

# **Cestovní mapa ČR velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace**

## **1. Úvod**

Předkládaný materiál se zabývá popisem situace a významu velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace v rámci České republiky i Evropského výzkumného prostoru, příležitostmi poskytovanými financováním těchto zařízení ze Strukturálních fondů a zapojením ČR do projektů tzv. ESFRI Roadmap. Dále uvádí přehled zásadních projektů, z 6 oblastí – sociální a humanitní vědy, věda o životním prostředí, fyzika materiálů a vesmír, energetika, biomedicína a informatika/e-infrastruktura. U každé této vědní oblasti je popsán současný stav, SWOT analýza, prioritní a perspektivní projekty.

### **1.1. Česká republika v kontextu Evropského výzkumného prostoru (EVP) infrastruktur výzkumu, vývoje a inovací**

V posledních dvou letech je v Evropské unii vedena diskuse o nutnosti změny přístupu k Evropskému výzkumnému prostoru. Jsou formulovány vize a diskutuje se o jejich realizaci. Současný stav financování a koordinace aktivit velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace v EVP, které jsou považovány za podmínku provádění excelentního výzkumu, již neodpovídá nové situaci budování panevropských infrastruktur z ESFRI Roadmap a velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace (dále jen velkých infrastruktur) budovaných pomocí strukturálních fondů.

Evropský výzkumný prostor velkých infrastruktur by v roce 2020 měl být tvořen navzájem spolupracujícími zařízeními, s koordinovanými činnostmi. Excellence výzkumu by měla být zajištěna tím, že k výzkumným kapacitám bude umožněn přístup nejlepším projektům na základě soutěže (tzv. open access). Výzkumní pracovníci by měli mít možnost střídat místo výzkumu v různých zařízeních zcela volně, bez bariér. Segmentovanost politik výzkumu, vzdělávání a průmyslu by měla být překonána a velké infrastruktury by se měly stát styčnými platformami, kde probíhá spolupráce s vysokými školami na vytváření nových studijních programů, s výzkumnými institucemi na řešení klíčových problémů vědy a kde spolu s průmyslem jsou vytvářeny strategie přenosu znalostí do průmyslu a inovací. Hranice těchto aktivit by neměly být dány ani sektorově, ani regionálně, avšak s pevným zakotvením v evropském i národním prostředí.

Česká republika má šanci se podílet na vytváření EVP velkých infrastruktur svým zapojením do projektů panevropského významu explicitně uvedených (nebo souvisejících s projekty) v cestovní mapě ESFRI a zapojením velkých infrastruktur budovaných za pomoci strukturálních fondů a dalších národních zdrojů do mezinárodních projektů, či sítí. Rozvoj regionálních partnerských infrastruktur by měl vést k tomu, že se tyto infrastruktury časem stanou plnohodnotnými velkými infrastrukturami panevropského významu. Neméně důležitým prvkem zapojení ČR do EVP je koordinace politik výzkumu s evropskými

standardy a příslušnými politikami. Tento prvek bude zajišťován konkrétními podmínkami pro udělování veřejné podpory. Mimo dalších dokumentů budou vyžadovány strategie rozvoje lidských zdrojů, doložení spolupráce s univerzitami nebo studie socio-ekonomických dopadů velké infrastruktury. V neposlední řadě přispěje i tato Cestovní mapa ČR velkých infrastruktur k tomu, aby se české infrastruktury více zařadily do evropské komunity.

Cestovní mapa ČR velkých infrastruktur nestaví na zelené louce. Čeští a výzkumní pracovníci a pracovnice jsou již od roku 1991 partnery v CERN, ILL 20/20 (od roku 1998), ESRF (od roku 1999) a od roku 2007 v ESO. Díky programu INGO (MŠMT) bylo možno financovat projekty, které jsou uskutečňovány v těchto i v dalších infrastrukturách výzkumu, a to i mimo Evropu jako například v observatoři Pierra Augera, kterou budují čeští vědci v Argentině. Během posledních 20 let vznikly některé velice zajímavé velké infrastruktury i na území ČR; zde je třeba zmínit laserovou laboratoř PALS a tokamak COMPASS.

Od roku 2006 se ČR účastní přípravné fáze projektů ESFRI Roadmap, a to CESSDA, CLARIN, SHARE, ICOS, HiPER, JHR, ELI, INFRAFRONTIER a účast v dalších projektech je projednávána. Také v oblasti e-infrastruktury je propojení do EVP poměrně nadějně. Projekt CESNET je součástí celosvětové sítě GÉANT, zapojení do gridové infrastruktury EGI a mezi partnery superpočítačů PRACE je více než pravděpodobné. V současné době již není otázkou, zda Česká republika patří do EVP, ale spíše je otázkou, jak tuto šanci budeme schopni využít.

## **1. 2. Strukturální fondy a jejich využití pro výstavbu velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace**

Mnoho veřejných ale i soukromých institucí zabývajících se výzkumem a vývojem v České republice se v dnešní době potýká s omezenou kapacitou výzkumných pracovišť, nedostatečným materiálním vybavením, odlivem mozků do zahraničí, nedostatkem specializovaného personálu a s nedostatečnou spoluprací s aplikační sférou.

České výzkumné prostředí v současné době stojí před velkou výzvou, protože díky strukturálním fondům se mu nabízí možnost, jak proměnit prostředky Evropské unie v realizaci vědeckých záměrů a plánů a přispět tak k integraci České republiky do Evropského výzkumného prostoru.

V období 2007 – 2013 je v České republice v rámci Strukturálních fondů využíváno 24 operačních programů a dva další programy Interact II (servisní program určený pouze pro řídicí struktury operačních programů Cíle 3) a program ESPON 2013, zaměřený na podporu VaV v oblasti územního plánování a regionálního rozvoje. Tyto programy jsou rozděleny mezi 3 cíle politiky hospodářské a sociální soudržnosti. Jsou to: Cíl Konvergence, Cíl Regionální konkurenceschopnost a zaměstnanost a Cíl Evropská územní spolupráce.

V rámci Cíle Konvergence bylo připraveno 7 regionálních operačních programů pro podporu a rozvoj regionů (NUTS II) a 8 tematických operačních programů. Jedním z tematických operačních programů pro regiony je Operační program Výzkum a vývoj pro

inovace (OP VaVpI), zaměřený na posílení konkurenceschopnosti ČR a vytváření vysoce kvalifikovaných pracovních míst, prostřednictvím lépe nastavených podmínek pro existenci a působení výzkumných, vývojových a inovačních center, vysokých škol apod. OP VaVpI podporuje zvýšení kapacit stávajících VaV center i vznik nových institucí v regionech ČR a zároveň zrychlení přenosu výsledků VaV do praxe, jejich zavedení do průmyslu a na trh.

Tento operační program disponuje částkou 2,43 mld. EUR, kdy 85% (2,07 mld. EUR) je financováno z Evropské unie a 15% (0,36 mld. EUR) ze státního rozpočtu České republiky. Realizační období pro využití těchto prostředků bylo stanoveno na 2007 – 2013, respektive 2015.

Žadatelé o dotace OP VaVpI již předkládají své projekty v režimu běžných a velkých projektů. Velký projekt je definován jako projekt přesahující svým objemem celkových nákladů výši 50 mil. EUR (způsobilých i nezpůsobilých včetně DPH). Realizace velkých projektů podléhá schválení Evropskou komisí dle Obecného nařízení (z téhož důvodu musí velký projekt doložit i některé dodatečné informace). V červenci roku 2008 proběhla tzv. před-výzva pro předkládání velkých projektů do OP VaVpI. Jedním z klíčových výběrových kritérií bylo partnerství s evropskou velkou infrastrukturou ESFRI a návaznost na 7. rámcový program. Účelem této „před-výzvy“ bylo vytvoření indikativního seznamu velkých projektů, které jsou relativně dobře připraveny a zároveň jsou velmi slibné z hlediska potenciálních přínosů pro ČR, do kterého bylo zařazeno šest projektů. V rámci předkládání projektových žádostí bylo k ukončení výzvy 16. 11. 2009 předloženo v 1. prioritní ose 5 velkých projektů a ve 2. prioritní ose 3 velké projekty. Plánovaná alokace pro tuto výzvu je 17 mld. Kč.

### **ELI – Extreme Light Infrastructure**

Tento projekt si klade za cíl vybudovat v ČR excelentní laserovou velkou infrastrukturu panevropského významu. Je to jediný projekt z ESFRI Roadmap, který bude mít sídlo na území ČR. ELI bude směřovat k vytvoření dostatečně intenzivního laseru tak, aby se při srážce fotonů generovaly elektron-pozitronové páry. Aplikace tohoto zařízení budou zahrnovat široké spektrum výzkumu i inovací.

### **BIOCEV – Biotech & Biomed Research Centre**

Cílem projektu je katalyzovat vznik a následný rozvoj odvětví pokročilých biotechnologií v ČR, účelem projektu je vybudovat excelentní biotechnologické a biomedicínské centrum (BIOCEV).

### **CEITEC – Central European Institute of Technology**

Cílem projektu je zvýšení regionální a národní konkurenceschopnosti vytvořením udržitelného „motoru“ generujícího inovační kapacitu regionu v biověděch, biomedicině a pokročilých materiálech a technologiích.

## **IT4Innovations**

Projekt vybudování centra excelence IT4Innovations je zaměřen do oblasti definované v dlouhodobém záměru rozvoje výzkumu a vývoje České republiky jako rozvoj informační společnosti. Jedná se o vybudování superpočítače pro potřeby akademické i aplikační sféry.

## **Udržitelná energetika**

Základním cílem projektu je vytvořit pracoviště zaměřené na výzkum využití nukleárních a dalších fyzikálních a chemických procesů pro udržitelný rozvoj zejména v energetice a následný vývoj bezpečných a efektivních (klasických i neklasických) technologií pro výrobu ekologické energie a pro boj s životu nebezpečnými chorobami.

## **CVEVL – Centre for Research of Energetic Exploitation of the Lithosphere**

Cílem projektu CVEVL je vytvoření specializovaného výzkumného střediska pro výzkum možností využití geotermální energie jako zdroje čisté energie. Projekt CVEVL je připraven vybudovat síť kvalitně vybavených regionálních pracovišť zaměřených na aplikovaný výzkum energetického využití litosféry.

## **ICRC – International Clinical Research Center**

Prioritním zaměřením projektu ICRC je kardiiovaskulární, neurovědní výzkum s možnými přesahy do onkologie a dalších oborů. Hlavním strategickým partnerem je americká instituce Mayo Clinic, která bývá označována za nejprestižnější zdravotnické zařízení na světě.

## **CERIT – Centre for Educational Research and Innovation in Informatics**

Záměrem projektu je vybudovat špičkově vybavené centrum v oblasti vzdělávání, výzkumu a vývoje na výpočetně náročné oblasti modelování a simulace a zpracování velkých objemů dat a intenzivní spolupráci mezi univerzitním vzděláním, univerzitním výzkumem a vývojem, a inovativními průmyslovými subjekty.

### **1. 3. Zapojení průmyslu**

Velké infrastruktury jsou místem, kde se setkávají pracovníci univerzit, výzkumných ústavů a průmyslu. Ve fázi konstrukce a stavby velké infrastruktury se průmyslové podniky zapojují do tohoto procesu stavební činností a také výrobou vysoce specializovaných komponent měřících přístrojů, které jsou součástí velké infrastruktury. Ve fázi provozní se průmyslové podniky zapojují do údržby nebo obnovení velké infrastruktury, využívají jejich služeb a výsledky měření používají k inovacím výrobků.

Dlouhodobá ekonomická návratnost je podle zkušeností ze zahraničních velkých infrastruktur odhadována tak, že okolo 70 % provozních nákladů (náklady na zaměstnance, zásobování, technické vybavení) je vloženo do ekonomiky v místě, kde velká infrastruktura působí. Podpora budování a rozvoje velké infrastruktury v regionech a vybudování nové výukové infrastruktury či její rekonstrukce, včetně zapojení veřejného VaV sektoru do plnění požadavků formulovaných aplikační sférou, povede k postupnému posilování inovační

kapacity a konečnému využití výsledků VaV. Zapojení partnerů z výzkumné i aplikační sféry přispěje k naplnění strategického směřování veřejného výzkumu, k podpoře podnikání a využití duševního vlastnictví, transferu technologií a komercializaci výsledků VaV.

Vliv infrastruktur na rozvoj lidských zdrojů ve výzkumu je neoddiskutovatelný. Studium provázené možností pracovat v tvůrčím a motivujícím prostředí velké infrastruktury přitahuje studenty i profesory vysokých škol. Vzhledem k tomu, že se ve velké infrastruktuře stýkají studenti se zástupci průmyslu, přispívají velké infrastruktury i k mezirezortní mobilitě a zaměstnávání studentů ve výzkumných a inovačních odděleních průmyslových podniků.

## **2. Rozdělení velkých infrastruktur podle zaměření výzkumu**

Následující materiál podává přehled současného stavu silných a slabých stránek, strategie postupu i výběru projektů podle zaměření výzkumu, kterému slouží.

### **2.1. Společenské a humanitní vědy (SHV)**

#### **2.1.1. Současný stav**

Výzkum v SHV je charakterizován dlouhodobým dramatickým růstem produkce a využití dat. Podmínkou efektivity je sdílení a vícenásobné využití dat, protože 1) jejich výzkumná hodnota přesahuje jednotlivé projekty, 2) nákladné vytváření databází vyžaduje koncentraci zdrojů a 3) propojováním databází vzniká nový výzkumný materiál.

Potřeby tvorby databází, longitudinálních šetření a zlepšení přístupnosti existujících datových zdrojů pro účely výzkumu v různých oblastech SHV a pro jeho schopnost přispívat k rozvoji společnosti jsou dokumentovány např. v Národní politice výzkumu, vývoje a inovací ČR na léta 2009 – 2015 (část III. 2.8). Významnými prioritami SHV jsou studium společenského vývoje a uchování národní paměti. Důsledkem je nezbytnost dlouhodobého systematického sběru dat a kumulativní shromažďování materiálu. Přerušení, nesystematičnost procesů, ztráta archivovaných materiálů způsobují nevratné škody. Dlouhodobá udržitelnost řady aktivit je proto podmínkou pro úspěšnost současného i budoucího výzkumu. Efektivní naplnění těchto potřeb spočívá v rozvoji velké infrastruktury.

Digitalizace, zavádění nových technologií a internetových systémů pro zpřístupnění databází mění způsob organizace výzkumu v mnoha oborech. Rozšiřují se možnosti využívání různých druhů dat, mění se metody analýzy, rostou možnosti spolupráce založené na sdílení dat. Data z reálných výzkumů se stávají snadno dostupná pro výuku na VŠ a dochází ke ztrátě závislosti na centrech a vytváření podmínek pro dosahování excelence ve výzkumu v regionech. Moderní velká infrastruktura se tak stává nezbytnou podmínkou pro konkurenceschopnost českého výzkumu v SHV a východiskem pro zapojování do mezinárodní spolupráce.

