgánu/zástupcu⁵ Poskytovateľa

Ing. Alexandra Drgová

Za Prijímateľa v Bratislave, dňa: 26. 5. 2010

Podpis:.....

Meno a priezvisko štatutárneho orgánu/zástupcu⁶ Prijímateľa

doc. RNDr. Ján Bod'a, CSc.

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Mlynská dolina
842 48 BRATISLAVA 4
Tel.: 6542 6720, Fax: 6542 5882
- 2 -

Prílohy:

Príloha č. 1: Časový rámec realizácie Projektu

Príloha č. 2: Prehľad aktivít Projektu

⁵ Ak sa nehodí, prečiarknite

⁶ Ak sa nehodí, prečiarknite

6. Časový rámec realizácie Projektu

Názov aktivity	Začiatok realizácie aktivity (MM/RRRR)	Ukončenie realizácie aktivity (MM/RRRR)
Hlavné aktivity (max. 100 znakov pre každú aktivitu)		
Aktivita 1.1 Verejné obstarávanie	07/2009	10/2009
Aktivita 1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód	08/2009	09/2010
Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní	08/2009	09/2010
Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz	08/2009	09/2010
Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry	08/2009	06/2010
Podporné aktivity		
Riadenie projektu	04/2009	09/2010
Publicita a informovanosť	04/2009	09/2010

Príloha č. 2 k Dodatku č. 6

Harmonogram realizácie projektu		
Číslo a Názov aktivity	Začiatok realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	Ukončenie realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)
Aktivita 1.1 Verejné obstarávanie	III/2009	IV/2009
Aktivita 1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód	III/2009	III/2010
Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní	III/2009	III/2010
Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz	III/2009	III/2010
Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry	III/2009	II/2010

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	1.1 Verejné obstarávanie
Cieľ aktivity	Zabezpečiť nákladovo efektívne obstaranie infraštruktúry výskumu a vývoja pre laboratórium rádioanalytických metód, laboratórium prípravy vzoriek, laboratórium výskumu plazmových procesov a analýz a meraní a súvisiacej IKT infraštruktúry
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	III/2009 – IV/2009
Opis aktivity	Verejné obstarávanie bude realizované v zmysle zákona 25/2006 o verejnom obstarávaní odborne spôsobilou osobou. Táto činnosť bude realizované s prepojením na ostatné aktivity predkladaného projektu (Aktivita 1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód, Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní, Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz a Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry), nakoľko pôjde o obstarávanie, ktorého výstup bude vstupom pre realizáciu týchto aktivít. Postup verejného obstarávania bude realizovaný podľa postupu stanoveného zákonom o verejnom obstarávaní. Na základe sumarizácie položiek projektu týkajúcich sa tejto aktivity a súvisiacich aktivít (Aktivita 1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód, Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní, Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz a Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry) budú spracované Súťažné podklady a zverejnené Oznámenie o vyhlásení metódy verejného obstarávania vo Vestníku verejného obstarávania. V zmysle legislatívou stanoveného postupu budú doručené ponuky vyhodnotené a v stanovenej lehote (po prípadnom overení verejného obstarávania Riadiacim orgánom) bude s víťazným uchádzačom podpísaná zmluva. Pri realizácii tejto aktivity boli identifikované nasledovné riziká: - riziko výberu nevhodného dodávateľa

	- riziko nekvalitne prevedených prác a nekompletnosti dodávky - riziko nevhodnej obsluhy a používania vybavenia laboratória personálom Pre elimináciu týchto rizík boli vytvorené nástroje zahrnuté priamo do jednotlivých činností tejto aktivity a to: - výber dodávateľa podľa postupov verejného obstarávania v zmysle zákona 25/2006 Z.z. O verejnom obstarávaní, realizácia tejto činnosti odborne spôsobilou osobou - kontrola činností, prevedenia prác a kompletnosti dodávok zo strany projektového manažéra a odborného personálu, realizácia revízií a odborných prehliadok a odborných skúšok odborne spôsobilou/autorizovanou osobou, vytváranie príslušných záznamov (toto preventívne opatrenie je súčasťou aktivít: Aktivita 1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód, Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní, Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz a Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry) zaškolenie obsluhy a jej praktický výcvik priamo na nainštalovanom vybavení (toto preventívne opatrenie je súčasťou aktivít: Aktivita 1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód, Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní, Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz a Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry)
Metodológia aktivity	Pre jednotlivé činnosti tejto aktivity sú stanovené metódy realizácie tak, aby boli dosiahnuté plánované ciele a výstupy a aby boli v maximálnej miere eliminované identifikované riziká. Verejné obstarávanie – bude realizované v zmysle zákona 25/2006 o verejnom obstarávaní odborne spôsobilou osobou. Postup verejného obstarávania bude realizovaný podľa postupu stanoveného zákonom o verejnom obstarávaní. Na základe sumarizácie položiek projektu týkajúcich sa tejto aktivity a súvisiacich aktivít (Aktivita 1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód, Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní, Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz a Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry) budú spracované Súťažné podklady a zverejnené Oznámenie o vyhlásení metódy verejného obstarávania vo Vestníku verejného obstarávania. V zmysle legislatívou stanoveného postupu budú doručené ponuky vyhodnotené a v stanovenej lehote (po prípadnom overení verejného obstarávania Riadiacim orgánom) bude s víťazným uchádzačom podpísaná zmluva na dodávky jednotlivých zariadení (bude mať podľa potreby charakter kúpnopredajnej zmluvy, resp. zmluvy o dielo). Výstup z verejného obstarávania (zmluva o dodávke zariadení) bude zároveň vstupom pre realizáciu nadväzujúcich aktivít (Aktivita 1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód, Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní, Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória

	výskumu plazmových procesov a analýz a Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry) a na jej základe bude prebiehať dodávka a inštalácia zariadení pre tieto aktivity. Táto aktivita je nevyhnutná pre realizáciu celého projektu z hľadiska dosiahnutia maximálnej nákladovej efektivity, zabezpečenia špecifikovaných zariadení v súlade s požiadavkami vedeckovýskumnej praxe (dodržanie špecifických parametrov) a tým prispeje k dosiahnutiu cieľov projektu.
Výstupy (výsledky) aktivity	Výstupom aktivity bude zmluvný vzťah s dodávateľom zaväzujúci dodávateľa dodať špecifické zariadenia: - tandemový hmotnostný spektrometer s nasledujúcou špecifikáciou: - iónový zdroj (Cs-sputter) na pevné vzorky (14C), karusel s ~50 pozíciami, automatická výmena vzoriek, extrakčná energia 60 keV, sequenčný injekčný systém, predurýchľovacia trubica - RF iónový zdroj s výmenou náboja (He- a H- ióny) na materiálový výskum - Napojenie iónových zdrojov na urýchľovací systém, sequenčné ovládanie iónových zdrojov - Elektrostatický injekčný analyzátor - 90° dvojito-fokusný injekčný magnet (rozlíšenie 15 MeV amu) - Pretlakový kontajner s tandemovým urýchľovačom iónov, terminálne napätie 3 MV, plynový a fóliový stripper - 90° dvojito-fokusný analyzujúci magnet (rozlíšenie 150 MEV amu) - Dva iónové kanály s príslušenstvom pre materiálový a izotopový výskum so separátnym napájaním, iónovým a vákuovým hospodárstvom - RBS rozptylová komora – pozície pre 10 vzoriek, 5 portov, ERD filtre, X-ray filter, kolimátor zväzku, mikrosondová optika - Faradayové detektory iónov - Magnetický quadropólový deflektor - Elektrostatický cylindrický analyzátor - Multi-anódové plynové a polovodičové koncové detektory iónov - Vákuový systém s turbo a kryo-pumpami, vákuovými uzávermi a meračmi vákua; samostatné ovládanie iónových zväzkov pre materiálový výskum a pre AMS - Vysokonapäťový terminál s potrebnou elektrostatickou izoláciou a ochranou - Riadiaci pult s ovládaním celého tandemového spektrometra - Monitor zväzku iónov, analógová a digitálna prezentácia dát - Automatický systém riadenia prepojený na informačný

