

## VÝZVA K PŘEDKLÁDÁNÍ DOKUMENTACE PRO MEZINÁRODNÍ PEER-REVIEW HODNOCENÍ VELKÝCH VÝZKUMNÝCH INFRASTRUKTUR ČR V ROCE 2021

### PŘÍLOHA Č. 2

Předmětem mezinárodního peer-review hodnocení velkých výzkumných infrastruktur ČR v roce 2021 je i **ex-ante evaluace eventuálních nových návrhů velkých výzkumných infrastruktur**, jež mohou být předkládány výlučně v souladu s níže definovanými tematickými oblastmi, které byly určeny na základě provedení tzv. „landscape / gap“ analýzy krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR a ze strany RVVI doporučeny k implementaci.

Adresování identifikovaných „mezer“ v krajině velkých výzkumných infrastruktur ČR nemusí vést nutně pouze k předložení zcela nových návrhů velkých výzkumných infrastruktur. **Uchazeči o zaplnění takto identifikovaných „mezer“ mohou kooperovat s již existujícími velkými výzkumnými infrastrukturami a jejich tematický záběr o aktivity pokrývající identifikované „mezery“ dále rozšířit**, tzn., bez nutnosti předložení zcela nového návrhu velké výzkumné infrastruktury.

#### FYZIKÁLNÍ VĚDY A INŽENÝRSTVÍ

Pozorování gravitačních vln americko-evropským konsorciem LIGO-Virgo vede k prudkému rozvoji daného oboru a k experimentálnímu studiu dosud neprobádaných astrofyzikálních procesů, včetně následných pozorování detekovaných objektů a jevů astronomickými metodami a metodami částicové fyziky, jakými jsou astronomické dalekohledy nebo např. experimenty na detekci vesmírných neutrin a kosmického záření. Další rozvoj oboru nastal se schválením mise Evropské kosmické agentury (ESA) LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*) a souvisí taktéž s vývojem tzv. „Einsteinova Teleskopu“. Při analýze krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR provozovaných ve fyzikálních vědách a inženýrství byla oblast pozorování gravitačních vln identifikována jakožto mezero. Jeví se vhodné, aby i ČR byla do tohoto oboru zapojena, prostřednictvím účasti ve stávajících / budoucích mezinárodních observatořích gravitačních vln. Výhledově by bylo vhodné doplnit Cestovní mapu velkých výzkumných infrastruktur ČR o projekt dedikovaný studiu gravitačních vln a souvisejícímu pozorování jejich zdrojů.

Unikátní zařízení pro letecký průmysl – Jednou z oblastí, kde výzkumné organizace a podniky dosahují mezinárodních úspěchů, je letecký průmysl. ČR je jedním z mála států v Evropě, který dokáže vlastními silami vyvíjet a vyrábět kompletní letadla a jejich části. Toto průmyslové odvětví je přitom s výzkumem a vývojem neodmyslitelně spjato, je tradičně podporováno vysokými objemy výdajů na výzkum, vývoj a inovace a vyžaduje řešení v rozsáhlých projektech s řadou účastníků a s potřebou specializovaných a vysoce nákladných výzkumných kapacit.

Unikátní síť koordinovaných systémů v rámci průmyslového sektoru a jeho okolí (znalostní dynamické datové a informační modely a síť virtuálních dvojčat jako nástroje vysokého stupně odolnosti průmyslu v krizových situacích) – Charakteristickou přidanou hodnotou výrobního sektoru je koncept Průmysl 4.0, založený na robotizaci, informačním propojení mezi budoucím výrobkem a realizačním procesem, anebo zapojení umělé inteligence do všech částí životního cyklu výrobku. Zásadním předpokladem pro udržitelnou existenci takového konceptu je zajištění nejvyššího stupně odolnosti komplexního řetězce průmyslové výroby, včetně dodavatelsko-odběratelských vazeb, logistického zajištění a dostatečného počtu kvalifikovaných lidských zdrojů. Při napadení systému krizovou událostí se dalekosáhlé negativní dopady na společnost a ekonomiku násobí.

Unikátní facility a funkcionality pro strojírenské aplikace 21. století – Na základě Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci ČR je hospodářský výkon ČR založen na průmyslové výrobě s rozhodujícím postavením oborů opírajících se o znalosti a technologie z oblasti strojírenství. Jedním z hlavních problémů, jež brání intenzivnějšímu využití výsledků výzkumu a vývoje v pokročilých strojírenských oborech, je multioborovost výzkumu, zahrnující všechny klíčové technologie (tzv. KETs) a řadu dalších specializovaných oborů. Zatímco standardní zařízení, metody a expertízy jsou k dispozici v řadě výzkumných organizací i podniků, vysoce specializované a unikátní facility a funkcionality jsou v podmínkách ČR ojedinělé.