Procesy kontinuální tvorby a udržování databází, propojování rozptýlených datových zdrojů a vytváření přístupu k datům přesahují rámce jednotlivých výzkumných institucí a

často přesahují národní rámec. Častým uspořádáním jsou distribuované a virtuální infrastruktury. Pro infrastruktury v SHV bývá též typická náročnost na odbornou práci, zatímco investice do přístrojového vybavení jsou zpravidla menší.

Velká infrastruktura SHV v České republice je dnes rozptýlena do velkého množství zdrojů relativně malého rozsahu s různou úrovní dostupnosti. Řada dlouhodobých aktivit je řešena na základě jednotlivých krátkodobých projektů, jiné aktivity jsou ohroženy ukončením výzkumných záměrů. Infrastruktury uvedené v Cestovní mapě ČR velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace (dále jen „Cestovní mapa“) přispívají k nápravě neuspokojivého stavu tím, že propojují datové zdroje a/nebo jsou zaměřeny na systematické kontinuální vytváření databází.

Primárním cílem těchto projektů je dlouhodobé poskytování veřejně přístupné velké infrastruktury unikátní v rámci jednoho nebo více oborů s širokým potenciálem využití, s významným napojením na mezinárodní výzkum a s vysokou intenzitou a rozsahem této činnosti. Zohledněn byl dopad velkých infrastruktur na vzdělávání a aplikovaný výzkum. Podle druhu činnosti můžeme tyto projekty rozdělit na dlouhodobé kontinuální programy sběru dat, na infrastruktury propojující a šířící data pocházející z různých zdrojů a infrastruktury kombinující oba tyto přístupy. Následující přehled uvádí současný stav české velké infrastruktury v SHV.

Bibliografie dějin Českých zemí (BDČZ) Historického ústavu AV ČR, v.v.i., je dlouhodobý program vytváření databáze bohemikální literatury z oboru historie a příbuzných věd, který zpracovává a veřejně zpřístupňuje elektronické databáze, vypracovává a publikuje bibliografické soupisy a provádí rešerše. BDČZ dodává data do mezinárodních bibliografických databází. Centrum lingvistických dat LINDAT/CLARIN je projekt Ústavu formální a aplikované lingvistiky Matematicko-fyzikální fakulty UK a partnerských institucí (MU Brno, ZČU Plzeň a ÚJČ AV ČR, v.v.i.), který je nyní v přípravné fázi a kombinuje cíle propojování a zpřístupnění jazykových zdrojů a vývoj jazykových technologií a má sloužit jako servisní středisko pro tvorbu, zpracování a distribuci jazykových dat integrované do celoevropské sítě CLARIN (Common Language Resources and Technology Infrastructure). Evropský sociální výzkum (ESS) je dlouhodobý mezinárodní program zaměřený na kontinuální sběr dat základních ukazatelů potřebných k vysvětlení interakcí mezi institucemi v měnící se Evropě a postoji, vírami a modely chování v různých populacích. Českou účast od roku 2002 zajišťuje Sociologický ústav AV ČR, v.v.i. SHARE (*Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe*) je longitudinální multidisciplinární program šetření založený r. 2004 s cílem vytvářet veřejně přístupnou mezinárodní komparativní databázi o stavu starší generace a celé společnosti napříč Evropou. Českou účast zajišťuje CERGE-EI, společné pracoviště UK a NHÚ AV ČR, v.v.i.. Sociologický datový archiv (SDA) Sociologického ústavu AV ČR, v.v.i., shromažďuje data ze socioekonomických výzkumů pro účely jejich veřejného zpřístupnění a opětovného využití, vytváří zázemí pro velká mezinárodní a opakovaná šetření, je to uzlový bod evropské sítě datových organizací CESSDA a dodává data do řady zahraničních databází. V současnosti se v rámci projektu CESSDA účastní přípravy jednotného evropského systému datových služeb. Ústav Českého národního korpusu (ÚČNK) na Filozofické fakultě Univerzity Karlovy je zaměřen na výstavbu, správu, výzkum

a poskytování veřejného přístupu k nejrozsáhlejší obecné datové základně současného a minulého českého jazyka. Partnery projektu je řada národních a zahraničních institucí. Pracoviště je zapojeno do mezinárodních projektů včetně projektu CLARIN (viz výše).

### **2.1.2. SWOT analýza**

#### ***Silné stránky***

- rozsáhlá produkce dat vhodných ke sdílení;
- zapojení do prestižních mezinárodních projektů v oblasti velké infrastruktury;
- dlouhá tradice sumarizačních a archivačních aktivit;
- rozvinutá IT infrastruktura a dostupnost nových technologií.

#### ***Slabé stránky***

- dlouhodobé podfinancování, nedostatek prostředků na provoz ohrožuje kontinuitu;
- malá kapacita;
- rozptýlenost, nedostatek koordinace, koncentrace a propojování zdrojů, vzájemná nekompatibilita systémů;
- chybějící longitudinální data, diskontinuita realizace dlouhodobých šetření;
- častá nedostatečná přístupnost.

#### ***Příležitosti***

- silná poptávka v základním i aplikovaném výzkumu;
- otevřenost české vědecké komunity ke sdílení výzkumných materiálů;
- možnosti spolupráce v mezinárodních sítích doprovázená efektivitou plynoucí ze sdílení zdrojů a rozkládání nákladů;
- plnění priorit politik v oblasti podpory mezinárodní spolupráce, vzdělávání, regionálního rozvoje, aplikovaného výzkumu a dosahování efektivit veřejných investic do výzkumu;
- soulad s prioritami Evropské komise.

#### ***Rizika***

- přetrvávající nedostatek financí;
- neznalost nových příležitostí, nepřipravenost na nové mechanismy financování;
- možné narušení prostředí pro spolupráci a sdílení dat ve výzkumu;
- chybějící nebo nevhodná metodika hodnocení velkých infrastruktur;
- nekompatibilita domácích podmínek se závazky v mezinárodních sítích.

## Návrh řešení:

V oblasti velkých infrastruktur pro SHV je třeba zavést koncepční politiku založenou na požadavku výše specifikovaných typů infrastruktur pro dlouhodobé financování, neboť význam výzkumu v oblasti SHV silně závisí na možnosti porovnávání dat z dlouhodobého hlediska. K podpoře jsou vhodné projekty, které zajišťují kromě zapojení českého prostředí do EVP také snížení fragmentace domácí infrastruktury a umožnění interdisciplinarity výzkumu.

### 2.1.3. Prioritní projekty

#### Existující infrastruktura a projekty pan-evropského významu v přípravné fázi

##### BDČZ

**BDČZ – Bibliografie dějin Českých zemí** je kontinuální program vytváření, zpracování a vyhodnocování komplexní bibliografické databáze bohemikální literatury, který moderními metodami navazuje na činnosti započaté v r. 1905 a patří k základním informačním zdrojům pro historické vědy a příbuzné obory (archeologie, etnologie, památková péče, historická geografie a kartografie, historická onomastika a toponomastika, historická demografie atd.). BDČZ 1) poskytuje na Webu veřejný přístup do databází a 2) vydává bibliografické soupisy, ročenky a zpracovává rešerše. BDČZ předává data do významných mezinárodních bibliografických databází v rámci EVP, účastní se mezinárodní výměny dat a podílí se na projektu propojení databází Evropské historické bibliografie (European Historical Bibliographies). BDČZ disponuje moderními technologiemi a úroveň služeb se řadí k evropské špičce. Jedná se o existující infrastrukturu provozovanou v rámci výzkumného záměru Historického ústavu AV ČR, v.v.i. Pro zachování a kontinuální tvorbu databáze je třeba po skončení výzkumného záměru pokrýt provozní náklady a realizovat projekty rozvoje s ohledem na technický vývoj.

##### CESSDA

K základním infrastrukturám pro socioekonomický výzkum patří centralizovaný archiv dat, který shromažďuje data z výzkumných projektů, zpracovává a zpřístupňuje je pro další použití. Propojováním databází vzniká nový výzkumný materiál. Archivy jsou východiskem pro časové a mezinárodní komparace, multiplikativně zvyšují efekt investic do výzkumných šetření a plní funkce v oblasti metod výzkumu, organizace šetření a diseminace vědeckých informací. Projekt **CESSDA (Council of European Social Science Data Archives) v rámci ESFRI** vybuduje jednotný evropský systém datových služeb. Na základě propojení národních archivů sdružených ve stávající síti CESSDA a nových účastníků sítě bude vytvořen přístup k datovým zdrojům bez ohledu na lokaci dat v EVP a s významnými dopady na možnosti mezinárodní komparace, rozšíření datových zdrojů, metodologické zázemí a zvýšení standardu služeb. Národní archivy budou uzlovými body infrastruktury a dojde k posílení národních datových služeb. Dostupnost mezinárodních databází s českými daty je významnou podmínkou dosahování excelence a zapojování do mezinárodní spolupráce. Českým zástupcem v CESSDA je Sociologický datový archiv Sociologického ústavu AV ČR, v.v.i. (viz výše 5.1.1) Depozitory dat a uživateli v ČR jsou výzkumní



pracovníci z univerzit, ústavů AV ČR, mnoha dalších výzkumných organizací a státní správy. Rozsáhlé využití je v oblasti vzdělávání. Zapojení ČR předpokládá odpovídající podíl v CESSDA-ERIC, rozšíření kapacity stávajících datových služeb v ČR a pokrytí provozních nákladů.

### **ESS – survey**

**ESS Evropský sociální výzkum (European Social Survey)** je dlouhodobý mezinárodní program šetření základních sociálních indikátorů a významných sociálněvědních témat, který je zaměřen na kontinuální budování veřejně přístupné databáze pro účely časového a mezinárodního srovnání. Rozsah kumulativně vytvářené databáze umožňuje řešit specifické úlohy náročné na velikost datových souborů. ESS aktuálně probíhá ve 36 zemích. Jedná se o projekt oceněný prestižní Descartovou cenou, přední velkou infrastrukturu EVP v oblasti společenských věd s rozsáhlým využitím v řadě oborů a zásadní zdroj dat pro mezinárodní komparativní výzkum, který je východiskem pro zapojování do mezinárodní spolupráce. Uživateli jsou výzkumní pracovníci a studenti z univerzit, výzkumných organizací, odborníci ze státní správy, ale i novináři v Evropě i jinde ve světě. Čeští uživatelé tvoří jejich významnou část. Pokračování programu je připravováno v rámci ESFRI, důraz je kladen na kontinuitu šetření a co nejúplnější zastoupení zemí EVP. Šetření ESS v ČR realizuje od r. 2002 Sociologický ústav AV ČR, v.v.i. Záměrem projektu je zajistit systematickou kontinuální realizaci šetření a zpracování českých dat pro mezinárodní databázi ESS.

### **LINDAT/CLARIN**

Centrum lingvistických dat LINDAT/CLARIN vznikající na Matematicko-fyzikální fakultě UK je zaměřeno na tvorbu anotovaných jazykových dat, propojování zdrojů a distribuci těchto dat a na vývoj a distribuci technologií pro jazykový výzkum. Centrum je koncipováno jako český „uzel“ mezinárodní sítě pro sdílení jazykových dat a technologií **CLARIN (Common Language Resources and Technology Infrastructure)**, která je v přípravné fázi realizace v rámci ESFRI a v současnosti sdružuje instituce z 32 zemí. Projekt má výrazný přesah do oblastí informatiky a matematického a elektrotechnického výzkumu a podílí se na přípravě "Network of Excellence" v oblasti lingvistických technologií (projekt 7RP). LINDAT/CLARIN vytvoří národní referenční zdroj jazykových dat a umožní široký přístup k datům včetně napojení na zahraniční databáze, technologickým nástrojům a službám a ověřené expertize. Tento záměr má široké potenciální využití v lingvistice a v dalších oborech SHV, při správě a vytváření informačních systémů (knihovny, dokumentační střediska), v lingvistických softwarových aplikacích a při modernizaci pedagogického procesu (výuka jazyků, jazykové technologie, zpracování dat). Na projektu spolupracují partneři z MU v Brně (člen sítě CLARIN), ZČÚ v Plzni a Ústavu pro jazyk český AV ČR, v.v.i. v Praze.

### **SHARE**

**SHARE (Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe)** je longitudinální multidisciplinární program šetření osob starších 50 let a jejich rodin, který je zaměřený na ekonomické, sociální, psychologické a zdravotní faktory stárnutí pro účely jejich výzkumu ve vzájemné interakci napříč Evropou. Výsledkem je unikátní veřejně přístupná databáze

umožňující mezinárodní a časovou komparaci a řešení specifických výzkumných úloh. Data mají rozsáhlé využití v socioekonomickém výzkumu a přesah do oblasti zdravotnického výzkumu. Data se uplatňují výrazně v aplikovaném výzkumu, kde slouží pro formulaci opatření v oblastech sociálního zabezpečení, trhu práce, zdravotnictví a vzdělávání. Česká data se prostřednictvím systému dostávají k zahraničním uživatelům. Aktuálně šetření probíhá v 18 zemích, přičemž data jsou kompatibilní s obdobnými projekty v USA a Velké Británii. Jedná se o přední longitudinální program v EVP, projekt SHARE je součástí ESFRI Roadmap a v současnosti je připravena konstrukční fáze SHARE-ERIC. Českou účast zajišťuje CERGE-EI, společné centrum UK a Národohospodářského ústavu AV ČR, v.v.i.

## ÚČNK

**ÚČNK (Ústav Českého národního korpusu)** vytváří, spravuje a analyticky zpracovává nejrozsáhlejší obecnou datovou základnu českého jazyka a veřejně ji zpřístupňuje pro výzkumné a výukové účely. Datový zdroj zahrnuje synchronní, diachronní a paralelní jazykové korpusy (jazykové databáze), které mapují současnou češtinu, její vývoj, funkční a geografickou variabilitu a obsahují překladové texty mezi češtinou a 20 cizími jazyky. Infrastruktura zároveň poskytuje moderní technické zázemí pro přístup a analýzu databází. Korpusy představují hlavní velkou infrastrukturu pro český lingvistický výzkum, který má významné uplatnění i v dalších oborech SHV. Korpusy mají rozsáhlé využití v oblasti vzdělávání při výuce jazyků a v aplikovaném výzkumu v oblasti informačních systémů, překladatelství, pedagogice a při vývoji softwarových jazykových aplikací. Tvorba korpusů je založena na spolupráci s velkým množstvím institucí z akademické i aplikované sféry, které dodávají data. ÚČNK je zapojen do mezinárodní spolupráce včetně ESFRI projektu CLARIN. Jedná se o existující infrastrukturu, která je součástí Filozofické fakulty UK.

