Dlhodobý zámer Prírodovedeckej fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach vo vede a výskume na obdobie rokov 2012 až 2017

Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach dosahuje dlhodobo z celoslovenského pohľadu významné vedecké výsledky vo všetkých odboroch vedeckej činnosti, ktoré sa na fakulte realizujú. Odrazom toho jej bohatá publikačná aktivita, medzinárodné kontakty, poskytovanie služieb verejnosti a spolupráca s praxou. Napriek tomu, že celospoločenská situácia nepraje rozvoju vedy a techniky (podiel výdavkov na vedu a výskum na Slovensku je dlhodobo pod úrovňou 1% HDP, pričom podľa stratégie *Európa 2020* má predstavovať až 3% HDP), je PF UPJŠ etablovaná medzi poprednými fakultami na Slovensku, s ambíciou získať rovnakú pozíciu aj v rámci európskeho výskumného priestoru. Jej výsledky vo vede a výskume sú prinajmenšom porovnateľné s výsledkami Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK a Prírodovedeckej fakulty UK, o čom svedčia aj každoročné výsledky hodnotenia vedeckého výskumu na slovenských vysokých školách nezávislou agentúrou ARRA. Kvalita PF UPJŠ sa prejavuje aj úspešnosťou pri čerpaní štrukturálnych fondov Európskej únie v oblasti vedy a výskumu. Na fakulte vzniklo v poslednom období viacero Centier excelentnosti, aj vďaka ktorým sa zlepšilo vybavenie viacerými unikátnymi alebo špičkovými prístrojmi zvlášť vo fyzike a v biológii, ale aj v ďalších odboroch.

Je pozoruhodné, že kľúčové osobnosti vedy a manažéri výskumu na fakulte vystihli v uplynulých rokoch veľmi dobre budúce smerovanie svojich odborov a orientovali hlavné línie výskumu na oblasti, ktoré sa neskôr z celoeurópskeho pohľadu dostali do popredia aj v novom rámcovom programe pre výskum a inovácie *Horizont 2020*. V rámci priorít *Excelentná veda*, *Vedúce postavenie priemyslu* a *Spoločenské výzvy* sa do tohto programu dostali na popredné miesta informačné a komunikačné technológie, nanotechnológie, materiálový výskum, výskum vesmíru, biotechnológie, ale aj biomedicínsky výskum a široký záber ekologických a environmentálnych štúdií, ktoré majú prispievať k obnoviteľnému využívaniu biologických zdrojov a ekosystémov. Potenciál na zapojenie sa do týchto programov majú všetky ústavy PF UPJŠ. Tieto by mali byť v tomto období hnacím motorom pre čo najširšie využitie možností, ktoré v súčasnosti ponúkajú pripravované univerzitné vedecké

parky aj výzvy zo štrukturálnych fondov EÚ. Rezervy sú zatiaľ predovšetkým v zapojení do medzinárodných projektov a aplikácií výstupov základného výskumu do praxe. Tu sa ponúkajú príležitosti prostredníctvom rámca Európskeho výskumného priestoru (EVP), ktorý ma Európska komisia predstaviť v roku 2012. EVP znamená vybudovanie skutočného jednotného trhu v oblasti poznatkov, výskumu a inovácií, ktorý umožní výskumným pracovníkom, výskumným inštitúciám a podnikom pracovať, súťažiť a spolupracovať naprieč hranicami.

Napriek stanoveným prioritám vo vede - od európskeho až po fakultný rozmer - je pre zabezpečenie kvalitnej výučby na fakulte potrebné udržať širší záber výskumných aktivít, ktoré sú základom pre rozvoj poznania a zároveň vytvorenia bázy, ktorá sa dá použiť pri riešení nových výziev, ktoré môže priniesť budúcnosť. V jednotlivých vedných oblastiach sú to nasledujúce priority:

