

## „Inovace pro zdravou a bezpečnou společnost“ Rozvojový strategický projekt Masarykovy univerzity 2021+

### Vědecká část rozvojového projektu

Masarykova univerzita (MU) je špičkovou výzkumnou univerzitou, která zajišťuje vzdělávání, přípravu profesionálů i výzkum v širokém spektru oblastí zaměřených jak na lékařské a přírodní vědy, tak na humanitní a sociální vědy a informační technologie. Kromě výuky a výzkumu však univerzita dokáže velmi efektivně plnit i společenskou roli, zapojit se do kritické infrastruktury státu a podílet se na konstruktivních řešeních dlouhodobých i náhlých krizí prostřednictvím špičkových znalostí, dovedností a přístrojového vybavení, což jasně prokázala například v průběhu pandemie COVID-19.

Zázemí Masarykovy univerzity pro výzkum v oblasti biologie, chemie a lékařských věd je koncentrováno v **moderním kampusu v Brně – Bohunicích**, který je společně sdílen **výzkumnými týmy lékařské fakulty (LF), přírodovědecké fakulty (PřF), fakulty sportovních studií (FSpS) a Středoevropského technologického institutu (CEITEC)**. Díky této unikátní koncentraci vědeckých kapacit i výzkumných infrastruktur v univerzitním kampusu se odborným týmům daří odhalovat příčiny patologických jevů v lidském organismu na buněčné a molekulární úrovni, identifikovat potenciální terapeutické cíle u závažných onemocnění i navrhnout nové léčebné postupy s využitím biologických, bioinformatických a výpočetních přístupů. Bezprostřední sousedství kampusu s Fakultní nemocnicí Brno a úzká spolupráce s Fakultní nemocnicí u sv. Anny a s Masarykovým onkologickým ústavem dále posilují prostředí pro špičkový lékařský výzkum, s využitím biologických vzorků a reálných klinických dat pacientů a s dopadem do klinické praxe.

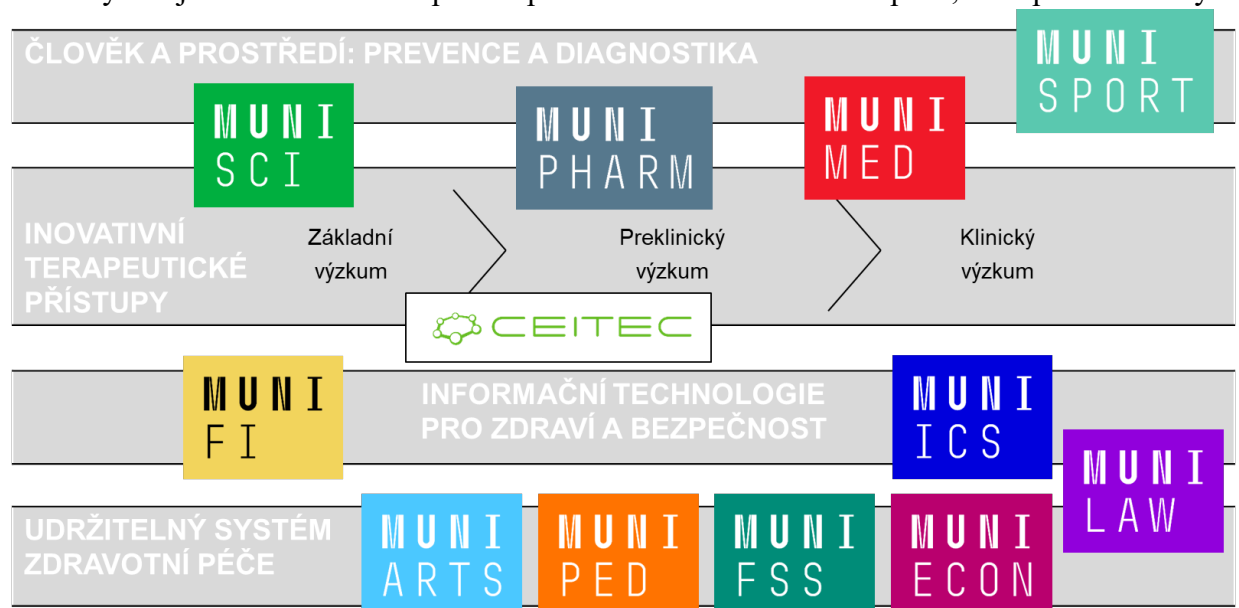
Další významný krok v budování odbornosti univerzity pro výzkum, vývoj a testování nových léčiv a léčebných postupů se odehrál 1.7.2020, kdy bylo realizováno strategické **rozhodnutí opětovně začlenit farmaceutickou fakultu (FaF) pod Masarykovu univerzitu**. Farmaceutická fakulta však v současné době nepůsobí v Univerzitním kampusu Bohunice, dokonce ani v prostorách vlastněných Masarykovou univerzitou. Tato **dislokace farmaceutické fakulty** zásadně omezuje možnosti koncepčního rozvoje její infrastruktury a snižuje potenciál pro rozvoj synergií s ostatními fakultami a výzkumnými centry univerzity. V tomto kontextu dále vystupuje do popředí nedostatečné infrastrukturní zázemí pro interdisciplinární základní a preklinický výzkum realizovaný nejen vědeckými týmy farmaceutické, lékařské a přírodovědecké fakulty a CEITECu, ale také univerzitní týmy z oblasti sociálních věd a informatiky. Absence tohoto infrastrukturního zázemí se tedy jeví jako hlavní současná limitace pro plné využití vědeckého potenciálu Masarykovy univerzity v oblasti výzkumu zaměřeného na zdraví lidské populace.

Za velký nedostatek z výzkumného i výukového hlediska je považována **absence centra animálních modelů** plně vybaveného pro experimenty na malých zvířatech. Centrum animálních modelů, které je nezbytné jak pro výuku na farmaceutické, lékařské i přírodovědecké fakultě, tak zejména pro kvalitní preklinický výzkum, během předchozího dynamického

budování zázemí pro základní výzkum paralelně s formováním národních výzkumných infrastruktur pro klinický výzkum neprošlo odpovídající modernizací. Sdílené zázemí ovšem schází také pro využití pokročilých buněčných modelů vytvořených *ex vivo* z lidských buněk metodami tkáňového inženýrství. Kapacitně nedostačuje také **zázemí pro vývoj a výrobu léčiv v režimu Good Manufacturing Practice (GMP)**. V případě krize, jako nastala v souvislosti s pandemií COVID-19, nedostupnost ucelené osy integrující preklinický výzkum limituje okamžité příležitosti k aktivnímu vývoji vlastních léčiv.

Přenos poznatků základního výzkumu do klinické praxe lze efektivně uskutečňovat pouze v komplexní šíři s plným vybavením a expertízou pokrývající základní výzkum, biomedicínské modelování s využitím komplexních *in silico* modelů, preklinické studie včetně experimentů na pokročilých buněčných a zvířecích modelech, až ke klinickým aplikacím cestou klinických studií. Jedině tento přístup minimalizuje riziko ukončení slibných výzkumných záměrů v rané fázi vývoje či riziko předčasné externalizace objevů (do zahraničí), aniž by byl plně prověřen jejich terapeutický a komerční potenciál. Posílení již existujících výzkumných směrů a výzkumných skupin působících napříč fakultami a centry umístěnými v kampusu MU otevírá cesty k **využití pokročilých přístupů napříč biomedicínskými obory: (i) personalizované medicíny, (ii) moderních léčivých přípravků na bázi buněčných nebo genových terapií, (iii) produktů tkáňového inženýrství s potenciálem uplatnění v regenerativní medicíně a (iv) specifických léčiv pro infekční onemocnění (především způsobovaných novými virovými kmeny a antibioticky rezistentními bakteriemi)**. Právní, ekonomické, etické a další aspekty moderních terapií jsou pokryty výzkumem realizovaným na ostatních fakultách MU, jako jsou **právnícká fakulta (PrF), ekonomicko-správní fakulta (ESF), filozofická fakulta (FF), pedagogická fakulta (PdF) či fakulta sociálních studií (FSS)**.

Dalším nutným předpokladem moderního výzkumu v oblasti lidského zdraví je **robustní úložná a výpočetní kapacita, bioinformatika a biostatistika**, zprostředkávající výzkum od molekulárních struktur až po epidemiologické modely. V současné době roste význam přístupů využívajících **umělou inteligenci**. Univerzitní kampus Bohunice široce využívá virtuálních služeb **Fakulty informatiky (FI) a Ústavu výpočetní techniky (ÚVT) MU**, který je díky své významné roli v panevropské síti ELIXIR centrálním pracovištěm pro vědy o živé přírodě nejen na české, ale i mezinárodní úrovni. Masivní rozvoj výpočetních přístupů v biologii a medicíně však vyžaduje dedikovanou kapacitu přímo v univerzitním kampusu, se specializovaným



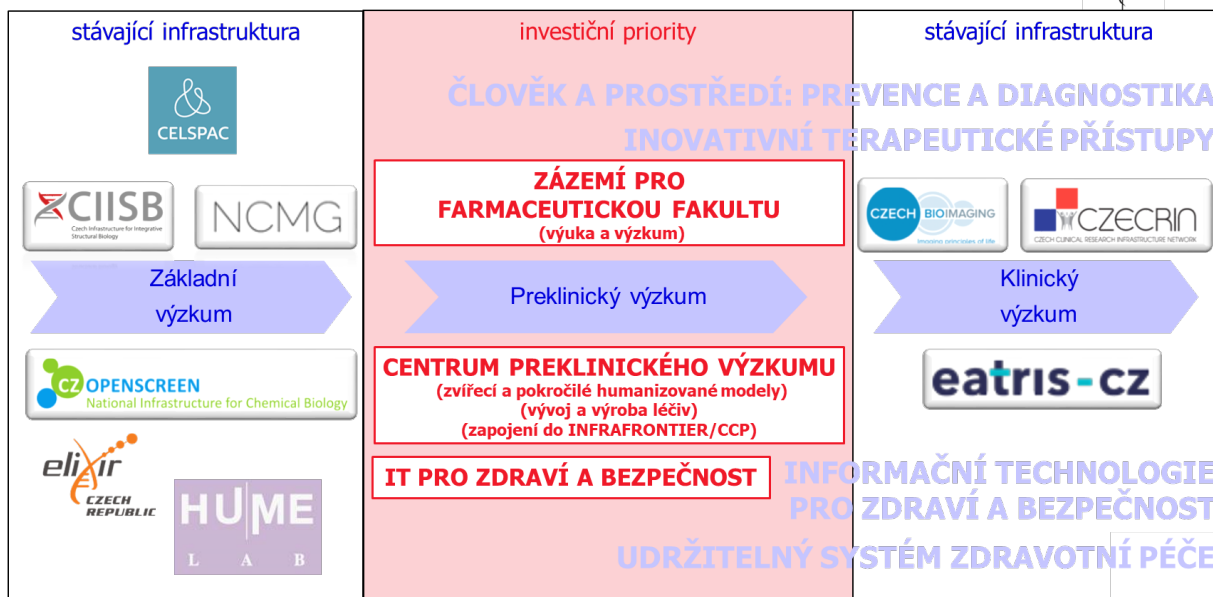
servisem a vysokou úrovní kyberbezpečnosti odpovídající citlivosti zdravotnického sektoru. Zajištění takového zázemí vyžaduje součinnost ÚVT jakožto centrálního a expertního uzlu v oblasti náročných vědeckých výpočtů, datové analytiky a kyberbezpečnosti, fakulty informatiky, která dlouhodobě vzdělává špičkové specialisty na bioinformatiku, umělou inteligenci a disponuje mimořádnou odborností například v oblasti biomedicínského zobrazování a modelování, i pracovišť LF, PřF a CEITECu specializovaných na výpočetní přístupy v biologii a medicíně.