## Tabulka

Název velké infrastruktury	Stručný popis	Typ infrastruktury	Rok dokončení
<b>BDČZ</b>	bibliografická databáze	národní	existující
<b>CESSDA</b>	jednotný evropský systém společenskovedních datových služeb	český uzel ESFRI	obnovení - 2014
<b>ESS - survey</b>	sběr komparativních dat základních sociálních ukazatelů k výzkumu interakcí mezi institucemi a postoji, názory a modely chování	český uzel ESFRI	obnovení - 2016
<b>LINDAT/CLARIN</b>	volné sdílení jazykových dat a technologií mezi výzkumnými organizacemi s využitím v oblasti humanitních věd a aplikovaném výzkumu	český uzel ESFRI	2013
<b>SHARE</b>	šetření probíhající v rámci ERA zaměřené na problematiku zdraví, stárnutí populace a socioekonomická témata	český uzel ESFRI	2020
<b>ÚČNK</b>	datová základna českého jazyka	národní	existující

#### **2.1.4. Perspektivní projekty**

Pro účely koncepčního řešení fragmentace velké infrastruktury a diskontinuity dlouhodobých aktivit v některých oblastech SHV uvádíme doporučení pro iniciaci a realizaci tří projektů. Návrhy směřují k integraci a systematickému rozvoji existující velké infrastruktury v ČR a vycházejí z posouzení systémů společenskovedních velkých infrastruktur fungujících ve vyspělých zemích (např. Velká Británie, Německo, Nizozemí).

#### **Koordinovaná realizace longitudinálních socioekonomických šetření**

Programy dlouhodobých mezinárodních společenskovedních šetření mají vysokou relevanci pro priority základního i aplikovaného výzkumu v ČR a vzhledem k závazkům v EU, OECD a mezinárodních organizacích. Jedná se o vymežitelný počet nejvýznamnějších mezinárodních programů, např. programy OECD (konkurenceschopnost a lidské zdroje), pan-evropské projekty (např. European Election Survey, European Value Study) atp. a hlavní národní longitudinální programy. Šetření těchto programů v ČR zatím zpravidla probíhají v rámci jednotlivých krátkodobých projektů, nesystematicky a nekoordinovaně s negativním dopadem na dlouhodobé cíle, kvalitu a efektivitu. Doporučujeme proto podpořit projekt integrace a rozvoje stávajících aktivit, který by propojil instituce realizující longitudinální výzkumy do sítě, umožnil koordinaci aktivit a vytvořil zázemí pro efektivní řešení v rámci realizace uceleného programu s jasně definovanými výzkumnými prioritami, politikou volného přístupu k datům a zapojením do mezinárodní spolupráce.

#### **Digitalizace a zpřístupňování výzkumných materiálů z oblasti kulturního dědictví**

Řada výzkumných organizací disponuje rozsáhlými sbírkami výzkumného materiálu z oblasti kulturního dědictví, které buduje a spravuje v rámci vlastních systémů s různým technologickým zázemím a různou úrovní dostupnosti pro externí uživatele. Udržitelnost těchto zdrojů je podmínkou pro úspěšnost současného i budoucího výzkumu. Digitalizace a nové technologie umožňují široké zpřístupnění a intenzivní využívání dat. Doporučujeme proto podpořit projekt distribuované infrastruktury, který by propojil relevantní zdroje, podpořil digitalizaci výzkumných materiálů, vybudoval jednotný přístup a informační systém, umožnil koordinovaný a efektivní rozvoj a implementaci technologií a včlenil tyto zdroje do mezinárodních systémů v EVP. Cíle tohoto projektu jsou v souladu se zaměřením stávajícího projektu DARIAH v rámci procesu ESFRI, který dosud nemá českého partnera.

#### **Bibliografické a informační databáze**

Výzkumné organizace v oblasti SHV spravují množství bibliografických a informačních databází, často navzájem komplementárních. Doporučujeme podpořit projekt, který by vytvořil jednotný přístup a informační systém a koordinoval postupy při správě a vytváření těchto databází za účelem usnadnění a rozšíření využití těchto zdrojů ve výzkumu. Databáze mají zásadní význam pro výzkum v rámci Národního referenčního rámce excelence, jejich propojení by vytvořilo infrastrukturu komplementární s obdobnými systémy fungujícími v EVP a umožnilo prohloubit mezinárodní spolupráci.

## **2.2. Vědy o životním prostředí (ENVI)**

### **2.2.1. Současný stav**

Problematika začleněná do oblasti věd o životním prostředí má v ČR dlouhodobou tradici, která souvisí jak s aktuálními problémy spojenými s tvorbou a ochranou životního prostředí a strategií trvale udržitelného rozvoje, tak i s rozvojem poznatkové báze ekologických věd a průnikem nových metodických postupů (molekulová ekologie, DPZ, e-databáze, modelování). Nově se prosazuje i sdílení databází a dat.

V ČR je v současnosti vybudována celá řada monitorovacích sítí, které by mohly tvořit základ pro budování velké infrastruktury pro výzkum v této oblasti. Tyto sítě se ale vyznačují extrémně odlišnou kvalitou provozování, systémem provozu. Rovněž počet provozovatelů a zdrojů financování je značný. Z toho pak plyne naprostá roztržitost dat a použitelnost těchto struktur.

Výrazným specifikem oborů věd o životním prostředí je nezbytnost dlouhodobého systematického a hlavně kvalitního sběru dat a jeho dalšího zpracování, kumulativního shromažďování a produkci syntéz. Přerušování, nesystematičnost v zakládání nových observačních míst, či ztráta archivovaných materiálů jsou příčinou nevratných škod. Je nutno zdůraznit, že v oblasti věd o životním prostředí krátkodobé projekty nejsou zárukou kvalitního výzkumu. Ekosystémové procesy, dynamika změn ekosystémů, důsledky změn ve využívání krajiny, to vše má dlouhodobý charakter, který v systému klasických grantových podpor nemůže vést ke kvalitnímu výzkumu a tím i produkci kvalitních výsledků. Současné závazky ČR v oblasti věd o životním prostředí vyžadují realizaci dlouhodobého typu výzkumu. Nekoncepční a logisticky nepřipravené struktury výzkumu, které po krátkém čase končí, způsobují nevratné škody. Dlouhodobá udržitelnost řady aktivit je tedy zásadní podmínkou nezbytnou pro úspěšnost současného i budoucího výzkumu v oblasti věd o životním prostředí a schopnosti tohoto oboru naplňovat požadavky společnosti na ekosystémové služby včetně a jejich udržitelnosti.

Realizace výzkumu v oborech věd o životním prostředí, které jsou pouze lokálně orientovány, už nestačí. Proto je třeba na stávajících strukturách vybudovat skutečně jedinečnou, na území ČR prostorově rozptýlenou velkou infrastrukturu, která bude svou podstatou natolik otevřená, že bude schopna poskytnout prostor pro celou škálu oborů. K tomu musí být k dispozici kvalitní e-infrastruktura schopná efektivního přenosu dat, s dostatečně výkonnou výpočtovou a úložnou kapacitou.

Potřeby rozvoje moderního výzkumu v oblastech věd o životním prostředí a dosažení skutečně zajímavých a z pohledu společenské poptávky, aktuálních výsledků, přesahují rámec jednotlivých institucí. Jako nezbytné se proto jeví zapojení tohoto typu výzkumu do Evropského výzkumného prostoru. Toto napojení lze považovat za základní podmínku jak pro dosahování excelence v ČR, tak úspěšné pronikání národního potenciálu výzkumu v oblasti životního prostředí do mezinárodní spolupráce.

Výzkum životního prostředí byl původně obor se značnou šíří záběru. Je tedy naprosto nezbytné při v rámci Cestovní mapy ČR velkých infrastruktur pro výzkum v této oblasti přistoupit k zúžení oboru. Jen tato cesta vede k dosažení skutečně excelence a postavení ČR v rámci EVP. Primárním cílem Cestovní mapou podporovaných velkých infrastruktur musí být dlouhodobé provozování infrastruktury, která je oborově unikátní, s vysokou intenzitou využití a se silným napojením na mezinárodní výzkum.

V následujícím textu je obsažen přehled současného stavu českých velkých infrastruktur oblasti věd o životním prostředí:

V současné době existuje v ČR **systém ekosystémových monitorovacích stanic** a studií zaměřených na dopady globální změny klimatu na uhlíkový cyklus ekosystémů ČR. Ekosystémové monitorovací stanice jsou zapojeny do přípravné fáze projektu ESFRI Roadmap **ICOS (International Carbon Observation System)**. Systém slouží k dlouhodobému pozorování a kvantifikaci toků uhlíku (CO<sub>2</sub> - významný skleníkový plyn) do základních typů ekosystémů ČR (lesní porosty, travinné ekosystémy, mokřady a agrocenoza). Sledování dynamiky a mohutnosti těchto uhlíkových felonií v závislosti na parametrech vnějšího prostředí je kompletováno systémem dlouhodobé fumigace lesního porostu navýšenou koncentrací CO<sub>2</sub> s cílem vypracování vývoje lesních porostů pod narůstajícím obsahem CO<sub>2</sub> v atmosféře. Projekt zajišťuje Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, v.v.i., který je zároveň v pozici „*národního koordinátora*“ přípravné fáze infrastruktury ICOS. **Laboratoř procesového zobrazování a dálkového průzkumu země (DPZ)** je systémem hyperspektrálního senzoru a zařízení pro procesové zobrazování ekosystémových procesů spojených s uhlíkovým cyklem v měřítku pozemních, leteckých a satelitních snímků. Laboratoř je součástí infrastruktury EUFAR (European Fleet for Airborne Research). Projekt zajišťuje Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, v.v.i. **České polární stanice v Arktidě a Antarktidě** se zaměřují na komplexní geologicko-biologický výzkum polárních oblastí. Stanice jsou majetkem Masarykovy univerzity v Brně a Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. **Centrum pro výzkum biodiverzity** je zaměřeno na základní výzkum biodiverzity (rostliny a živočichové) a výchovu odborníků (výchova na partnerských ústavech Centra) je v současné době financováno z projektu MŠMT - Centra základního výzkumu, koncepční přístup k problematice nebyl vypracován. Projekt zajišťuje Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, v.v.i. V České republice existuje roztrášená **síť monitorující seismické a geofyzikální jevy na našem území**. Činnost je financována z různých zdrojů a prováděna několika vysokými školami a ústavu AV ČR. V současné době dochází k integraci těchto stanic, a to díky jejich zapojení do ESFRI Roadmap projektu EPOS. Vzniká tak projekt integrované infrastruktury CZECHGEO/EPOS.

### 2.2.2. SWOT analýza

#### **Silné stránky:**

- rozsáhlá produkce dat vhodných ke sdílení;
- zapojení do prestižních mezinárodních projektů;
- dlouhá tradice sumarizačních a archivačních aktivit;

- již vytvořené prvky vhodné pro tvorbu velké infrastruktury.

#### ***Slabé stránky:***

- dlouhodobé podfinancování;
- malá kapacita;
- rozptýlenost, roztržitost, nedostatek koordinace a strategického přístupu.

#### ***Příležitosti:***

- poptávka daná politickou vůlí a soulad s prioritami EU (ESFRI, 7RP);
- potenciál pro translaci výsledků do aplikační a inovační sféry;
- otevřenost české vědecké komunity ke sdílení výzkumných materiálů;
- možnosti spolupráce v mezinárodních sítích;
- plnění priorit politiky v oblasti podpory, vzdělávání, regionálního rozvoje, aplikovaného výzkumu a zvýšení efektivity veřejných investic do výzkumu.

#### ***Rizika:***

- přetrvávající nedostatek financí;
- malá připravenost na nové programy EU – nízká úroveň informovanosti;
- chybějící nebo nevhodná metodika hodnocení infrastruktur;
- nekompatibilita domácích podmínek se závazky v mezinárodních sítích.

#### **Návrh řešení**

V oblasti velké infrastruktury pro ENVI je nutné zavést koncepční politiku založenou na společenské objednávce, dané prioritami státní politiky VaV v této oblasti a prioritami EU. V oblasti ENVI věd je třeba zdůraznit dlouhodobost výzkumu a tedy i provozování a financování velkých infrastruktur.

V současnosti v rámci národní strategie výzkumu v oblasti ENVI lze identifikovat jako prioritní následující problémové okruhy:

1. globální změny klimatu v celé šíři problému včetně výzkumu biodiverzity a přesahu do socio-ekonomických důsledků,
2. výzkum ve specifických oblastech (polární výzkum),
3. oblasti seismologického výzkumu a geologických věd,
4. národní sbírky.

### **2.2.3. Prioritní projekty**

#### **CzechCOS/ICOS**

CzechCOS/ICOS – Národní centrum pro studium dopadů Globálních klimatických změn je český uzel pan-evropské velké infrastruktury ICOS, EUFAR a LIFEWATCH. Infrastruktura bude poskytovat zázemí pro observační výzkum na úrovni jednotlivých typů ekosystémů ČR a provozovat laboratoře procesového zobrazování včetně domény zaměřené na výzkum biodiverzity. CzechCOS/ICOS vytvoří prostor pro realizaci velkých infrastruktur v oblastech biodiverzity. CzechCOS bude zahrnovat metodický aparát umožňující shromáždění a zpracování informací o tocích energie a látek, výzkumu biodiverzity a aplikací procesového zobrazování. CzechCOS je koncipován jako centrum excelence soustředující významnou část národního potenciálu odborníků v problematice GZK, přímou účast špičkových zahraničních odborníků (členové týmu řešitele) a partnerstvím s významnými zahraničními institucemi v daném oboru, které budou přímo zapojeny do řešení projektu. Projektem realizovaná koncentrace znalostního potenciálu dané problematiky povede k jeho využití při strategickém rozhodování a podpoře technologií zaměřených na zmírnění dopadů GZK či adaptace na působení GZK.

#### **CzechPolar**

Projekt CzechPolar – České polární stanice v Arktidě a Antarktidě by měl odstranit roztržičky aktivit a provázat činnost stanic spolu s umožněním přístupu k velké infrastruktuře pro výzkumné pracovníky z celé ČR. Hlavním cílem výzkumu v Antarktidě, kde je na ostrově Jamese Rosse situována polární stanice J.G.Mendela, je komplexní studium relativně mladého odledněného území pobřežní Antarktidy – tzv. pobřežní oázy, jež zde představuje jedno z mála prostředí umožňujících existenci života. Podílejí se na něm geologické, fyzicko-geografické a biologické vědní disciplíny. Tento komplexní výzkum je cílen na poznání struktury, vývoje a funkce oázy ve smyslu vzájemného ovlivňování jejích abiotických i biotických složek, na prognózu jeho dalšího vývoje a na modelování jejích možných změn vyvolaných změnami klimatu. V Arktidě je situována druhá polární stanice, a to na souostroví Svalbard. Cílem probíhajícího projektu je studium biologické a klimatické diverzity a nalezení vztahu mezi diverzitou/produktivitou a klimatickými/ mikroklimatickými faktory prostředí. Severní polární stanice je pro svou lepší dostupnost dobře využitelná pro výchovu studentů ve všech oborech studia souvisejících s podmínkami polárního klimatu.