- systém, prenos dát na diaľku
- Softvér na zber a spracovanie dát
- **pulzná laserová depozícia** s nasledujúcou špecifikáciou:
 - Vysoko-vákuová komora so systémom vkladania vzoriek bez prerušenia vákua v depozičnej komore (Load-lock systém) a oknom s priepustnosťou kompatibilnou s vlnovou dĺžkou použitého lasera.
 - Planetárny systém pre manipuláciu viacerých zdrojových terčov vo vákuovej komore.
 - Vyhrievacie teleso pre reguláciu teploty držiaka vzoriek.
 - Vákuový čerpací systém.
 - Meranie vákua a automatizovaný napúšťací systém pracovných plynov
 - Vysokoenergetický pulzný laser.
 - Optická zostava pre vedenia laserového lúča do vákuovej komory.
 - Systém pre in-situ merania hrúbky deponovaných tenkých vrstiev
 - Systém pre kontrolu a štúdium dynamiky rastu tenkých vrstiev (RHEED – Reflection high energy electron diffraction)

- **rtg. difrakcia** s nasledujúcou špecifikáciou:

- zdroj vysokého napätia a prúdu pre röntgenovú lampu – tzv. rtg. generátor s typickými parametrami u bežných najnovších laboratórnych zariadení tejto veľkosti: 3kW (max. vys. napätie 60kV, max. prúd 60mA), stabilita prúdu a napätia <0.01%
- zdroj rtg. žiarenia – röntgenová lampu s fixnou medenou anódou, ktorá je najbežnejšie používaná pri štruktúrnych analytických metódach, v prevedení LFF (long fine focus) v držiaku s možnosťou využitia čiarového aj bodového ohniska s maximom príkonu aspoň 1,8kW.
- vysoko presný štvorkruhový goniometer $\theta/2\theta$ s Eulerovou kolískou s náklonom a azimutom a s držiakom vzoriek s možnosťou nastavenia v pravouhlých súradniciach x, y, z. Tabuľka zhrňa minimálne parametre goniometra u štandardných špičkových systémov:

7 motorizovaných pohybov	rozsah	najmenší krok a reprodukovateľnosť
rotácia vzorky ω	$0^\circ - 90^\circ$	$0,0001^\circ$
rotácia detektora 2θ	$0^\circ - 150^\circ$	$0,0001^\circ$
náklon ψ	$-2^\circ - 90^\circ$	$0,01^\circ$
azimut ϕ	$0^\circ - 360^\circ$	$0,01^\circ$
x	$\pm 25\text{mm}$	$0,05\text{mm}$

Eu ler ov	y	+/- 25mm	0,05mm
	z	0 – 10 mm	0,01 mm

a kolíska je nevyhnutná pre textúrnú analýzu mapovaním, pre merania pnutí, pri určovaní náklonu mriežkových rovín vzhľadom na rovinný povrch vzoriek (*misct*), pri mapovaní recipročného priestoru, a vôbec pri meraniach rtg. rozptylu s vysokým rozlíšením na epitaxných vrstvách a monokryštáloch je nutné aj presné nastavenie vo všetkých stupňoch voľnosti. Okrem toho je Euler. kolíska zvyčajne jedným z nutných prvkov pri GID meraniach. Držiak vzoriek umožní naraz umiestniť niekoľko menších vzoriek, takže umožní aj sadu niekoľkých meraní súvisle za sebou bez prítomnosti operátora.

- monochromátor v primárnej optickej časti - najčastejšie používaný je špeciálne vyrezaný monokryštál germánia s niekoľkými odrazmi v kombinácii s ďalšími optickými prvkami
- multivrstvové parabolické zrkadlo pre paralelizáciu zväzku s divergenciou $<0.03^\circ$
- sada vertikálnych aj horizontálnych štrbín pre primárny aj difraktovaný zväzok
- pin-hole, kapilára, alebo taká sada štrbín a optických prvkov, ktoré vymedzia, prípadne sfokusujú zväzok na malú plochu $<1\text{mm}^2$ čo umožní s použitím rýchleho 1D-detektora sústrediť požadovanú informáciu aj pri malom objeme/ploche vzoriek
- manuálny (alebo automatizovaný) viacstupňový absorbér pre tlmenie vysokej intenzity je nutným doplnkom pri meraniach s vysokým dynamickým rozsahom signálu napr. difrakcia na tenkých vrstvách na monokryštalických podložkách, a merania rtg. reflektivity.
- analyzačný monokryštál pred detektorom - triple axis mode je pri použití bodového detektoru nevyhnutná súčasť pre mapovanie recipročného priestoru
- ďalšie alternatívne prvky podľa daných možností dodávaného systému (napr. druhé zrkadlo pre mirror-mirror setup, Solerov kolimátor) tak aby bolo možné merať vo všetkých vyššie uvedených módoch
- bodový detektor s linearitou aspoň do 105 pulzov za sekundu je vhodný hlavne v prípade, kedy rozlíšenie 1D/2D detektoru nebude stačiť
- vysoko rýchlostný 1D prípadne 2D -detektor s linearitou aspoň do 3×10^4 pulzov za sekundu na pixel a s možnosťou zaznamenať aj statické spektrum, umožní urýchlenie štandardných difrakčných záznamov aspoň 100x, s nízkym šumom, bez chladenia vodou a bez plynnej náplne, vhodný aj pre Rietveld analýzu
- vysokoteplotná polguľová komôrka (napr. typu AntonPaar)

- pre in-situ merania s vysokou teplotou aspoň do 1100°C vo vákuu, v inertnej atmosfére alebo na vzduchu.
- súčasťou najmodernejších prístrojov je aj software (SW) pre automatický zber dát a zobrazovanie nameraných údajov, kde je možné naprogramovať rôzne kombinácie pohybov pri zázname
- SW pre kvalitatívnu aj kvantitatívnu štruktúrnú fázovú analýzu schopný pracovať s ICDD PDF2 databázou
- SW pre spracovanie meraní textúr a napätí
- software pre vyhodnocovanie a analýzu HRXRD spektier s možnosťou fitovania
- software pre vyhodnocovanie a analýzu XRR spektier s možnosťou fitovania
- celý systém spĺňa najprísnejšie požiadavky pre radiačnú ochranu zakrytovaním celého systému v skrini s olovenými oknami a ochrannými obvodmi prepojenými s uzávierkou okienka rtg. lampy, s takými vlastnosťami, že obsluhujúci personál okrem servisného nebude podliehať osobnej dozimetrii
- vodný chladiaci agregát s uzavretým cyklom (recirculating air-water chiller) s chladiacou kapacitou aspoň 3kW.