**Všeobecné zaměření Masarykovy univerzity vytváří příležitost k rozvoji biomedicínských a zdravotnických inovací v jejich širším společenském a ekonomickém kontextu.** Evropsky unikátní dlouhodobý populační výzkum realizovaný společně PřF, FSS, FSpS a LF přináší nové poznatky o mechanismech rozvoje chronických onemocnění a faktorech, které na ně působí, a inspiruje vývoj nových metod pro časnou diagnostiku těchto onemocnění i preventivních programů a intervencí na ochranu a zlepšení fyzického i psychického zdraví a kvality života populace.

Filozofická a pedagogická fakulta k této problematice přináší potřebnou odbornost k doplnění strategií o **prevenci a vzdělávání pacientů** a posilování jejich schopnosti informovaně se rozhodovat o svém zdraví. Spolu s experty z fakulty sportovních studií mají odborníci z těchto fakult kapacitu vytvářet **komplexní strategie preventivní medicíny** zaměřené na předcházení patologickým stavům. Společenské a ekonomické náklady a přínosy prevence, léčby a užívání léčivých přípravků, zdravotnických technologií či zdravotní a sociální péče pomohou uceleně vyhodnotit odborníci z ekonomicko-správní a farmaceutické fakulty. **Farmakoekonomické studie** tvoří podstatnou součást kompletního biomedicínského inovačního cyklu a musí být integrovány do hodnocení potenciálu nových léčebných strategií. Při ošetřování a výzkumu regulace léčiv, ale i **práv pacientů a nakládání s jejich daty**, existuje a musí dále posilovat role specialistů z právnické fakulty v úzké spolupráci se specialisty z počítačových věd. Odborníci z filozofické fakulty či fakulty sociálních studií poskytnou biologickým a lékařským studiím oporu při zohlednění **etických kontextů biomedicínského výzkumu** a na něm postavených nových léčebných postupech, a budou také studovat **psychické a sociální aspekty nemoci a jejich léčby**. Obohacení kontextu léčby o nutnou **sociální péči** nabídnou kompetence fakulty sociálních studií a pedagogické fakulty.

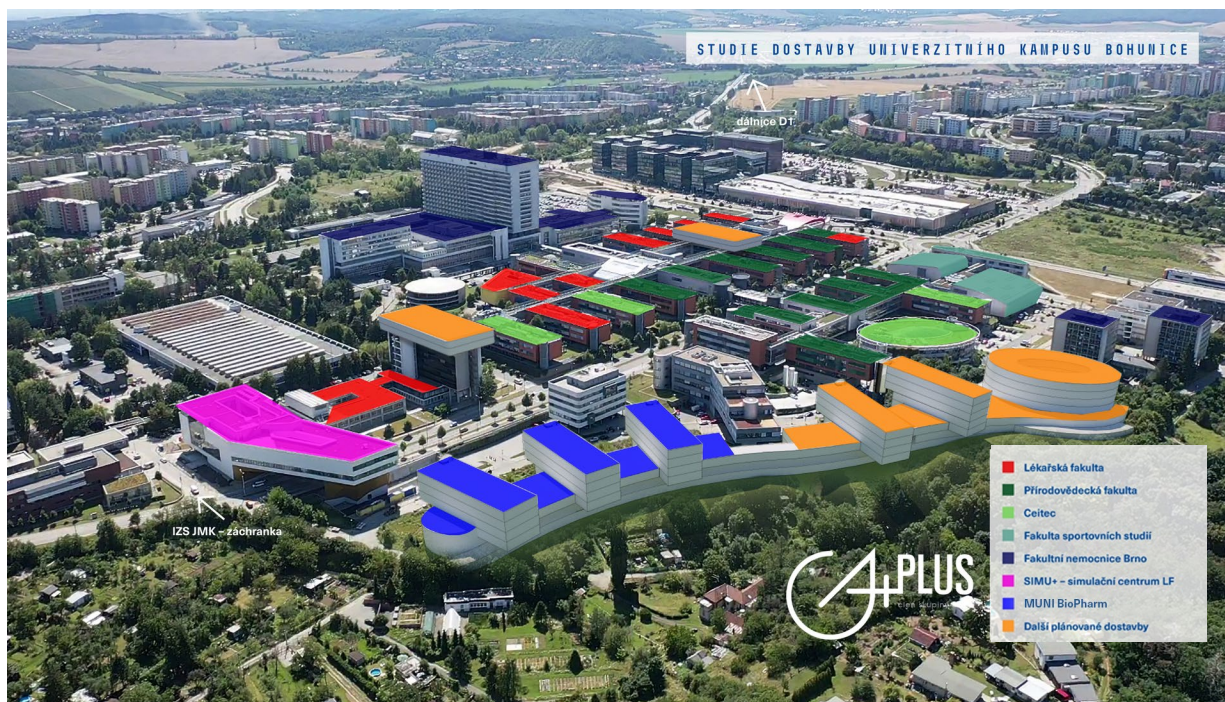
Uplatnění výsledků výzkumu s dopadem na lidské zdraví v praxi vyžaduje dostupnost špičkových profesionálů, kteří budou přenášet a využívat inovace mimo akademickou sféru – výzkumníky v soukromé sféře, lékaře, pracovníky regulačních orgánů, učitele a další. Všechny fakulty MU vzdělávají odborníky, kteří díky excelentnímu vědeckému zázemí získávají vynikající technické dovednosti, ale zároveň jsou vybaveni i pro uplatnění v současné dynamické společnosti – umí analyticky a kriticky myslet, spolupracovat, disponují digitálními kompetencemi a jsou připraveni učit se a rozvíjet po celý život. Pedagogická fakulta je klíčová pro **zohlednění aspektů moderního vzdělávání** napříč všemi stupni vzdělání ve společnosti, i pro **rozvoj pedagogických kompetencí odborníků** v rámci celé univerzity.

V modernizaci zdravotnictví mají rostoucí úlohu také **technické obory**, především prostřednictvím vývoje nových materiálů a zaváděním automatizace a robotiky. Spolupráce s týmy přírodovědecké fakulty zabývajícími se vědami o materiálech, a dále s Vysokým učením technickým v Brně, umožní zařadit do inovačního cyklu pro zdravou a bezpečnou společnost také tyto technické aspekty – **využitím pokročilých materiálů a robotických technologií ve zdravotní a sociální péči**, ale také posílením automatizace ve výzkumu samotném.



**Cílem projektu je vybudovat infrastrukturní zázemí, které zvýší vědecký a inovační potenciál Masarykovy univerzity v oblasti biomedicínského výzkumu a přispěje ke zvýšení odolnosti české společnosti vůči očekávaným (prevence, diagnostika a léčba chronických onemocnění) i neočekávaným (pandemie) hrozbám.**

Na základě výše uvedených skutečností a argumentů navrhujeme **komplexní investiční záměr**, který **(i)** vybuduje **výukové i laboratorní zázemí v lokalitě Univerzitního kampusu Brno - Bohunice pro farmaceutickou fakultu** nově začleněnou do MU, **(ii)** vybuduje **experimentální zázemí pro preklinický výzkum** v podobě zařízení pro chov a práci s pokusnými zvířaty, a v podobě laboratorní infrastruktury pro rozvoj a aplikaci pokročilých humanizovaných *ex vivo* modelů, postupů personalizované medicíny, buněčných a genových terapií, regenerativní medicíny a tkáňového inženýrství a **(iii)** rozšíří zázemí a posílí úložnou a **výpočetní kapacitu a rozvine kybernetickou bezpečnost** pro „farmaceutický a zdravotnický inovační klastr MU“ a extenzivní *in silico* modelování a aplikace přístupů umělé inteligence. **(iv)** Investiční aktivity vytvoří prostředí pro návazné neinvestiční akce zejména v podobě komplexních mezinárodních výzkumných projektů i dlouhodobých infrastruktur. Realizací investičního záměru vznikne **vědecko-výzkumná osa, která bude koncentrovaná do jedné lokality**, a která umožní ničím nepřerušovaný proces vývoje léčiv a léčebných strategií od jeho iniciace, přes preklinické a klinické testování, návrh výrobních procesů až po klinické použití. Unikátním prvkem této „osy“ bude bezprecedentní míra začlenění vstupů z oblastí společenských, humanitních a ekonomických věd.



Vytvoření špičkových experimentálních a výpočetních podmínek pro biomedicínský a farmaceutický výzkum v rámci Univerzitního kampusu Bohunice má mimořádný potenciální přínos pro **odolnost Česka vůči zdravotním hrozbám** – umožňuje řešit komplexní a ambiciózní výzkumné projekty „pod jednou střechou“ s využitím širokého spektra odborností (od chemie, biologie a lékařství přes informatiku až po společenské a humanitní vědy). Zároveň záměr posiluje chytrou specializaci Brna a Jihomoravského kraje na znalostně intenzivní ekonomické sektory s vysokou přidanou hodnotou (umělou inteligenci, biomedicínu, biotechnologie a lékařské technologie) tím, že umožňuje dosahovat vyššího stupně technologické připravenosti u inovací založených na vědeckých objevech z Masarykovy univerzity.

### **Rozvojový projekt významně přispívá hned ke třem pilířům Hospodářské strategie a Národního plánu obnovy:**

- (3) **Vzdělávání a trh práce:** Projekt vytváří prostředí pro růst špičkových profesionálů zvyklých pracovat na pomezí oborů a flexibilně se adaptovat na řešení nových problémů s využitím nejmodernějších prostředků. Zásadní inovací projde studium farmacie v Brně, která vstoupí do prostředí interdisciplinárního kampusu Masarykovy univerzity v Bohunicích, kde bude trvale a intenzivně interagovat především s chemickými, biologickými a lékařskými obory. Prohloubíme také vazbu informatiky, výpočetních technologií a sociálních a humanitních věd se vzděláváním ve vědách o živé přírodě.
- (5) **Věda, výzkum a inovace:** Projekt vytváří ucelenou osu propojující základní a klinický výzkum prostřednictvím diversifikovaného spektra preklinických modelů dostupných v režimu sdílených laboratoří. Tato osa podporuje vznik konkrétních aplikací i přelomových inovací v oblasti moderních léčiv i v komplexní péči o lidské zdraví založené na prevenci a včasné diagnostice.
- (6) **Zdraví a odolnost obyvatelstva:** Projekt vytváří znalostní a odbornou bázi pro flexibilní využití pokročilých, personalizovaných terapií při řešení současných výzev v oblasti lidského zdraví. Zároveň silně akcentuje kyberbezpečnost ve zdravotnictví a široce využívá

odborností Masarykovy univerzity k obsažení celkového ekonomického a společenského kontextu výzev souvisejících s lidským zdravím.