#### **CzechGEO/EPOS**

Také v oblasti geofyziky by měla být roztržičnost aktivit překonána integrovanou sítí stálých seizmických stanic vytvořenou díky projektu CzechGEO/EPOS Síť pro sledování seizmických a geofyzikálních jevů. Vzniklá integrovaná infrastruktura se stane českou částí pan – evropského projektu sledování geofyzikálních jevů EPOS s celosvětovým dosahem. Stálé seizmické stanice na území České republiky budou sledovat zemětřesení a další seizmické jevy ve střední Evropě i ve světě. Seizmologická datová centra GFÚ v Praze a ÚFZ v Brně mají za úkol sběr dat ze seizmologických observatoří a jejich archivaci, interpretaci seizmických signálů, tvorbu bulletinů a katalogů zemětřesení, mezinárodní výměnu digitálních dat a parametrů registrovaných seizmických jevů. Česká síť přispívá



svými daty v rámci rozsáhlé mezinárodní spolupráce do Evropského seizmologického centra ORFEUS v Holandsku, do světového datového centra v Seattlu a do celé řady evropských národních center. Podílí se tak na rychlé lokalizaci zemětřesení kdekoli ve světě. Je také zapojena do řady evropských výzkumných geovědních programů.

#### Tabulka

Název velké infrastruktury	Stručný popis	Typ infrastruktury	Rok dokončení
<b>CzechCOS /ICOS</b>	Monitorovací systém toků energie a látek, procesové zobrazování a vývoj biodiverzity pod vlivem GZK	národní uzel ICOS, EUFAR, LIFEWATCH	2015 základ existuje
<b>CzechPolar</b>	Provozování stanice J.G. Mendla v Arktidě, rozvoj polárního výzkumu v Antarktidě	národní	existující
<b>CzechGEO/EPOS</b>	Vybudovaná síť seizmických stanic, dlouhodobé měření seizmických aktivit a jevů	Národní uzel EPOS	2015 základ existuje

#### 2.2.4. Perspektivní projekty

**Výzkumné centrum environmentální chemie a ekotoxikologie - RECETOX** - odborně profilované centrum ekotoxikologického výzkumu se silnou vazbou na vzdělávací program zaměřený na environmentální kontaminaci toxickými látkami. Předmětem zájmu jsou především persistentní organické polutanty (POPs), polární organické látky, toxické kovy a jejich specie, přírodní toxiny (cyanotoxiny) se zvláštním zaměřením na pomalu se rozkládající organické znečišťující látky. RECETOX tvoří čtyři spolupracující divize: Chemie životního prostředí, Ekotoxikologie, Hodnocení rizik, Environmentální informatika a modelování.

## 2.3. Fyzika materiálů a vesmír

### 2.3.1. Současný stav

Současný fyzikální materiálový výzkum vyžaduje široké technologické zázemí umožňující přípravu kvalitních experimentálních vzorků různých forem (od tenkých vrstev, multivrstev a nanočástic až po rozměrné monokrystaly prosté defektů), zařízení pro spolehlivou charakterizaci struktury a složení, a aparatury na měření adekvátních souborů materiálových parametrů pomocí komplementárních makroskopických a mikroskopických měřicích metod. Provoz a rozvoj některých unikátních zařízení je velmi nákladný a mnohdy přesahuje finanční možnosti jedné výzkumné organizace. Jejich efektivního využití lze dosáhnout sdružením do velkých infrastruktur, sloužících široké vědecké komunitě. Běžný uživatel zde může realizovat výzkumné práce v krátkém časovém úseku s minimálními finančními náklady. Některé laboratoře v ČR splňují nároky kladené na národní infrastrukturu.

V oblasti základního výzkumu interakce materiálů a záření je to Badatelské centrum **PALS**, společné pracoviště ÚFP a FzÚ AV ČR, v.v.i., které je jako velká infrastruktura celoevropské působnosti využíváno od roku 2000 pracovníky domácích i evropských vědeckých institucí. PALS je špičkovým pracovištěm v oboru výzkumu a aplikací laserového plazmatu, interakce záření s hmotou a rentgenových laserů, má významný podíl na vývoji laserových zdrojů vysoce nabitých iontů s energiemi jednotek MeV/nukleon. Provádí se zde mj. výzkum vlastností materiálů za extrémních teplot a tlaků, realizují se unikátní výzkumné i aplikační záměry v oblasti modifikace povrchů. Plánovaná výstavba **ELI** v rámci programů ESFRI pak přivede do ČR excelenci těchto výzkumů v oblasti nejvyšších současně dosažitelných energií. Laser ELI je velkou infrastrukturou ESFRI, o jejíž umístění se uchází Česká republika. Bude produkovat elektromagnetické záření (světlo) extrémních vlastností s intenzitou záření mnohonásobně převyšující současné možnosti ve světě. Bude jako víceúčelové zařízení využíván zejména pro základní výzkum interakce záření s hmotou v tzv. ultrarelativistickém režimu, pro testování materiálů, pro vývoj nových diagnostických metod v medicíně a pokročilých radioterapeutických metod a pro ověřování nových způsobů získávání energie ze slučování jader atomů pomocí inerciálního udržení lasery.

Materiálový výzkum v oblasti nanotechnologií je v ČR v současné době pokryt především **Laboratoří nanostruktur a nanomateriálů (LNSM)** provozovanou FzÚ AV ČR a sestávající ze dvou významných součástí – laboratoře polovodičových nanostruktur a laboratoře objemových nanomateriálů. Na druhé straně, širokou paletu měření fyzikálních parametrů materiálů za multiextrémních podmínek (nízkých teplot, vysokých magnetických polí a vysokých tlaků) nabízí **Laboratoře magnetizmu a nízkých teplot (LMNT)**, které jsou provozovány Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy v Praze (MFF UK) ve spolupráci s FzÚ AVČR. LMNT navíc umožňuje přístup českých vědců do zahraničních laboratoří vysokých magnetických polí (vyšších než 14 T, maximální hodnota magnetického pole dosažitelná v současnosti v LMNT). MFF UK ve spolupráci s FzÚ AV ČR provozuje také **Materials Science Beamline u synchrotronu ELETTRA v Trieste** a zajišťuje tak pro

českou vědeckou komunitu unikátní experimentální zařízení pro studium fotoemisní spektroskopie u jednoho z nejlepších synchrotronů v Evropě.

Experimentální možnosti založené na metodách využívajících interakci neutronů a iontů s materiálem na mikrostrukturní úrovni nabízí **Centrum modifikace a analýzy materiálů ionty a neutrony**, které provozuje Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i. se svými urychlovači a zařízeními na reaktoru LVR-15, pokrývá podstatnou část požadavků naší vědecké komunity, poskytuje analytické a ozařovací služby a umožňuje školení nových specialistů. Rozsáhlé jsou i styky a dvoustranné spolupráce na řešení konkrétních výzkumných problémů se zahraničními partnery. Cyklotron U-120M slouží ke studiu jaderných reakcí, přípravě radionuklidů pro výzkum, vývoj a komerční výrobu radiofarmak a je rovněž unikátním zdrojem rychlých neutronů. Elektrostatický urychlovač Tandatron 4130MC se využívá pro analýzu materiálů iontovými svazky a jejich modifikaci iontovou implantací. Experimentální zařízení instalovaná na neutronových ozařovacích kanálech reaktoru LVR-15 (ÚJV Řež a.s.) jsou určena pro strukturní a prvkovou analýzu materiálů neutrony. V oblasti neutronové fyziky je pracoviště jako jedno z mála v ČR zahrnuto do evropského projektu NMI3 – ACCESS to Large Facilities. Z pohledu nejen potřeby široké dostupnosti pro vzdělávací účely, ale i zajímavé mezinárodní spolupráce je důležitý rovněž **Van de Graaff – urychlovač protonů HV2500**. Naléhavá potřeba takového laditelného monochromatického zdroje neutronů z pohledu mezinárodní spolupráce vyvstala zvláště v poslední době, kdy ÚTEF ČVUT získal 3 granty od European Space Agency (ESA). Projekty jsou orientovány na neutronovou fyziku a v rámci jednoho z nich bude urychlovač HV2500 adaptován na tzv. “ESA approved neutron facility”, která bude sloužit k testování detektorů pro kosmický výzkum a přidružené elektroniky z pohledu citlivosti na neutrony a odolnosti vůči kosmickému záření.

Klíčovou úlohu pro zajištění excelence českého fyzikálního materiálového výzkumu hraje přímý přístup české vědecké komunity k unikátním experimentálním aparaturám ve velkých mezinárodních laboratořích. ČR je především od svého vzniku členem **CERN**, nejvýznamnějšího světového centra studia nejzákladnějších vlastností hmoty a aktivně se podílí na jeho činnosti nejenom účastí v experimentech jako je **ATLAS**, **ALICE** a další, ale i získává zajímavé zakázky na dodávky unikátních zařízení. Pro rozvoj částicové fyziky v ČR je důležitá i účast v experimentu D0 na zařízení **Tevatron** v laboratoři Fermilab v USA a v experimentu **Observatoř Pierra Augera** v Argentině (studium spršek kosmického záření nejvyšších energií) a **LSM/JOULE** ve Francii (neutrinová fyzika).

Dlouhodobé vědecké členství ČR v **Institutu Maxe von Laue a Paula Langevin (ILL)** v Grenoblu nám zajišťuje excelentní experimentální příležitosti u nejsilnějšího stacionárního zdroje neutronů na světě a v případě členství v **European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)** také v Grenoblu se jedná o rozsáhlé možnosti experimentů u jednoho z nejsilnějších zdrojů synchrotronového záření. Pro zajištění stability českého výzkumu má kontinuální vědecké členství v těchto velkých mezinárodních infrastrukturách zásadní význam. V současnosti začínají v ILL a ESRF programy upgrade (ILL 2020 a ESRF upgrade), které posunou řadu experimentálních zařízení na kvalitativně mnohem vyšší úroveň a umožní realizaci experimentů, které není u současných zařízení možno realizovat. Česká

vědecká komunita se bude významně podílet v rámci programu ILL2020 na projektu **ThALES in kind** příspěvkem zaměřeným na výstavbu trojosého spektrometru nové generace pro studium nízkoenergetického nepružného rozptylu neutronů.

Rozvoj excelentního českého fyzikálního materiálového výzkumu se neobejde bez účasti ČR v současné době konstruovaných velkých mezinárodních infrastruktur, jako jsou **European Spallation Source (ESS)** v Lundu (Švédsko) v oblasti využívání neutronů a **X-ray Free Electron Laser (XFEL)** budované v Hamburku v oblasti intenzivního rtg. záření. Zapojení českých vědců do těchto infrastruktur již nyní v rané fázi přípravy nám zajistí rovnocenné postavení v mezinárodní komunitě a přinese cenné výsledky hned od začátku provozu. Česká účast v ESS nabyla již konkrétní podoby; s vedením ESS byla vyjednána možnost výstavby jedinečného neutronového difraktometru pro studium materiálů v extrémních podmínkách ve formě *in kind* příspěvku do infrastruktury ESS.

Závažným argumentem pro naši účast v těchto velkých mezinárodních infrastrukturách je také v případě vědeckého členství otevřená možnost se ucházet o prestižní tendry spojené s výstavbou a aktualizací infrastruktur.

Z dlouhodobého hlediska bude pro českou vědeckou komunitu významná spolupráce na nově plánovaných zařízeních v rámci ESFRI **SPIRAL2** a **FAIR** (Facility for Antiproton and Ion Research). Zařízení **SPIRAL2**, umístěné ve francouzské laboratoři GANIL, má zajistit světovou konkurenceschopnost i v roce 2015, kdy má dosáhnout plánovaných specifikací. Zařízení bude produkovat zejména radioaktivní svazky (ale ovšem i intenzivní svazky stabilních iontů), pročež využívá metodu separace izotopů on line ISOL. **SPIRAL2** je na seznamu významných evropských velkých infrastruktur ESFRI. **FAIR** umožní unikátní experimenty se svazky antiprotonů a těžkých iontů. Toto nové evropské výzkumné centrum, realizované v GSI Darmstadt (SRN), obsahuje urychlovací komplex skládající se z několika nových urychlovačů, akumulčních prstenců a nových experimentálních zařízení. Tento komplex poskytne pro experimenty svazky protonů, antiprotonů, těžkých iontů a exotických radionuklidů až do energie 35 GeV v dosud nedosažené intenzitě a umožní tak studovat fyzikální procesy při doposud nedostupných extrémních podmínkách.

V oblasti astronomického výzkumu je v současné době pro ČR nejdůležitější **Evropská jižní observatoř (ESO)**, mezivládní evropská organizace pro astronomický výzkum založená v roce 1962. Dnes má ESO 14 členských států, ČR přistoupila v roce 2007. Hlavní cíle této organizace jsou: výzkum vesmíru špičkovými technologiemi ze zemského povrchu, spolupráce s přístroji ve vesmíru, vzdělávací programy v oblasti přírodních věd, popularizační programy zapojující širokou veřejnost. Hlavní přínos pro ČR je přístup k špičkovým teleskopům, k velkým projektům a k infrastruktuře ESO – ESA – NASA v oblasti astronomie a astrofyziky, možnost se zapojit do stavby nových přístrojů a získávat širokou paletu zakázek na výrobu přesných optických a opticko-mechanických komponent. Česká vědecká komunita získává aktivní účast na vědeckých projektech s dalekohledy na hoře La Silla, Mt. Paranal a v budoucnosti pozorování pomocí interferometru ALMA. České firmy se budou moci zúčastnit budování nových zařízení jak v rámci projektu ALMA, tak i Evropského extrémně velkého dalekohledu (E-ELT), který je zařazen na čelném místě mapy

ESFRI. Astronomický ústav AV ČR, v.v.i. zamýšlí zřídit na podporu využívání těchto možností **Centrum pro spolupráci s ESO a ESA** a zřízení regionálního uzlu interferometru ALMA. **Evropská kosmická agentura** (dále jen ESA z anglického **European Space Agency**) je mezinárodní mezivládní organizací pro rozvoj kosmického výzkumu a kosmických technologií, která byla zřízena Úmluvou 30. května 1975. V současné době je plnoprávnými členy ESA 18 evropských států: Belgie, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Irsko, Itálie, Lucembursko, Německo, Nizozemí, Norsko, Portugalsko, Rakousko, Řecko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Velká Británie. Zvláštní postavení kooperujícího člena má Kanada. Česká republika se stala 18. řádným členem ESA 12. listopadu 2008. Finanční příspěvek ČR sestává z příspěvku na povinné aktivity ve výši 5,6 milionu Euro ročně a příspěvku na zvolené volitelné programy v rozsahu zhruba 1 až 2 miliony Euro ročně podle konkrétního průběhu programů. Při své účasti na konkrétních projektech mohou řešitelé z České republiky v případě potřeby využívat infrastruktury ESA.

Ta vedle ředitelství umístěného v Paříži zahrnuje pět výzkumných středisek a evropský kosmodrom **Centre Spatial Guyanais (CSG)** v Kourou ve Francouzské Guyaně a evropský **modul Columbus na mezinárodní kosmické stanici ISS**. Jednotlivá výzkumná střediska jsou:

**European Space Research and Technology Centre (ESTEC)** je největším výzkumným střediskem ESA, je umístěný v Noordwijku, v Nizozemí. Do tohoto střediska je soustředěn technologický vývoj a výzkum v oblasti kosmické fyziky a astronomie, mikrogravitace, telekomunikací a pozorování Země.

