



Biofyzikální ústav

Představování ústavů AV ČR, díl 5.

Institute of Biophysics. Introduction to the Institutes of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Vol. 5

Eva Bártová¹, Jana Žďárská²

¹ Biofyzikální ústav AV ČR, Královopolská 135, 612 00 Brno; bartova@ibp.cz

² Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 00 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Vědci Biofyzikálního ústavu AV ČR se zaměřují především na základní výzkum v oblasti biofyziky, zejména na studium struktury, evoluce, funkcí a dynamiky biologických systémů. Významnou oblastí výzkumu je například sekvenování rostlinných genomů nebo studium účinků kyseliny hyaluronové (hyaluronanu). Na základní výzkum navazuje aplikovaný výzkum, realizovaný ve spolupráci se společnostmi Contipro, která patří mezi přední světové producenty hyaluronanu a jeho derivátů. Vědci ve svém výzkumu využívají široké spektrum metod – od molekulární biologie, biochemie a biofyziky až po bioinformatiku. Činnost ústavu významně přispívá k rozvoji vědeckého poznání, vzdělávání i moderních biotechnologií a zároveň podporuje přenos výsledků výzkumu do praxe.

Cílem našeho seriálu o výzkumných ústavech Akademie věd České republiky je představit jednotlivá pracoviště co nejpodrobněji a nabídnout čtenářům ucelený pohled na jejich historii, zaměření i současnou činnost. Vedle základních informací o vzniku a vývoji ústavů proto přinášíme také rozhovory s jejich řediteli a ředitelkami o vědeckých prioritách a budoucích vizích.

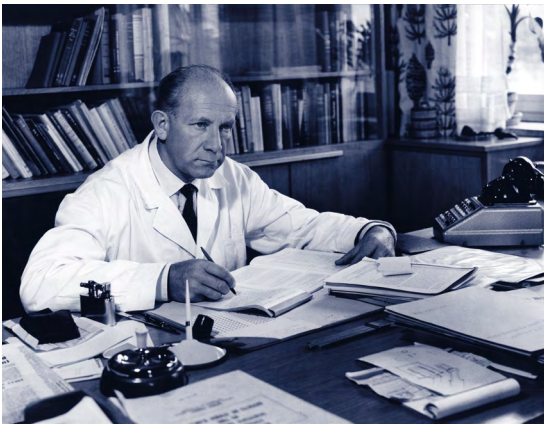
V tomto díle bychom vám rádi představili Biofyzikální ústav AV ČR (BFÚ), který sídlí v Brně na adrese Královopolská 135. Výzkum fyzikálních vlastností biologických systémů má v Brně dlouhou tradici. Počátky biofyziky v bývalém Československu jsou spojeny především se dvěma osobnostmi působícími na Masarykově univerzitě (MU), dříve Univerzitě J. E. Purkyně (UJEP) na počátku 30. let 20. století. Těmito

osobnostmi byli Vilém Laufberger a Ferdinand Herčík, zakladatel Biofyzikálního ústavu AV ČR.

Ferdinand Herčík se ve své vědecké práci věnoval široké škále témat – od účinků ionizujícího záření na živé organismy až po molekulární biofyziku. Právě tyto zájmy jej vedly k iniciativě založit specializované pracoviště, zaměřené na biofyzikální výzkum. Do té doby byla biofyzika jako obor vyučována na Lékařské fakultě UJEP. Dne 1. února 1954 však profesor Herčík založil Laboratoř biofyziky jako součást tehdejší Československé akademie věd. O rok později, 1. ledna 1955, byla laboratoř transformována na Biofyzikální ústav, jehož prvním ředitelem se stal právě profesor Herčík. Ten byl kromě jiného expertem a místopředsedou Rady guvernérů Mezinárodní agentury pro atomovou energii ve Vídni, expertem UNESCO



Obr. 1 Historická fotografie hlavní budovy Biofyzikálního ústavu Akademie věd ČR zachycuje objekt, který byl stavěn v 60. letech minulého století. Budova představuje typickou architekturu té doby s důrazem na funkčnost a reprezentativní vzhled vědecké instituce. Fotografie dokumentuje původní podobu objektu, jehož konstrukce a fasáda odrážejí tehdejší stavební styl a technologické možnosti. Historický snímek zároveň poskytuje kontext pro porovnání s moderní podobou ústavu a připomíná dlouhou tradici vědeckého výzkumu, která zde probíhá.



Obr. 2 Portrét prof. Ferdinanda Herčíka, zakladatele Biofyzikálního ústavu Akademie věd ČR. Významná osobnost české vědy, která stála u zrodu ústavu a významně ovlivnila rozvoj biofyziky v Československu.

v Paříži i Světové zdravotnické organizace v Ženevě pro radiobiologii.

V počátečních letech se výzkum ústavu soustředil především na radiobiologii. Po smrti profesora Herčíka v roce 1966 byl ředitelem zvolen jeho bývalý vědecký tajemník Zdeněk Karpfel. Pod jeho vedením se výzkumné zaměření postupně posunulo směrem k buněčné a molekulární biofyzice. Od roku 1970 byl výzkum ústavu zapojen do mezinárodních programů, například vesmírného programu Interkosmos, a rozvíjela se také bilaterální spolupráce se zahraničními institucemi.