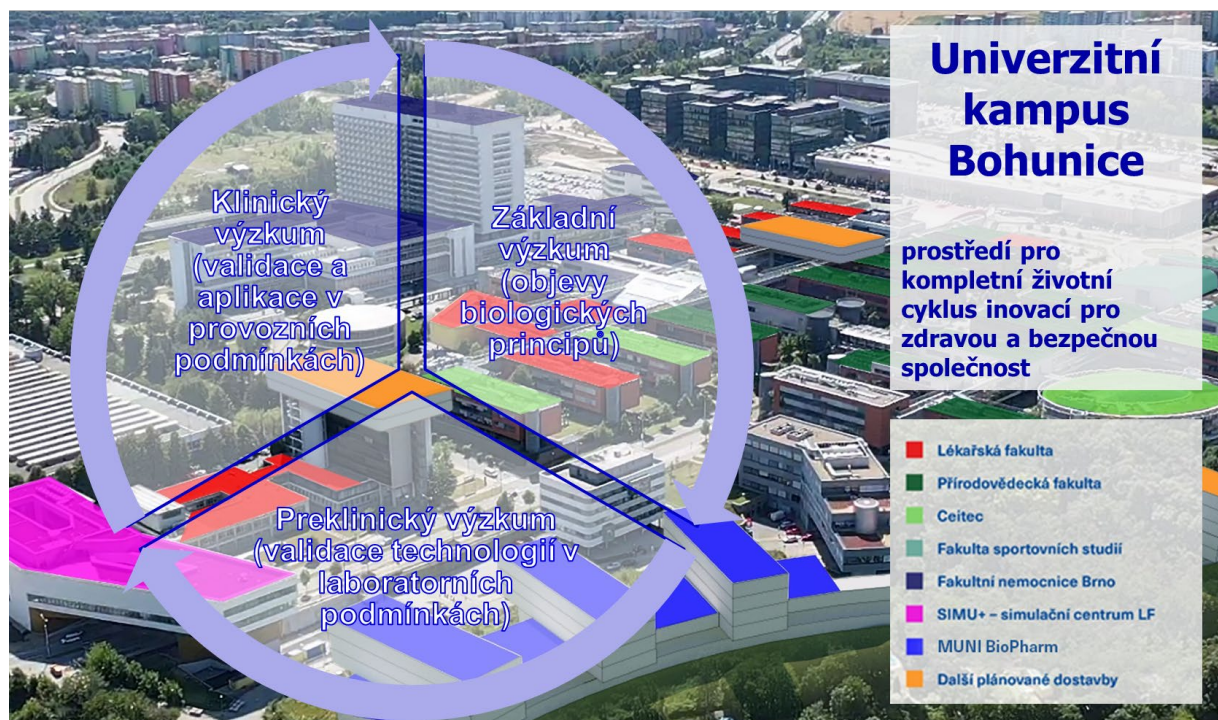
**Mezinárodní konkurenceschopnost Masarykovy univerzity ve výzkumu** potvrzuje skutečnost, že se v období 2014-2020 stala **nejúspěšnější českou institucí v evropském programu Horizont 2020** – získala přes 42 milionů EUR. Univerzita jasně prokázala, že dokáže zúročit infrastrukturní investice prostřednictvím návazných projektů financovaných ze zdrojů mimo český státní rozpočet.

Projekt Inovace pro zdravou a bezpečnou společnost položí základ k přípravě řady nových projektových záměrů ve všech schématech tohoto programu Horizont Evropa včetně tzv. Widening, projektů na budování excelence a konkurenceschopnosti vědy v zemích s její nízkou výkonností (např. projekty Teaming v hodnotě až 15 milionů EUR) a přispěje k intenzivnímu zapojení MU do řešení mise „Cancer“ v tomto programu.

**Dílčí cíle rozvojového projektu Masarykovy univerzity „Inovace pro zdravou a bezpečnou společnost“**, které jsou reprezentovány výzkumnými směry projektu:

1. Vytvořit komplexní osu infrastruktur a dovedností, která umožní vývoj inovativních terapeutických přístupů od objevu základních principů, přes preklinický výzkum po klinické testování v rámci jednoho unikátního univerzitního kampusu.
2. Na základě poznání interakce člověka a jeho prostředí přispívat k efektivitě zdravotnického systému vývojem nástrojů časné diagnostiky a prevence.
3. Vytvořit špičkové zázemí pro využití umělé inteligence a výpočetních technik napříč inovačním cyklem v biologických a lékařských oborech s důrazem na bezpečnost dat a odolnost vůči kybernetickým hrozbám.
4. Posílit multidisciplinární spolupráci biologických a lékařských věd, chemie a fyziky, informatiky a výpočetních věd i společenských a humanitních věd ve výzkumu a vzdělávání, aby univerzita dokázala řešit komplexní výzvy v oblasti lidského zdraví prostřednictvím efektivního systému zdravotní péče.

## INVESTIČNÍ ZÁMĚRY



### VYBUDOVÁNÍ ZÁZEMÍ PRO FARMACEUTICKOU FAKULTU

Farmaceutická fakulta je od 1.7.2020 novou fakultou Masarykovy univerzity. Výuková i výzkumná činnost fakulty aktuálně probíhá v pronajímaných dislokovaných prostorách. Pro efektivní spolupráci FaF s ostatními zejména biomedicínsky orientovanými fakultami MU v oblasti výuky i výzkumu je nezbytné fakultu fyzicky přesunout do Univerzitního kampusu Bohunice. Integrace FaF do areálu univerzitního kampusu znamená výrazný rozvoj pro: (a) možnosti sdílené výuky s PřF, LF i FSpS, (b) kvalitu výuky studentů FaF a (c) vědecký potenciál FaF.

#### **Výuka**

Vybudování nových výukových prostor v UKB je zásadní pro efektivní zapojení FaF do výuky studentů ostatních kampusových fakult a naopak. Vzdálenost stávajících pronajatých prostor od UKB tuto spolupráci prakticky znemožňuje. Sdílená výuka může probíhat jak individuální formou u volitelných předmětů, tak i na úrovni povinných či povinně volitelných předmětů vyučovaných jinou fakultou.

Po přesunu FaF MU do univerzitního kampusu je počítáno se sdílením výukových prostor s maximálním využitím stávajících poslucháren PřF a LF. V případě nedostatečné kapacity sdílených učeben bude nutné dobudovat posluchárnu o kapacitě 200 míst. Pro zachování kvality výuky farmaceutů je potřebné dobudování minimálně 5 seminárních místností o kapacitě 40 míst a nejméně tři počítačové učebny o kapacitě alespoň 30 míst.

Nové seminární místnosti vybavené interaktivní audiovizuální technikou jsou nutné pro výuku teoretických propedeutických předmětů. Specializované seminární místnosti budou vybudovány pro navazující předměty aplikované a sociální farmacie, ve kterých se rozvíjí soft-skills farmaceuta, které jsou pro poskytování lékárenské a klinicko-farmaceutické péče nepostradatelné.

Významnou roli budou hrát i počítačové učebny jako klíčový podpůrný nástroj modelování a simulace klíčových aspektů práce farmaceutů a nástroje jejich spolupráce s dalšími odbornostmi. Výuka v počítačových učebnách tak umožní rozmanité aktivity, od nácvičku práce s informačními zdroji, přes molekulární, farmakokinetické a další formy modelování, až po simulaci „prostředí“ lékáren a trénink spolupráce přes digitální prostředí.

Profil absolventa farmacie 21. století zahrnuje i širokou škálu laboratorních dovedností, které studenti FaF budou moci nabýt jak v nově vybudovaných, tak i ve stávajících kampusových laboratořích. V nových výukových laboratořích lze do výuky magisterských i doktorských studentů implementovat up-to-date výzkumné metody, které jsou podstatné mimo jiné i pro zvýšení kvality jejich závěrečných prací.

Příprava studentů ve stávajících akreditovaných programech vyžaduje 10 studentských laboratoří pro praktická cvičení o kapacitě 24 míst s vybavením odpovídajícím charakteru laboratoře:

- a) v případě dvou laboratoří pro chemické disciplíny vybavení digestořemi (4 digestoře na jednu laboratoř),
- b) v případě biologicko-patologické, farmakognosticko-botanické laboratoře vybavení pro mikroskopická praktika,
- c) v případě mikrobiologické laboratoře vybavení pro kultivaci, mikroskopování a ověřování antimikrobiální aktivity,
- d) v případě molekulárně-biologické laboratoře vybavení pro izolaci a analýzu nukleových kyselin a proteinů,
- e) v případě technologické laboratoře, vybavení pro přípravu a testování lékových forem používaných při přípravě individuálně připravovaných léčivých přípravků,
- f) v případě analytické laboratoře vybavení umožňující adaptaci a procvičování moderních lékopisných metod,
- g) v případě farmakognostické laboratoře vybavení pro chromatografické techniky, přípravu vzorků, extrakce a další fytochemické metody,
- h) v případě farmakologické laboratoře vybavení odpovídající dnešním standardům pro praktickou výuku přírodovědných předmětů (laboratorními stoly a rozvody vody, elektřiny a plynu, popř. vakua a inertního plynu (dusík)).

Vzhledem k výuce je také důležité, že areál UKB bezprostředně sousedí s Fakultní nemocnicí Brno. Toto propojení je nezbytné pro klinickou část výuky formou praxe v nemocniční lékárně, ale nabízí se i možnost stáží studentů na konkrétních klinikách v rámci výuky klinických předmětů.

### **Laboratoře**

Začlenění FaF do univerzitního kampusu je esenciální pro rozšíření možností vědecké činnosti akademiků i studentů FaF. Výzkumné skupiny farmaceutické fakulty využívají ve svém výzkumu přístupy reverzní farmakologie a *in silico* metody včetně QSAR, molekulárního dokování nebo metody, které jsou náročné na IT vybavení a objem zpracovávaných dat. Dalším směrem výzkumu jsou *in vivo* modely na zvířatech. Vybudování Centra preklinického výzkumu a IT centra dedikovaného UKB je společně s novými prostory základní podmínkou pro další rozvoj FaF. Výzkum je na Farmaceutické fakultě úzce propojen s výukou, zejména v rámci tvorby diplomových prací. Velká většina diplomových prací je experimentálního charakteru a vyžaduje odpovídající laboratorní prostory.



Pro základní výzkum na Ústavu chemických léčiv musí být chemické laboratoře vybaveny digestořemi a rozvody vody, plynu a případně vakua a inertního plynu. K vybavení těchto laboratoří by měl patřit též stolní 60-80 MHz NMR spektrometr k rychlému ověření struktury připravených látek bez nutnosti přenášet vzorky do vzdálenější laboratoře a moderní maloobjemový mikrovláknový reaktor. Kromě těchto „pracovních“ laboratoří, v nichž se budou odehrávat obvyklé syntetické a analytické činnosti, jsou třeba ještě laboratoře pro strukturní analýzu vybavené nejméně 500 MHz NMR spektrometrem osazeným i sondou pro měření v pevné fázi a příslušenstvím umožňujícím měření za nízkých teplot, laboratoř hmotnostní spektroskopie vybavená vhodnou HR-MS technikou s předseparací (např. HPLC – Orbitrap), laboratoř rentgenové difrakce (X-ray diffraction) pro zjišťování struktury látek v krystalické fázi včetně určování struktury aktivních míst cílových struktur léčiv – proteinů fungujících jako receptory či enzymy v komplexu s vhodným navázaným ligandem a laboratoř infračervené spektroskopie a chirálně-analytických metod (cirkulární dichroismus...) pro určování absolutní konfigurace enantiomerů připravených potenciálních léčiv a jejich meziproductů. Dále je nutně zapotřebí laboratoř pro stanovování aktivit připravených potenciálních léčiv in vitro vybavená destičkovými readery a další vhodnou technikou a vhodná je též laboratoř pro studium termických vlastností potenciálních léčiv; často je vhodné vědět více než jen teplotu tání (termogravimetrie, diferenční skenovací kalorimetrie...). Též je zapotřebí výpočetní laboratoř pro modelování interakcí potenciálních léčiv s cílovými strukturami, docking a příbuzné techniky včetně pokročilých metod QSAR vybavená moderními a příslušně výkonnými počítači vybavenými též vhodnými 3D zobrazovacími jednotkami.