**European Space Operations Centre (ESOC)** sídlí v Darmstadtu v Německu zajišťuje činnost kosmických objektů na oběžné dráze. ESOC řídí provoz umělých družic, planetárních sond a z evropského modulu Columbus na mezinárodní stanici ISS, přijímá a zpracovává údaje z různých vědeckých experimentů.

**European Space Research Institute (ESRIN)** je umístěn ve Frascati v Itálii, blízko Říma. ESRIN je zaměřený za řešení problematiky získávání, zpracování a distribuce dat z družicových aparatur určených pro pozorování Země.

V Kolíně nad Rýnem sídlí **European Astronauts Centre (EAC)**, který organizuje výcvik evropských astronautů a jejich přípravu na konkrétní lety.

**European Space Astronomy Centre (ESAC)** je umístěn ve Španělsku a soustřeďuje kapacity pro astronomický výzkum prováděný kosmickými sondami a družicemi.

Pro vědecké a výzkumné aktivity je bezprostředně určeno vybavení ve středisku ESTEC – testování prvků i systémů družic a palubních přístrojů včetně modelování technologických řešení nových produktů pro podmínky kosmického letu, a vybavení modulu Columbus na stanici ISS.

### **Vybavení střediska ESTEC:**

- Zkušební středisko
- Elektrotechnické laboratoře
- Mechanické laboratoře
- Laboratoře mechanických systémů (úseky: teplotní, mechanický, termohydraulický, životních systémů)
- Laboratoře na kontrolu spolehlivosti a bezpečnosti
- Středisko pro návrhy komplexních systémů

### **Vybavení modulu Columbus:**

- Biolab pro biologické experimenty
- Fysiologická laboratoř
- Laboratoř pro výzkum kapalin
- Vybavení pro výzkum Slunce
- Uzavřené laboratorní zařízení (glove box)
- Přestavitelný držák na experimentální zařízení
- Plošina pro upevnění experimentu vně modulu

### **2.3.2. SWOT analýza**

#### ***Silné stránky***

- vědecká excelence, významné vědecké výstupy;
- jedinečnost (např. CERN, TEVATRON, ESRF, ELETTRA, ESS, ILL, ThALES, LMNT, PALS, ESO, ESA aj.);
- spolupráce infrastruktur (např. metodologická komplementarita a synergie při studiu nových materiálů a) LMNT (makroskopické metody), ESRF, ELETTRA, ILL, ThALES (mikroskopické metody); b) EMBL (příprava a charakterizace nových biologických materiálů), ESRF, ILL Grenoble (mikroskopické studium nových biologických materiálů);
- rozsáhlé zkušenosti českých pracovišť;
- mezinárodní uznání českých pracovišť např. LASERLAB EUROPE, NMI3-ACCESS,...);
- nedávná výstavba či inovace (např. výstavba PALS, nákup nového urychlovače Tandatron, průběžná inovace experimentálních zařízení na reaktoru LVR-15, LMNT aj.);
- astrofyzikální výzkum na světové úrovni;

- začlenění do špičkových projektů;
- zakázky při výstavbě přístroje ALMA a E-ELT.

### ***Slabé stránky***

- nedostatek prostředků na provoz a aktualizace zařízení ohrožuje trvalou udržitelnost a rozvoj některých infrastruktur;
- stáří některých zařízení (např. cyklotron U-120M instalován r. 1977); jejich nahrazení výkonnějším a modernějším zařízením by značně rozšířilo stávající experimentální možnosti. – dosavadní způsob financování provozu infrastruktur, zejména nezbytné opravy a údržba, které se musí hradit ze zdrojů získávaných příležitostně (granty, jednorázové finanční podpory);
- podíl finančních prostředků z privátního sektoru je mizivý pro slabost resp. absenci aplikovaného a cíleného výzkumu v ekonomice ČR;
- experimenty s neutrony se provádějí na reaktoru LVR-15, který provozuje ÚJV Řež a.s.; financování provozu reaktoru je trvalým problémem;
- malý počet podniků schopných náročné zakázky realizovat;
- podfinancování rozvoje vysokých technologií v ČR.

### ***Příležitosti***

- vzdělávání studentů a výchova mladých vědeckých pracovníků;
- velký zájem o experimenty z domácích i zahraničních pracovišť;
- dlouhodobé spolupráce s tradičními partnery v ČR a v zahraničí, které budou pokračovat i v budoucnosti;
- nové možnosti pro spolupráce otvírá nebo otevře instalace nových zařízení (např. ELI, HiPER, PALS, ESO, dobudování laboratoří apod.);
- větší pozornost fyzice materiálů také přinese rozvoj nanotechnologií, vývoj nových materiálů a struktur s inteligentními povrchy a význačnými mechanickými, elektrickými, magnetickými, optickými a biologickými vlastnostmi;
- výchova nové generace vědců schopných realizovat astrofyzikální a projekty ESO;
- rozvoj podniků schopných realizovat technicky náročné zakázky.

### ***Rizika***

- dosavadní nedocnění potřeby zapojení do významných infrastruktur (ESS, XFEL, SPIRAL2, FAIR) s náběhem plného provozu ve vzdálenější budoucnosti;
- obecně nedostatek vhodných mladých lidí, kteří by mohli být vychováni k pokračování ve vědecké práci na velkých a náročných infrastrukturách po jejich dobudování (viz např. ELI);

- celkové podcenění systému financování základního VaV; stabilní, institucionální financování velkých zařízení celonárodního i mezinárodního významu by naproti tomu otevřelo tato zařízení širšímu okruhu uživatelů z ČR a zahraničí a zvýšilo by efektivitu jejich využití;
- v oblasti astronomie nedostatek financí pro E-ELT.

### 2.3.3. Prioritní projekty

#### Existující infrastruktury a projekty pan-evropského významu v přípravné fázi – nejvyšší prioritita

##### a) Infrastruktury na území ČR

###### ELI

**Laser ELI (Extreme Light Infrastructure)**, je plánovanou velkou infrastrukturou ESFRI, o jejíž umístění se uchází Česká republika. Bude produkovat elektromagnetické záření (světlo) extrémních vlastností s intenzitou záření mnohonásobně převyšující současný rekord dosažený na britském laseru Astra. Bude jako víceúčelové zařízení využíván zejména pro základní výzkum interakce záření s hmotou v tzv. ultrarelativistickém režimu, pro testování materiálů, pro vývoj nových diagnostických metod v medicíně a pokročilých radioterapeutických metod a pro ověřování nových způsobů získávání energie ze slučování jader atomů pomocí inerciálního udržení lasery. Důsledkem výzkumů na ELI bude nová generace kompaktních urychlovačů částic (elektrony, protony, ionty) nebo například „stolní“ rentgenové lasery na volných elektronech. Vybudování ELI v ČR je předmětem návrhu velkého projektu předkládaného v rámci prioritní osy 1 OP VaVpI. Záměr vybudování ELI v ČR je podpořen usnesením vlády ČR č. 1514 ze dne 24. listopadu 2008. Na přípravě záměru vybudování ELI se podílí rovněž Konsorcium ELI-CZ sdružující celkem 14 výzkumných ústavů AVČR a vysokých škol.

###### PALS

**Laserová laboratoř „Badatelské Centrum PALS“** je společným pracovištěm Ústavu fyziky plazmatu AVČR s Fyzikálním ústavem AVČR a je spravována ÚFP. PALS je zakládajícím členem pan - evropského konsorcia LASERLAB-EUROPE, je též zapojen do výzkumu inerciální fúze, koordinovaného EURATOMem. Infrastruktura disponuje jedním z největších evropských laserů, pulzním terawattovým jódovým fotodisociačním laserem PALS (Prague Asterix Laser System). Intenzita jeho fokusovaného paprsku na terčíku dosahuje několika desítek petawattů na cm<sup>2</sup>. Nadstavbou hlavního laseru je v laboratoři PALS vyvinutý plazmatický rentgenový zinkový laser celosvětově rekordních parametrů, pracující na vlnové délce 21,2 nm. Rozsáhlé multidisciplinární využití sahá od fyziky plazmatu, radiační fyziky a chemie přes termojaderný a materiálový výzkum, laboratorní astrofyziku až po využití laserů a laserového plazmatu v biologii nebo medicíně. Spolupracující instituce na národní úrovni jsou další ústavy AVČR, FJFI a FEL ČVUT.



## **LMNT**

**LMNT - Laboratoře magnetismu a nízkých teplot** v areálu MFF UK v Praze – Tróji disponuje souborem unikátních kryogenních a kryomagnetických zařízení zásobovaných kapalným He z místního zkapalňovače, který zásobuje i další univerzitní a akademické laboratoře v Praze a okolí. Aparatury v LMNT nabízejí studentům a dalším uživatelům z ČR a zahraničí přesná a efektivní měření různých fyzikálních vlastností materiálů v multiextrémních podmínkách (kombinace teplot 30 mK – 1000 K, vysokých magnetických polí do 14 T a vysokých tlaků do 26 GPa) nezbytných pro moderní materiálový výzkum a komplexní studium supratekutosti a kvantové turbulence. Laboratoře vznikly v roce 1998 a na základě dohody mezi MFF UK s FzÚ AV ČR, v.v.i. jsou spravovány MFF UK. LMNT umožňuje také přípravu a charakterizaci kvalitních vzorků nových materiálů.

## **LSNM**

**LSNM (Laboratoř nanostruktur a nanomateriálů)** je majetkem FzÚ AV ČR, v.v.i. a má dvě části: Centrum pro přípravu polovodičových nanostruktur, která je jedním z klíčových pracovišť Centra nanotechnologií a materiálů pro nanoelektroniku LC510 MŠMT a je dále podporováno mj. 7.RP, umožňuje přípravu polovodičových vrstev s atomovým rozlišením a mikročipů na bázi těchto vrstev s elektronickými prvky o rozměrech jen několika desítek nanometrů. Laboratoř představuje nezbytné vybavení pro experimentální studium řady kvantově-relativistických jevů ve fyzice pevných látek a pro studium vlastností mikroelektronických součástek na rozměrech menších než 100 nanometrů. Toto centrum se skládá ze dvou základních jednotek - Zařízení pro molekulární svazkovou epitaxi (umožňuje přípravu tenkovrstvých monokrystalických materiálů metodou epitaxe z molekulárních svazků) a Zařízení pro litografické strukturování tenkovrstvých materiálů (umožňuje přípravu laterálních mikro- a nanonstruktur). Centrum objemových nanomateriálů, podpořené v rámci projektu programu „Nanotechnologie pro společnost“ je zaměřena na technologii přípravy kovových materiálů s ultrajemnozrnou a nanokrystalickou strukturou, jejich charakterizaci a studium význačných fyzikálních a chemických vlastností. Vedle nového zařízení pro mechanické zkoušky pracujícího v oboru teplot -150 až 1100°C a několika tvářecích forem pro přípravu materiálů s extrémně jemnou strukturou pomocí intenzivní plastické deformace (metoda ECAP) je nosným zařízením plně vybavený dvousvazkový elektronový a iontový mikroskop, včetně potřebného zázemí. V příštím roce bude laboratoř ještě doplněna špičkovým analytickým transmisním elektronovým mikroskopem (TEM), pro studium subnanometrických struktur.

## **SAFMAT**

**SAFMAT (Středisko analýzy funkčních materiálů)** je projekt FzÚ AV ČR, v.v.i. ve 2. výzvě Operačního programu Praha-Konkurenceschopnost (OP-PK). Typ výzkumu, který projekt umožní je zaměřen na analýzu nových materiálů z hlediska atomárního složení a struktury, což je jedno z nejnáročnějších odvětví experimentální materiálové fyziky, vyžadující velkou koncentraci jak materiálních, tak lidských zdrojů s vysokou kvalifikací. Součástí výzkumu v projektu SAFMAT je také metrologie tenkých vrstev v oboru nanotechnologií. SAFMAT je dále zaměřen na analýzu technologicky důležitých center a

poruch odpovědných za lokalizaci elektrického náboje v polovodičových, magnetických a dalších materiálech. Použitá metoda - tzv. Elektronová paramagnetická rezonance - je nezbytná pro určení koncentrace, nábojového stavu, valence a elektronové struktury těchto center v atomárním měřítku a jejich způsobu zabudování do hostitelské struktury. Součástí SAFMAT budou zejména dva nejmodernější přístroje pro charakterizaci nanostrukturálních funkčních materiálů: NanoESCA je přístroj spojující unikátním způsobem elektronovou mikroskopii fotoelektronů a elektronovou spektroskopii pro studium chemického složení a strukturálních vlastností v nanometrickém prostorovém rozlišení. Dále je to EPR spektrometr, který určuje při teplotách v rozmezí 4-300 K strukturu, dynamiku a prostorovou distribuci paramagnetických částic na atomové úrovni v libovolném typu materiálů. Kromě pevných látek přístroj umožňuje také analýzu gelů, kapalin a biologických vzorků.

## **CANAM**

**Projekt CANAM (Center of Accelerators and Nuclear Analytical Methods)** Ústavu jaderné fyziky AV ČR, v.v.i., se týká provozu urychlovačů částic a zařízení pro analýzu jadernými metodami v Řeži, ČR. Cyklotron U-120M slouží ke studiu jaderných reakcí, přípravě radionuklidů pro výzkum i produkci radiofarmak a je unikátním zdrojem rychlých neutronů. Elektrostatický urychlovač Tandetron 4130MC se využívá pro analýzu materiálů iontovými svazky a jejich modifikaci iontovou implantací. Experimentální zařízení instalovaná na neutronových ozařovacích kanálech reaktoru LVR-15 (ÚJV Řež a.s.) jsou určena pro strukturální a prvkovou analýzu materiálů neutrony. Všechna zařízení jsou využívána široce v národní a mezinárodní spolupráci, v oblasti neutronové fyziky je pracoviště zahrnuto do evropského projektu NMI3 – ACCESS to Large Facilities. ÚJF se svými urychlovači a zařízeními na reaktoru LVR-15 pokrývá podstatnou část požadavků naší vědecké komunity, poskytuje analytické a ozařovací služby a umožňuje školení nových specialistů. Rozsáhlé jsou i styky a dvoustranné spolupráce na řešení konkrétních výzkumných problémů se zahraničními partnery.

## **Van de Graaff**

**Van de Graaff (Urychlovač HV2500)** je dlouhodobě existující urychlovač protonů, který je dislokován v prostorách MFF UK, Troja. Tuto velkou infrastrukturu přebírá (na základě dohody zúčastněných pracovišť) ÚTEF ČVUT. Zařízení v současné době slouží jako zdroj polarizovaných neutronů pro polarizovaný terč (vybudovaný společně pracovníky MFF UK a SÚJV Dubna), jako zdroj urychlených nabitých částic pro další aplikační experimenty postavené na experimentálních kanálech urychlovače i pro potřeby FJFI ČVUT. Jako zdroj nabitých částic a neutronů je používán pro charakterizaci a detekční testy detekčních struktur vyvíjených pro experimenty v CERN. Zařízení slouží nejen pro dosavadní výzkumné programy včetně aktivit s SÚJV Dubna, ale i pro nové projekty Evropské kosmické agentury. Velmi důležitá je úloha urychlovače pro výchovu studentů, kteří se během svojí činnosti setkají s širokou škálou souvisejících technických a vědeckých problémů (vakuum, HV, magnety pro ohyb svazku nabitých částic, iontové zdroje).