Od té doby se ústav postupně rozšiřoval až do dnešní podoby. V současnosti zaměstnává přibližně 180 pracovníků, z nichž více než polovinu tvoří vědeckí pracovníci a doktorandi. V roce 2007 se ústav stal veřejnou výzkumnou institucí. Ve vedení ústavu se dosud vystřídalo šest ředitelů; současnou ředitelkou je profesorka Eva Bártová, členka Evropské molekulární biologické organizace (EMBO).

V současné době se vědci Biofyzikálního ústavu AV ČR zaměřují na základní výzkum v oblasti biofyziky, tedy na studium struktury, evoluce, funkce a dynamiky biologických systémů. Vědci při svém výzkumu využívají široké spektrum metod – od molekulární biologie, biochemie a biofyziky až po bioinformatiku. Činnost ústavu přispívá k rozvoji vědeckého poznání, vzdělanosti i moderních biotechnologií a podporuje také přenos výsledků výzkumu do praxe. Například v oblasti sekvenování rostlinných genomů nebo v kontextu účinků kyseliny hyaluronové (hyaluronanu) se výzkum v Biofyzikální ústav AV ČR soustředí především na základní biologické a biofyzikální mechanismy jejího působení v organismu a na jejich využití pro medicínské aplikace. Aplikovaný výzkum je úzce propojen s českou biotechnologickou firmou Contipro, která patří mezi světové výrobce hyaluronanu a jeho derivátů.

Více informací o činnosti ústavu naleznete na jeho webových stránkách: <https://www.ibp.cz/cs/>

Biofyzikální ústav z pohledu ředitelky Evy Bártové

■ **Jana Žďárská:** *Jak hodnotíte Biofyzikální ústav z pohledu jeho vědeckého zaměření, kvality probíhajícího výzkumu a jeho přínosu v rámci současné vědecké komunity?*

Eva Bártová: Biofyzikální ústav z historického i současného pohledu vnímám jako centrum výzkumu nukleových kyselin, a to jak na úrovni strukturní a konformační, tak i funkční. Nukleové kyseliny zkoumáme pomocí pokročilých biofyzikálních metod, jako jsou fluorescenční techniky FRET¹ a FRAP², výpočetní chemie a v neposlední řadě CD³ spektroskopie. Troufám si říct, že vědci Biofyzikálního ústavu patří k nejlepším na světě ve využití CD spektroskopie ke studiu nekanonických struktur nukleových kyselin, jako jsou G-quadruplexy a R-smyčky. Výzkum nukleových kyselin má na našem pracovišti dlouholetou tradici, která sahá až k etablování elektrochemie jako samostatného vědního oboru, jehož zakladatelem byl profesor Emil Paleček. Řada vědců a vědkyň ústavu se zároveň věnuje výzkumu epigenetiky, zejména posttranslačních modifikací histonů a modifikací nukleových kyselin. Značný počet absolventů a bývalých pracovníků ústavu dnes vede významné výzkumné týmy, například na pracovišti CEITEC při Masarykově univerzitě. Navíc řada studentů po absolvování Ph.D. získala postdoktorandské pozice na prestižních zahraničních pracovištích, jako jsou UCLA, NCI-NIH v Bethesda, Stanford University nebo Oxford University v Londýně.

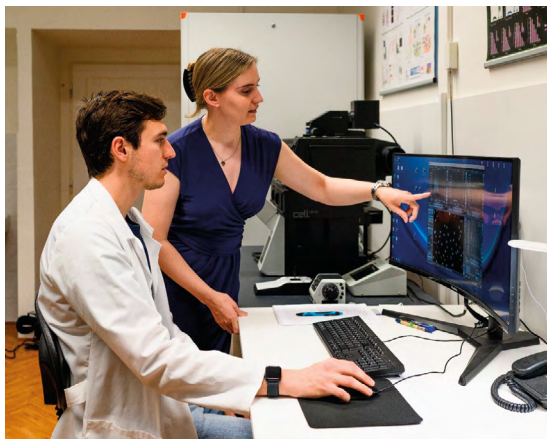
■ **JŽ:** *Mohla byste nám představit Biofyzikální ústav z pohledu jeho organizační struktury, vnitřního členění a fungování jednotlivých pracovišť?*

EB: Ústav je dnes rozdělen do deseti vědeckých oddělení, která pokrývají široké spektrum biofyzikálního výzkumu, od molekulární biofyziky a epigenetiky přes cytogenetiku, molekulární onkologii či vývojovou genetiku rostlin až po biofyziku imunitního systému. Podle posledního mezinárodního hodnocení

- 1 FRET – Fluorescence Resonance Energy Transfer (fluorescenčně detekovaný rezonanční přenos energie).
- 2 FRAP – Fluorescence Recovery After Photo-bleaching (obnovení fluorescence po vybělení světlem).
- 3 CD – cirkulární dichroismus (metoda optické spektroskopie).



Obr. 3 Návštěva prvního československého kosmonauta Vladimíra Remka (vpravo) na přelomu let 1978–1979 v prostorách Biofyzikálního ústavu. Na fotografii je rovněž zachycen kolega doktor Antonín Vacek (vlevo). Snímek dokumentuje významnou událost v historii československé vědy a kosmonautiky, kdy osobnosti vědeckého a vesmírného výzkumu navázaly osobní kontakt a diskutovaly o možnostech aplikace biofyzikálních metod ve výzkumu vesmíru. Fotografie působí historicky a připomíná mezinárodní význam ústavu i jeho vědeckých spoluprací.