## ENERGETIKA

Z pohledu Evropského strategického fóra pro výzkumné infrastruktury (ESFRI) je možné za strategická témata, jež jsou postihnuta na úrovni ESFRI, ale prozatím nemají protipól v rámci systému energeticky orientovaných velkých výzkumných infrastruktur ČR, označit (1) smart cities / smart grids a (2) ukládání / skladování energie. S ohledem na prvek smart cities se jedná zejména o chytré prvky v segmentu budov, který kombinuje řadu prvků – od chytrých senzorů a měřidel, přes inovativní vytápění, integraci výroby energie (fotovoltaika), až po materiály cílící na minimalizaci energetické náročnosti. V tomto ohledu je představitelný vznik velké výzkumné infrastruktury v podobě budov, v rámci kterých bude možné tyto prvky otestovat, a to různými uživatelskými subjekty. Druhým z témat je poté ukládání / skladování energie, u něž existuje celá řada možností – bateriové systémy na různých bázích, ukládání energie do vodíku, skladování energie v horninovém masívu apod. Vyřešení ekonomicky dostupné, jakož i kapacitně dostačující akumulace energie, zejména elektrické, je podmínka pro další snižování emisí skleníkových plynů.

## ENVIRONMENTÁLNÍ VĚDY

Co se portfolia velkých výzkumných infrastruktur ČR implementovaných v oblasti environmentálních věd týká, stávající krajina velkých výzkumných infrastruktur nedostatečným způsobem reflektuje vazbu na sektor zemědělství a v obecné rovině na produkční funkci krajiny. Do budoucna je proto zapotřebí soustředit se mj. na vědní oblasti související se zajištěním dlouhodobé ekologické a biologické integrity s ohledem na změnu klimatu a přizpůsobení se jejím dopadům rozvojem aplikací, resp. technologií, jež povedou ke zmírnění negativních dopadů lidské činnosti, dekontaminaci životního prostředí, adaptaci na klimatické změny a obnově, resp. udržení ekosystému a biodiverzity, a udržitelné produkci potravin. Je tak záhodné do budoucna věnovat mnohem větší pozornost udržitelnému hospodaření s přírodními zdroji, a to především z pohledu kvality půdy a zadržování vody v krajině (viz např. úloha půdy v globální bilanci CO<sub>2</sub> a v ochraně biologické rozmanitosti), horninové prostředí a nerostné bohatství nevyjímaje. Důvodem je potřeba dostatečného množství informací pro zajištění ochrany a udržitelného využívání půdy (zabránění další degradaci půdy, zachování jejích funkcí a obnova degradované půdy). Současně s tím vystupují jakožto další témata ekologie volně žijících organismů (rostlin i živočichů) a ohrožujících faktorů na ně působících a změny krajiny z hlediska dopadů na ekosystémy (nad rámec nyní adresované klimatické změny). Významnou oblastí, jež má potenciál přinést významné poznatky pro zemědělskou praxi, je šlechtění nových odrůd rostlin schopných adaptovat se na změnu klimatu, avšak také šlechtění rostlin rezistentních vůči škodlivým organismům. Jednou z rozvíjejících se oblastí je obor fenotypizace rostlin, zabývající se měřením strukturálních a funkčních vlastností rostlin. Evropské strategické fórum pro výzkumné infrastruktury (ESFRI) v tomto kontextu identifikovalo koncept výzkumné infrastruktury EMPHASIS (*European Infrastructure for Multi-scale Plant Phenomics and Simulation*), zaměřující se na rozvoj a poskytování přístupu k zařízením a službám, které se zabývají fenotypizací rostlin v odlišných agroklimatických scénářích, za jeden z prioritních projektů environmentálních evropských výzkumných infrastruktur. Zapojení ČR do jeho implementace v nadcházejícím období by tak bylo vysoce žádoucí.

Oblast environmentálních věd by se měla výrazněji zaměřit i na dlouhodobou udržitelnost průmyslové výroby za současného snížení jejího negativního vlivu na životní prostředí. V rámci udržitelného hospodaření s přírodními zdroji se jedná především o rozpracování konceptu cirkulární ekonomiky,

např. v oblasti efektivního využívání vody v průmyslu. Zásadní je také výzkum pro průmyslovou chemii budoucnosti jako nepostradatelného dodavatele vstupů do mnoha navazujících sektorů, konkrétně např. téma chemické recyklace, využití moderních paliv a další ekologizace výroby, včetně využívání obnovitelných zdrojů a příspěvku ke konzervaci energie. Jako související téma lze identifikovat rovněž stavebnictví z pohledu zavádění nových postupů, materiálů a digitalizace činností, jejichž součástí je především koncept BIM (*Building Information Modeling*), pracující s celým obdobím životnosti stavby od přípravy projektu až po (ekologickou) likvidaci objektu.