Pro práci s přírodními látkami je nutné vybudovat laboratorní infrastrukturu moderních efektivních extrakčních technik, používaných nejen v laboratorních podmínkách, ale i průmyslově v preparativním měřítku. Tato infrastruktura umožní vývoj a optimalizaci extrakčních postupů využitelných nejen pro základní výzkum ale i pro spolupráci s farmaceutickým průmyslem. V oblasti separačních metod umožní rozšířit spektrum jak preparativních, tak analytických zařízení. V rámci projektu vznikne komplexní centrum pro separační techniky vybavené metodami flash chromatografie s různými typy detekcí, preparativní chromatografií s různými detekčními systémy, superkritickou chromatografií a protiproudou chromatografií. Z analytických technik budou laboratoře vybaveny zejména HPLC/UHPLC – FD/DAD/MS a dalším vybavením pro state-of-art techniky – LC-NMR a LC-MS-NMR systémy s možným využitím i v tzv. „omických“ vědách. Zásadní je i propojení s laboratořemi vhodnými pro přípravu vzorků, základní separační a purifikační techniky apod.

V rámci Ústavu molekulární farmacie je třeba vytvořit laboratoře pro kultivaci a také aseptickou manipulaci v boxu s laminárním prouděním zvlášť pro tkáňové kultury, explantáty a mikroorganismy. Práce v laboratoři dále vyžaduje přístrojové vybavení pro proteomickou analýzu vzorků pomocí Western blotu a ELISA testů. A také vybavení pro izolaci nukleových kyselin a jejich následnou analýzu, popř. provedení PCR a qPCR. Co do rozvoje této laboratoře je kritické propojení FaF s dalšími částmi UKB, které napomůže dalšímu rozvoji a využití moderních metod tkáňových kultur a mikrobiologie na poli 3D kultivace a ko-kultivací. V tomto ohledu bude přínosná i spolupráce s Centrem preklinického výzkumu.

Ústav farmaceutické technologie bude pokračovat v dosavadním úspěšném výzkumu přinášejícím i spolupráci s průmyslem, pro kterou je nutné vybudovat a modernizovat systém laboratoří pro přípravu a hodnocení zejména pevných lékových forem. V rámci tohoto systému je potřeba mít oddělené laboratoře pro práci s citlivými laboratorními přístroji, zejména s

elektronovým mikroskopem. Pro zpracování produktů z pokročilých buněčných technologií/modelů na bázi lidských buněk do lékových forem je nutné zřídit laboratoř s poloprovozním lyofilizačním zařízením s možností práce v aseptických podmínkách. Tato laboratoř bude vhodná a žádaná i pro průmyslový vývoj v rámci spolupráce s farmaceutickými firmami nejen z blízkého okolí.

Testování biologické aktivity izolovaných a syntetizovaných látek na malých laboratorních zvířatech bude probíhat ve spolupráci s Centrem preklinického výzkumu. Je však třeba disponovat také oddělenými laboratořemi pro následné zpracování odebraných tkání. Konkrétně půjde o laboratoř histologie a imunohistochemie, laboratoř pro hematologické a biochemické analýzy, laboratoř pro molekulárně biologické analýzy odebraných tkání a místnost pro pokročilé mikroskopické techniky. Další nezbytné (obslužné) místnosti: váhová, umývárna, klimatizovaný prostor pro chladicí a mrazicí zařízení, kafilerní box a sklady. Komplementárně je nutné zachovat i laboratoř pro práci s tkáňovými kulturami se specifickou návazností na užívané *in vivo* metody.

### **CENTRUM PREKLINICKÉHO VÝZKUMU (zařízení pro zvířecí *in vivo* modely a pro pokročilé humanizované *ex vivo* modely, a extenze GMP jednotky pro léčivé přípravky pro moderní terapie – pro výukové, výzkumné a klinicko-aplikační účely FaF, LF, PŘF a dalších fakult)**

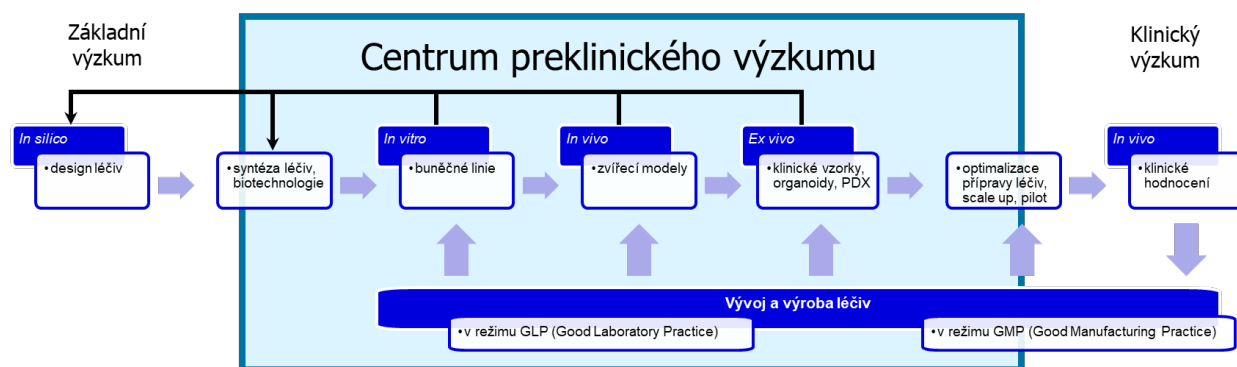
Výzkumné infrastruktury na Masarykově univerzitě výborně pokrývají potřeby základního (CIISB – strukturní biologie, CZ-OPENSUREEN – chemická biologie) a klinického výzkumu (CZECRIN – klinické studie, EATRIS-CZ – translační medicína). Infrastruktury NCMG sloužící studiu lidského genomu, Czech-BioImaging s větví pro buněčné i medicínské zobrazování a RECETOX RI s biobankovací kapacitou napojenou na národní uzel BBMRI.cz nacházejí uplatnění v základním i klinickém výzkumu. Významným infrastrukturním nedostatkem Masarykovy univerzity tak zůstává chybějící zázemí pro využití (a) zvířecích *in vivo* modelů a (b) pokročilých buněčných technologií/modelů na bázi lidských buněk, které jsou obojí esenciální pro preklinický výzkum a vývoj směřující k aplikaci poznatků farmaceutického/základního výzkumu v klinické medicíně.

Pro efektivní použití zvířecích *in vivo* modelů je zcela nezbytné vybudovat nové zařízení pro laboratorní zvířata (myši, potkani), odpovídající potřebám špičkového preklinického výzkumu, především požadavkům na současné regulační aspekty a kontrolu kvality. Toto zařízení musí být také vybaveno relevantními technologiemi, jako jsou instrumenty pro operační zákroky na malých zvířatech, pro zobrazování na živých zvířatech, pro analýzu fyziologických funkcí, pro genotypizaci a pro další manipulace a analýzy. Aby byl zajištěn přenos znalostí a zkušeností na národní a mezinárodní úrovni, plánujeme toto zařízení integrovat s Českým centrem pro fenogenomiku (CPP) a evropskou infrastrukturou INFRAFRONTIER.

Pokročilé buněčné technologie/modely jsou v současnosti představovány 3D strukturami vytvořenými *ex vivo* z lidských buněk metodami tkáňového inženýrství a zahrnují různé entity, od takzvaných organoidů až po velmi komplexní struktury věrně napodobující stavbu orgánů, vytvořené kombinací různých typů buněk a nebuněčných složek – biomateriálů. Tyto pokročilé lidské *ex vivo* modely jsou komplementární ke zvířecím modelům (v mnoha aspektech zvířata nahrazují v souladu se strategií 3R - reduction, refinement and replacement), nabízí aplikaci v oblastech individualizované medicíny (např. analýza genomu + transkriptomu + epigenomu + proteomu a fenotypu buněk pacienta, včetně citlivosti na farmaka) a jsou klíčovým předstupněm

při vývoji nejmodernějších postupů buněčné terapie, regenerativní medicíny a tkáňového inženýrství. Efektivní využití *ex vivo* modelů vyžaduje specializované laboratoře a instrumentaci, které plánujeme v rámci investičního záměru vybudovat pro potřeby všech složek MU.

Pro reálné využití potenciálu klinických aplikací všech výše zmíněných výzkumných směrů je potřeba posílit existující kapacitu pro vývoj a výrobu v režimu GMP (Good Manufacturing Practice). V rámci již existující GMP jednotky ACIU (Advanced Cell Immunotherapy Unit) na LF MU je plánováno rozšíření kapacit s dobudováním zázemí pro GMP výrobu léčivých přípravků pro moderní terapie (ATMP, Advanced Therapy Medicinal Products), kam kromě již produkovaných somatobuněčných terapií patří i léčivé přípravky pro genové terapie a produkty tkáňového inženýrství.



Systémovým prvkem tohoto investičního záměru je jednotky pro zvířecí a lidské modely logisticky integrovat, organicky je začlenit do vědecko-výzkumné osy existující v kampusu MU, a dotvořit jimi unikátní prostředí pro inovativní výzkum a zdravotnické aplikace s přímým dopadem na zdravotní péči a zdraví populace.

## IT PRO ZDRAVÍ A BEZPEČNOST

Nároky na úložnou a výpočetní kapacitu pro biologické a lékařské vědy rostou mimořádným tempem, jak se zvyšuje využití -omics nástrojů, zobrazovací techniky dosahují vyšších rozlišení či umožňují sledování v čase a kohorty pacientů a zdravých dobrovolníků jsou obohacovány o objemná data včetně kompletních genomů. Týmy Masarykovy univerzity využívají virtuální přístup k národní e-infrastruktúře e-INFRA CZ (konsorcium CESNET, CERIT-SC a IT4Innovations), rostoucí objemové nároky, citlivost zdravotnických dat a specifické požadavky na jejich analýzu a zpracování však vyžadují flexibilnější dostupnou kapacitu, infromatickou odbornost specifickou pro vědy o živé přírodě a zvýšenou úroveň kybernetického zabezpečení. Proto navrhujeme vybudovat v rámci Univerzitního kampusu Bohunice IT centrum poskytující významnou úložnou a výpočetní kapacitu i týmy odborníků specializovaných na metodologický výzkum a servis pro řešení biologických a medicínských problémů, se specifickým zaměřením na umělou inteligenci a kyberbezpečnost zejména v souvislosti s ochranou citlivých infrastruktur a prací s citlivými daty.