Obr. 4 Významná vědkyně Hana Polášek-Sedláčková se se svým týmem ve svém výzkumu DNA zaměřuje především na studium mechanismů, které zajišťují správný průběh replikace DNA v lidských buňkách.

patří Biofyzikální ústav mezi velmi úspěšná pracoviště Akademie věd ČR. Každoročně zde vzniká přibližně sto původních vědeckých prací, publikovaných v prestižních mezinárodních časopisech s přísným recenzním řízením. Tyto výsledky mají často obecný význam pro další výzkum a jsou široce citovány vědci po celém světě.

JŽ: *Biofyzikální ústav se věnuje zejména studiu struktury, funkce a dynamiky biologických systémů. Jaké klíčové cíle tato významná vědecká instituce sleduje a jaký význam má její výzkum?*

EB: Cílem vedení Biofyzikálního ústavu je i nadále posilovat jeho postavení jako špičkového centra excelentního výzkumu na národní i mezinárodní úrovni. Biofyzikální ústav chce vytvářet prostředí, které přitahuje talentované vědce a umožňuje vznik průlomových objevů, přispívajících ke zlepšení kvality lidského života. Významnou součástí činnosti ústavu je také získávání národních, ale i zahraničních grantů. V minulosti vědci ústavu realizovali projekty, podporované například Wellcome Trust, Howard Hughes Medical Institute v USA, dále pak projekty financované z norských fondů nebo programu Horizon Europe 2020. V současnosti se mladá vědkyně Dr. Hana Polášek-Sedláčková věnuje prestižnímu projektu Evropské molekularně biologické organizace (EMBO) a získala také Marie Curie Individual Fellowship, podporující její výzkum replikace DNA.

JŽ: *Mohla byste nám blíže představit, čemu se věnuje zmiňovaný výzkum Hany Polášek-Sedláčkové a jaký význam mohou mít jeho výsledky pro další rozvoj biologie či medicíny?*

EB: Tento výzkum se týká replikace DNA a stability genomu. Pokaždé, když se lidská buňka rozdělí, musí přesně zkopírovat veškerou svou genetickou informaci. Tento proces, známý jako replikace DNA, je jedním ze základních principů života. Přestože se může zdát samozřejmý, jedná se o mimořádně složitý a přísně regulovaný děj. I malé chyby mohou vést k poškození genomu, vzniku mutací a v konečném důsledku k rozvoji závažných onemocnění, včetně rakoviny. Porozumět tomu, jak buňky tento proces zvládají a jak reagují na situace, kdy se něco pokazí, patří mezi klíčové otázky současné biologie.

<https://ccf.fzu.cz>

JŽ: *Na jaké specifické aspekty dané problematiky se výzkumná skupina Hany Polášek-Sedláčkové soustřeďuje a jaké hlavní výzkumné cíle v této oblasti sleduje?*

EB: Zaměřuje se především na studium mechanismů, které zajišťují správný průběh replikace DNA v lidských buňkách. Zvláštní pozornost skupina věnuje tzv. replikačnímu stresu, tedy situacím, kdy replikační aparát narazí na překážky a nemůže postupovat standardním způsobem. Tyto stavy jsou typické například pro nádorové buňky a představují riziko jak pro stabilitu genomu, tak i potenciální slabinu, kterou lze terapeuticky využít.

JŽ: *Co se v rámci tohoto výzkumu doposud podařilo zjistit, objevit nebo dosáhnout a jaké jsou dosavadní nejvýznamnější výsledky?*

EB: V nedávné vědecké práci skupina odhalila nové regulační mechanismy, které kontrolují sestavování a funkci replikačních komplexů, a ukázala, že buňky disponují sofistikovanými kontrolními procesy, zajišťujícími kvalitu klíčových „motorů“ replikace DNA ještě před jejím zahájením [1]. Vedle studia těchto biologických principů se tato výzkumná skupina věnuje také vývoji nových metod. Tito vědci nedávno vyvinuli unikátní nástroj, umožňující selektivní izolaci proteinových variant z živých buněk na základě jejich „stáří“, což dosud nebylo možné [2]. Ve spolupráci s dánskými kolegy pak přispěli k pochopení toho, jak buňky vnímají limity replikace DNA. V práci [3] se podíleli na objevu mechanismu, kterým buňky detekují vyčerpání replikačních faktorů a aktivují ochranné odpovědi, čímž předcházejí poškození genomu.

JŽ: *Jakým způsobem výzkumný tým těchto výsledků dosahuje a jaké metody, přístupy či technologie při své práci využívá?*

EB: K dosažení těchto výsledků používá skupina Dr. Polášek-Sedláčkové kombinaci buněčné biologie, moderní mikroskopie a kvantitativní analýzy obrazu. Klíčovou roli v jejich výzkumu hraje tzv. vysokoobsahová mikroskopie, která jim umožňuje sledovat tisíce



Obr. 5 Profesor Jiří Šponer, nejvýznamnější vědec BFÚ, se spolu se svým týmem zabývá studiem molekul, jež nesou a regulují genetickou informaci – tedy DNA a RNA – a snaží se porozumět tomu, jak jejich struktura, pohyb a vzájemné interakce ovlivňují fungování života od jeho nejzákladnějších principů až po složité biologické procesy.