Biológia a ekológia

- **Biomedicínsky** výskum sa bude orientovať predovšetkým na prírodné látky s protinádorovou aktivitou a ich účinky na nádorové bunky in vitro a experimentálne modely in vivo. Ide o komplexné poňatie problematiky, ktorá sa premietne do maximálnej možnej miery integrácie z hľadiska obsahového zamerania (gény biosyntézy bioaktívnych látok s cytostatickým, resp. cytotoxickým účinkom, biotechnologická alternatíva ich produkcie, mechanizmy pôsobenia na cieľové bunky), ale aj inštitucionálnej integrácie s dôrazom na zvyšovanie kvality výsledkov a výstupov.
- Štúdium v oblasti **neurobiológie** bude zamerané na vývinové procesy počas formovania nervového systému a na odhalenie vrodených reparatívnych mechanizmov využiteľných pre reparáciu poškodeného tkaniva, prípadne zastavenie alebo spomalenie degeneračných zmien. Procesy, ktoré sa postupne zapájajú pri diferenciácii jednotlivých typov buniek nervového tkaniva, ich súčinnosti, nadobudnutie schopnosti tvorby akčného potenciálu, jeho prenosu a jeho regulácie môžu byť kľúčom k pochopeniu regeneračného potenciálu a možnému využitiu aplikácie v klinickej praxi. Ďalšou oblasťou tohto výskumu bude štúdium úlohy neuroregeneratívnych procesov na zachovaní funkčnej a morfologickej integrity nervového systému po pôsobení stresových faktorov.
- Výskum v **oblasti botaniky, zoológie** v prepojení s ekologickým výskumom sa bude orientovať na štúdium biodiverzity rastlinných a živočíšnych druhov, ich fylogenézy, ako aj interakcií organizmov medzi sebou vo vybraných typoch habitátov, napr. vo vodnom prostredí, v pôde, jaskyniach resp. na substrátoch so zvýšeným množstvom ťažkých kovov.
- V rámci **ekologického štúdia** sa vedeckovýskumná činnosť bude orientovať na výskum vplyvu abiotického stresu na rastliny (ťažké kovy, UV žiarenie a pod.) resp. biotickým interakciám medzi organizmami, rastlinami ako aj živočíchmi (najmä symbiotické spolužitie). Štúdium tohto fenoménu sa bude realizovať od úrovne rastlinných a živočíšnych spoločenstiev až po molekulovú úroveň. V rámci aplikovaného ekologického výskumu budeme testovať využitie niektorých druhov organizmov v biomonitoringu znečistenia prostredia, najmä zlúčeninami dusíka a ťažkými kovmi.

Fyzika

- V oblasti **astronómie a astrofyziky** vedeckovýskumná činnosť bude zameraná najmä na výskum intermediálnych polarov, so zameraním na prejavy aktivity týchto objektov vo vizuálnej, ako aj röntgenovej oblasti spektra, hľadania fyzikálnych mechanizmov zodpovedných za pozorovanú

aktivitu širokej palety interagujúcich dvojhviezd od bezmála dotykových systémov až po magnetické kataklizmatické premenné hviezdy.

- Vedeckovýskumná činnosť v oblasti **biofyziky** má interdisciplinárny charakter a je nasmerovaná predovšetkým do biomedicíny a to predovšetkým skorej diagnostiky a selektívnej liečby nádorových ochorení, metodicky do oblasti optickej spektroskopie a mikroskopie vysokého časového a spektrálneho rozlíšenia a bioenergetiky. Ide najmä o štúdium konformácií biologických makromolekúl a ich interakcií s liečivami, štúdium kolektívnych javov v biologických štruktúrach, molekulové modelovanie a modelovanie v oblasti systémovej biológie, vývoj transportných systémov pre selektívny transport liečiv, štúdium fyzikálno-chemického mechanizmu protinádorového pôsobenia liečiv v bunkách a *in vivo* (chorioalantoická membrána).
- Výskumné zameranie v oblasti **jadrovej a subjadrovej fyziky** je orientované hlavne na interakcie ťažkých iónov a nukleónov pri ultrarelativistických energiách a interakcie ľahkých jadier pri stredných energiách. Cieľom výskumu je štúdium vlastností štruktúry hmoty na malých vzdialenostiach (kvarková úroveň), charakteristík jadrových síl, mechanizmov reakcií, prejavov spinovej štruktúry jadier a polarizačných charakteristík. Súčasťou zamerania je aj aplikovaná jadrová fyzika s dôrazom na medicínske využitie jadrového žiarenia.
- V oblasti **fyziky kondenzovaných látok** vedecká činnosť bude zameraná na štúdium magnetických excitácií v nízkorozmerných a geometricky frustrovaných magnetických systémoch a molekulových magnetoch, na skúmanie magnetických vlastností systémov so silne korelovanými elektrónmi, na koreláciu štruktúry a intrinzických vlastností feromagnetík s rôznou atómovou štruktúrou (amorfnou, nanokryštalickou a polykryštalickou) a ich procesy premagnetovania. Ďalším smerom vo výskumnej činnosti je rozvoj nanotechnológie a nanosupravodivosti.
- V oblasti **teoretickej fyziky** vedeckovýskumná činnosť bude zameraná najmä na rozvoj analytických a numerických metód pre teoretické štúdium magnetických vlastností látok, štúdium vlastností geometricky frustrovaných spinových systémov, štúdium turbulencie metódami kvantovej teórie poľa, aplikácie metód štatistickej fyziky na vybrané problémy ekonómie (ekonofyzika).
- Základným zameraním vedecko-výskumnej činnosti **v oblasti didaktiky fyziky** v je výskum moderných didaktických metód výučby, popularizácie fyziky a práce s talentovanou mládežou na všetkých stupňoch vzdelávania. Ďalšou oblasťou vedecko-výskumnej činnosti výskum efektívnosti aplikácie didaktických prostriedkov výučby, akými sú napr. digitálne technológie a rôzne podoby fyzikálnych experimentov.