Celkovo bude uvedenú infraštruktúru využívať do konca projektu a následne do 5 rokov po ukončení realizácie projektu 260 študentov doktorandského štúdia, 30 vedeckých pracovníkov vlastnej organizácie a v rámci národných a medzinárodných projektov vedeckej spolupráce ďalších 70 vedeckých pracovníkov.

Hlavné medzníky v rámci aktivity sú definované rozhraniami medzi činnosťami, z ktorých táto aktivita pozostáva. Ide o:

- 1) vypracovanie súťažných podkladov – medzníkom je odovzdanie súťažných podkladov Úradu pre verejné obstarávanie
- 2) zverejnenie oznámenia o vyhlásení metódy verejného obstarávania – medzníkom je publikovanie vyhlásenia vo vestníku verejného obstarávania
- 3) vyhodnotenie ponúk – medzníkom je zápisnica z vyhodnotenia ponúk
- 4) uzatvorenie zmluvy s víťazným uchádzačom – je záverečnou činnosťou a ukončením tejto aktivity, jej hmotným výstupom je podpísaná zmluva v súlade s príslušnou legislatívou a pravidlami stanovenými riadiacim orgánom (zákon o verejnom obstarávaní, zákon o cenách a obchodný zákonník)

V zmysle uplatňovaných zásad projektového manažmentu budú jednotlivé činnosti realizované sekvenčne a až kompletne a zdokumentované ukončenie jednej činnosti bude predpokladom pre spustenie nadväzujúcej.

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	1.2 Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód
Cieľ aktivity	Vybudovanie laboratória rádioanalytických metód umožňujúceho výskum v oblasti fyziky kondenzovaných látok a akustiky.
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	III/2009 – III/2010
Opis aktivity	Základným cieľom budovania laboratória je modernizácia existujúceho laboratória nízkych rádioaktivít a značné rozšírenie jeho aplikačného potenciálu do iných oblastí fyzikálneho, materiálového, biologického, medicínskeho, biologického a environmentálneho výskumu, ako aj praktických aplikácií. Tandemový hmotnostný spektrometer ako kľúčový prvok vybavenia podstatným spôsobom zmení charakter existujúceho laboratória a zaradí pracovisko medzi niekoľko popredných európskych laboratórií. Tandemový hmotnostný spektrometer bude tvoriť základné prístrojové vybavenie na materiálový a izotopový výskum predovšetkým v týchto oblastiach: - Nedeštruktívna analýza materiálov (supravodiče, polovodiče, kovy, izolačné materiály, prímеси v rôznych materiáloch, a pod.). - Analýza dlhožijúcich rádioaktívnych izotopov (napr. ^{10}Be, ^{14}C, ^{26}Al, ^{36}Cl, ^{41}Ca, ^{99}Tc, ^{129}I, ^{135}Cs, ^{237}Np, izotopov uránu, thória a plutónia) pomocou AMS (Accelerator Mass Spectrometry) a jej využitie v prírodných a technických vedách. Analýza materiálov Nedeštruktívne nukleárne analytické multielementné metódy výskumu povrchov a štruktúry materiálov na báze tandemového spektrometra budú zahŕňať: - RBS (Rutherford Back Scattering) - metóda je založená na pružnom rozptyle incidentného monoenergetického zväzku iónov. Táto technika poskytuje informáciu o koncentrácii a hĺbkovom rozložení prvkov so $Z > 4$ v analyzovaných vzorkách. Dosahované je hĺbkové rozlíšenie až do 5 nm. - PIXE (Particle Induced X-ray Emission) - metóda je založená na detekcii X-žiarenia budeného pri interakcii nabitých častíc s atómovým obalom. Hoci PIXE nie je hĺbkovo citlivá metóda, jej prednosťou je vysoká citlivosť, detekčný limit môže byť nižší ako 10 ppm. PIXE môže byť spravidla aplikovaná pre určovanie koncentrácie prvkov s atómovým číslom $Z > 12$. - PIGE (Particle Induced Gamma-ray Emission) - metóda je založená na registrácii promptného gama-žiarenia budeného pri interakcii nabitých častíc s atómovým jadrom. Využíva sa najmä na nedeštruktívny výskum hĺbkového zloženia materiálov.

- ERD (Elastic Recoil Detection) - využíva odrazené incidentné ťažké ióny na zisťovanie hĺbkového profilu ľahkých atómov, ktoré sú obsiahnuté v skúmanej vzorke. Použitý projektil musí mať vždy väčšiu hmotnosť ako sú skúmané atómy vo vzorke.
- Iónové kanálovanie - je metóda umožňujúca získať informácie o povrchovom rozložení prímies, využívajúc rozdielne spektrá prímies a mriežky. Požíva sa najmä na výskum prímies v kryštalických materiáloch.
- Iónová mikrosonda - je metóda umožňujúca skúmať štruktúru a prvkové zloženie analyzovanej vzorky s mikronovým rozlíšením informácie o mikroštruktúre povrchov. Oproti elektrónovej mikrosonde dosahuje lepšie detekčné limity a možno ju využiť tiež na skúmanie stopových prvkov.

Typické aplikácie nukleárných analytických metód v materiálovom výskume budú: určovanie hrúbky filmov a pokrytí, určovanie profilov dopantov a nečistôt v polovodičoch, štúdium difúznej kinetiky v hrubých vrstvách a interakcie medzi nimi, určovanie defektov v kryštáloch, prvková identifikácia a kvantitatívna analýza nečistôt. Ďalej sa budú využívať na štúdium mikro a nano objektov, implantovaných štruktúr, difúzných profilov, klastre, mikrokanaľovanie, apod. Navyše iónové technológie majú široké uplatnenie v environmentálnom, biolog. - medicínskom výskume, v mikrodozimetrii, v geologickom výskume, a pod.