Prof. RNDr. Eva Bártová, Ph.D., DSc., rozená Musilová, se narodila v roce 1968 v Kaplicích. Po absolvování gymnázia začala v roce 1986 studovat Experimentální biologii se zaměřením na parazitologii na Přírodovědecké fakultě tehdejší Univerzity Jana Evangelisty Purkyně (dnešní Masarykova univerzita). V roce 1991 ukončila Přírodovědeckou fakultu a získala titul RNDr. V letech 1992–1995 absolvovala doktorské studium na Katedře fyziologie živočichů Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, přičemž experimentální část disertační práce řešila v Biofyzikálním ústavu Akademie věd České republiky v Brně. Doktorský titul Ph.D. získala v roce 1995 v oboru fyziologie živočichů. V roce 2010 byla jmenována docentkou v oboru molekulární biologie a genetiky na Masarykově univerzitě, v roce 2019 získala vědeckou hodnost DSc., udělovanou Akademií věd České republiky, a v roce 2024 byla jmenována profesorkou molekulární biologie a genetiky na Masarykově univerzitě.

V letech 1995–1997 působila na Lékařské fakultě Masarykovy univerzity na Ústavu patofyziologie a v letech 2016–2017 na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Od roku 1997 pracuje v Biofyzikálním ústavu AV ČR v Brně, kde založila a dlouhodobě vede Laboratoř buněčné biologie a epigenetiky. Od roku 2016 je vedoucí Oddělení molekulární cytologie a cytometrie, dnes Oddělení buněčné biologie a epigenetiky, a od roku 2017 zastává funkci ředitelky Biofyzikálního ústavu AV ČR. V roce 2019 obdržela bronzovou medaili Masarykovy univerzity, kterou získalo 100 nejúspěšnějších absolventů MU, a v roce 2020 byla zvolena členkou EMBO (*European Molecular Biology Organization*).

Prof. Bártová se primárně zabývá epigenetikou lidských a myších buněk s důrazem na význam posttranslačních modifikací histonů a modifikací RNA při opravách poškozeného genomu. Studuje diferenciaci buněk, organizaci chromatinu vyššího řádu a molekulární mechanismy regulace genové exprese. Ve své práci využívá široké spektrum metod molekulární a buněčné biologie, včetně průtokové cytometrie, metod DNA-FISH a RNA-FISH, konfokální mikroskopie, technik ChIP-qPCR, FRAP, FLIM-FRET, analýz poškození DNA, kultivace embryonálních kmenových buněk a studia živých buněk pomocí fluorescenčních proteinů.

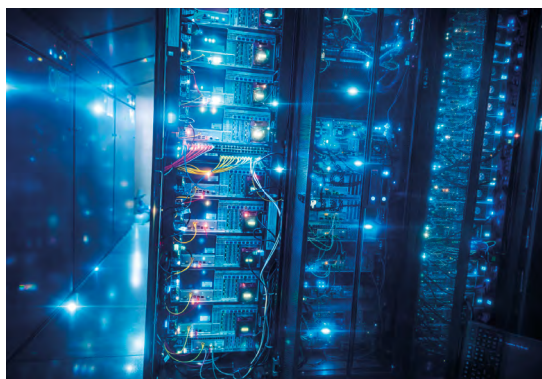
Byla a je řešitelkou a spoluřešitelkou řady národních i mezinárodních projektů, včetně projektů EU COST, programů Marie Curie a česko-norských výzkumných programů. Podílela se například na projektu 3D Genome, koordinovaném Univerzitou v Amsterdamu, a spolupracovala s řadou zahraničních pracovišť, mimo jiné s Univerzitou v Heidelbergu, Univerzitou v Amsterdamu a Hebrejskou univerzitou v Jeruzalémě nebo Univerzitou v Krakově. Aktivně se věnuje výchově studentů bakalářského, magisterského i doktorského studia, z její laboratoře vyšla řada úspěšných absolventů působících v akademické i aplikované sféře.

Prof. Bártová je členkou České biologické společnosti, České biofyzikální společnosti, České mykologické společnosti, vědeckých rad Přírodovědecké fakulty a Lékařské fakulty Masarykovy univerzity a dalších odborných orgánů. Od roku 2020 je členkou EMBO. Je autorkou a spoluautorkou řady původních vědeckých prací publikovaných v mezinárodních časopisech, přehledových článků i kapitol v odborných monografiích. Podle databáze Google Scholar dosahuje její h-index hodnoty 36 a její práce byly citovány více než 4 400krát.

buněk současně a získávat detailní informace o průběhu replikace DNA na úrovni jednotlivých buněk. Díky tomu mohou výzkumníci zachytit dynamiku buněčných procesů v dosud nevídaném měřítku.