## ZDRAVÍ A POTRAVINY

Biologické a medicínské výzkumně-infrastrukturní kapacity, uvedené na nejnovější aktualizaci Cestovní mapy velkých výzkumných infrastruktur ČR z roku 2019, zahrnují širokou škálu vědeckých disciplín – od základního výzkumu se systémově biologickými přístupy, až po translační a klinický výzkum, který umožňuje aplikaci nových vědeckých poznatků v medicínské praxi. Strategické budování biologických a medicínských velkých výzkumných infrastruktur v celé šíři jejich spektra je přitom zásadní pro účinné využití prostředků vložených do vědecké excelence na straně jedné a pro maximalizaci využívání jejího potenciálu v aplikačním prostředí na straně druhé. Aktuální krajinu velkých výzkumných infrastruktur v ČR, co do páteřní sítě pro základní biomedicínský výzkum na úrovni raného stádia vývoje léčiv, tvoří kapacity CCP, CZ-OPENSREEN, CIISB a NCMG. Kapacity CZECRIN, BBMRI-CZ a EATRIS-CZ představují interoperabilní síť pracovišť, která se v ČR podílejí na translačním a klinickém výzkumu, a jako klinicky orientovaný celek umožňují zvýšení efektivity základního biomedicínského výzkumu přenosem jeho výsledků do aplikační, klinické oblasti. Integrativními servery, co do poskytování zařízení pro biologické a medicínské zobrazování, resp. co do zdrojů pro zpracování, analýzu a archivaci dat z oblasti věd o živé přírodě, pak krajinu biomedicínských velkých výzkumných infrastruktur v ČR doplňují Czech-BioImaging a ELIXIR-CZ. Oblast potravin a výživy pokrývá METROFOOD-CZ, který se zaměřuje na početná témata agropotravinářského sektoru od zemědělské produkce potravinářských surovin, jejich technologického zpracování, až po analýzu potravin zaměřenou na jejich bezpečnost, autenticitu a nutriční, hygienickou, technologickou a senzorickou jakost. V rámci analýzy krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR poté nebyly identifikovány žádné mezery, které by bylo nutno vyplnit novými projekty velkých výzkumných infrastruktur. Avšak za určitý deficit lze považovat neexistenci národního uzlu ČR evropské výzkumné infrastruktury EMPHASIS (*European Infrastructure for Multi-scale Plant Phenomics and Simulation*), již adresují taktéž výstupy environmentální sektorové platformy Rady pro velké výzkumné infrastruktury.

## SOCIÁLNÍ A HUMANITNÍ VĚDY

Významnou oporou pro nejmodernější výzkum předmětů kulturního dědictví a pro jejich ochranu jsou technologicky inovativní analytické nástroje, které umožňují snížit invazivnost postupů a přinášejí nové možnosti z hlediska míry citlivosti, hloubky a komplexnosti studia. Jejich využívání má dopady rovněž na zvyšování produkce dat, jejich sdílení a dostupnost. Zároveň dochází také k úzké spolupráci na poli humanitních, přírodních a technických věd. E-RIHS (*European Research Infrastructure for Heritage Science*) je projekt Cestovní mapy Evropského strategického fóra pro výzkumné infrastruktury (ESFRI), který v rámci Evropského výzkumného prostoru vytváří multidisciplinární výzkumnou infrastrukturu, jež integruje služby archivů vědeckých informací, virtuálních platforem pro přístup k datům a zařízení urychlovačů, synchrotronů, neutronových zdrojů a dalších analytických nástrojů pro účely studia, resp. ochrany kulturního dědictví. Zapojení ČR do E-RIHS na základě projektu systematického využití dnes již existujících českých kapacit – v podobě multidisciplinární velké výzkumné infrastruktury pro studium a ochranu kulturního dědictví – by měl bezesporu pozitivní dopad na konkurenceschopnost řady oborů humanitních věd a na ochranu kulturního dědictví v ČR.

Studium problematiky rodinného života a strategií, postojů a chování lidí, co se týká zakládání rodin, rodičovství, péče o děti, péče o starší rodinné příslušníky, bydlení, chování na trhu práce, stárnutí apod. přináší východiska pro řešení výzev, kterým čelí současné společnosti v oblastech populačního vývoje, změn na trhu práce a genderových a sociálních nerovností, a má tedy dopady na konkurenceschopnost

společnosti a kvalitu života. Evropský výzkumný program GGP (*Generations and Gender Programme*) kontinuálně vytváří pro toto studium datovou oporu, která je unikátní díky designu panelového šetření (tzn. opakovaného šetření stejného vzorku respondentů) a množství zapojených zemí a tedy i možnosti studia životních trajektorií a dynamiky rodiny v perspektivě mezinárodních a časových srovnání. Účast – v podobě velké výzkumné infrastruktury pro populační studia a výzkum dynamiky rodinného života – jež by navázala na dřívější účast ČR v letech 2005 a 2010 a umožnila kontinuální zapojení ČR do GGP, by významně zlepšila analytickou oporu pro řešení zmíněných problematik v ČR v evropském kontextu.