## **Aerodynamické tunely**

Jsou v majetku Výzkumného zkušební leteckého ústavu v Praze Letňanech a jsou situovány ve dvou lokalitách – zkušebna aerodynamiky nízkých rychlostí (Praha 9) a vysokých rychlostí (Praha 8). V obou zkušebnách se nachází několik aerodynamických tunelů a další příslušenství (měřicí a výpočetní technika, vybavení zkušeben, atd.), které jsou neodmyslitelnou součástí aplikovaného a základního výzkumu v oblasti aerodynamiky a mechaniky tekutin. Řešená problematika náleží do oblasti termodynamiky a mechaniky tekutin, dále do oblasti energetiky, aeronautiky, aerodynamiky a stavebnictví. Počet stálých pracovníků je 56, z toho je 31 výzkumných a 21 technických. Infrastrukturní zařízení využívá celkem 28 interních týmů (různých výzkumných projektů) a 5 týmů zahraničních uživatelů. Počet uživatelů průmyslových podniků je 28. Zařízení je začleněno do sítě excelentních evropských pracovišť EWA (European Windtunnel Association), dohody o partnerství na různých projektech jsou podepsány s Airbus UK, KTH Švédsko, Eurocopter France, Thales France, Airbus Germany, Lidar UK. Dva mezinárodní projekty (CESAR a NACRE) koordinuje VZLÚ vzhledem k technické vybavenosti instituce. Z domácích institucí spolupracuje VUT Brno, ČVUT Praha, ústavy Akademie věd České republiky, Škoda Auto, a.s., Škoda Electric, a.s., Škoda Energo, a.s., PBS Velká Bíteš a.s. Těžištěm výstupů jsou výsledky konkrétních zadání v rámci jednotlivých realizačních projektů.

## **b) Velké infrastruktury v zahraničí s oficiálním členstvím ČR**

### **CERN**

CERN je mezivládní organizací pro výzkum elementárních částic se sídlem u Ženevy, jež provozuje rozsáhlý systém urychlovačů, mezi nimiž je největší urychlovač na světě, tzv. Large Hadron Collider (LHC). Vědeckou spoluprací s CERN koordinuje Výbor pro spolupráci ČR s CERN, jehož členy jsou kromě zástupců spolupracujících institucí i zástupci MŠMT, MF a MZV. Česká republika je zapojena do řady experimentů, které v CERN probíhají. Z hlediska rozsahu a významu přínosu českých týmů je nejdůležitější experiment ATLAS na LHC. Na experimentu ATLAS spolupracuje v ČR na 60 fyziků, studentů, inženýrů a techniků z AV ČR, UK a ČVUT, kteří se podíleli na návrhu a stavbě několika částí detektoru ATLAS, vývoji programového vybavení a přípravě fyzikálního programu. Dalším velkým experimentem na LHC, na němž se ČR podílí, je experiment ALICE, který je zaměřen na srážky těžkých iontů, jež slibují přinést informace důležité ověření současných teorií o vzniku Vesmíru. Stejně jako v případě ESA nebo ESO, otvírá členství v CERN našim průmyslovým podnikům možnost ucházet se ve výběrových řízeních, které CERN vypisuje, o zakázky na zařízení a služby. Pro spolupráci českých průmyslových podniků s CERN bylo v agentuře CzechTrade vytvořeno kontaktní místo. I jejím přičiněním patří ČR k nejúspěšnějším členským zemím CERN v získávání komerčních zakázek.

### **Tevatron – FERMILAB**

Tevatron je urychlovač pro zkoumání srážek antiprotonů s protony, nacházející se ve FERMILAB u Chicaga, největší americké laboratoři fyziky elementárních částic. Detektor experimentu D0 ve Fermilab byl vybudován mezinárodní kolaborací na tomto urychlovači. Česká republika je členem této kolaborace od roku 1996 a příspěvkem ČR je zpracování

nabraných dat v Regionálním výpočetním středisku fyziky částic ve FzÚ. Okolo 15 vědeckých pracovníků, doktorandů a techniků se podílí na fyzikální analýze takto zpracovaných dat. Instituce z ČR přispívají na provoz a údržbu observatoře z prostředků programů MŠMT INGO a Výzkumných center. Zkušenosti ze zpracování dat z tohoto experimentu a jejich fyzikální analýzy jsou velmi důležité pro přípravu mladých vědeckých pracovníků pro experiment ATLAS v CERN.

### **Observatoř Pierra Augera**

Observatoř Pierra Augera byla vybudována mezinárodní kolaborací v provincii Mendoza v Argentině. Jejím programem je zkoumání spektra a složení kosmického záření těch nejvyšších energií. Česká republika je členem této kolaborace od roku 1999 a hlavním materiálovým příspěvkem ČR byla výroba 12 zrcadel pro fluorescenční teleskop, každé s plochou zhruba 12 m<sup>2</sup>. Observatoř se skládá kromě zmíněných teleskopů také ze sítě pozemních detektorů rozmístěných na ploše cca 3000 km<sup>2</sup>. Instituce z ČR přispívají na provoz a údržbu observatoře z prostředků programů MŠMT INGO a Výzkumných center. Zhruba 20 vědeckých pracovníků, doktorandů a techniků se podílí na sběru a analýze dat z fluorescenčních teleskopů a modernizaci observatoře. Ta má být v budoucnu doplněna podobnou sítí pozemních detektorů a fluorescenčních teleskopů na severní polokouli v USA.

### **LSM/JOULE**

Projekt LSM/JOULE (Laboratoire Souterrain de Modane/JOint Underground Laboratory in Europe, Francie) pokrývá významnou část současné fyziky, která je prováděna v podzemních laboratořích (neutrinová fyzika – dvojitý rozpad beta, oscilace neutrin; detekce temné hmoty; měření velmi nízkých radioaktivit; nové detekční struktury v ultra citlivých měřeních; odstraňování radioaktivity ze vzduchu a materiálových vzorků, testování polovodičové techniky). Podzemní laboratoř Modane (LSM, Francie, 4800 m.w.e.) vznikla v roce 1982 jako pracoviště pro experimenty vyžadující extrémně nízké pozadí. ČR se dlouhodobě významně podílí na experimentech NEMO 3 a TGV II. Od začátku letošního roku probíhá proces přípravy podstatného rozšíření stávající laboratoře LSM/JOULE s náklady 15 mil. EURO. Jedná se o pokračování experimentu TGV III (dvojitý elektronový záchyt měřený pomocí pixelových detektorů), SuperNEMO (bezneutrinový dvojitý rozpad beta, 100 kg obohaceného izotopu), nízkopozadový HPGe detektor s objemem 600 cm<sup>3</sup> a experiment COBRA (dvojitý rozpad beta <sup>116</sup>Cd s použitím pixelových detektorů).

### **ESRF & ESRF Upgrade**

Synchrotronové záření je nezbytné pro moderní výzkum v mnoha oblastech základního a aplikovaného výzkumu nových materiálů, molekulárních a biologických struktur. European Synchrotron Radiation Facility v Grenoblu (<http://www.esrf.eu>) je zdrojem nejintenzivnějšího synchrotronového záření v Evropě. ČR je oficiálně zapojena v ESRF od roku 1999 a formálně je zastupována FzÚ AV ČR, v.v.i. Upgrade ESRF v letech 2009-2018 poskytne uživatelům nové možnosti výzkumu zejména v oblastech nanotechnologií, strukturní biologie, rychlých dějů, chování látek za extrémních podmínek a rozvoj metod rtg. zobrazování.

## **ILL**

Institut Maxe von Laue a Paula Langevina v Grenoblu (<http://www.ill.eu>) provozuje nejintenzivnější stacionární zdroj neutronů na světě, na který je napojeno na 40 unikátních měřících zařízení využívajících neutronové svazky pro moderní experimentální výzkum v různých vědních oborech; ve fyzice, chemii, materiálových vědách, biologii, atd. ČR je od roku 1999 jedním z 10 vědeckých partnerů ILL. Zastupováním a správou zájmů ČR v ILL je pověřena Univerzita Karlova v Praze, MFF. Dlouhodobá česká účast v ILL má zásadní význam pro stabilní přístup české vědecké komunity k moderním metodám, které využívají intenzivní svazky neutronů. Finanční prostředky jsou potřebné pro pokrytí členských příspěvků a doplňkových nákladů.

### **ThALES (ILL 20/20 upgrade)**

Zařízení v ILL jsou průběžně vyvíjena s cílem optimalizovat parametry a tím umožnit dosud nerealizovatelné experimenty, čímž se vědecký přínos pro členské země významně navyšuje. Modernizace zařízení ILL je nyní náplní projektu ILL20/20 (upgrade) v rámci ESFRI Roadmap. MFF UK hodlá v rámci projektu ThALES vybudovat v ILL trojosý spektrometr nové generace pro studium nízkoenergetického nepružného rozptylu neutronů.. Jako kompenzaci ILL poskytne českým týmům přímou alokaci (bez konkurzu) 50 dnů na ThALES v průběhu 2 let po kolaudaci a 2leté školení 2 doktorandů nad rámec současných práv. Finanční prostředky jsou potřebné na příspěvek na výstavbu spektrometru a doplňkové náklady.

### **ELETTRA – MSB**

ELETTRA v Terstu je moderní synchrotron třetí generace s 22 optickými drahami. Energiemi synchrotronového záření (120 eV - 8 keV) je ELETTRA komplementární k ESRF na straně nízkých energií. ČR zde vybuodovala Materials Science Beamline (MSB), kterou spravuje Univerzita Karlova v Praze, MFF ve spolupráci s FzÚ AV ČR, v.v.i. ČR je jedinou zemí bývalého východního bloku (kromě Ruska), která nyní disponuje vlastní optickou dráhou na synchrotronu. MSB poskytuje měřící čas na unikátním špičkovém zařízení pro fotoelektronovou spektroskopii zájemcům z široké vědecké komunity.

### **ESO & Centrum pro spolupráci s ESO – ESA – NASA**

Evropská jižní observatoř (dále jen „ESO“) je nevládní evropskou organizací pro astronomický výzkum na jižní polokouli. Má 13 členů, včetně ČR. ESO provozuje astronomické teleskopy, které jsou umístěny v La Silla a na hoře Mt. Paranal v poušti Atacama (Chile). Posláním ESO je realizovat v mezinárodní spolupráci vědecké bádání na špičkové úrovni, realizovat velké astronomické projekty, vyvíjet nové přístroje, zabývat se novými technologiemi, rozvíjet evropskou kooperaci, podílet se na vzdělávacích programech a vytvářet programy oslovující širokou veřejnost. Kromě účasti na výzkumu vesmíru největšími dalekohledy a přístupem k infrastruktuře ESO – ESA – NASA má ČR přístup ke špičkovým technologiím, které jsou použitelné v mnoha dalších oborech s možností unikátních zakázek na výrobu přesných povrchů, elektronických řídicích systémů, systémů dálkového ovládání, optických soustav, přesných mechanických systémů. Vědeckou

spolupráci s ESO koordinuje Astronomický ústav AV ČR, který zřídil Centrum pro spolupráci s ESO – ESA - NASA. Jeho prostřednictvím se mohou výzkumných programů, do kterých má Česká republika přístup, účastnit všechna výzkumná pracoviště zabývající se astronomickým výzkumem odpovídajícího zaměření a na požadované úrovni. Podobně jako ESA vytváří i ESO možnosti pro konsorcia výzkumných pracovišť a průmyslových podniků podílet se na zakázkách pro svá zařízení. V krátké době se ČR připojí k volitelným programům ESO a tím rozšíří možnosti pro účast subjektů z ČR v jednotlivých projektech. Astronomický ústav AVČR a Ústav fyziky plazmatu AVČR jsou také účastníky projektu přípravy výstavby EST (European Solar Telescope), který bude podporovat pozorování, prováděná interferometrem ALMA, patřícím rovněž k projektům ESO.

**Tabulka:**

<b>Velké infrastruktury v ČR</b>	<b>stručný popis</b>	<b>typ infrastruktury</b>	<b>rok dokončení</b>
<b>ELI</b>	interakce záření s hmotou v ultrarelativistickém režimu	ESFRI	velký projekt VaVpI
<b>PALS</b>	unikátní výkonový laser	národní	existující
<b>LMNT</b>	soubor unikátních přístrojů v oboru magnetismu a nízkých teplot	národní	existující
<b>LNSM</b>	komplexní vybavení pro výzkum funkčních nanomateriálů a polovodičových nanostruktur	národní	existující
<b>SAFMAT</b>	laboratoř pro charakterizaci nanostrukturálních funkčních materiálů	národní	projekt OPPK
<b>CANAM</b>	urychlovače a experimentální vybavení pro interakci materiálů s ionty a neutrony.	národní	existující
<b>Van den Graaf</b>	zdroj nabitých částic a neutronů	národní	existující
<b>Aerodynamické tunely</b>	unikátní zařízení pro výzkum nad- i podzvukového proudění	národní	existující

<b>Velké infrastruktury v zahraničí s účastí ČR</b>	<b>stručný popis</b>	<b>typ infrastruktury</b>	<b>rok dokončení</b>
<b>CERN</b>	soubor zařízení pro výzkum elementárních částic	mezinárodní organizace	existující
<b>Tevatron Fermilab</b>	zařízení pro zkoumání srážek protonů s antiprotony	mezinárodní experiment	existující
<b>Observatoř Pierra Augera</b>	zařízení pro zkoumání kosmického záření nejvyšších energií	mezinárodní experiment	existující
<b>LSM/Joule</b>	laboratoř pro neutrinovou fyziku	mezinárodní experiment	existující
<b>ESRF&amp;ESRF Upgrade</b>	zdroj intenzivního synchrotronového záření	mezinárodní organizace	existující, upgrade v rámci ESFRI
<b>ILL</b>	Intenzivní stacionární zdroj neutronů	mezinárodní organizace	existující
<b>ILL20/20 Upgrade (ThALES)</b>	trojosý spektrometr nízkých energií pro ILL upgrade	mezinárodní experiment	upgrade v rámci ESFRI
<b>ELETTRA MSB (Material Science Beamline)</b>	Česká Material Science Beamline na synchrotronu ELETTRA Trieste	mezinárodní organizace	existující
<b>ESO (European South Observatory) &amp; Centrum pro ESO – ESA - NASA</b>	unikátní soubor astronomických přístrojů pro zkoumání jižní oblohy	mezinárodní organizace	existující, upgrade v rámci ESFRI

### 2.3.4. Perspektivní projekty

#### CEITEC

CEITEC je velký projekt VaVpI, jehož cílem je integrovat nejkvalitnější vědecké kapacity v oblasti materiálového výzkumu a výzkumu o živé přírodě z několika vysokých škol a ústavů Akademie věd České republiky. Vytváří se předpoklady pro mezioborovou integraci a spolupráci. Projekt Central European Institute of Technology v Brně je zaměřen na vybudování špičkového centra v oblasti biotechnologií a pokročilých materiálů. Umožní koncentraci doposud roztržštěných personálních a přístrojových kapacit výzkumu a vývoje v regionu a zajistí tak vysokou míru efektivního využívání prostředků. Z perspektivních materiálů se výzkum bude orientovat na materiály keramické, s ohledem na jejich využití pro kloubní náhrady a dentální aplikace, elektrochemické aplikace, aplikace konstrukčních prvků. Zvláštní pozornost je věnována studiu a vývoji nanostruktur a jejich vrstvení pro vývoj a výrobu pokročilých materiálů. Další oblastí je studium a vývoj kovových materiálů a slitin a využívání jejich vlastností v praktických aplikacích. Významné výsledky lze očekávat ve studiu supravodivých materiálů.