■ *JŽ: Jakým způsobem byla založena laboratoř a výzkumný tým Hany Poláček-Sedláčkové a jak celý proces vzniku probíhal?*

EB: Laboratoř Hany Poláček-Sedláčkové vznikla díky podpoře grantu JUNIOR STAR grantové agentury České republiky a Biofyzikálního ústavu AV ČR. Tato podpora jim umožnila vybudovat výzkumnou infrastrukturu na mezinárodní úrovni, včetně pořízení špičkového mikroskopického vybavení. Od té doby se skupině podařilo publikovat své výsledky v mezinárodních prestižních časopisech a získat uznání odborné komunity, mimo jiné i zapojením do programu EMBO Young Investigator. Věda je dnes založena na spolupráci napříč obory i státy, a proto skupina aktivně spolupracuje s řadou domácích i zahraničních partnerů. Cílem skupiny je nejen porozumět základním principům replikace DNA, ale také přispět k jejich využití v biomedicíně. Lepší pochopení mechanismů replikačního stresu může v budoucnu pomoci například při vývoji nových strategií léčby nádorových onemocnění.



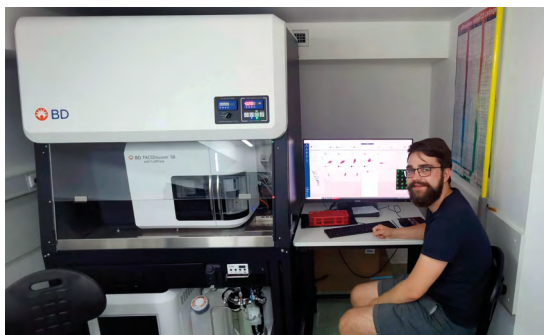
Obr. 6 Většina vědecké práce týmu Jiřího Šponera je založena na počítačových simulacích biomolekul, které se provádějí na vlastních, vysoce výkonných počítačových klastrech.



Obr. 7 Výzkumné týmy Oddělení cytokinety se především zabývají studiem mechanismů, které stojí za účinky nových léčiv a deregulací klíčových signálních drah a mezibuněčné komunikace v nádorových buňkách.

■ *JŽ: Dalším významným vědcem Biofyzikálního ústavu je prof. Jiří Šponer. Čemu se ve svém výzkumu Jiří Šponer věnuje a jaké jsou hlavní směry jeho práce?*

EB: Laboratoř Jiřího Šponera se zabývá studiem molekul, které nesou a regulují genetickou informaci – tedy DNA a RNA (nukleových kyselin) – a snaží se porozumět tomu, jak jejich struktura, pohyb a vzájemné interakce ovlivňují fungování života od jeho nezákladnějších principů až po složité biologické procesy. Spolu se svým týmem zkoumá nejen samotné nukleové kyseliny, ale i jejich interakce s dalšími molekulami, například s proteiny, a současně se zajímají také o to, jaké chemické procesy mohly vést ke vzniku života na Zemi. Tento výzkum je výrazně mezioborový a propojují se v něm přístupy fyziky, chemie a strukturní biologie. Většina této vědecké práce je založena na počítačových simulacích biomolekul, které se provádějí na vlastních, vysoce výkonných počítačových klastrech. V oblasti studia vzniku života, studia vzniku prvních RNA molekul na rané Zemi, jsou používány experimentální přístupy. V počítačových simulacích je detailně sledováno chování molekul na úrovni jednotlivých atomů. Tyto simulace umožňují „vidět“ procesy, které jsou jinak experimentálně obtížně zachytitelné, například jak se RNA skládá do své funkční podoby



Obr. 8 Laboratoř průtokové cytometrie nově využívá spektrální průtokový cytometr BD FACSDiscover™ S8 Cell Sorter, vybavený analýzou obrazu, který rozšiřuje možnosti analýzy a třídění buněk díky kombinaci spektrální průtokové cytometrie s analýzami morfologických parametrů.

nebo jak se váže na proteiny. Vedle běžných simulací jsou využívány i speciální techniky, které dokážou urychlit zkoumání pomalých strukturně-biologických konformačních dějů, a dále velmi přesné kvantově-chemické výpočty, jež umožňují detailně analyzovat jednotlivé molekulární interakce a chemické reakce.

■ *JŽ: Jak je organizována práce výzkumného týmu Jiřího Šponera a jakým způsobem se v něm propojují mezioborová spolupráce s experimentálními a výpočetními přístupy?*

EB: Tento výzkumný tým tvoří odborníci z různých oblastí, což umožňuje nahlížet na problémy z více úhlů a hledat komplexní vysvětlení. Tým Jiřího Šponera úzce spolupracuje s řadou laboratoří v České republice i v zahraničí a kombinuje naše výpočetní výsledky s experimentálními daty získanými například pomocí NMR spektroskopie, rentgenové krystalografie, kryoelektronové mikroskopie nebo dalších moderních metod. Díky tomu je možno lépe propojit počítačové modelování s realitou. Vědci se zaměřují například na to, jak RNA vykonává své funkce, jak vznikají a fungují komplexy mezi proteiny a RNA nebo jaké specifické struktury může vytvářet DNA, včetně méně obvyklých forem, jako jsou guaninové kvadruplexy. Tyto poznatky umožňují lépe pochopit roli, kterou hrají nukleové kyseliny v buněčných procesech. Kromě samotného studia konkrétních biologických systémů se tým Jiřího Šponera intenzivně věnuje i vývoji nových metod, zejména zlepšování tzv. silových polí, která určují, jak se molekuly v simulacích chovají. Jeho práce tak přispívá nejen k hlubšímu pochopení základních principů fungování DNA a RNA, ale i k rozvoji nástrojů, které mohou využívat vědci po celém světě.