Chémia

- Prioritnou orientáciou výskumu v rámci **anorganickej chémie** bude štúdium nízkorozmerných magnetík na báze komplexných zlúčenín, štúdium nanopórovitých materiálov pre sorpčné, magnetické a biologické aplikácie, ako aj štúdium koordinačných zlúčenín medi a zinku s potenciálnou biologickou aktivitou.
- V **analytickej chémii** bude hlavným zámerom vytvorenie a modernizácia analytických postupov, vhodných na prekoncentrovanie a stanovenie analytov spektrálnymi a chromatografickými metódami, vývoj nových mikroextrakčných technik, automatizácia a využitie alternatívnych energií pre vylepšenie analytických charakteristík metód, a tiež optimalizácia metód analyticko-chemického výskumu v oblasti monitoringu životného prostredia a ich aplikácia v priemyselne zaťažených oblastiach

- Základným zameraním vedeckého výskumu v oblasti **biochémie** bude štúdium vplyvu rôznych podmienok ako je napríklad vplyv rôznych katiónov, teploty, osmolarity a nízkomolekulárnych ligandov (potencionálnych liečiv) na štruktúrne vlastnosti biomakromolekúl so zameraním hlavne na proteíny a nukleové kyseliny ako aj interakcie nanočastic s týmito molekulami.
- Vedecký zámer vo **fyzikálnej chémii** počíta s prípravou a charakterizáciou nanoštrukturovaných funkčných povrchov a povlakov a hodnotením ich funkcionality v závislosti od štruktúry s väzbou na podmienky prípravy. Tiež bude študovaná primárna aplikácia pripravených povrchov a materiálov v senzorike, katalýze a Li-iónových batériách
- V oblasti **organickej chémie** sa ťažisko výskumu sústredí do štúdia stereoselektivity sigmatropných prešmykov - asymetrická syntéza sfingofungínu, ceramidov a aminosacharidov, asymetrické tranzitné stavy a mechanizmy stereoselektívnych sigmatropných reakcií. Dôležitým prvkom bude aj vývoj nových metód syntézy prírodných spiroindolových derivátov a ich analógov s predpokladanou protinádorovou aktivitou zo skupiny fytoalexínov a kaparínov, ako aj syntéza a štúdium vlastností hybridných molekúl vytvorených kombináciou betulínov a spiroindolínových fytoalexínov, či syntéza nových akridínových derivátov s protinádorovou účinnosťou.