AMS

Rádioaktívne a stabilné izotopy sú úspešne využívané na výskum transportných procesov v prírode, napr. transport izotopov medzi ekosystémami (atmosféra - biosféra, atmosféra - hydrosféra, a pod). Dôležitá súčasť týchto výskumov je ochrana ľudí pred ionizujúcim žiarením, najmä v súvislosti s využívaním jadrovej energie na výrobu elektrickej energie. Avšak zo stoviek izotopov ktoré sú k dispozícii na takéto výskumy, zatiaľ boli využívané len desiatky izotopov, pretože nebolo k dispozícii také množstvo vzorky, ktoré by umožňovalo úspešnú analýzu. Súčasne sa podstatne zmenila filozofia rádionuklidovej analýzy, keď sa prešlo od koncepcie počítania produktov rádioaktívnych premien k priamemu počítaniu rádioaktívnych atómov. AMS technológia sa v súčasnosti stáva dominantnou najmä pre analýzu dlhožijúcich rádionuklidov, ktoré sme dosiaľ analyzovali použitím rádiometrických metód, avšak s citlivosťou o niekoľko rádov nižšou, čo obmedzovalo ich využitie. Nové izotopové technológie nachádzajú vo svete široké uplatnenie v základnom ako aj aplikovanom výskume. V súčasnosti na Slovensku neexistuje laboratórium, ktoré by bolo vybavené potrebnou laboratórnou technikou, umožňujúcou sledovať rádioaktívne znečistenie životného prostredia už na prírodnej úrovni. Vzhľadom na

existujúci a očakávaný rozvoj jadrových a tepelných elektrární na Slovensku (ako aj v stredoeurópskom regióne) je existencia takéhoto laboratória prirodzenou nevyhnutnosťou, a to nielen z hľadiska monitorovania rádionuklidov v životnom prostredí v prípade havárie jadrového zariadenia, ale aj z pohľadu dlhodobých koncentrácií rádionuklidov v životnom prostredí. Súčasný rádiologický výskum ukazuje, že aj malé radiačné dávky môžu byť pre obyvateľstvo dôležité, a medzinárodné organizácie, ako je Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (IAEA), a Medzinárodná komisia pre rádiologickú ochranu (ICRP) uvažujú o 10-násobnom znížení maximálnej ročnej radiačnej dávky pre obyvateľstvo z 1mSv na 0.1 mSv. Tieto opatrenia budú vyžadovať tiež podstatné zvýšenie citlivosti monitorovacích zariadení, čo navrhované laboratórium umožní realizovať.

Hlavné oblasti využitia AMS

Jadrová energetika – výskum vplyvu rádioaktívneho žiarenia nielen na človeka, ale aj na faunu a flóru, prechod od egocentrického ku ekocentrickému chápaniu ochrany životného prostredia; výskum zmien v koncentrácii antropogénnych rádionuklidov v súvislosti s požadovanou minimalizáciou emisií z jadrových zariadení; vývoj rýchlych metód analýzy rádionuklidov využiteľných pri potenciálnych haváriách a útokoch teroristov; výskum procesov transportu rádionuklidov v geologických formáciách vhodných na dlhodobé uskladňovanie rádioaktívnych odpadov z jadrových elektrární. Hodnotenie vplyvu jadrových elektrární na životné prostredie, kontrola vyradovania jadrových elektrární z prevádzky.

Jadrová fúzia - výskum produkcie rádionuklidov v konštrukčných materiáloch termojadrových reaktorov JET a ITER, simulácie jadrových reakcií v termojadrových reaktoroch a ich porovnanie s experimentom. Vývoj nových materiálov pre jadrový priemysel, výskum radiačného poškodenia materiálov v štiepných a fúzných jadrových reaktoroch, zhodnotenie vplyvu termojadrových reaktorov JET a ITER na životné prostredie.

Klimatický výskum - výskum klimatických zmien pomocou izotopových (napr. ^{10}Be , ^{14}C) archívov (letokruhy, sedimenty, ľadovce); výskum transportných procesov medzi ekosystémami; hodnotenie vplyvu tepelných elektrární na životné prostredie, monitorovanie spaľovania fosílnych palív, a štúdium stopových aerosólov z cestnej dopravy v atmosfére.

Kozmický výskum – využitie kozmogénnych rádionuklidov na štúdium zmien kozmického žiarenia, slnečnej aktivity, geomagnetického poľa; hodnotenie radiačnej záťaže pasažierov v leteckej doprave a kozmonautov v kozmickom priestore. Štúdium kozmických objektov (Mesiace, Mars, meteority).

Astročasticový výskum – štúdium jadrových reakcií prebiehajúcich vo hviezdach, meranie účinných prierezov, určovanie hmotnosti neutrín, oscilácie neutrín, Majoranovské neutrína, dvojité beta-premena, exotické častice.

Izotopové datovanie – datovanie umeleckých predmetov, archeologických, hydrologických a geologických vzoriek, výskum znečistenia a ochrana podzemných vôd v stredoeurópskom meradle;

Lekárske a farmaceutické vedy – výskum transportu izotopov v ľudskom organizme bez radiačného poškodenia; výskum izotopového metabolizmu a biochemickej špeciácie izotopov; výskum multistresových faktorov a radiačného poškodenia DNA; výskum účinnosti liekov a kontrola rádiofarmak.

Technické vedy a priemysel – kontrola deklarovaných vlastností potravín – vek, zloženie, vlastnosti; analýza stavebných materiálov z hľadiska znižovania radiačného zaťaženia obyvateľstva; analýza materiálov pre strojársky a elektrotechnický priemysel.

Hlavné súčasti tandemového spektrometra:

- iónový zdroj (Cs-sputter) na pevné vzorky (^{14}C), karusel s ~50 pozíciami, automatická výmena vzoriek, extrakčná energia 60 keV, sekvencný injekčný systém, predurýchľovacia trubica
- RF iónový zdroj s výmenou náboja (He- a H- ióny) na materiálový výskum
- Napojenie iónových zdrojov na urýchľovací systém, sekvencné ovládanie iónových zdrojov
- Elektrostatický injekčný analyzátor
- 90° dvojito-fokusný injekčný magnet (rozlíšenie 15 MeV amu)
- Pretlakový kontajner s tandemovým urýchľovačom iónov, terminálne napätie 3 MV, plynový a fóliový stripper
- 90° dvojito-fokusný analyzujúci magnet (rozlíšenie 150 MEV amu)
- Dva iónové kanály s príslušenstvom pre materiálový a izotopový výskum so separátnym napájaním, iónovým a vákuovým hospodárstvom
- RBS rozptyľová komora – pozície pre 10 vzoriek, 5 portov, ERD filtre, X-ray filter, kolimátor zväzku, mikrosondová optika
- Faradayové detektory iónov
- Magnetický quadrupólový deflektor
- Elektrostatický cylindrický analyzátor
- Multi-anódové plynové a polovodičové koncové detektory iónov