■ *JŽ: Mohla byste nám přiblížit hlavní zaměření výzkumných týmů Oddělení cytokinety a klíčové oblasti, na něž se v rámci svého výzkumu soustřeďují?*

EB: Výzkumné týmy Oddělení cytokinety se primárně zabývají studiem mechanismů, které stojí za účinky nových léčiv a deregulací klíčových signálních drah a mezibuněčné komunikace v nádorových buňkách, stejně jako negativními dopady environ-

mentálních a dietárních toxických látek, s využitím široké škály *in vitro* a *in vivo* modelů. Vědci se zaměřují především na studium molekulárních drah, podílejících se na regulaci buněčné proliferace, přežívání buněk, buněčného metabolismu, metabolismu xenobiotik, mezibuněčné komunikace, epitelově-mezenchymální tranzice a šíření nádorových buněk (včetně procesů souvisejících s plasticitou nádorových buněk a jejich metastázováním). Spolu s tím se oddělení také soustředí na nové metodologické přístupy umožňující specifické analýzy na úrovni jednotlivých buněk (*single cell* analýz), zejména na vývoj a implementaci nových technik průtokové (a obrazové) cytometrie a preklinických modelů nádorových onemocnění.

■ **JŽ:** *Které výsledky tohoto výzkumu považujete za nejdůležitější z hlediska porozumění plasticitě nádorových buněk a vývoji cílené protinádorové léčby?*

EB: Mezi nedávné významné výsledky patří například ty, které přispěly k porozumění plasticity u karcinomu prostaty a prsu, zavedení nových modelů umožňujících studium cirkulujících nádorových buněk, či popis účinků a mechanismů působení nových potenciálních protinádorových léčiv. Plasticita nádorových buněk umožňuje maligním buňkám dynamicky přecházet mezi různými fenotypovými stavy v reakci na environmentální nebo terapeutické tlaky. Tyto přechody – často zahrnující epitelově-mezenchymální plasticitu, změny v expresi povrchových markerů nebo metabolické přeprogramování – jsou dnes považovány za klíčové mechanismy progresu nádoru a vzniku rezistence. Cirkulující nádorové buňky představují klíčové spojení mezi primárními nádory a vzdálenými metastázami. Jejich přítomnost v periferní krvi představuje dostupný, minimálně invazivní biomarker šíření nádoru a nedávné pokroky umožnily jejich funkční charakterizaci i integraci do preklinických modelů nádorových onemocnění. Tyto výsledky také umožňují identifikaci a validaci terapeuticky ovlivnitelných signálních drah, stejně jako podporují vývoj selektivních inhibitorů, zaměřených na specifické zranitelnosti nádorů, např. prostřednictvím půso-



Obr. 9 Plastika DNA instalovaná před hlavní budovou Biofyzikálního ústavu v roce 2018 zobrazuje stylizovanou dvojistou šroubovici, která je typickým symbolem molekuly deoxyribonukleové kyseliny. Objekt je tvořen dvěma spirálovitě se vinoucími liniemi propojenými příčnými prvky, jež evokují páry bází. Konstrukce působí prostorově a dynamicky, přičemž zdůrazňuje pravidelnost genetické struktury. Použité materiály a zpracování dodávají plastice moderní vzhled a zároveň odkazují na význam DNA jako základní nositelky genetické informace. Instalace z roku 2018 může být vnímána nejen jako umělecký prvek, ale také jako symbol vědeckého pokroku a poznání v oblasti molekulární biologie.

bení nových specifických inhibitorů kináz (jako jsou například kinázy Chk1, Haspin, HIPK či CLK).

■ **JŽ:** *Mohla byste nám přiblížit hlavní výsledky tohoto výzkumu v oblasti environmentálních a dietárních toxikantů, zejména to, jakou roli hraje aryluhlovdíkový receptor v regulaci buněčných procesů a jaké nové poznatky jste v této oblasti získali?*

EB: V oblasti studia environmentálních a dietárních toxikantů patří mezi nejvýznamnější výstupy ty, jež jsou zaměřeny na funkce aryluhlovdíkového receptoru (AhR) – transkripčního faktoru, který hraje důležitou roli ve vzniku i průběhu patofyziologických procesů a onemocnění, včetně nádorových onemocnění, deregulovaného zánětu a protinádorové imunity, a který je zároveň cílem působení velkého množství toxických polutantů. Výsledky Oddělení cytokineti-



Obr. 10 Cenu Lorem v rámci projektu Česká hlava získala Michaela Dobrovolná z Biofyzikálního ústavu. Na obrázku je zachycena laureátka při slavnostním předávání ocenění, které je významným uznáním za přínos v oblasti vědy a výzkumu.



Obr. 11 Instalace modelu bakteriofága před hlavní budovou Biofyzikálního ústavu Akademie věd ČR byla realizována u příležitosti 70. výročí této instituce. Plastika znázorňuje charakteristickou stavbu bakteriofága, tedy viru napadajícího bakterie. Objekt, zapůjčený z instituce Hvězdárna a planetárium Brno, působí jako výrazný vizuální prvek ve veřejném prostoru a zároveň symbolizuje význam mikrobiologického a biofyzikálního výzkumu.

ky zdokumentovaly mj. nové mechanismy regulace cílových genů AhR v nádorových buňkách, funkční roli AhR v kontrole zánětu v plicních buňkách či jeho roli v kontrole energetického metabolismu a metabolismu lipidů v buňkách epitelu tlustého střeva, tedy ve tkáních vystavených působení jak endogenních, tak toxických exogenních ligandů AhR. V oblasti studia toxických ligandů AhR vědci Oddělení cytokinetiky přispěli k identifikaci nových významných environmentálních AhR ligandů, zahrnujících například polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) s velkou hmotností či heterocyklické PAU. Mezi specifické mechanismy jejich účinku byly díky těmto pracím nově zařazeny i ty, které odrážejí jejich dopad na signalizaci jaderných receptorů, endogenní metabolismus a buněčný stres.