#### ESS

**ESS - European Spallation Source - Scandinavia** v Lundu (Švédsko) <http://ess-scandinavia.eu/> bude celoevropským zařízením (komplementárním k ILL) pro multidisciplinární výzkum pokročilých materiálů, metodami neutronového rozptylu po roce 2020. Výzkumné oblasti, které využijí ESS, zahrnují materiálové vědy, nanovědy, chemii, molekulární biologii, biotechnologii, farmakologii, energetiku a mikroelektroniku. Spalační zdroj (ESS) produkuje intenzivní pulzní svazky neutronů tzv. spalačním procesem namísto klasického jaderného reaktoru, který produkuje spojitě svazky. Metodiky využívající pulzní a spojitě svazky neutronů jsou v mnohém vzájemně komplementární. Účast ČR v ESS je velmi žádoucí k tomu, aby se udržela excelentní úroveň českých vědců v používání unikátních metod neutronového rozptylu v moderním materiálovém výzkumu. Finanční prostředky v období 2010-14 jsou potřebné pro účinné zapojení české neutronové komunity do konstrukční fáze, zajištění vzdělání mladých českých vědců a studentů formou stáží v současných laboratořích se spalačními zdroji. S vedením ESS byla vyjednána možnost výstavby jedinečného neutronového difraktometru pro studium materiálů v extrémních podmínkách ve formě *in kind* příspěvku do infrastruktury ESS. Projekt budou garantovat ÚJF AVČR a MFF UK.

#### XFEL

**XFEL X-ray Free Electron Laser** budovaný v Hamburku (<http://www.xfel.eu/>) je zařízení, které dodá 107krát intenzivnější rentgenové záření než je dnes dostupné ve femtosekundových záblescích. To umožní mnoho dříve neproveditelných experimentů a řešit nové otázky v nanovědách, strukturální biologii, fyzice pevných látek a femtochemii, ale také v materiálových vědách a ve fyzice plazmatu. Česká účast je pro českou vědeckou komunitu velmi žádoucí k tomu, aby se udržela excelence českých vědců v oblasti užívání jedinečných



metod rentgenového rozptylu v moderním materiálovém výzkumu. Čeští vědci různých oborů by tak mohli být zapojeni do vývoje přístrojů, detektorů, rentgenové optiky a řídicích systémů pro XFEL. Výzkumné týmy by se mohly také účastnit plánování experimentů na XFEL. Finanční prostředky v období 2010-14 jsou potřebné pro účinné zapojení české neutronové komunity do konstrukční fáze a zajištění vzdělání mladých českých vědců a studentů formou stáží u zařízení v Hamburku.

## **SPIRAL2**

**SPIRAL2** (<http://www.ganil.fr/research/developments/spiral2/index.html>) je nové plánované zařízení v rámci ESFRI, které by mělo rozšířit nejvýznamnější francouzskou laboratoř v jaderné fyzice GANIL (<http://www.ganil.fr>). SPIRAL 2 má zajistit světovou konkurenceschopnost i v roce 2015, kdy má dosáhnout plánovaných specifikací. Zařízení bude produkovat zejména radioaktivní svazky (ale ovšem i intenzivní svazky stabilních iontů), pročež využívá metodu separace izotopů on line ISOL. Existující spolupráce v oblasti výzkumu vlastností a struktury lehkých a středně těžkých jader mezi ÚJF AV ČR a GANIL byla a zatím je v současné době částečně podporována dohodou AVČR-IN2P3. V současnosti probíhá vývoj a budování zařízení SPIRAL 2, které má zajistit světovou konkurenceschopnost laboratoře GANIL i v roce 2015, kdy má dosáhnout provoz tohoto zařízení plánovaných specifikací. Laboratoř SPIRAL2 bude disponovat unikátními zařízeními v oblasti produkce neutronů i v oblasti jaderné astrofyziky.

## **FAIR**

**FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research)** ([www.gsi.de/fair/index\\_e.html](http://www.gsi.de/fair/index_e.html)) je unikátní experimentální komplex, který umožní experimenty se svazky antiprotonů a těžkých iontů. Tento nový projekt, realizovaný na půdě výzkumného centra GSI Darmstadt (SRN), je organizován jako mezinárodní, především evropské výzkumné centrum, zařazené v rámci ESFRI. FAIR obsahuje urychlovací komplex skládající se z několika nových urychlovačů, akumulacních prstenců a nových experimentálních zařízení. Tento komplex poskytne pro experimenty svazky protonů, antiprotonů, těžkých iontů a exotických radionuklidů až do energie 35 GeV v dosud nedosažené intenzitě a umožní tak studovat fyzikální procesy při extrémních podmínkách, které byly až dosud experimentálně nedostupné. Čeští fyzici spolupracují s kolegy v GSI již téměř 20 let. Podílejí se na experimentech TAPS, HADES, CERES.

## **2.4. Energetika**

### **2.4.1. Současný stav**

Energetika obecně hraje v dnešním životě lidí obrovský význam, protože bez zajištění stabilních a dlouhodobých dodávek energie není možné uspokojit požadavky dynamicky se rozvíjející společnosti. Energetika má také dalekosáhlý vliv na životní prostředí. V ČR byla v roce 2007 zajišťována spotřeba primární energie mixem různých zdrojů (61% parní elektrárny, 21% jaderné, 12% vodní, 5% paroplynové a spalovací, 1% větrné). V ČR se

projevují různé tendence ve výrobě a spotřebě elektrické energie – úspory ve spotřebě (od r. 2000 byl průměrný růst ekonomiky 4.5%, ale spotřeba elektřiny stoupala pouze o 2% ročně), a také velký nárůst výroby z menších obnovitelných zdrojů (fotovoltaika, biomasa) a z ní vyplývající stoupající nároky na přenosovou soustavu.

Výzkum v oblasti energetiky vzhledem k výrazné vazbě na průmysl kopíruje přibližně průmyslovou strukturu firem působících v dané oblasti. Energetický výzkum se zabývá především problematikou klasické energetiky, jaderné energetiky a v poslední době také obnovitelnými zdroji či přenosovou soustavou. Energetický výzkum je v ČR rozptýlen mezi mnoho pracovišť (VŠ, ústavy AV ČR, firemní vědecké ústavy).

Potřeby rozvoje moderních velkých infrastruktur (VI) v oblasti energetiky výrazně přesahují rámec možností jednotlivých institucí či celé ČR. Vstupem do EU jsme dostali možnost efektivní koncentrace prostředků zapojením do celoevropských projektů. I v tomto případě by ale naší snahou měl být rozvoj vědecké a inovační báze v ČR a důsledné zapojení českých firem do výstavby domácích či evropských VI. Neměli bychom se omezit pouze na výjezdy našich pracovníků do zahraničí, ale měli bychom provádět základní výzkum na pracovištích v domácích ústavech i za přítomnosti zahraničních vědeckých a technických pracovníků (reciprocita spolupráce, budování laboratoří v ČR).

Energetické VI můžeme rozdělit do několika oblastí: štěpné reaktory (různých generací), pracoviště zabývající se jadernou fúzí (různé metodiky), pracoviště klasické energetiky a pracoviště obnovitelných zdrojů.

Následující přehled uvádí současný stav domácích velkých infrastruktur v energetice:

### **Reaktory LVR-15, LR-0**

**Reaktory LVR – 15 a LR – 0** jsou umístěny v **Centru výzkumu Řež, s r.o.** Reaktor LVR-15 byl vybudován a zprovozněn v roce 1957 jako experimentální zařízení pro potřeby reaktorové a neutronové fyziky. Reaktor byl několikrát (naposled 2007) modernizován, takže v současnosti je jeho provozní výkon 10 MW. K experimentům slouží řada horizontálních i vertikálních kanálů vyvedených neutronových svazků, vysokotlaké vodní smyčky nebo tepelná komora reaktoru. Pro potřeby experimentů je zařízení reaktoru vybaveno pneumatickou poštou pro dopravu ozařovaných vzorků a horkými komorami. Ozařovací experimenty jsou zaměřené především na výzkum změn fyzikálních a chemických vlastností materiálů vlivem radiace. Na vyvedeném svazku epitermálních neutronů je prováděn rovněž lékařský a biologický výzkum. Na horizontálních kanálech se provádí základní a aplikovaný výzkum. Počet stálých pracovníků na zařízení je 115, z toho 23 vědeckých pracovníků. Externí uživatelé představují 11 týmů, zahraniční uživatelé kolem 7 týmů (Slovensko, Izrael, Lotyšsko, Rusko, Polsko, Francie, Německo, Itálie, Řecko), které permanentně využívají nabízené zázemí. Kapacitu reaktoru dále permanentně využívá několik uživatelských týmů z průmyslu. Výzkum na zařízeních reaktoru LVR-15 je orientován převážně aplikačním směrem.

Reaktor LR-0 byl zprovozněn v roce 1972, naposledy byl modernizován v roce 2008. Experimentální program se soustřeďuje na oblast reaktorové fyziky aktivních zón

tlakovodních reaktorů, skladovacích mříží, modelové experimenty reaktorů typu VVER-1000 a VVER-440 pro stanovení spekter směsných polí fotonů a rychlých neutronů (vstupy pro stanovení radiační zátěže vnitřních konstrukčních částí a tlakových nádob a upřesnění odhadů zbytkové životnosti komponent tlakové nádoby reaktorů), dále experimenty reaktorové a neutronové fyziky pro validace výpočetních kódů, experimenty pro ověřování některých parametrů nových typů aktivních zón pro pokročilé reaktory plánované k nasazení a zapojení se do mezinárodní spolupráce v oblasti rozvoje nových technologií ukončení palivového cyklu (Molten Salt Reactor). V Evropě existuje pouze 5 takových zařízení. Měření přispívají ke zvýšení jaderné bezpečnosti a efektivnosti provozu jaderných elektráren a úložných zařízení vyhořelého jaderného paliva. Na zařízení pracuje 25 stálých pracovníků, z toho 11 vědeckých pracovníků. Permanentně využívají zařízení 3 interní výzkumné týmy, další 2 týmy jsou ze zahraničí.

### **Tokamak COMPASS**

Toto zařízení bylo dovezeno z Culham Science Centre ve Velké Británii a umístěno do nově vystavěné budovy Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. v areálu Na Slovance v Praze. Jde o zařízení pro experimentální studium fyziky horkého plazmatu v magnetickém poli. COMPASS je zařízení s geometrií podobnou tokamaku ITER a dalších dvou velkých evropských zařízení (ASDEX Upgrade v Garchingu u Mnichova a společného evropského tokamaku JET). Vědecký program vychází z aktuálních potřeb mezinárodního projektu ITER, na němž by se mělo demonstrovat technologické zvládnutí termojaderné fúze. Vzhledem k podobnosti magnetických konfigurací ITER a COMPASS bylo rozhodnuto soustředit se na dvě hlavní témata - studium okrajového plazmatu a interakce elektromagnetických vln s plazmatem. Partnerskými organizacemi v České republice jsou MFF UK, FJFI ČVUT v Praze, FzÚ AV ČR, v.v.i., Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i. a ÚJV, a.s. Na mezinárodní úrovni je projekt COMPASS koordinován organizací EUROATOM. Výzkumných prací se zúčastní více než 4 interní týmy, zejména materiálového výzkumu a řada zahraničních spolupracujících týmů (Francie, Rakousko, Belgie, Itálie, Velká Británie, Gruzie, Polsko, Bulharsko, Rusko, Maďarsko, Portugalsko). V současnosti spolupracují s projektem dva průmyslové podniky (Škoda výzkum, s.r.o. a Vítkovice – Výzkum a vývoj, s.r.o.). S rozvojem aktivit se počítá s růstem objemu průmyslové spolupráce. Tokamak COMPASS zaměstnává celkem 34 pracovníků (z toho 22 vědeckých pracovníků).

### **Školní reaktor VR-1**

Reaktor VR-1 byl vybudován v roce 1990 na FJFI ČVUT v Praze. Tento reaktor vzhledem ke svému malému výkonu slouží především k výuce studentů (4-5 doktorandů, 6-8 diplomantů a 3-5 bakalářů ročně), ke studiu jaderné bezpečnosti a vývoji systémů řízení jaderných zařízení. Na VR-1 pracuje 16 zaměstnanců (z toho 11 akademických pracovníků).

V ESFRI Roadmap 2008 evropských velkých infrastruktur jsou v oblasti energetiky zařazeny dále uvedené projekty v různém stádiu realizace (Jules Horowitz high-flux reactor JHR; International Fusion Materials Irradiation Facility IFMIF; High Power Energy Research Facility HiPER, MYRRHA). V současné době se v rámci ESFRI procesu diskutuje tzv. obnovení ESFRI Roadmap v oblasti energetiky, a to v roce 2010.

V oblasti VaV klasické energetiky, či obnovitelných zdrojů, neexistuje v současnosti v ČR velká infrastruktura, která by měla evropský či alespoň celostátní význam. Na druhé straně je mnoho subjektů (fakulty a ústavy VŠ, ústavy AV ČR, soukromé firmy), které pokrývají či plánují pokrýt v plné šíři problematiku VaV v oblasti klasické energetiky i v oblasti obnovitelných zdrojů (vysoce účinné moderní uhelné bloky včetně technologie zachycování a ukládání emisí CO<sub>2</sub>, smart grids, energetické využití biomasy, větrná a solární energie, geotermální energie, palivové články, supravodivost apod.). Charakteristickým rysem těchto výzkumných pracovišť je jejich menší velikost (obvykle 10-20 vědeckých pracovníků) a pouze menší existující zařízení (investice ~ 1 mil. Kč). Na druhé straně jsou tato pracoviště charakterizována intenzivní výukou studentů (10-20 doktorandů/5 let na pracoviště), což svědčí o jejich přitažlivosti mezi studenty. Z dostupných materiálů také vyplývá, že jednotlivá pracoviště jsou aktivní ve snaze získat podporu z OP VaVpI či regionálních OP (např. Centrum výzkumu a využití obnovitelných zdrojů energie CVVOZE; Centrum pro výzkum energetického využití litosféry CVEVL; Udržitelná energetika; Výzkumné centrum pro výrobu energie a biopaliv z obnovitelných zdrojů). Daná oblast výzkumu je dále charakterizována silnou vazbou na průmyslové podniky. Mezinárodní spolupráce probíhá spíše na regionální úrovni (několik konkrétních partnerů ze zahraničí). Spolupráce se společnými technologickými iniciativami či evropskými technologickými platformami není vyhovující (menší zastoupení ČR v technologických platformách).