	• Vákuový systém s turbo a kryo-pumpami, vákuovými uzávermi a meračmi vákua; samostatné ovládanie iónových zväzkov pre materiálový výskum a pre AMS • Vysokonapäťový terminál s potrebnou elektrostatickou izoláciou a ochranou • Riadiaci pult s ovládaním celého tandemového spektrometra • Monitor zväzku iónov, analógová a digitálna prezentácia dát • Automatický systém riadenia prepojený na informačný systém, prenos dát na diaľku • Softvér na zber a spracovanie dát
Metodológia aktivity	Po realizácii aktivity 1.1: budú hlavné činnosti nasledovné: - inštalácia tandemového hmotnostného spektrometra - testovanie a adjustácia celého prístroja - začatie rutinných meraní Predchádzajúce činnosti budú realizované v spolupráci s dodávateľskou firmou a pracoviskami, s ktorými dlhodobo spolupracujeme (VERA Viedeň, ETH Zürich). S ETHA Zürich máme dohodnutú pomoc pri zaškolení dvoch technikov a takisto na ich pracovisku realizuje PhD. štúdium náš študent, ktorý sa podieľa na vývoji nových tandemových spektrometrov a bude hrať podstatnú úlohu pri budovaní tohto laboratória. Vzhľadom na vysokú koncentráciu vedeckovýskumných inštitúcií v regióne Bratislavy ako aj farmaceutických a medicínskych firiem v regióne Bratislavy je predpoklad širokého využívania nových analytických metód založených na tandemovom hmotnostnom spektrometri s príslušnými aplikačnými kanálmi. Konkrétne dohodnuté projekty, ktoré niektoré už boli schválené iné sú v štádiu posudzovania, či prípravy máme s kolegami z Fyzikálneho ústavu SAV, Geologického ústavu SAV, FEI STU v Bratislave, so Slovenskou zdravotníckou univerzitou a spoločnosťou Biont. Ďalšie možnosti sú mimo Bratislavského regiónu, pričom hlavné vzájomné projekty sú plánované s VÚJE, EMO Mochovce, EBO Jaslovské Bohunice, Archeologický ústav SAV v Nitre a iné.
Výstupy (výsledky) aktivity	Hlavným výstupom bude vybudovanie funkčného Laboratória rádioanalytických metód. Toto laboratórium umožní výskum v oblasti: - materiálového výskumu - jadrovej energetiky - jadrovej fúzie - klimatického výskumu - kozmického výskumu - astročasticového výskumu - izotopového datovania - širokého spektra priemyselných a technologických aplikácií Hlavné medzníky v realizácii aktivity sú: - inštalácia tandemového hmotnostného spektrometra - nastavené iónového optického kanála - zaškolenie obsluhy - testovanie a adjustácia celého prístroja - začatie rutinných meraní Táto aktivita je jednoznačne previazaná so všetkými ostatnými

	aktivitami v rámci tohto projektu. Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz. Tandemová hmotnostná spektrometria spolu s kanálmi RBS, PIXE, PIGE, ERD, iónová kanalizácia iónová mikrosonda sú zariadenia doplnkové a rozširujúce výskumné a aplikačné možnosti laboratória budovaného v aktivite 1.4 pri analýze vlastností, čistoty a iných charakteristík nových materiálov vyvíjaných v rámci aktivít Katedry experimentálnej fyziky. Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry – sieť. Kvalitná informačná infraštruktúra je predpokladom efektívneho využívania samotného tandemového hmotnostného spektrometra. V prípade najšpičkovejších zariadení tohto typu je možnosť ich riadenia cez internet. Ďalšou otázkou je prístup k databázam a zapojenie sa nášho laboratória do siete AMS laboratórií, ktoré zdieľajú svoje data.
--	--

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	Aktivita 1.3 Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní
Cieľ aktivity	Vybudovanie laboratória prípravy vzoriek a meraní umožňujúceho prostredníctvom pulznej laserovej depozície výskum v oblasti fyziky kondenzovaných látok a akustiky
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	III/2009 – III/2010
Opis aktivity	Pulzná laserová depozícia (PLD) patrí medzi fyzikálne vákuové depozičné metódy pre depozíciu jednak kovových a nekovových prvkov, ako aj kompozitných materiálov s kovovými, aj dielektrickými vlastnosťami. Je založená na princípe takzvanej laserovej ablácie, t.j. odparovanie materiálu zo zdrojového terča pomocou laserového lúča vo vákuovej komore. Pre túto metódu sa využíva ako externý zdroj energie vysokovýkonný eximerový, alebo YAG pulzný laser. Pomocou vysokoenergetických laserových pulzov je možné odparovať skoro všetky druhy materiálov, vrátane materiálov, ktoré ostatnými metódami nie je možné deponovať. PLD je v súčasnosti najefektívnejšou metódou, pomocou ktorej je možné pripravovať epitaxné tenké vrstvy s veľmi vysokou kvalitou. Tenké vrstvy pripravené touto metódou sa využívajú v širokom spektre aplikácií, z ktorých je možné spomenúť napríklad ich využitie v nanotechnológiach, príprave tvrdých a supertvrdých vrstiev pre mikro- a nanoelektroniku, ako aj priemyselné použitie, v príprave a štúdiu supravodivých materiálov, príprave elektronických súčiastok novej generácie a podobne. Systém PLD pozostáva z nasledujúcich častí: - Vysoko-vákuová komora so systémom vkladania vzoriek bez prerušenia vákua v depozičnej komore (Load-lock systém) a oknom s priepustnosťou kompatibilnou s vlnovou dĺžkou použitého lasera. - Planetárny systém pre manipuláciu viacerých zdrojových terčov vo vákuovej komore. - Vyhrievacie teleso pre reguláciu teploty držiaka vzoriek.

- Vákuový čerpací systém.
- Meranie vákua a automatizovaný napúšťací systém pracovných plynov
- Vysokoenergetický pulzný laser.
- Optická zostava pre vedenia laserového lúča do vákuovej komory.
- Systém pre in-situ merania hrúbky deponovaných tenkých vrstiev
- Systém pre kontrolu a štúdium dynamiky rastu tenkých vrstiev (RHEED – Reflection high energy electron diffraction)

V uvedenom usporiadaní PLD poskytuje jednu z najvýkonnejších a najuniverzálnejších depozičných systémov pre prípravu epitaxných tenkých vrstiev s definovanými vlastnosťami.

Výhodou PLD je:

- jednoduchá obsluha
- možnosť prípravy jedno a multikomponentných tenkých vrstiev s tým, že na substrát sa nanáša vrstva s tou istou stechiometriou ako je v zdrojovom materiáli.
- vďaka karuselovému systému pre zdrojové terče je veľmi jednoduchá zmena stechiometrie kompozitných materiálov deponovaných na podložku.
- pre depozíciu je potrebné veľmi malé množstvo zdrojového materiálu, čo je veľkou výhodou pre výskum a vývoj nových materiálov pre budúce technológie.
- jednoduchá zmena tlaku vo vákuovej komore v intervale niekoľkých rádov pri nastavovaní optimálnych depozičných parametrov
- vynikajúca reprodukovateľnosť vlastností tenkých vrstiev