Informatika

- Medzi hlavné oblasti plánovaného výskumu patrí **teória automatov, výpočtová zložitosť a konštrukcia efektívnych algorimov**. Tieto oblasti možno zaradiť ku základným pilierom informatiky, a to nie len pre jej význam pre základný teoretický výskum, ale aj kvôli mnohým aplikáciám, najmä v oblasti vyhľadávania textových vzoriek v rozsiahlych neštruktúrovaných súboroch dát, čo má veľký význam napríklad pri antivírovej detekcii či internetových vyhľadávačoch.
- Oblasť **algoritmickej teórie grafov** sa zaoberá vývojom modelov a algoritmov tak v tradičných oblastiach, ako je komunikácia v rôznorodých sieťach, ale nachádza uplatnenie aj v nových oblastiach, ako je napr. biológia (modelovanie haplotypov), biofyzika (predikcia štruktúry a reakcií molekúl). Okrem deterministických prístupov, sú čoraz viac žiadané aproximačné a pravdepodobnostné prístupy.
- Pri **vyhľadávaní informácií v informačnom systéme** sú dôležité metódy, ktoré sa vedia vysporiadať s možnou neurčitosťou ako požiadaviek používateľa, tak i samotných údajov. Preto sa budeme zaoberať skúmaním možnosti aplikácie už existujúcich ale aj nových metód, založených na rôznorodých teoretických výsledkoch z oblastí, ako sú induktívne logické programovanie, aplikovaná algebra, databázové indexovanie, formálna konceptová analýza či počítačová lingvistika.
- Pokračovať bude aj výskum **modelovania a vyhladzovania** zašumených 2D a 3D údajov s komplexnou štruktúrou a v hľadaní vhodných lokálnych a globálnych úsekových schém a kritérií na detekciu uzlov, na báze ktorých môžeme skonštruovať efektívne sekvenčné a paralelné numerické, štatistické a grafické algoritmy.

Geografia

- Profilácia **fyzicko–geografického smeru** je zameraná na krasovú morfológiu a karsológiu so speleológiou a krasovou hydrografiou a hydrológiou, rozvíjanie špecializovaných metód a postupov (granulometria sedimentov, terénny polygón, budovanie základne, optická

mineralógia). Prioritou pritom zostáva rozvoj využívania geografických informačných systémov a ďiaľkový prieskum Zeme, ako aj budovanie segmentu petrograficko - mineralogického ako podporného pre otázky paleokrasu, zvetrávacích procesov, paleotokov a provenienčnosti. Novinkou by mal byť interdisciplinárny výskum v oblasti palynológie a malakozoológie.

- V **smere humánno–geografickom** budú dominantou dve orientácie: demograficko-sídelná, v ktorej pôjde o štúdium demografických trendov najmä na území Východného Slovenska resp. Košického kraja s využitím čerstvých výsledkov Sčítania ľudu, domov a bytov z roku 2011 a prepojenie týchto výskumov na diaľkový prieskum Zeme pri štúdiu urbanizačných a suburbanizačných procesov; druhou orientáciou je výskum v oblasti výrobnej a nevýrobnej sféry. Za perspektívne smery možno považovať tiež politickú geografiu a mikrogeografiu.

Matematika

- Prioritami výskumu v **diskrétnej matematike** budú štúdium topologickej teórie grafov, ohodnotených grafov, farebnosti, nezávislosti a cyklov v grafoch a hypergrafoch, skúmanie kombinatorických a geometrických vlastností konvexných mnohostenov s previazaním na riešenie pakovacích a pokrývacích problémov metódami výpočtovej geometrie.
- V oblasti kombinatorickej optimalizácie je hlavným smerovaním návrh a analýza algoritmov pre riešenie kombinatorických problémov metódami diskrétnej matematiky s dôrazom na aplikácie v informatike a ekonomických modeloch.
- V oblasti **matematickej analýzy** bude pokračovať štúdium kvalitatívnych vlastností riešení diferenciálnych rovníc s posunutým argumentom, systémov neutrálnych diferenciálnych rovníc a štúdium operátorov Toeplitzovho typu s aplikáciami v úlohách matematickej fyziky spojených s integrálnymi transformáciami v časovo-frekvenčnej a waveletovej analýze nestacionárnych signálov.
- V **algebre** je dôraz kladený na skúmanie algebraických štruktúr, ako sú zväzy a ich zovšeobecnenia, čiastočne usporiadané množiny a monounárne algebry. Riešenie reprezentačných problémov štruktúr spojených s algebrami (zväz kongruencií, zväz retraktov, zväz kváziusporiadaní, grupa automorfizmov) a klasifikačných problémov týkajúcich sa tried algebraických štruktúr v súvislosti s algebraickými operátormi.
- V oblasti **ekonomickej a finančnej matematiky** sa bude výskum sústreďovať na skúmanie rozdelenia a vlastností extrémnych hodnôt so zameraním na štatistickú analýzu dát vo finančníctve a poisťovníctve, ako aj využitie metód teórie stochastických procesov na modelovanie rizika poistných a ekonomických procesov. Tiež bude predmetom štúdia skúmanie viacrozmerných štatistických modelov.
- V oblasti **didaktiky matematiky** bude napredovať výskum v problematike matematických kľúčových kompetencií, e-learningovej podpory vyučovania matematiky, vyučovania slovných úloh, diskrétnej matematiky a analýzy dát na základných a stredných školách a matematickej prípravy budúcich učiteľov.