■ **JŽ:** Jakým směrem se Biofyzikální ústav v posledních letech rozvíjí z hlediska vědecké strategie, infrastruktury a podpory mladých vědců?

EB: Od roku 2017 se snažím společně s mým týmem vědců a samozřejmě i manažerů posouvat nejen výzkumnou strategii ústavu, ale také jeho infrastrukturu. Podařilo se mi ustavit mezinárodní poradní sbor (MPS), jehož členy jsou renomovaní vědci ze zahraničí, například z NCI-NIH, University of Cambridge nebo Hebrew University v Jeruzalémě. Ustanovila jsem také status vědeckého inkubátoru, kam zařazujeme mladé vědce a vědkyně, například právě Hanu Polášek-Sedláčkovou, s ambicí vytvořit vlastní výzkumnou skupinu a aspirující na pozici vedoucí oddělení. Pevně věřím, že tuto aktivitu budeme dále rozvíjet, především za podpory Akademie věd, ale i národních a mezinárodních projektů.

■ **JŽ:** Jakým způsobem podporujete zaměstnance vašeho ústavu v jejich odborném i profesním rozvoji a jaké konkrétní programy, nástroje či iniciativy jim v této souvislosti nabízíte?

EB: V této oblasti jsem se zasloužila o získání certifikátu HR Award, který podporuje work-life balance v ústavu. V rámci této aktivity organizujeme řadu odborných kurzů a přednášek. Péči o vzdělávání zaměstnanců věnujeme maximální pozornost. Z odborného hlediska je důležité zmínit, že díky podpoře Akademie věd jsme získali několik významných přístrojů, které rozšiřují naše výzkumné možnosti. Jako příklad mohu uvést průtokový cytometr s nejmodernějšími parametry pro analýzu nádorových buněk. Zbudovali jsme také virovou laboratoř, která umožňuje práci s virovými vektory, což v minulosti nebylo možné. Neustále vylepšujeme sdílenou laboratoř chovného zařízení pro laboratorní zvířata, jež slouží nejen interně, ale také pro spolupráci s Masarykovou univerzitou a Ústavem přístrojové techniky AV ČR. Z hlediska infrastruktury bych namátkou zmínila, že za mého funkčního období byla opravena laboratoř CD spektroskopie a modernizována budova BFÚ, která sloužila vědeckému výzkumu již od 60. let minulého století. V personální oblasti jsem v ústavu zřídila dětskou skupinu, což výrazně usnadňuje návrat mladých vědkyň po mateřské dovolené.

■ **JŽ:** Jak je organizována spolupráce Biofyzikálního ústavu s univerzitami a jaké konkrétní formy a oblasti této spolupráce zahrnuje?

EB: Ve spolupráci s univerzitami jsem navázala řadu dohod, především s Přírodovědeckou fakultou Masarykovy univerzity, a aktivně působím ve vědecké radě Přírodovědecké a Lékařské fakulty MU, dále v oborových radách Molekulární biologie a Biochemie. Rovněž řada mých kolegů a kolegyně vede řádově vyšší desítky výukových kurzů pro Přírodovědeckou fakultu Masarykovy univerzity, což upevňuje spolupráci Biofyzikálního ústavu s Masarykovou univerzitou a přispívá ke vzdělanosti v regionu.

■ **JŽ:** Mohla byste shrnout, jaké výsledky Biofyzikálního ústavu považujete za klíčové a nejvýznamnější z hlediska vědeckého přínosu, mezinárodního ohlasu a dopadu na další výzkum?

EB: Jedním z hlavních výsledků naší práce je, že vědci BFÚ po dlouhé době „čekání“ v letech 2025 a 2026 zveřejnili své studie v prestižních mezinárodních časopisech *Nature* a *Science* [3, 4, 5]. Rovněž byli oceněni prestižními cenami, jako jsou Prémie Otty Wichterleho, EMBO nebo Česká hlava – Cena Lorem. Mezi oceněnými byla Hana-Polášek Sedláčková a studentka Michaela Dobrovolná z výzkumné skupiny prof. Václava Brázdy. Součástí Biofyzikálního ústavu je také aplikovaná laboratoř, která se specializuje na sekvenční analýzy genomů zemědělských plodin, například pšenice a chmele, s cílem odhalit genetickou variabilitu, sledování genových markerů, čímž podporujeme šlechtitelské programy. Vědci ústavu zároveň realizují smluvní výzkum pro biotechnologickou firmu Contipro, kde výsledky základního výzkumu převádějí do praktických aplikací, například při vývoji nových derivátů hyaluronanu a dalších biomateriálů pro medicínské

a průmyslové využití. Takové propojení základního a aplikovaného výzkumu umožňuje efektivní transfer vědeckých poznatků do praxe a podporuje inovace v českém i mezinárodním biotechnologickém sektoru.