IT Centrum a jím spravovaná výpočetní i úložná kapacita, kyberbezpečnostní zajištění i související nástroje a celkové know-how v oblasti e-infrastruktur se specifickým zaměřením pro výzkum v oblasti lidského zdraví a bezpečnosti navazují na stávající silné stránky Masarykovy univerzity. Ústav výpočetní techniky je dlouholetým nositelem národní výzkumné infrastruktury

CERIT-SC a je jedním ze tří partnerů současné velké výzkumné e-infrastruktury e-INFRA CZ, za jejíž rozvoj a provoz spoluodpovídá společně se sdružením CESNET a IT4Innovations na VŠB-TUO. Týmy z Ústavu výpočetní techniky, Přírodovědecké fakulty a CEITECu jsou aktivně zapojeny do mezinárodní spolupráce v síti ELIXIR – evropské infrastruktuře pro data ve vědách o živé přírodě, což zajišťuje úzkou vazbu na globální trendy ve sdílení a zpracování informací z biologických a lékařských věd. ÚVT rovněž koordinuje implementaci národní IT infrastruktury pro biobanky BBMRI-CZ a podílí se také na implementaci evropské infrastruktury v rámci společných IT služeb BBMRI-ERIC. Fakulta informatiky je dlouhodobě aktivní ve velké výzkumné infrastruktuře pro biologické a medicínské zobrazování Czech-Bioimaging, kde má na starosti IT oblast a získala vedoucí pozici v Česku v oblasti analýzy biomedicínských obrazů. Rovněž má zástupce v pracovní skupině pro stanovování mezinárodních standardů a benchmarků v dané oblasti v rámci společnosti pro výpočetní zpracování medicínských zobrazení a počítačem podporované intervence MICCAI. Zástupce ÚVT rovněž vede pracovní skupinu v rámci technické komise ISO 276 v oblasti biotechnologických procesů pro vývoj globálního standardu pro provenienci dat. Fakulta informatiky rovněž koordinuje informatický výzkum v rámci výzkumné infrastruktury pro systémovou biologii C4SYS a je aktivně zapojena do evropské sítě CHARME zastřešující standardizaci zpracování biologických dat. Nově se rovněž zapojila do společenství International Nucleome Consortium sdružujícího multidisciplinární komunitu odborníků zkoumajících stavbu a funkci chromatinu.

Medicína a související biologické obory začínají být schopny generovat tak velká množství dat, že jejich efektivní zpracování je možné pouze s využitím pokročilých metod umělé inteligence a velmi výkonné IT infrastruktury. Příkladem jsou -omické metody, jejichž rozvoj se v rámci investičního záměru předpokládá na FaF, LF a PřF, ale také zobrazovací metody v radiologii či patologii. V rámci fakulty informatiky bude rozvíjen dlouhodobý výzkum k využití umělé inteligence pro biologické a medicínské zobrazování, ale i další analýzy velkých dat, včetně jejich analýzy pomocí vhodných vizualizačních technik. ÚVT plánuje vybudovat centrum zpracování medicínských a biologických dat pomocí metod umělé inteligence. Cílem bude komplexní vytěžování multimodálních dat, od hlubokého fenotypování a klinických dat, přes související genomická či metabolická data, až po obrazová data z vyšetřovacích metod. V souvislosti s klinickými daty se fakulta informatiky, ÚVT a další partneři zaměří také na zpracování nestrukturovaných dat a dat dostupných pouze v přirozeném jazyce. Nejen pro tyto disciplíny bude třeba vybudovat odpovídající kapacity pro bezpečné ukládání citlivých dat zvláštních kategorií, což bude realizováno v návaznosti na generickou infrastrukturu budovanou v rámci národní e-infrastruktury.

Ve spolupráci s lékařskou fakultou, přírodovědeckou fakultou, Fakultní nemocnicí Brno, Fakultní nemocnicí u sv. Anny a Masarykovým onkologickým ústavem vyvíjejí fakulta informatiky a ÚVT metody umělé inteligence pro analýzu obrazových dat v digitální patologii, mikroskopii živých buněk, s FaF již začala spolupráce na využívání dat z monitoringu pacientů pomocí wearables. Ve spolupráci s RECETOX RI probíhá také vývoj metod pro necílenou analýzu dat z hmotnostní spektrometrie, což v budoucnu umožní extenzivní metabolické analýzy. Zcela novým směrem vývoje je multi-modální počítačová analýza obrazů z hmotnostní spektrometrie a fluorescenční mikroskopie použitelná zejména na výzkum účinku protinádorových látek na sféroidech. IT Centrum/ÚVT bude ve spolupráci s medicínskými a biologickými skupinami zajišťovat správu dat tak, aby byly efektivně využitelné pro metody umělé inteligence. Jedná se například o efektivní ukládání a přístup k rozsáhlým strukturovaným i nestrukturovaným datům a důvěryhodné dokumentace historie dat (tzv. provenance

information, kde se ÚVT podílí na vývoji mezinárodních standardů). Tyto standardy jsou aplikovány například v informačních systémech pro správu biobanky, které ÚVT vyvíjí spolu s RECETOX RI, nebo v infrastruktuře Medimed propojující nemocniční zařízení v Jihomoravském kraji za účelem efektivního sdílení dat ze zobrazovacích zařízení, do jejichž následné analýzy bude s ohledem na stávající expertizu rovnocenně zapojena fakulta informatiky.

Masarykova univerzita je také národním lídrem v oblasti kyberbezpečnosti – na ÚVT působí specializovaný tým CSIRT MU, na FI je pak kyberbezpečnost klíčovou výzkumnou oblastí za působení řady laboratoří: Laboratoře kyberbezpečnosti a kybernetického polygonu KYPO, Centra pro výzkum kryptografie a bezpečnosti CRoCS či Laboratoře kvantového zpracování informace a kryptografie LQIPC. Společně s právnickou fakultou pak technické i netechnické aspekty kyberbezpečnosti studují týmy fakulty informatiky a ÚVT v rámci Centra excelence pro kyberkriminalitu, kyberbezpečnost a ochranu kritických informačních infrastruktur (C4e). Zvláště prestižní je zapojení Masarykovy univerzity do dvou ze čtyř pilotů evropské kompetenční sítě pro kyberbezpečnost (Cyber Competence Network): CONCORDIA a CyberSec4Europe. Do oblasti kyberbezpečnosti patří i část aktivit v rámci výzkumné infrastruktury ELIXIR, kde ÚVT zajišťuje její celoevropskou autentizační a autorizační infrastrukturu ELIXIR AAI a je odpovědná za rozšíření této infrastruktury pro celý cluster 13 velkých evropských výzkumných infrastruktur věnujících se různým aspektům věd o živé přírodě a lékařství.

Paralelně se zabezpečením citlivých údajů je nutné dbát na maximální otevřenost výsledků výzkumu a výzkumných dat, což vyžaduje specifickou podporu, odbornost a infrastrukturu. Rozvoj zázemí pro otevřenou vědu na Masarykově univerzitě koordinuje ÚVT, jehož odborníci jsou současně klíčovými českými zástupci v rámci aktivit evropského cloudu pro otevřenou vědu EOSC a evropské infrastruktury pro otevřenou vědu OpenAire.

# VÝZKUMNÉ SMĚRY

Investiční záměr „Centrum preklinického výzkumu“ vytváří sdílené infrastrukturní zázemí, které v módu se specializovanou podporou nabídne odbornost a vybavení pro základní a preklinický výzkum na bio-modelech (malá zvířata a humanizované 3D *ex vivo* modely), pro vývoj nových diagnostických a léčebných postupů a přípravků pro moderní terapie. Na Masarykově univerzitě působí řada špičkových týmů, které prostřednictvím návazných výzkumných projektů využijí nové infrastruktury k rozvoji inovačního a aplikačního potenciálu svých excelentních výsledků. Vybudování zázemí pro FaF v univerzitním kampusu doplní potřebnou farmaceutickou odbornost a rozšíří příležitosti pro tvorbu interdisciplinárních týmů v preklinickém výzkumu.



## 1) INOVAČNÍ TERAPEUTICKÉ PŘÍSTUPY

Klíčové výzkumné směry, které bezprostředně využijí předností Masarykovy univerzity v projektu Inovace pro zdravou a bezpečnou společnost, směřují k rozvoji personalizované medicíny, nových diagnostických metod, moderní farmakoterapie a buněčné terapie, regenerativní medicíny, tkáňového inženýrství a dalších vysoce inovativních terapeutických přístupů, s flexibilním uplatněním při léčbě, diagnostice a prevenci různých typů onemocnění, včetně infekčních onemocnění způsobených novými virovými kmeny a odolnými bakteriemi:

### Personalizovaná medicína

Postupy personalizované medicíny v současnosti staví na výzkumu, vývoji a dnes již reálné klinické dostupnosti nových technologií a jejich rozvoj je přímou aplikací pokroku v oblasti především molekulární genetiky a inovativních molekulárně genetických metod. Koncept

personalizované medicíny je vztažen k možnostem uzpůsobit navrženou terapii konkrétnímu pacientovi a nalézt optimální léčebný postup na základě testování vlastností určitého konkrétního farmakogenetického cíle, biomarkerů pro predikci léčebné odpovědi nebo dalších individualizovaných medicínských predikcí při volbě strategie optimálního léčebného postupu. Kódující část genomu je přepisována do struktury proteinů a její sekvenční variabilita tak může mít přímý dopad na buněčné funkce. Bez spolupráce lékařských, přírodovědných a farmaceutických věd s přímou aplikační částí klinické medicíny nelze koncepty personalizované medicíny aplikovat. V rámci výzkumných směrů na Masarykově univerzitě existuje celá řada excelentních výzkumných skupin, které se věnují výzkumu v oblastech personalizované medicíny, ať již v rámci PřF, CEITEC, LF, FaF, v rámci klinických oborů je dnes již řada klinických pracovišť, které výzkumné výsledky aplikují do reálné klinické praxe (zejména v oblastech onkologie, neurologie, psychiatrie). V rámci horizontální spolupráce přírodovědně orientovaných fakult MU plánuje dále výzkumně rozvíjet oblasti bioinženýrství lidských tkání s *ex-vivo* predikcí odpovědi na léčbu daných onemocnění v rámci konceptu tzv. organoidů (též nazývaných „miniorgány“, tj. živých 3D struktur složených z mnoha buněčných typů určitého orgánu) odvozených buď z kmenových buněk nebo ze zdravých či nádorově transformovaných buněk pacienta a „patient derived xenografts“ (PDX) pro testování citlivosti buněk pacientů na konkrétní personalizovaná léčiva a současně s možností studovat dané onemocnění i mimo pacienta.