Dynamické společenské, ekonomické, demografické a politické změny, rostoucí sociální nerovnosti, otázky rovných příležitostí, polarizace společnosti a sociální konflikty patří mezi hlavní výzvy soudobých společností. Studium těchto procesů vyžaduje datovou oporu nejen na úrovni jednotlivce, ale na úrovni domácností a rodin jako základních sociálních jednotek, ve kterých dochází ve vzájemné interakci členů k formování postojů a hodnot, rozhodování o vzdělávací dráze, účasti na pracovním trhu a alokaci času. Demografické, ekonomické, vzdělávací a politické procesy jsou tedy úzce provázány a jejich pochopení vyžaduje multidisciplinární přístup a širokou datovou základnu, která se neomezuje na jednu konkrétní oblast společenského života. Podobně jako v dalších zemích i v ČR to lze zajistit v kontinuálním projektu multidisciplinárního panelového šetření domácností ustaveném formou velké výzkumné infrastruktury pro studium dynamiky společenských změn, jež by přitom na rozdíl od běžných longitudinálních šetření dotazovala všechny členy domácnosti. Zároveň by bylo možné zúročit výsledky předchozích projektů, využít dříve úspěšně založený panel domácností a zabránit jeho zániku.

EHRI (*European Holocaust Research Infrastructure*) je evropskou výzkumnou infrastrukturou vzniklou roku 2010, jejímž cílem je umožnit výzkumné komunitě přístup k datům a k informacím o nejrůznějších informačních zdrojích období holokaustu a vyvinout metody a prostředky, jak s těmito zdroji pracovat. Hlavní výzvou EHRI je překonat roztržitost relevantních zdrojů, i s nimi spojeného historiografického výzkumu, a integrovat je takovým způsobem, aby byl holokaust studován jako celoevropský fenomén. Jedná se tedy principiálně o výzkum historiografický, avšak vzhledem k tomu, že některé zdroje existují v digitální podobě, uplatňují se i postupy vypracované v oblasti *digital humanities*. EHRI je zařazeno na Cestovní mapu Evropského strategického fóra pro výzkumné infrastruktury (ESFRI). Její implementační fáze se předpokládá v roce 2021 a operační fáze by měla být zahájena v roce 2022. Zapojení ČR do EHRI by jistě přispělo ke zvýšení povědomí o studiu holokaustu jako celoevropském jevu.

## e-INFRASTRUKTURY

Velká výzkumná infrastruktura e-INFRA CZ, tvořená konsorciem e-infrastruktur CESNET, IT4Innovations a CERIT-SC, představuje komplexní a na národní úrovni ČR unikátní systém ICT komponent a služeb, jež poskytuje kapacity a zdroje pro přenos, ukládání a zpracování vědeckých dat, jakož i rozsáhlé a ucelené portfolio služeb v oblasti ICT, bez kterých moderní výzkum, vývoj a inovace nemohou být realizovány. Konsorcium e-INFRA CZ je zapojeno do všech významných oblastí rozvoje e-infrastruktur na evropské i globální úrovni a svým záběrem je schopno plně pokrýt všechny potřeby výzkumu, vývoje a inovací v ČR. V nadcházejícím období tak není potřeba vytvářet nové výzkumné e-infrastruktury, už s ohledem na jejich předešlou integraci do jednoho konsorciálního projektu. Je však nezbytné zajistit pokračující rozvoj e-INFRA CZ ve všech základních směrech. Klíčové oblasti trvalého zájmu představují: (1) vysoce výkonná komunikační infrastruktura – realizovaná ve vazbě na evropskou síť GÉANT; (2) nejvýkonnější výpočetní systémy – realizované ve vazbě na evropskou iniciativu EuroHPC; (3) distribuované výpočetní a úložné kapacity a služby – realizované ve vazbě na evropskou iniciativu EOSC (*European Open Science Cloud*); (4) rozvoj principů pro zpracování heterogenních a velkoobjemových dat s extenzivním využitím nástrojů umělé inteligence; a (5) podpora nasazení zcela nových, a to např. kvantových technologií. Současně je vnímáno za potřebné rozvinout také debatu o možnostech využití e-INFRA CZ pro potřeby resortního výzkumu a využití speciálně dedikovaných kapacit e-INFRA CZ pro potřeby velkoobjemových výpočetních úloh, jež jsou realizovány v gesci orgánů státní správy ČR, a souvisejícím finančním modelem takovéto spolupráce.