Medzi hlavné vedecké smery na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky patria aj nanotechnológie a nové materiály a nanokompozitné vrstvy. V rámci týchto smerov sa zaoberáme prípravou tvrdých a super tvrdých vrstiev pre priemyselné aplikácie a elektroniku (ReB_2 , TiB_2 , TiBAlN a pod.), ako aj prípravou a štúdiom tenkovrstvových nanoštruktúr a mezoskopických systémov využívajúcich kvantovo-mechanické javy použiteľných v súčiastkach novej generácie (kvantové bity pre kvantové počítače, detektory plynov a infračerveného žiarenia na báze TiO_2 tenkých vrstiev, jednofotónové supravodivé detektory a supravodivé kvantové interferometre na báze supravodivých tenkých vrstiev MgB_2 a pod.). V tomto smere vychovávame aj doktorandov a diplomantov. V súčasnosti používame vákuové depozičné metódy na báze jednosmerných a striedavých magnetronových naprašovacích systémov. Uvedené metódy sú silne limitované použitými zdrojovými materiálmi a nie je možné meniť stechiometriu deponovaných vrstiev zmenou depozičných parametrov. To je možné iba výmenou zdrojového terča. Keďže priemer terča je v našom prípade 50 mm (kvôli homogenite hrúbky vrstvy a stechiometrie nie je vhodné používať terče s menším priemerom) a hrúbka 3 mm, kupovanie terčov je veľmi nákladná a ťažkopádna záležitosť. Navyše pri nových

	materiáloch sú zdrojové terče nedostupné a preto sme obmedzení na používanie iba známych materiálov. Zakúpením PLD systému by sa na FMFI UK otvorili úplne nové možnosti vo výskume nových materiálov a nanotechnológií, a výrazne by prispelo aj ku kvalite výučby študentov magisterského štúdia a výchovy študentov doktorandského štúdia. Taktiež by zakúpenie PLD systému výrazne prispelo k zvýšeniu konkurencieschopnosti pracoviska pri získavaní finančných prostriedkov z národných a európskych zdrojov zapájaním sa do vedeckých projektov, ako aj vývojom nových materiálov pre priemysel formou objednávok a aplikovaných projektov.
Metodológia aktivity	Po realizácii aktivity 1.1: budú hlavné činnosti nasledovné: - inštalácia pulznej laserovej depozície - testovanie a adjustácia celého prístroja - zaškolenie obsluhy - začatie rutinných meraní Predchádzajúce činnosti budú realizované v spolupráci s dodávateľskou spoločnosťou.
Výstupy (výsledky) aktivity	Hlavným výstupom bude vybudovanie funkčného Laboratória prípravy vzoriek a meraní. Toto laboratórium umožní výskum v oblasti: - materiálového výskumu - biomedicínskeho výskumu a medicínskej praxi - farmácie - obnoviteľné zdroje energie - polovodičový priemysel - senzorika - nanotechnológie - širokého spektra priemyselných a technologických aplikácií Vďaka PLD je možné odparovať skoro všetky druhy materiálov, vrátane materiálov, ktoré ostatnými metódami nie je možné deponovať. Tenké vrstvy pripravené touto metódou sa využívajú v širokom spektre aplikácií, z ktorých je možné spomenúť napríklad ich využitie v nanotechnológiach, príprave tvrdých a supertvrdých vrstiev pre mikro- a nanoelektroniku, ako aj priemyselné použitie, v príprave a štúdiu supravodivých materiálov, príprave elektronických súčiastok novej generácie a podobne Hlavné medzníky v realizácii aktivity sú: - inštalácia pulznej laserovej depozície - testovanie a adjustácia celého prístroja - zaškolenie obsluhy - začatie rutinných meraní Táto aktivita je jednoznačne previazaná so všetkými ostatnými aktivitami v rámci tohto projektu vďaka čomu vytvára synergický efekt pri riešení komplexných výskumných projektov Pre potreby fakulty je najvhodnejší PLD systém s nasledujúcimi vlastnosťami: - Vákuová komora s hraničným tlakom nižším ako 10^{-9} torr - Podávací systém vzoriek (Load-lock) - Možnosť zmeny pracovných tlakov v intervale 10^{-3} torr až

	10² torr - Držiak substrátov s možnosťou výhrevu do 900 °C s možnosťou posuvu aspoň v z-tovej osi - Motorizovaný držiak zdrojových terčov pre šesť terčov s priemerom 1 inch. - Eximerový, resp. YAG pulzný laser s vlnovou dĺžkou 193, resp. 248 nm. - Optická zostava pre vedenie lúča do vákuovej komory Pre prevádzku uvedeného zariadenia máme zabezpečené priestory, ako aj kvalifikovaný personál, čím je možné okamžité spustenie zariadenia do prevádzky a jeho využívanie vo vedeckom výskume na FMFI UK. Zariadenie v prvej fáze bude použité na prípravu nového materiálu ReB₂ a jeho modifikácii ako super tvrdých vrstiev pre priemyselné využitie a prípravu supravodivých MgB₂ tenkých vrstiev pre nanoštruktúry pre kryoelektronické aplikácie a senzoriku. V ďalšej fáze by bolo zariadenie využité pre nové materiály na báze bóru, titánu, hliníku a dusíku pre súčiastky novej generácie, ako aj nanokompozitné vrstvy.
--	---

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	Aktivita 1.4 Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz
Cieľ aktivity	Vybudovanie laboratória výskumu plazmových procesov a analýz pre výskum štruktúrnych vlastností tuhých látok
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	III/2009 – III/2010
Opis aktivity	Hlavným cieľom pri získaní nového zariadenia je pozdvihnutie pracoviska na excelentnú úroveň v oblasti výskumu štruktúrnych vlastností tuhých látok a jeho rozšírenie o dôležitý nedeštruktívny analyzačný systém, komplementárny k existujúcim sondovým mikroskopickým metódam. Extrémna variabilita a špičkové technológie významne zvýšia kvalitu a rozsah nášho vedeckého bádania s rozšírením možností participácie aj na interdisciplinárnych projektoch. Popri našom terajšom zariadení laboratória štruktúrnych analýz bude nový prístroj jeho centrálna a hlavná súčasť. Jeho ľahká rekonfigurovateľnosť a obsluha umožní využitie viacerým zaškoleným používateľom. Pôjde o kombináciu viacerých meracích metód aplikovateľných v jednom prístroji. Nový rtg. difraktometer s vysokým rozlíšením umožní snímanie rtg. záznamov rýchlim detektorom v oveľa lepšej kvalite a dynamickom rozsahu než doteraz. Tento multifunkčný systém umožní popri meraniach práškových vzoriek aj merania monokryštálov, tenkých a amorfných vrstiev v módoch: 1. rtg. difrakcia – štandardné rozlíšenie v paralelnom prípadne rozbiehavom zväzku (Bragg-Brentano) pre

meranie rtg. záznamov polykryštalických vzoriek. Využitím najposlednejších špičkových viacbodových detektorov, ktoré dokážu naraz zosnímať spektrum v istom uhlovom rozsahu s prijateľným rozlíšením je možné aj **100x** zrýchliť merania. To bude veľkou výhodou hlavne pri rutinných kontrolách väčších množstiev vzoriek a pri vzorkách so slabým signálom. Tento mód ponúka určenie štruktúry, kvantitatívnu fázovú analýzu, určovanie veľkosti zŕn a prítomnosť textúr a pnutí.