### **Moderní farmakoterapie a buněčné terapie**

Léčivé přípravky pro moderní terapie (ATMP, Advanced Therapy Medicinal Products) jsou inovativní léčiva, která jsou vyvíjena cíleně pro léčbu konkrétních pacientů na základě personalizované diagnostiky jejich onemocnění, vykazující farmakologický, imunologický nebo metabolický mechanismus účinku. Podstatou vývoje těchto léčiv je využití somatických buněk pacientů, jejichž biologické vlastnosti byly významně pozitivně změněny v důsledku manipulace za účelem docílit terapeutického účinku metabolickou, farmakologickou nebo imunologickou cestou. Tyto manipulace mohou zahrnovat expanzi nebo aktivaci autologních buněčných populací *ex vivo* nebo použití allogenních a xenogenních buněk v případě somatobuněčných terapií, případně za účelem obnovy nebo nahrazení lidských tkání v případě produktů tkáňového inženýrství nebo pracují s virovými vektory v případě genových terapií. Tato oblast vývoje léčiv je zásadně regulovaná a jejich vývoj a výroba musí probíhat v rámci tzv. „čistých výrobních prostor“ pro vývoj personalizovaných léčiv v režimu GMP (Good Manufacturing Practice). LF MU již disponuje obdobnou jednotkou ACIU (Advanced Cell Immunotherapy Unit), která představuje unikátní nekomerční jednotku akreditovanou Státním ústavem pro kontrolu léčiv pro léčivé přípravky pro moderní terapii (ATMP). Realizuje klinické studie s dendritickou terapeutickou vakcínou u dětských onkologických pacientů a mesenchymálními stromálními buňkami u pacientů s nemocí motýlích křídel. Další rozvoj je plánován a směřuje k (i) vývoji dalších proteinových léčiv ve spolupráci s laboratořemi PřF (jedná se o inovativní léčiva na bázi biofarmaceutik), (ii) rozvoji jednotky pro vývoj a výrobu genových terapií pro vzácná onemocnění, (iii) vývoji molekulárních nebo supramolekulárních systémů, které slouží k cílenému podávání léků pomocí externího spouštěče, jako je např. světlo (fotofarmakologie) nebo (iv) rozvoji imunoterapie pomocí CAR T-lymfocytů s využitím znalostí CEITECu a LF. Výzkumné záměry jsou realizovány v kooperaci s výzkumnou infrastrukturou CZECRIN pro klinické studie (CZECRIN Disease Oriented Network v oblasti Rare Disease a v oblasti ATMP).

Pro naplnění těchto vizí je potřeba posílit stávající GMP jednotku, a to ve spolupráci s FaF, PřF a CEITEC tak, abychom na národní úrovni byli schopni nabídnout našim pacientům inovativní moderní léčbu. Pro Česko je toto zásadní i z toho pohledu, že globální farmaceutický průmysl požaduje za obdobná léčiva neudržitelné finanční prostředky, a s tímto faktem se potýkají všechny země nejen na evropské úrovni. Strategický rámec Zdraví 2030 MZ ČR tento směr výzkumu a vývoje s přímým dopadem na léčbu pacientů definuje jako jeden z klíčových záměrů. Všechny výše uvedené cíle směřují k rozvoji inovativní farmakologie jako zásadního nástroje pro optimalizaci farmakoterapie pacientů s důrazem na precizní personalizovanou léčbu, vývoj inovativních biotechnologických léčiv a léčivých přípravků pro moderní terapie (ATMP).

### **Regenerativní medicína a tkáňové inženýrství**

Nově vznikající „obory“, regenerativní medicína a tkáňové inženýrství, staví na recentních poznatcích buněčné, molekulární a vývojové biologie. Postupně je dnes poznávána kapacita buněk (kmenových, progenitorových) přispívat k obnově tkání a orgánů (regenerace) a jsou odhalovány mechanismy, které tyto procesy řídí. Současně s tím se hromadí poznatky o možnostech realizovat analogické vývojové procesy *in vitro* a vytvářet arteficiální tkáně a orgány mimo tělo (inženýrství). Lékařská i přírodovědecká fakulta mají v relevantních oblastech výzkumu dobře viditelnou historii. Například, týmy na PřF zásadně přispěly k pochopení funkce signálních molekul, které kmenové buňky a jejich regenerační potenciál kontrolují v mnoha tkáních a systémech, jako je např. vývoj a regenerace nervového systému, pojivových tkání, či vývoj lebky, srdce a zubů, přičemž velká část tohoto výzkumu byla realizována na modelových laboratorních zvířatech i nejrůznějších *ex vivo* modelech. Týmy na LF patří mezi lídry ve výzkumu lidských pluripotentních kmenových buněk a jejich využití pro tvorbu arteficiálních tkání a modelování chorob na bázi technik tkáňového inženýrství. Jejich zájmem jsou například srdeční sval, výstelka cév a dýchacích cest, chrupavka, struktury mozku a sítnice, kost, zuby a další. Ve výzkumu kmenových buněk týmy na LF plodně spolupracují s týmy na PřF nejen v oblasti biologie, ale také v oblasti materiálové a medicínální chemie, či proteinového inženýrství. Stejně tak je rozvinuta úzká mezioborová spolupráce biologických týmů na LF a PřF s experty na zpracování obrazu na fakultě informatiky. Významný je také fakt, že LF již nyní disponuje zázemím a expertízou (CZECRIN a ACIU výše) umožňujícími přenést preklinický výzkum v oblasti tkáňového inženýrství do klinického testování. Výzkumné týmy na FaF mají dlouholeté zkušenosti s biologickým hodnocením nových zdravotnických prostředků (*in vitro* a *in vivo*) a podílejí se v této oblasti na vývoji řady lokálních hemostatik a bioaktivních krytí ran pro humánní i veterinární použití, které jsou registrovány SÚKL (kódy VZP 169-811-19; 169-820-28).

### **Specifická léčiva a diagnostické metody pro infekční choroby**

Poznání původců a mechanismů infekčních onemocnění a imunitní odpovědi na ně umožňuje vývoj cílené léčby či vytvoření rychlých a spolehlivých diagnostických nástrojů. Na přírodovědecké fakultě a CEITECu působí týmy zabývající se virologií, především jejími strukturními a molekulárními aspekty. Tento základní výzkum umožňuje rychlé popsání virů a identifikaci jejich slabých míst, na která lze ve spolupráci s týmy specializovanými na drug screening a design léčiv cílit terapii. Jednou z aktuálně nejpálčivějších výzev v oblasti lidského



zdraví je rozvoj antibiotické rezistence u bakterií. Vedle vývoje nových antibiotik je možnou odpovědí na tuto výzvu hledání alternativních terapií, kterému se věnují například týmy z CEITECu a PřF prostřednictvím antimikrobiálních peptidů či látek blokujičích rozpoznání hostitele patogenem. Návazný výzkum a vývoj nově identifikovaných látek s antivirotickým a antimikrobiálním účinkem bude těžit z vybudovaného zázemí a buněčných i zvířecích modelů pro preklinický výzkum, což výrazně zrychlí jejich přípravu pro využití v klinické praxi. Týmy na FaF se věnují přírodním látkám s potenciální antivirotickou a antibakteriální aktivitou. Vývoj diagnostických nástrojů pak může mimo jiné těžit ze špičkové sdílené odbornosti a infrastruktury pro genomiku dostupné na CEITECu.

## 2) ČLOVĚK A PROSTŘEDÍ: PREVENCE A DIAGNOSTIKA

Uvedené výzkumné směry ukazují primární dopad investičních záměrů projektu a rozvoj vývoje farmak a terapeutických strategií s využitím nejmodernějších biologických modelů a postupů. Ze socio-ekonomického pohledu je však nevyhodnější, pokud vůbec nedojde k onemocnění. Budované infrastruktury proto využijeme k výzkumu zohledňujícím i jiné cesty k podpoře lidského zdraví. Výzkum faktorů v prostředí, které ovlivňují lidské zdraví, je tradičním tématem výzkumné spolupráce PřF (především centra RECETOX), LF, FSpS a FSS. Výzkumné týmy FF zkoumají otázky prevence a zdraví ve dvou hlavních aspektech: vztah člověka a životního prostředí v dlouhé historické perspektivě a role kulturního a sociálního zázemí v utváření zdravého životního stylu. Tkáňové inženýrství využívající technologie dostupné v Centru preklinického výzkumu umožní vytvářet pokročilé modely interakce člověka s prostředím, farmaceutická fakulta pak významně obohatí toxikologickou odbornost na MU či znalosti o protizánětlivých a antibakteriálních přírodních látkách, jejich vlivu na quorum sensing, či tvorbu biofilmu. Znalost faktorů a mechanismů, které vedou k lidským onemocněním, umožňují navrhnout cesty k prevenci či metody časně diagnostiky. Projekt „Inovace pro zdravou a bezpečnou společnost“ proto zúročí a podpoří stávající výzkumné směry v oblasti toxikologie a ochrany zdraví, dlouhodobých populačních studií, psychologie či vzdělávání pro uvědomělý přístup k vlastnímu psychickému i fyzickému zdraví.

### **Toxikologie a ochrana zdraví**

Toxikologie je zásadní disciplínou při posuzování zdravotních a environmentálních rizik, tvoří jeden z pilířů preventivní medicíny při zajišťování zdraví populace a hraje zásadní roli také ve výzkumu nových léčiv a validaci jejich účinnosti a použitelnosti v praxi. V centru RECETOX na PřF, na pracovištích LF a FSpS se dlouhodobě rozvíjí výzkum mechanismů toxicity, toxikogenomických biomarkerů a modelování drah škodlivých účinků Adverse Outcome Pathways. V projektu navrhované budování kapacit a zázemí (zejm. 3D *in vitro*, *ex vivo* a *in vivo* testování, toxikogenomický screening a bioinformatická infrastruktura) umožní rozvoj klíčových aktivit v oblasti moderního modelování chronických dopadů chemikálií a dalších stresorů na zdraví (environmentální toxikologie, ekotoxikologie) i včasnou identifikaci a pochopení potenciálních vedlejších účinků či interakcí nově vyvíjených terapií (toxikologie léčiv).

### **Dlouhodobý populační výzkum**

Centrum RECETOX na přírodovědecké fakultě rozvíjí dlouhodobý populační výzkum, který je nezbytný pro sledování vývoje psychického a fyzického zdraví populace ve vztahu k měnícím se společenským, ekonomickým a environmentálním podmínkám, pro studium mechanismů rozvoje onemocnění a chronických stavů, vnímavosti nebo odolnosti populace vůči stresorům i efektivity intervencí na ochranu zdraví populace (včetně ochrany nejzranitelnějších částí populace). Úzce spolupracuje s ÚVT při vývoji nástrojů na vytěžování dat z vícegenerační kohorty CELSPAC i v dalších oblastech. Získaná data nacházejí uplatnění ve studiích realizovaných napříč univerzitou i v mezinárodních spolupracích. Vynikající zkušenosti s výzkumem populačního vývoje v režimu tzv. dlouhého trvání (long term) s vazbou na fyzické zdraví populace a význam environmentálních aspektů má badatelský tým archeologů a historiků z FF.

### **Duševní zdraví**

Stávající výzkumné směry na společenskovedních a humanitních fakultách MU umožňují reflexi širokého kontextu zdraví v prevenci, diagnostice a léčbě. Výzkumné týmy z FF studují například kvalitu života lokálního společenství jako základ zdravého životního stylu, roli náboženství, tradice a kultury či kvalitu života předčasně narozených dětí. Na fakultě sociálních studií jsou rozvíjeny výzkumné směry vedoucí k podpoře dobrých a zdravých interpersonálních vztahů. Hlavním cílem je zkoumat interpersonální vztahy v různých kontextech a různých situacích, s cílem porozumět klíčovým faktorům, které přispívají k duševnímu i tělesnému zdraví a well-being.

