**„landscape / gap analýza“ krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR, provedená Sektorovými platformami Rady pro velké výzkumné infrastruktury**

**I. Východiska**

**Jako odborný poradní orgán ministra školství, mládeže a tělovýchovy pro výkon agendy spočívající v určení koncepce a v podpoře velkých výzkumných infrastruktur z veřejných prostředků ČR, působí Rada pro velké výzkumné infrastruktury**. Tato Rada sdružuje zástupce Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (dále jen „MŠMT“), Rady pro výzkum, vývoj a inovace, Ministerstva průmyslu a obchodu, Akademie věd ČR, České konference rektorů, Rady vysokých škol a současně nejvýznamnějších velkých výzkumných infrastruktur ČR, provozovaných v jednotlivých vědně-oborových oblastech. Členy Rady jsou i delegáti ČR do Evropského strategického fóra pro výzkumné infrastruktury (ESFRI) nebo zástupce Národního kontaktního bodu ČR pro podporu výzkumných infrastruktur z rámcových programů EU pro výzkum, vývoj a inovace.

**V souladu s implementačním plánem Inovační strategie ČR pro léta 2019 až 2030 provedlo MŠMT ve spolupráci s partnerskými stakeholdery ČR v průběhu 4. čtvrtletí roku 2019 až 1. čtvrtletí roku 2020 tzv. „landscape / gap“ analýzu krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR**. Tyto analytické aktivity probíhaly v rámci 6 tzv. „sektorových platforem“ Rady pro velké výzkumné infrastruktury, kteréžto byly ustaveny tak, aby adresovaly danou problematiku v celkem 6 vědně-oborových oblastech, ve kterých jsou velké výzkumné infrastruktury provozovány – tzn., (1) fyzikální vědy a inženýrství, (2) energetika, (3) environmentální vědy, (4) zdraví a potraviny (resp. biologické a lékařské vědy), (5) společenské a humanitní vědy (resp. sociální a kulturní inovace) a (6) tzv. e-infrastruktury (resp. datové, výpočetní a digitální výzkumné infrastruktury).

Jelikož velké výzkumné infrastruktury, kromě svých primárně vědeckých cílů, velmi podstatnou měrou pomáhají adresovat i socioekonomické výzvy, jejichž řešení spadá do sektorových agend partnerských ministerstev a dalších veřejných orgánů, a to, ať už se jedná o průmysl, energetiku, zemědělství, životní prostředí, potravinářství, zdravotnictví nebo o agendy spočívající v tvorbě kulturních a sociálních politik ČR, **MŠMT oslovilo partnerské stakeholdery z řad orgánů státní správy ČR s žádostí o nominace do sektorových platforem Rady pro velké výzkumné infrastruktury**. Vyžádané nominace MŠMT obdrželo od Ministerstva průmyslu a obchodu, Ministerstva dopravy, Ministerstva zemědělství, Ministerstva životního prostředí, Ministerstva zdravotnictví, Ministerstva práce a sociálních věcí a také Ministerstva kultury. Rada pro výzkum, vývoj a inovace s poděkováním nabídku členství v sektorových platformách Rady pro velké výzkumné infrastruktury nevyužila. Druhým konstituentem sektorových platforem Rady pro velké výzkumné infrastruktury se stali její členové reprezentující nejvýznamnější velké výzkumné infrastruktury ČR, kteří se dlouhodobě podílí i na procesech tvorby Cestovní mapy velkých výzkumných infrastruktur ČR a s aktivitami „landscape / gap“ analýzy krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR tak mají dlouholeté zkušenosti. **Přehled nominovaných zástupců resortů a výzkumné komunity ČR do sektorových platforem Rady pro velké výzkumné infrastruktury uvádí příloha materiálu**.

**II. Výstupy**

Cílem činností sektorových platforem Rady pro velké výzkumné infrastruktury, resp. „landscape / gap“ analýzy krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR, bylo **identifikovat potenciální oblasti, v nichž by ČR mohla velké výzkumné infrastruktury koncipovat do budoucna nově, tzn., nad rámec stávajících projektů**. Z definice velké výzkumné infrastruktury by se mělo jednat o znalostně, resp. technologicky vysoce náročná zařízení, jež budou provozována jak na principu politiky otevřeného přístupu pro jejich všechny potenciální uživatele pocházející z řad výzkumné komunity v ČR, jakož i zahraničí, tak v režimu smluvního výzkumu pro uživatele, jež se rekrutují z řad průmyslových podniků.