Podpora realizácie cieľov vo vedeckom výskume

Uvedené zámery v jednotlivých vedných oblastiach bude podporovať vedenie fakulty aktivitami, ktoré majú pomôcť vytvoriť prostredie pre naplnenie **strategického cieľa** vedy a výskumu:

podporovať a preferovať kvalitný výskum založený na širokej medzinárodnej spolupráci. Záverečná tabuľka uvádza, o ktoré aktivity a ich merateľné ukazovatele pôjde.

Aktivita na dosiahnutie cieľa	**Merateľné ukazovatele**
1. podporovať rozvoj vedeckej infraštruktúry, podporovať vznik, rozvoj a inštitucionalizáciu centier excelentnosti ako spôsobu koncentrácie a intenzifikácie výskumu, zapojiť sa do vytvárania univerzitných a národných centier excelentnosti; dosiahnuť reálne pokračovanie existujúcich centier prostredníctvom projektov z európskych rámcových programov	• počet projektov a objem získaných prostriedkov • vytvorenie štatútu centier excelentnosti
2. vytvárať podmienky na efektívne využívanie a zdieľanie dostupnej vedecko-výskumnej infraštruktúry	• vytvorenie systému na zdieľanie infraštruktúry
3. podporovať integráciu jednotlivých výskumných tímov v rámci medzinárodného výskumného priestoru a zapájanie sa do významných medzinárodných kolaborácií, cielene podporovať kolektívy, ktoré majú najlepšie predpoklady predovšetkým pre zapojenie sa do rámcových programov EU	• vytvorenie rozvojového fondu a objem prostriedkov v rozvojovom fonde • počet projektov
4. podnecovať interdisciplinárny výskum a spoluprácu	• organizácia celofakutných interdisciplinárnych seminárov • počet projektov interdisciplinárneho charakteru
5. smerovať vedecko-výskumnú činnosť na fakulte k efektívnemu využitiu kapacity riešiteľov a ich zapojeniu do projektov a zámerov zjednocujúcich výskum na úlohách vyplývajúcich z aktuálnych spoločenských potrieb	• počet projektov • kvalita a počet publikačných výstupov
6. hľadať možnosti na čo najobjektívnejšie hodnotenie kvality výskumu a stimuláciu špičkových tímov a jednotlivcov	• revízia systému prerozdeľovania dotačných prostriedkov s prihliadnutím na kvalitu výskumu • objem prostriedkov poskytnutých z rozvojového fondu
7. analyzovať a vytvárať podmienky pre realizáciu aplikovaného výskumu, vytvárať organizačné a legislatívne podmienky transferu výsledkov aplikovaného výskumu do praxe	• zapojenie sa do UVP a VVC • vytvorenie prostredia pre vznik spin-off a start-up projektov
8. podporovať a vytvárať podmienky pre vstup súkromného kapitálu do podpory vedeckých projektov na fakulte	• zriadenie „Rady expertov“ so zastúpením odborníkov z praxe
9. podporovať a rozvíjať vnútorný grantový systém pre mladých vedeckých pracovníkov a doktorandov	• aktualizácia štatútu VVGS, racionalizácia systému • objem finančných prostriedkov na podporu VVGS
10. vytvárať zdroje pre podporu mobilít mladých vedeckých pracovníkov a tvorbu postdoktorandských pozícií na fakulte	• počet vytvorených pozícií • objem vyčlenených finančných prostriedkov