### **Prevence**

Rozvoj znalostí o příčinách a mechanismech onemocnění umožňuje přípravu opatření, která povedou k jejich prevenci – legislativy, regulací, screeningových programů, strategií na podporu zdravého životního stylu atd. Centrum RECETOX na přírodovědecké fakultě díky své odbornosti aktivně podporuje tvorbu a hodnocení účinnosti legislativy na ochranu lidského zdraví především s vazbou na životní prostředí. Data o screeningových a preventivních programech vyhodnocuje také institut IBA na lékařské fakultě. Odborníci z fakulty sportovních studií se také specializují na hledání příčin účinnosti zvolené pohybové terapie v prevenci chronických neinfekčních onemocnění (např. hypertenze, hypercholesterolemie, kardiovaskulární onemocnění, diabetes II. typu, osteoporóza či sekundární prevence onkologických onemocnění). Vzájemná spolupráce napříč výzkumnými částmi Masarykovy univerzity umožňuje identifikovat faktory, které nejvíc ovlivňují účinnost pohybové terapie na zdravotní stav člověka. To umožňuje stále vyvíjet časově efektivní pohybovou terapii, která je zaměřená na specifické fyziologické výsledky nebo podporující celkové zdraví cílové populace. Pohybová terapie nejčastěji zohledňuje genotyp a probíhající farmakologickou léčbu člověka. FSpS se také zaměřuje na specifické skupiny, např. vrcholové či dětské sportovce. Oblasti prevence zdravotních problémů v průběhu životních trajektoriích jedinců se věnuje Pedagogická fakulta – v oblasti výchovy ke zdraví a v širším kontextu kvality života zkoumá výživové, pohybové, volnočasové a další zvyklosti a aktivity dětí, dospělých i seniorů. V návaznosti na to vytváří programy prevence reagující na zdravotní rizika a proměny životního

stylu osob různého věku v různých sociokulturních podmínkách. Tyto programy dle možností vyhodnocuje formou evaluačních výzkumů.

## **Vzdělávání**

Role vzdělávání ve zlepšování zdraví a kvality života je sledována především na společenskovědních a humanitních fakultách MU. Filozofická fakulta například zkoumá udržení pracovní schopnosti u starších osob, problémové životní dráhy u dospělých, či integraci osob se zdravotním handicapem do systému vzdělávání. Fakulta sociálních studií se zaměřuje na psychologii a informační technologie pro individualizaci a podporu potenciálu každého studenta s cílem dosáhnout maximálního využití potenciálu a potřeb každého žáka či studenta, jak v průběhu jeho školní docházky, tak i v kontextu celoživotního učení. Právnická fakulta se zaměřuje na vzdělávání v oblasti právní regulace ochrany životního prostředí, poskytování zdravotních služeb a ochrany biomedicínských a epidemiologických dat. Klíčovým aspektem výzkumu je proces individualizace a vnitřní diferenciací ve vzdělávání při důsledném respektování jedinečnosti každého studenta v jakékoliv fázi jeho vzdělávání. Pedagogická fakulta koncipuje na základě svých výzkumů nejrůznější kurikulární a didaktické inovace – mnohé z nich se týkají výchovy ke zdraví, zdravotně orientované zdatnosti či obecněji zdravotní gramotnosti.

### **3) INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE PRO ZDRAVÍ A BEZPEČNOST**

Informační technologie jsou v moderním biologickém a lékařském výzkumu nenahraditelným nástrojem. V éře personalizované medicíny stavějící na pochopení procesů v živých organismech na genetické a buněčné úrovni vyžadují veškeré metody výzkumu zpracování a interpretaci dat, zpravidla ve velkých objemech. Zároveň současná technologická úroveň v IT umožňuje aplikaci moderních metod zpracování, analýzy a vytěžování dat (zejména aplikací metod umělé inteligence) a podstatné zlepšení ověřitelnosti a znovupoužitelnosti experimentálních výsledků prostřednictvím sdílení – přístupů otevřené vědy (open science). IT podstatně zvyšuje efektivitu také v klinické praxi, kde však naráží na velkou výzvu spojenou s citlivostí lékařských dat. Přístupy e-Health, m-Health atd. vyžadují velmi pokročilé zabezpečení, aby byly důvěryhodné pro pacienty a aby bylo zamezeno možnosti zneužití dat či ochromení kritické zdravotnické infrastruktury. Ústav výpočetní techniky se dlouhodobě specializuje jak na komplexní kybernetickou ochranu rozsáhlých infrastruktur (např. infrastruktury MU), tak také připravuje platformy, které umožňují bezpečnou práci s citlivými daty v IoT/smart zařízení i v cloud systémech. Tyto systémy a zařízení, spolu např. s dlouhodobým populačním výzkumem, generují značný objem dat, jejichž zpracování biostatistickými metodami může podstatně zvýšit efektivitu zdravotnického systému. Masarykova univerzita vzdělává specializované odborníky ve využití informačních technologií a výpočetních přístupů nejen prostřednictvím fakulty informatiky, ale i v oboru Matematická biologie a biomedicína na přírodovědecké fakultě.

## **Bioinformatika**

Bioinformatika je vědní disciplína s širokou škálou využití především v molekulárně biologickém výzkumu. Zabývá se zpracováním rozsáhlých souborů dat generovaných pokročilými technologiemi v oblasti buněčného a medicínského zobrazování, genomiky, proteomiky a dalších -omics atd. Týmy PřF, CEITECu, FI a ÚVT jsou aktivní ve vývoji nových metod a softwarových nástrojů pro vizualizaci a analýzu biomakromolekulárních struktur a racionální design proteinů použitelných jako biofarmaceutika a pro design malých biologicky aktivních molekul, nástrojů na zpracování rozsáhlých experimentálních dat z necíleného screeningu biologických vzorků, či nástrojů pro systémovou biologii. Bioinformatická sdílená laboratoř a další týmy z CEITECu pracují také na pokročilých metodách zpracování genomických dat. Špičková bioinformatická odbornost je nezbytným předpokladem pro dosažení cílů v oblasti vývoje inovativních terapeutických přístupů, tedy primárního výzkumného směru projektu. Aplikace v oblasti personalizované medicíny a cílených terapií vyžadují efektivní vyhodnocování genomických a molekulárně biologických dat na úrovni jednotlivce.

## **Medicínská informatika**

Medicínská informatika je aplikovaná vědní disciplína zabývající se uplatněním informatiky pro získávání a zpracování medicínských dat. Zásadními oblastmi v celosvětovém kontextu jsou otázky interoperability medicínsky relevantních dat a vývoj technik umělé inteligence pro jejich vytěžování. Týmy z ÚVT a fakulty informatiky jsou aktivní v řadě relevantních oblastí: od vývoje datových modelů, přes zajištění reprodukovatelnosti dat, vývoje metod umělé inteligence (viz samostatný směr níže), až po využití pokročilých autentizačních a autorizačních mechanismů pro řízení přístupu k těmto citlivým typům dat. V neposlední řadě ÚVT pracuje na vytvoření zabezpečené IT infrastruktury umožňující ukládání rozsáhlých medicínských dat a jejich náročné zpracování.

## **Výpočetní modelování**

Metody výpočetního modelování mohou zásadně zvýšit efektivitu vývoje a testování nových léčiv. Rozvoj in silico metod v preklinickém testování přispívá k naplňování principů RRR ve využívání zvířecích modelů. MU rozvíjí několik výzkumných směrů, které výpočetním modelováním doplní osu pro vývoj inovativních terapeutických přístupů. Na PřF existuje odbornost například pro PBPK (Physiologically-based pharmacokinetic) modelování pro predikci distribuce cizorodých látek v těle a QIVIVE (Quantitative in vitro-to-in vivo extrapolation) modelování jako podpora testování na jiných než zvířecích modelech. Velký význam má výpočetní molekulové modelování také při hledání potenciálních nových léčiv („drug screening“). Farmaceutická fakulta za použití metod výpočetní chemie realizuje výzkum potenciálních léčiv v oblasti neurodegenerativních, kardiovaskulárních a infekčních onemocnění. Týmy z PřF a CEITECu například vyvíjí TSA (Transition State Analogue) inhibitory enzymů jako potenciálně nové generace léčiv, které mohou být podávány v extrémně nízkých koncentracích.

## **Umělá inteligence**

Využití strojového učení (umělé inteligence) je novým trendem, který nachází uplatnění napříč vědeckými disciplínami a obory. Díky odbornosti dostupné na fakultě informatiky a ÚVT vznikají na MU spolupráce, které využívají umělou inteligenci v řadě různých kontextů. Na CEITECu tak například pomáhá strojové učení s interpretací dat z biomolekulární NMR nebo genomických analýz. Týmy z přírodovědecké fakulty pak vyvíjí a aplikují metody strojového učení pro studium strukturně-funkčních vztahů a v počítačový designu nových biofarmaceutik. Ve spolupráci s fakultními nemocnicemi jsou pak rozvíjeny metody strojového učení pro klinická data, a to včetně dat z rozsáhlých zobrazovacích metod např. v patologii. Právnická fakulta se zabývá právní regulací umělé inteligence a jejích výstupů. A filozofická fakulta sleduje širší společenský kontext – zkoumá komplexní rozvoj osobnosti s pomocí využívání umělé inteligence v kultuře a celoživotním učení či umělou inteligenci jako nástroj environmentální politiky.

## **Kyberbezpečnost**

Týmy FI, ÚVT a PrF jsou lídry v oblasti zabezpečení softwaru, aplikací, hardwaru i sítí. Kromě bezprostředního zajištění bezpečnosti práce s citlivými zdravotnickými a biologickými daty v rámci výzkumných směrů projektu přispějí i k systémovým inovacím v zabezpečení zdravotnického systému na národní úrovni. Nedávné zkušenosti ukazují, že tato kritická infrastruktura je velmi zranitelná a dopady útoků na ni zcela ochromující. Nové aplikace a systémy budou moci využít kybernetického polygonu (KYPO) dostupného na FI, který umožňuje výzkum a cvičení spojená s ochranou kybernetických infrastruktur. Zaměření MU však umožňuje i náhled na uživatelské aspekty IT a jeho bezpečnost či přímo přínos pro lidské zdraví. FSS se tak ve spolupráci s FI a PrF zaměří na zkoumání digitálních technologií pro podporu fyzického i psychosociálního zdraví u mladých (6-17 let) a stárnoucích (55+ let) při současném zachování proporcionální ochrany dotčených práv. Týmy z FF nabízejí expertízu dopadů agendy digitalizace a kyberbezpečnosti na agendu občanských práv a svobod hlavně ve srovnání důsledků pro oblast kultury, svobody slova atd. Týmy FF studují témata sekuritizace hlavně mimoevropských společností ve srovnání se situací v EU (Rusko, Čína, Brazílie, Vietnam, Japonsko, Jižní Korea...).

## **Biostatistika**

Zpracování populačních a zdravotnických dat se věnují týmy lékařské a přírodovědecké fakulty. Výzkumné centrum RECETOX na přírodovědecké fakultě sleduje především propojení dlouhodobě sledovaných dat o environmentálních expozicích s daty o zdraví vybraných populací při zohlednění dalších faktorů, které mohou negativně ovlivňovat kvalitu života a přispívat k rozvoji chronických onemocnění (tzv. faktorů exposomu). Institut biostatistiky a analýz (IBA) na lékařské fakultě pak monitoruje a hodnotí například populační screeningové programy, epidemiologie vážných onemocnění a dopad preventivních programů či inovativní diagnosticko-terapeutické metody. Tým Kabinetu informačních služeb a knihovnictví FF je schopen poskytnout návody ke zvýšení schopnosti populace k zapojení do systému sdílení dat o zdravotním stavu a strategií na podporu zdraví. Odbornost fakulty informatiky využijeme pro implementaci pokročilých výpočetních přístupů v biostatistických modelech.