V rámci prováděné analýzy **nebyly identifikovány žádné velké výzkumné infrastruktury, jež jsou nyní zařazeny na Cestovní mapu velkých výzkumných infrastruktur ČR (poslední aktualizace z roku 2019), které by se nacházely v rozporu se sektorovými politikami ČR**. Současně probíhala v rámci prováděné analýzy i identifikace nových témat, jež velkými výzkumnými infrastrukturami pokrytá aktuálně nejsou, a zájmem sektorových politik a výzkumné komunity ČR je tato témata prostřednictvím agendy velkých výzkumných infrastruktur adresovat do budoucna. Probíhalo tak posouzenípodnětů **vzešlých ze strany výzkumné komunity ČR, vyplývajících z těch nejmodernějších výzkumných a technologických trendů (tzv. „bottom-up“ přístup), a podnětů vzešlých ze strany orgánů státní správy ČR, které se odvíjejí od priorit sektorových politik ČR (tzv. „top-down“ přístup)**. Finální výstupy aktivit sektorových platforem Rady pro velké výzkumné infrastruktury v jednotlivých 6 vědně-oborových oblastech, potažmo výstupy „landscape / gap“ analýzy krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR, jsou poté následující:

**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 mezera. 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.

**Energetika**

Z pohledu Evropského strategického fóra pro výzkumné infrastruktury (ESFRI) je možné za strategická témata, jež jsou postihnutá 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 nějž 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 CO2 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.

**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-OPENSCREEN, 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 servisy, 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*), jíž 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 roztříštěnost 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 holocaustu 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 modelu takovéto spolupráce.

**IIi. závěry**

V souladu se zadáním pro realizaci „landscape / gap analýzy“ krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR bylo účelem **definovat poptávku pro věcné zaměření vyhlášení výzvy k předkládání eventuálních nových návrhů velkých výzkumných infrastruktur ČR k jejich ex-ante evaluaci v rámci nadcházejícího cyklu mezinárodního peer-review hodnocení velkých výzkumných infrastruktur ČR v roce 2021**. Tato výzva bude součástí aktivit směřujících k dalšímu cyklu aktualizace Cestovní mapy velkých výzkumných infrastruktur ČR (2023) a zejména k rozhodnutí vlády ČR o podpoře velkých výzkumných infrastruktur z veřejných prostředků ČR v období nadcházejícího víceletého finančního rámce 2023 až 2029. Stěžejní **součástí tohoto procesu bude přitom interim hodnocení 48 velkých výzkumných infrastruktur ČR**, jež jsou z rozhodnutí vlády ČR nyní již financovány a tedy zahrnuty do nejnovější aktualizace Cestovní mapy velkých výzkumných infrastruktur ČR z roku 2019.

Aby MŠMT doplnilo dosavadní „bottom-up“ směřování výzev pro předkládání návrhů nových velkých výzkumných infrastruktur (jak byly vyhlášeny v rámci mezinárodních peer-review hodnocení v letech 2014 a 2017) i o „top-down“ přístup, **formou výše uvedené „landscape / gap analýzy“ krajiny velkých výzkumných infrastruktur ČR identifikovalo dosud nepokryté mezery, na nichž se shodli jak zástupci výzkumné komunity ČR, tak i představitelé resortů**. Vytvoření sektorových platforem Rady pro velké výzkumné infrastruktury přitom představovalo nástroj provedení této analýzy. V jejím rámci tedy došlo ke zmapování poptávky po eventuálních nových velkých výzkumných infrastrukturách, a to z pohledu potřeb, resp. priorit sektorových politik a výzkumné komunity ČR. **Adresování identifikovaných mezer v krajině velkých výzkumných infrastruktur ČR však nemusí vést nezbytně pouze k předložení nových návrhů velkých výzkumných infrastruktur. Uchazeči o zaplnění takto identifikovaných mezer mohou totiž i spolupracovat s již existujícími velkými výzkumnými infrastrukturami a jejich tematický záběr o aktivity pokrývající identifikované mezery dále rozšířit.** Takovýto postup, spočívající v klastrování již existujících velkých výzkumných infrastruktur s nově identifikovanými tématy k pokrytí, bude v rámci budoucího směřování agendy velkých výzkumných infrastruktur ČR ze strany MŠMT velmi podporován. V konečném důsledku tak vyplnění identifikovaných mezer v krajině velkých výzkumných infrastruktur ČR nemusí vést nutně k nárůstu absolutního počtu velkých výzkumných infrastruktur ČR.