2. **rtg. difrakcia s vysokým rozlíšením** – s divergenciou primárneho zväzku $<0.005^\circ$ pri vysokej intenzite primárneho zväzku s využitím aj parabolického zrkadla a s možnosťou mapovania recipročného-uhlového priestoru so zaradeným monokryštálom analyzátora pred bodovým detektorom, alebo s použitím rýchleho 1D- detektora. V tomto móde napríklad budeme môcť ex-situ charakterizovať tenké epitaxné vrstvy, ich hrúbku, mriežkové neprispôsobenie k podložke, kvalitu, prítomnosť defektov, vnorených nanoštruktúr a iných objektov. Pri mapovaní recipročného priestoru nás zaujíma vzájomná orientácia rôznych mriežkových systémov v rámci jednej vzorky a z difúzneho rozptylu v okolí koherentných maxim aj štatistická informácia o type, tvare a kvantite vnorených objektov.
3. **rtg. reflektivita a rozptyl pod malými uhlami** – meranie odrazeného a rozptýleného rtg. žiarenia v oblasti malých uhlov (rádove $0^\circ - 10^\circ$) v blízkosti počiatku recipročného priestoru s dostatočným rozlíšením aj pre mapovanie. K rozlíšeniu a k potlačeniu šumu významne prispeje aj nastaviteľný brit (knife edge), ktorým sa čiastočne tiež odtieni nežiadúci vplyv neodrazeného primárneho zväzku pri najnižších uhlových pozíciách. Tento mód ponúka určiť hrúbky aj amorfných vrstiev v rozsahu 1–500nm s presnosťou aspoň 2%, drsnosť rozhraní v rozsahu 0–5nm s presnosťou $\pm 0,2\text{nm}$ a materiálovú hustotu vzoriek s presnosťou $\pm 0,05\text{g/cm}^3$. Keďže pri rtg. reflektivite nad uhlom totálneho odrazu prudký pokles intenzity je úmerný $\sim \theta^{-4}$, je potrebné aby prístroj umožňoval merania v širokom dynamickom rozsahu aspoň 10^7 pulzov za sekundu.
4. **textúra a pnutia** – s využitím Eulerovej kolísky získavanie informácií o preferenčnej mriežkovej orientácii vzoriek, napr. u orientovaných tenkých vrstiev na monokryštáloch. Spolu s rýchlym detektorom je možné vo veľmi krátkom čase získať zo siete záznamov polárne grafy. S tým je spojená možnosť merať reziduálne pnutia aj vzoriek nepravidelných tvarov.

	5. GID (<i>grazing incidence diffraction</i>, alebo tiež <i>in-plane diffraction</i>) – usporiadanie, kedy je rovina povrchu vzorky takmer rovnobežná s difrakčnou rovinou a difrakcia nastáva od mriežkových rovín ktoré ležia približne kolmo na povrch vzorky. Pri meraniach na veľmi tenkých vrstvách sa takýmto spôsobom dá výrazne potlačiť signál od podložky. Využitie má tento mód aj pri určení laterálnych rozmerov zŕn, pri priamom určení in-plane mriežkového neprispôsobenia. 6. všetky vyššie uvedené módy v závislosti od teploty - Súčasťou systému bude aj vysokoteplotná komora, ktorá kvalitatívne významne posunie úroveň rtg. záznamov s možnosťou napríklad detailne sledovať priebeh teplotnej expanzie mriežky a fázových zmien. Práve pri týchto meraniach s meniacou sa teplotou je výhodné použiť rýchly detektor, ktorý dokáže v statickom režime naraz zaznamenať spektrum v istom uhlovom rozsahu. Najšpičkovejšie rtg. zariadenia bežne obsahujú okrem riadiaceho softvéru aj rýchly vyhodnocovací softvér pre každý merací mód s využitím materiálových databáz, čo doteraz v našom laboratóriu chýba. Vysoká intenzita primárneho zväzku, vysoká rýchlosť meraní, držiak viacerých vzoriek a chladiaca jednotka s vnútorným obehom umožnia znížiť prevádzkové náklady prístroja.
Metodológia aktivity	Po realizácii aktivity 1.1 budú hlavné činnosti nasledovné: - inštalácia rtg. difrakcie - testovanie a adjustácia celého prístroja - zaškolenie obsluhy - začatie rutinných meraní Predchádzajúce činnosti budú realizované v spolupráci s dodávateľskou spoločnosťou.
Výstupy (výsledky) aktivity	Hlavným výstupom bude vybudovanie funkčného Laboratória výskumu plazmových procesov a analýz. Toto laboratórium umožní výskum v oblasti: - materiálového výskumu - širokého spektra priemyselných a technologických aplikácií Hlavné medzníky v realizácii aktivity sú: - inštalácia rtg. difrakcie - testovanie a adjustácia celého prístroja - zaškolenie obsluhy - začatie rutinných meraní Táto aktivita je jednoznačne previazaná so všetkými ostatnými aktivitami v rámci tohto projektu vďaka čomu vytvára synergický efekt pri riešení komplexných výskumných projektov <u>Vlastnosti hlavných súčastí systému:</u> • zdroj vysokého napätia a prúdu pre röntgenovú lampu – tzv. rtg. generátor s typickými parametrami u bežných najnovších laboratórnych zariadení tejto veľkosti: 3kW (max. vys. napätie

- 60kV, max. prúd 60mA), stabilita prúdu a napätia <0.01%
- zdroj rtg. žiarenia – röntgenová lampa s fixnou medenou anódou, ktorá je najbežnejšie používaná pri štruktúrnych analytických metódach, v prevedení LFF (*long fine focus*) v držiaku s možnosťou využitia čiarového aj bodového ohniska s maximom príkonu aspoň 1,8kW.
- vysoko presný štvorkruhový goniometer $\theta/2\theta$ s Eulerovou kolískou s náklonom a azimutom a s držiakom vzoriek s možnosťou nastavenia v pravouhlých súradniciach x, y, z. Tabuľka zhrňa minimálne parametre goniometra u štandardných špičkových systémov:

Eulerova kolíska je nevyhnutná pre text

7 motorizovaných pohybov	rozsah	najmenší krok a reprodukovateľnosť
rotácia vzorky ω	0°-90°	0,0001°
rotácia detektora 2θ	0° – 150°	0,0001°
náklon ψ	-2° - 90°	0,01°
azimut ϕ	0° - 360°	0,01°
x	+/- 25mm	0,05mm
y	+/- 25mm	0,05mm
z	0 – 10 mm	0,01 mm

úru analýzu mapovaním, pre merania pnutí, pri určovaní náklonu mriežkových rovín vzhľadom na rovinný povrch vzoriek (*misut*), pri mapovaní recipročného priestoru, a vôbec pri meraniach rtg. rozptylu s vysokým rozlíšením na epitaxných vrstvách a monokryštáloch je nutné aj presné nastavenie vo všetkých stupňoch voľnosti. Okrem toho je Euler. kolíska zvyčajne jedným z nutných prvkov pri GID meraniach. Držiak vzoriek umožní naraz umiestniť niekoľko menších vzoriek, takže umožní aj sadu niekoľkých meraní súvisle za sebou bez prítomnosti operátora.