■ **JŽ:** *Jakou roli hrají odborné společnosti působící při Biofyzikálním ústavu v rozvoji vědecké komunity a v prohlubování spolupráce mezi vědci a jak konkrétně se tato role projevuje v praxi?*

EB: Ráda bych zmínila, že v rámci Biofyzikálního ústavu působí dvě odborné společnosti, které podporují rozvoj vědecké komunity a spolupráci mezi vědci. První z nich je Společnost pro analytickou cytometrii, která sdružuje odborníky zabývající se moderními metodami průtokové cytometrie, sdílením know-how, standardizací metodik a organizováním workshopů a školení pro vědeckou veřejnost. Druhou je České biofyzikální sdružení, které sdružuje biofyziky z celé České republiky, podporuje vědeckou výměnu, pořádá odborné konference a semináře a zároveň přispívá k propagaci biofyziky a vzdělávání mladých vědců. Toto sdružení je také napojeno svým členstvím v mezinárodních biofyzikálních společnostech, jako je EBSA (*European Biophysical Societies' Association*) a IUPAB (*International Union for Pure and Applied Biophysics*). Obě zmíněné české společnosti významně přispívají k posilování odborné komunity a ke spojení základního výzkumu s praktickými aplikacemi v ČR i v zahraničí.

Abstract

The Institute of Biophysics of the Academy of Sciences of the Czech Republic (IBP) is located in Brno at Královopolská 135. Its founder is Professor Ferdinand Herčík, who founded the Laboratory of Biophysics on February 1st 1954 as part of the then Czechoslovak Academy of Sciences. A year later, on January 1st 1955, the laboratory was transformed into the Institute of Biophysics, the first director of which was Professor Herčík, who was also the Vice-Chairman of the Board of Governors of the International Atomic Energy Agency in Vienna, an expert for UNESCO in Paris and the World Health Organization in Geneva for radiobiology. IBP's management has been led by six directors, the current director is Professor Eva Bártová, a member of the European Molecular Biology Organization. IBP employs approximately 180 people, more than half of whom are scientists and doctoral students. In 2007, the institute became a public research institution. Research at IBP focuses primarily on basic biological and biophysical mechanisms and their action in the organism and on their use for medical applications. To achieve this aim, IBP scientists carry out basic research in the field of biophysics, i.e., the study of the structure, evolution, function and dynamics of biological systems. Scientists use a wide range of methods in their research, from molecular biology, biochemistry and biophysics to bioinformatics. IBP activities contribute to the development of scientific knowledge, education and modern biotechnologies and support the transfer of research results into practice, for example, in the field of plant genome sequencing or in the context of the effects of hyaluronic acid (hyaluronan). Applied research is closely linked to the Czech biotechnology company Contipro, which is one of the world's leading producers of hyaluronan and its derivatives.



Obr. 12 Od roku 2017 zastává funkci ředitelky Biofyzikálního ústavu AV ČR Eva Bártová.

■ **JŽ:** *Jak byste na závěr shrnula hlavní úspěchy a mezinárodní dopad výzkumu Biofyzikálního ústavu?*

EB: Na závěr mohu konstatovat, že Biofyzikální ústav AV ČR se může pochlubit řadou vysoce citovaných a mezinárodně uznávaných publikací, jejichž kvalita je nad světovým průměrem, což potvrzují výsledky hodnocení Akademie věd i národní hodnocení výzkumu a vývoje v ČR. Mezi nejvýznamnější patří pionýrské práce prof. Emila Palečka ze 60. let, které položily základy elektrochemie nukleových kyselin a ukázaly, že DNA je elektroaktivní, což mělo zásadní dopad na studium struktury a funkcí nukleových kyselin. V posledních letech se ústav prosadil publikacemi v časopisech jako *Nucleic Acids Research* a *Nature Plants*, například studie o i-motifech DNA, RNA G-quadruplexech či evoluci genomů rostlin, a také pracemi z oblasti dynamiky RNA a molekulárních interakcí. Tyto výsledky potvrzují dlouhodobou excelenci základního výzkumu Biofyzikálního ústavu v oblasti biofyziky, nukleových kyselin, genomiky a epigenetiky a jejich význam pro českou i světovou vědeckou komunitu.

■ **JŽ:** *Děkuji za rozhovor.*

Literatura

- [1] A. K. Yadav, et al.: CRL4DCAF12 regulation of MCMBP ensures optimal licensing of DNA replication. *Nature Comm.* **16**, 9391 (2025).
- [2] A. K. Yadav, et al.: A biotin-HaloTag ligand enables efficient affinity capture of protein variants from live cells. *J. Cell. Biol.* **224** (8), e202410025 (2025). Dostupné z: <https://doi.org/10.1083/jcb.202410025>.
- [3] G. Chhetri, et al.: PAF15-PCNA exhaustion governs the strand-specific control of DNA replication. *Nature* **651**, 521–532 (2026).
- [4] V. Herklotz, et al.: Bimodal centromeres in pentaploid dogroses shed light on their unique meiosis. *Nature* **643**, 148–157 (2025).
- [5] C. Moraga, et al.: The *Silene latifolia* genome and its giant Y chromosome. *Science* **387**, 630–636 (2025). DOI: 10.1126/science.adj7430.