#### **4) UDRŽITELNÝ SYSTÉM ZDRAVOTNÍ PÉČE**

Pro efektivní uplatnění nových poznatků o prevenci, diagnostice a léčbě je nutný kvalitní systém zdravotní péče, který dobře zohledňujeme etické i ekonomické aspekty péče o lidské zdraví. Moderní přístupy zároveň vyžadují obsazení systému zdravotní péče vysoce kvalifikovanými profesionály a kontinuální vzdělávání zkušených pracovníků působících v oboru. Odbornosti ve výzkumu a vzdělávání na Masarykově univerzitě dobře pokrývají tyto aspekty. Ve vztahu ke zjištění základního výzkumu i inovacím směřujícím k aplikaci v klinické praxi tak budeme rozvíjet interdisciplinární projekty v oblasti bioetiky, farmakoekonomiky, systémů sociální a zdravotní péče, klinické péče či vzdělávání na různých stupních včetně toho celoživotního, které významně podpoří dopady lékařsky relevantní výsledky a výstupy výzkumu na Masarykově univerzitě.

##### **Lékařská etika a bioetika**

Inovativní terapeutické přístupy, které spějí k personalizaci medicíny, přinášejí nové výzvy také v oblasti lékařské etiky a bioetiky. Jak výzkum, tak poskytování zdravotní péče, pracují ve vyšší míře s citlivými genomy daty a tkáněmi pacientů a generují data, která mohou vést k široké škále sekundárních zjištění. Etice ve výzkumu a lékařství se věnují týmy lékařské a filozofické fakulty. Právní regulaci poskytování zdravotních služeb a ochrany biomedicínských dat se zabývají týmy na PrF.

##### **Farmakoekonomika**

V souvislosti s výzkumnými pokroky moderní medicíny a uváděním nových nákladných léčiv i dalších zdravotnických technik pro personalizovanou medicínu (moderní zobrazovací metody, genetické testování, diagnostické metody apod.) do reálné klinické praxe sílí i tlak na efektivitu výdajů na zdravotnictví. Existuje reálná potřeba kvalitních farmakoekonomických studií nejen inovativních léčiv, ale i dalších medicínských technologií, a univerzitní půda musí zejména v části metodické a dále pak v části nezávislých farmakoekonomických studií sehrávat významnou roli. Masarykova univerzita se výzkumným činnostem v rámci farmakoekonomických hodnocení věnuje již v současnosti, staví na sdílení zkušeností v rámci expertíz napříč univerzitou, zasahující zejména LF, PřF, IBA, ESF, PrF a FSS. Posílením týmů a systematický rozvoj expertízy v oblastech farmakoekonomiky významně posiluje začlenění Farmaceutické fakulty MU a rozvíjející se spolupráce i s dalšími odborníky mimo MU, příkladem ČVUT, FaF UK a klíčovými stakeholdery Státním ústavem pro kontrolu léčiv a MZ ČR, kde navazujeme na projekt PharmAround LF MU. Metodicky se bude rozvíjet zejména oblast výzkumu, vývoje a implementace metodiky farmakoekonomických studií včetně risk-sharing modelů založených na value-based principech a výzkumu Comparative Effectiveness Research. Tyto modely mohou významně přispět k efektivnímu hodnocení moderních technologií a léčivých přípravků určených svou inovativní podstatou menší skupině pacientů – ať se jedná o ATMP, personalizovanou léčbu, orphan drugs či pediatrické indikace, a to s ohledem na dlouhodobou finanční udržitelnost zdravotnického systému a ostatní zájmy všech zainteresovaných složek (plátců, regulátorů, držitelů registrace, patientské organizace a poskytovatelé zdravotních služeb).

## **Farmakoepidemiologie**

Sledování a studium užívání léčiv nekončí jejich zavedením do klinické praxe. Studie spotřeby léčiv a na ně navazující farmakoepidemiologická hodnocení, realizovaná v rámci postmarketingové fáze životního cyklu léčiva, mají za cíl upřesňovat terapeutickou hodnotu a bezpečnostní profil léčiv. Farmakoepidemiologie je interdisciplinární oblast spojující klinickou farmakologii, epidemiologii, statistiku a další obory, a jejím primárním cílem je sledování a hodnocení faktorů ovlivňujících užívání léčiv a výstupů farmakoterapie v definovaných populačních skupinách. Farmakoepidemiologické studie mohou mít prospektivní anebo retrospektivní charakter, dle základního designu se může jednat o studie observační a experimentální. Farmakoepidemiologické studie významným způsobem přispívají k racionalizaci farmakoterapie, poskytují cenné poznatky o poměru rizik a benefitů, vyplývajících z užívání léčiv a pomáhají tak zajistit správnou, účinnou a bezpečnou léčbu pacientů.

## **Sociální a zdravotní péče**

Výzkumné týmy na přírodovědecké a filozofické fakultě zkoumají vliv sociálních a environmentálních faktorů na zdraví, čímž objasňují mimo jiné, jak podmínky sociální a zdravotní péče ovlivňují kvalitu života a efektivitu léčby. Odborníci z FSS studují paliativní péči v domácím prostředí, a přispívají tak k inovacím a rozvoji nástrojů podpory neformálních pečujících, kteří zajišťují v domácím prostředí péči osobám nevyléčitelně nemocným nebo v terminálním stádiu. Vědečtí pracovníci z FaF se zabývají studiem faktorů ovlivňujících efektivní a kvalitní poskytování lékařské a klinicko-farmaceutické péče. Odborní pracovníci z FSpS se dlouhodobě věnují studiu a realizaci pohybových intervenčních programů pro seniory, onkologické pacienty a nově i pro pacienty s Parkinsonovou chorobou. Výzkumné týmy z ESF studují organizaci zdravotní péče (lůžkové i ambulantní části) s ohledem na ekonomické aspekty (efektivita, hospodářská udržitelnost).

## **Profesionálové pro zdravou a bezpečnou společnost**

Dopad zmiňovaných inovací do praxe – na život společnosti a lidí – se neobejde bez profesionálů připravených na mezioborovou spolupráci při výkonu svých profesí. Jejich speciální úloha spočívá nejen v završování inovačního procesu směřujícího od základního přes preklinický a klinický výzkum k adresátům (pacientům), ale také v oblasti sociální péče, prevence a vzdělávání. Na fakultách MU připravujících profesionály existují předpoklady pro rozvoj interdisciplinární a interprofesní spolupráce, která je pro účinné zvládnutí komplexních společenských výzev nezbytná. Příprava profesionálů z různých oblastí lékařských, zdravotnických, přírodních, inženýrských, společenských, humanitních a dalších věd na efektivní spolupráci v praxi i ve výzkumu nicméně předpokládá posílení interdisciplinárních přesahů v profesně orientovaných studijních programech. V zázemí rozvojového projektu MU „Inovace pro zdravou a bezpečnou společnost“ budou zvažovány a koncipovány interdisciplinární přesahy studijních programů v bezprostřední vazbě na související výzkum. Jejich absolventi budou schopni zhodnotit jeho inovační a aplikační potenciál v praxi.

## **Nové technologie a materiály pro zdravotnictví**

Fyzikální ústavy a část Ústavu chemie PřF MU se dlouhodobě zabývají, s využitím velkých výzkumných infrastruktur CEPLANT a CEITEC Nano, výzkumem a vývojem nových materiálů a technologií s aplikacemi mj. v relevantní oblasti péče o zdraví. Jde např. o vývoj plazmových technologií pro antimikrobiální úpravy povrchů a pro biodekontaminaci, funkcionalizaci povrchů materiálů pro využití v biokompatibilních implantátech, syntézu nových adsorpčních materiálů pro zachycování, adsorpci a katalytický rozklad bakterií a virů ze vzduchu a vody, vývoj mikroendoskopu na bázi jediného multimódového optického vlákna pro sledování neuronů ve spolupráci s ÚPT AVČR apod.

## **Robotika**

V každodenním životě lidí získávají stále širší roli výsledky z oborů informační technologie, umělé inteligence a robotiky. Tyto výsledky ale mají široký potenciál uplatnění i ve výzkumu, ve zdravotní péči i péči o starší generaci prostřednictvím asistenčních technologií. Spolupráce s Vysokým učením technickým v Brně, Fakultou informačních technologií, umožní začlenění a výzkum takových nových výsledků do různých fází a činností ve výzkumu a v medicínské klinické praxi, ale i pro výzkum možností uplatnění asistenčních technologií při výzkumu a vývoji zařízení pro zvýšení kvality života starší generace v domácím prostředí a také pro současné monitorování jejich zdravotního stavu nenásilným a neinvazivním způsobem. Konkrétním příkladem uvažovaných inovací jsou asistenční technologie, které prostřednictvím umělé inteligence a robotických řešení odlehčí personálu poskytujícímu zdravotní péči. „Robotci“ s umělou inteligencí a jednoduchým uživatelským rozhraním do domácího prostředí pro starší generaci, které budou schopny poskytovat základní funkce typu zprostředkování ovládání domácích zařízení, komunikaci prostřednictvím Internetu, přinášení, zvedání a/nebo odnášení malých předmětů, ale i jednoduchou konverzaci, počítačové a/nebo terapeutické hry a právě nenásilné ověřování, že uživatel je „zdravotně v pořádku“, tedy jeho pohybové aktivity, to, ověřování, zda jeho aktivity odpovídají „běžným denním zvyklostem“, ale i jednoduché monitorování životních funkcí (bezkontaktním způsobem – tedy například dech a srdeční tep, například kamerovými a/nebo radarovými technologiemi). To vše samozřejmě s maximální ochranou osobnosti, soukromí a osobních údajů uživatele. Alternativně mohou vznikat i řešení ve zjednodušené konfiguraci, obsahující jen některé vybrané z těchto funkcí. Důležitou částí výzkumu bude nejen technický a technologický výzkum právě umělé inteligence, robotiky a informačních technologií ve výše uvedených aplikacích, ale i sociální, zdravotní, ekonomické i psychické dopady technologií a jejich vliv na kvalitu života, zejména u starší generace. Předpokládáme, že výzkum a vývoj bude probíhat zčásti na lékařských, případně pracovištích sociálních služeb, jiných výzkumných pracovištích využívajících zmíněné technologie, ale také na specializovaných laboratorních pracovištích pro výzkum umělé inteligence, sensorových a robotických systémů (kyberfyzikálních systémů) s možností autonomní navigace systémů. Do výzkumu psychických či sociálních dopadů pokročilých technologií na cílové skupiny zapojíme i odborné laboratoře, například HUMElab na FF MUNI. Dlouhodobě se věnujeme vztahu člověka a robota prostřednictvím případových studií zaměřených na interakci člověka a stroje, s přihlédnutím k významu antropomorfismu pro akceptování robota ve sdíleném prostoru a pro jeho důvěryhodnost jako pomocníka.