- monochromátor v primárnej optickej časti - najčastejšie používaný je špeciálne vyrezaný monokryštál germánia s niekoľkými odrazmi v kombinácii s ďalšími optickými prvkami
- multivrstvové parabolické zrkadlo pre paralelizáciu zväzku s divergenciou <0.03°
- sada vertikálnych aj horizontálnych štrbín pre primárny aj difraktovaný zväzok
- *pin-hole*, kapilára, alebo taká sada štrbín a optických prvkov, ktoré vymedzia, prípadne sfokusujú zväzok na malú plochu <1mm² čo umožní s použitím rýchleho 1D-detektora sústrediť požadovanú informáciu aj pri malom objeme/ploche vzoriek
- manuálny (alebo automatizovaný) viacstupňový absorber pre tlmenie vysokej intenzity je nutným doplnkom pri meraniach s vysokým dynamickým rozsahom signálu napr. difrakcia na tenkých vrstvách na monokryštalických podložkách, a merania rtg. reflektivity.
- analyzačný monokryštál pred detektorom - *triple axis mode* je

	pri použití bodového detektoru nevyhnutná súčasť pre mapovanie recipročného priestoru • ďalšie alternatívne prvky podľa daných možností dodávaného systému (napr. druhé zrkadlo pre <i>mirror-mirror setup</i>, Solerov kolimátor) tak aby bolo možné merať vo všetkých vyššie uvedených módoch • bodový detektor s linearitou aspoň do 10^5 pulzov za sekundu je vhodný hlavne v prípade, kedy rozlíšenie 1D/2D detektoru nebude stačiť • vysoko rýchlostný 1D prípadne 2D -detektor s linearitou aspoň do 3×10^4 pulzov za sekundu na pixel a s možnosťou zaznamenať aj statické spektrum, umožní urýchlenie štandardných difrakčných záznamov aspoň 100x, s nízkym šumom, bez chladenia vodou a bez plynnej náplne, vhodný aj pre Rietveld analýzu • vysokoteplotná polgul'ová komôrka (napr. typu AntonPaar) pre <i>in-situ</i> merania s vysokou teplotou aspoň do 1100°C vo vákuu, v inertnej atmosfére alebo na vzduchu. • súčasťou najmodernejších prístrojov je aj software (SW) pre automatický zber dát a zobrazovanie nameraných údajov, kde je možné naprogramovať rôzne kombinácie pohybov pri zázname • SW pre kvalitatívnu aj kvantitatívnu štruktúrnú fázovú analýzu schopný pracovať s ICDD PDF2 databázou • SW pre spracovanie meraní textúr a napätí • software pre vyhodnocovanie a analýzu HRXRD spektier s možnosťou fitovania • software pre vyhodnocovanie a analýzu XRR spektier s možnosťou fitovania • celý systém spĺňa najprísnejšie požiadavky pre radiačnú ochranu zakrytovaním celého systému v skrini s olovenými oknami a ochrannými obvodmi prepojenými s uzávierkou okienka rtg. lampy, s takými vlastnosťami, že obsluhujúci personál okrem servisného nebude podliehať osobnej dozimetrii vodný chladiaci agregát s uzavretým cyklom (recirculating air-water chiller) s chladiacou kapacitou aspoň 3kW.
--	--

Podrobný opis aktivity	
Číslo a Názov aktivity	Aktivita 2.1 Vybudovanie IT infraštruktúry
Cieľ aktivity	Vybudovanie prierezovej IT infraštruktúry pre potreby získavania, vyhodnocovania, distribúcie a zdieľania dát vedeckých pracovníkov fyziky kondenzovaných látok a akustiky
Termín realizácie aktivity (štvrt'rok/rok)	III/2009 – II/2010
Opis aktivity	Obsahom aktivity je - vybudovanie klastra poskytujúceho výpočtové a úložné kapacity potrebné pre analýzu dát získaných primárnymi meraniami na laboratórnych prístrojoch (vrátane spracovania

	sekundárnych dát), - napojenie na existujúcu počítačovú sieť pre prenos, distribúciu a zdieľanie dát V rámci tejto aktivity budú realizované nasledovné činnosti: - inštalovanie klastra - inštalovanie prepojenia klastra k existujúcej počítačovej sieti - prepojenie laboratórnych zariadení prostredníctvom stanovených rozhraní do počítačovej siete - testovanie systému spustenie regulárnej prevádzky
Metodológia aktivity	Po realizácii aktivity 1.1 budú hlavné činnosti nasledovné: - inštalovanie klastra - napojenie klastra k existujúcej počítačovej sieti - prepojenie laboratórnych zariadení prostredníctvom stanovených rozhraní do počítačovej siete - testovanie systému - spustenie regulárnej prevádzky Predchádzajúce činnosti budú realizované v spolupráci s dodávateľskou spoločnosťou. Ako riziká boli identifikované predovšetkým: - riziko nefunkčnosti alebo obmedzenej funkčnosti IT infraštruktúry - riziko nedostatočného zvládnutia obsluhy IT infraštruktúry Na elimináciu týchto rizík boli prijaté opatrenia na úrovni projektu, a to: - testovanie systému pred uvedením do regulárnej prevádzky - zaškolenie obsluhy dodávateľom
Výstupy (výsledky) aktivity	Aktivita bude mať dva fyzické výstupy: - klaster - napojenie klastra a laboratórnych zariadení na existujúcu počítačovú sieť FMFI UK Klaster bude min. 64 procesorový s dátovým úložiskom na úrovni min. TB. Existujúca počítačová sieť je typu gigabit ethernet (priepustnosť 1000MB/s). Po prepojení bude prepájať laboratória rádioanalytických metód, prípravy vzoriek a meraní, výskumu plazmových procesov a analýz. Bude slúžiť ako prierezová infraštruktúra slúžiaca na podporu výskumných prác na týchto pracoviskách. Táto aktivita je teda previazaná so všetkými ostatnými aktivitami v rámci tohto projektu vďaka čomu vytvára synergický efekt pri riešení komplexných výskumných projektov. Hlavné medzníky v realizácii aktivity sú: - inštalovanie klastra - napojenie klastra k existujúcej počítačovej sieti - prepojenie laboratórnych zariadení prostredníctvom stanovených rozhraní do počítačovej siete - testovanie systému - spustenie regulárnej prevádzky Medzníky budú zdokumentované a nasledovne:

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">- inštalovanie klastra – čiastkový preberací protokol- napojenie klastra k existujúcej počítačovej sieti – čiastkový preberací protokol- prepojenie laboratórnych zariadení prostredníctvom stanovených rozhraní do počítačovej siete – čiastkový preberací protokol- testovanie systému – testovací protokol <p>spustenie regulérnej prevádzky – záverečný preberací protokol,
protokol o zaškolení obsluhy</p> |
|--|---|