Na základě rozboru současného stavu je zřejmé, že je potřebný rozvoj experimentální výzkumné základny v ČR ve spojení s mezinárodními či evropskými směry rozvoje VaV (např. posílení investic do domácích experimentálních a vývojových pracovišť, posílení účasti zahraničních pracovníků na VaV prováděného v ČR). V oblasti jaderné jde o potřebu rozvoje domácích infrastruktur - reaktory LVR-15, LR-0, Tokamak COMPASS-D a školní reaktor VR-1. Centrum výzkumu Řež, s r.o. (reaktory LVR-15, LR-0) má silnou vazbu na průmysl (ČEZ) a evropské jaderné struktury typu OECD/NEA. Domácí Tokamak je nutný pro smysluplné zapojení českých pracovišť do projektu termojaderné fúze ITER. Reaktor VR-1 má významnou roli při základní výchově mladých expertů. U všech domácích VI je třeba důsledně uplatňovat přístupová práva založená na volné soutěži projektů - tzv. open access a to jak pro české tak i zahraniční uživatele. V oblasti klasické energetiky a obnovitelných zdrojů je třeba překonat dosavadní neexistenci významné VI v ČR, postupně vybudovat experimentální pracoviště a propojit jednotlivá pracoviště s cílem koordinované spolupráce. Velmi důležitou potřebou je významné zlepšení zapojení českých pracovišť do mezinárodní spolupráce a ESFRI iniciativ.

#### **2.4.2. SWOT analýza**

##### ***Silné stránky***

- věda a výzkum v oblasti energetiky v ČR pokrývá všechny oblasti související s výrobou a využíváním energie;
- silná tradice v oblastech klasické fosilní energetiky a jaderné energetiky;
- úzké vazby na průmyslovou praxi;

- dobré vědecké výsledky v minulých letech;
- zajištění výuky studentů (v hlavních oborech energetiky včetně obnovitelných zdrojů)

### ***Slabé stránky***

- velká roztržitost výzkumu v oblasti klasické energetiky, obnovitelných zdrojů a inteligentních sítí;
- neexistence velkých a moderních velkých infrastruktur v oblasti klasické energetiky, obnovitelných zdrojů a inteligentních sítí;
- omezená spolupráce mezi pracovišti;
- nezdravě konkurenční prostředí bránící vzniku distribuovaných infrastruktur a rozvoji užší spolupráce;
- životnost reaktorů LVR-15 a LR-0, investičně a provozně náročné modernizace infrastruktury v oblasti jaderného výzkumu

### ***Příležitosti***

- strategický obor zásadní důležitosti, zejména v nadcházejících letech;
- priority specifikovány ve Státní energetické koncepci; možnost a nutnost respektovat je;
- možnost napojení na běžící evropské projekty (např. ESFRI) a založené platformy; využití zahraničních přístupů a zkušeností;
- příležitost k propojení se SF, zejména OP VaVpI; díky těmto investicím vybudovat zařízení na celostátní či evropské úrovni propojené na mezinárodní výzkum

### ***Rizika***

- možný nedostatek lidských zdrojů očekávaný v energetice po roce 2015 může dolehnout neblaze i na vědu a výzkum v této oblasti;
- problematické zajištění Open Access do některých velkých infrastruktur;
- nezařazení všech výzkumných skupin aktivně působících v oblasti VaV do procesu rozvoje výzkumných pracovišť;
- nezájem pracovišť na větší spolupráci a odstranění roztržitosti v některých oborech;
- intenzivní spolupráce se zahraničím způsobuje odliv excelentních výzkumníků do zahraničí s nejistým návratem na původní pracoviště

## Návrh řešení

V oblasti štěpných reaktorů vznikne domácí integrovaná VI výzkumných reaktorů LVR-15 a LR-0 (Centrum výzkumu Řež, s r.o.). Reaktory je třeba důsledně modernizovat (ve spolupráci MPO, ÚJV a.s., ČEZ) a zajistit skutečný open access pro tuzemské i zahraniční uživatele (zahraniční panel posuzovatelů vědeckých experimentů a projektů, povinný grantový systém jako podpora projektů přicházejících z jiných pracovišť, obsazování řídicích a vědeckých pozic mezinárodním konkurzem, apod.). Zásadní projekt z pohledu nových jaderných štěpných technologií se jeví již běžící projekt JHR (zahájení provozu 2014), a proto navrhujeme podporovat účast ČR v tomto projektu (zástupce ČR je Centrum výzkumu Řež, s r.o.). S nižší prioritou navrhujeme podporovat projekt Udržitelná energetika (projekt byl podán do soutěže SF), nabízející výzkum v oblasti nových reaktorových technologií s vlivem v regionech v ČR (Plzeň).

V oblasti termojaderné fúze je třeba rozumným způsobem podporovat fúzní technologie řešící ambiciózní výzvy, nabízející intenzivní zahraniční spolupráci, množství impaktovaných publikací a výsledků základního výzkumu, ovšem bez přímého vlivu na reálnou energetiku v příštích minimálně 20 letech. Skupiny zabývající se výzkumem fúze nejsou navíc příliš diferenciované a horizontálně rozšířené v rámci ČR. Navrhujeme proto za stejných podmínek jako v případě reaktorů (zahraniční vědecká rada, povinný grantový systém jako podpora projektů jiných pracovišť apod.) podporovat domácí VI tokamaku COMPASS a připravovaného ITER. Jako samostatnou zahraniční VI je třeba podporovat projekt HiPER (nyní projektové práce, zahájení výstavby 2015, uvedení do provozu 2018).

Jako velmi důležité zdroje pro nejbližší budoucnost (10-15 let) energetické politiky ČR se jeví moderní využívání fosilních paliv (včetně zachycování a ukládání emisí CO<sub>2</sub>) a odpadů a velký rozvoj obnovitelných zdrojů (II. generace kapalných biopaliv, fotovoltaika, geotermální energie, smart grids, vodíková energetika). Je třeba posílit experimentální možnosti VaV v oblasti nejaderné energetiky. Řešením by byl vznik dvou iniciativ (“Progresivní technologie a systémy využití fosilních paliv a odpadů”, “REWESAG - obnovitelné zdroje energie a elektrické sítě“), majících za cíl sdružit výzkumná pracoviště napříč ČR (např. ČVUT v Praze, VUT Brno, VŠB-TU Ostrava, ZČU Plzeň, VŠCHT, ústavy AV ČR, EGÚ Brno, ČEZ). Koordinátory a příjemci dotace by měla být mimopražská pracoviště (např. Ostrava, Brno, Plzeň). Nové iniciativy mají umožnit úzkou koordinaci činností a specializaci, dále zahájení spolupráce s již existujícími evropskými platformami. Po skončení přípravné fáze (rok 2013) je možné očekávat vznik významných výzkumných společných projektů buď ve formě přímého zapojení do vybraného evropského projektu či ve formě návrhu na vybudování experimentální VI v ČR. Při případném budování domácí VI je třeba využít synergie s OP VaVpI.

### 2.4.3. Prioritní projekty

#### LVR-15, LR-0

Největší domácí velká infrastruktura v oblasti reaktorové fyziky s významným podílem spolupráce s průmyslem a mezinárodními aktivitami. Pro potřeby výzkumu v ČR je

potřebné zabezpečit její provoz a podporu pro další rozvoj (především MPO, ČEZ, ÚJV). Infrastruktura je součástí Centra výzkumu Řež, s r.o.

### **JHR**

JHR – Jules Horowitz Reactor je evropský projekt (se zásadním podílem CEA, EDF a AREVA – celkem 80%), ve kterém ČR má 2% účast. Celkové referenční náklady na projekt jsou 500 mil. EURO. Českou stranu zastupuje v JHR Centrum výzkumu Řež, s r.o.

### **COMPASS a ITER**

Tokamak COMPASS je domácí velká infrastruktura. Jde o zařízení pro experimentální studium fyziky horkého plazmatu v magnetickém poli. COMPASS je zařízení s geometrií podobnou tokamaku ITER a dalších dvou velkých evropských zařízení (ASDEX Upgrade v Garchingu u Mnichova a společného evropského tokamaku JET). Projekt ITER je připravovaný mezinárodní projekt s evropskou účastí související s termojadernou fúzí. Českou stranu v něm zastupuje Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.

### **HiPER**

HiPER je evropský projekt. Zařízení je v přípravné fázi, předpokládá se jeho vybudování ve Velké Británii (zahájení provozu 2018). Jedná se o laserem řízený fúzní demonstrátor. Českou stranu v něm zastupuje Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

### **Tabulka:**

<b>Název velké infrastruktury</b>	<b>stručný popis</b>	<b>typ infrastruktury</b>	<b>rok dokončení</b>
<b>Reaktory LVR-15, LR-0</b>	Štěpné reaktory	národní	existující
<b>JHR</b>	Štěpný reaktor nové generace	ESFRI	2014
<b>Tokamak COMPASS a ITER</b>	Horké plazma v magnetickém poli - termojaderná fúze	Národní a mezinárodní	2009, 2020
<b>HiPER</b>	Laserem řízený fúzní demonstrátor	ESFRI	2018

#### **2.4.4. Perspektivní projekty**

##### **Udržitelná energetika**

Projekt štěpného reaktoru nové generace. Jedná se o projekt, který by mohl být realizován díky OP VaVpI.

##### **Centrum pro výzkum energetického využití litosféry (CVEVL)**

Projekt pro využití geotermální energie. Mohl by být realizován díky OP VaVpI.

##### **REWESAG - obnovitelné zdroje energie a elektrické sítě**

Projekt pro využití obnovitelných zdrojů a biomasy.

#### **2.5. Biomedicína**

##### **2.5.1. Současný stav**

Oblast biomedicíny „BioMedical Sciences“ (BMS) zabírá velmi širokou škálu vědních oborů od systematické biologie, přes základní a klinický výzkum, až po vývoj nových biomedicínských a fyzikálních technologií. Celosvětově je vývoj biomedicíny velmi dynamický, jelikož bezprostředně inkorporuje nové biologické poznatky do stávajících medicínských a biofarmaceutických technologií. Explozivní nárůst úrovně znalostí a výsledky nejnovějších bádání v této oblasti vedou ke vzniku nových interdisciplinárních oborů a propojování stávajících oborů výzkumu. Mezi obzvláště dynamicky se vyvíjející obory patří funkční genomika, bioinformatika, zobrazování, analýza struktury molekul či translační odvětví lékařství, které směřují k vývoji individualizovaných léčebných postupů. Bioinformatika musí v současnosti vytvořit struktury pro zpracování velkého množství dat generovaných ve všech disciplínách BMS a pro jejich vyhodnocení. Funkční genomika se po přečtení sekvencí lidského a dalších genomů snaží studovat funkce jednotlivých genů v organismech a identifikovat potenciální terapeutické cíle. Bioimaging a strukturní biologie vytváří nové technologie, např. pro sledování funkce a lokalizace biomakromolekul v celých organismech nebo pro analýzu struktury, interakce a funkce jednotlivých molekul.

V České republice byla zatím snaha pokrýt co nejvíce oborů z oblasti biomedicíny, což zjevně vedlo a stále vede k udržování, či zakládání vědeckých skupin, institucí či jiných celků, které se snaží o zpracování nově se objevujících oborů, aniž by byla k dispozici potřebná kritická masa pro rozvoj dané vědecké disciplíny. To přináší problémy expertní i finanční, jelikož se mnohdy opakují požadavky na přístrojové vybavení a technologie, které by v rámci soustředěné expertní infrastruktury s 'open access' mohly být lépe využity a mohly by dosahovat úrovně „cutting edge“ technologie. Nejedná se tady o solitérní přístroje, ale spíše o technologie a technologické celky, které se mohou vyvíjet, jen pokud velká infrastruktura dosáhne určité velikosti, a to i v personálním obsazení.

Mnohé výzkumné instituty v ČR mají příliš velké rozpětí vědeckého zaměření. Určitá roztržitost je patrná již v základních stavebních prvcích české vědy – ve vědeckých institucích (výzkumné ústavy, katedry a výzkumná centra univerzit). Vědecká centra založená



na grantech se snaží do určité míry toto roztržštění řešit, centra jsou však virtuální a dosud nevznikly téměř žádné velké infrastruktury koncentrující a vyvíjející specifické know-how, které by nabízely 'open acces' využití. Interdisciplinární spolupráce, které by vedly k vytvoření nových oborů či projektů, jsou vzácné. V současné době neexistuje tzv. velká infrastruktura výzkumu v oblasti biomedicíny na území ČR. Jedinou výjimkou je banka klinických vzorků v majetku Masarykova onkologického ústavu v Brně.

Přes všechny uvedené nedostatky existuje v ČR několik významných výzkumných center s koncentrací velmi progresivních metodik na evropské úrovni. V oblasti základního lékařského výzkumu je to především areál biomedicínských ústavů Akademie věd v Praze – Krči s Fyziologickým ústavem, Mikrobiologickým ústavem, Ústavem experimentální medicíny a Ústavem molekulární genetiky. Široké spektrum moderních metodik, které ústavy mají k dispozici, jim umožňuje zapojit se do řešení četných vědeckých projektů Rámcového programu EU. V Praze – Krči je také situováno přední pracoviště klinického výzkumu České republiky Institut klinické a experimentální medicíny (IKEM), jehož hlavní doménou je transplantační medicína a kardiochirurgie. Úzká spolupráce IKEM s pracovišti Akademie věd v Krči existuje především v zobrazovacích technikách typu magnetické rezonance.

Napojení na aplikační sféru se děje mnohdy pomocí malých firem, které nemají skutečné know-how v dané oblasti, ani duševní vlastnictví, a které se účastní některých vědeckých center jen kvůli požadavku na zapojení firmy. Význam naprosté většiny napojení na firmy české je jen lokálního charakteru.

V poslední době, zvláště pod vlivem vznikající evropské ESFRI Roadmap a jiných evropských vědeckých iniciativ, se objevily snahy o napojení již existujících nebo budovaných vědeckých center na evropské vědecké společenství. Začala se budovat také centra excelence, která by mohla být základem velkých infrastruktur s koncentrací know-how jednoho, popřípadě několika málo oborů, a která by za dostatečné podpory ze strany státu mohla dosáhnout potřebné kritické masy vědeckého zázemí (personálního i technologického) nejen k udržení dané expertízy, ale také k jejímu rozvoji. Tato centra by mohla mít vskutku i mezinárodní význam.

## **2.5.2. SWOT analýza**

### ***Silné stránky***

- existuje dostatečná intelektuální kapacita, zkušenosti a lidské zdroje pro množství technologických celků;
- dílčí skupiny pracují na svém zapojení do ESFRI Roadmap konsorcií;
- jednotlivé skupiny dosahují výborných vědeckých výsledků a podílejí se na určování směru vývoje vědeckých disciplín minimálně v národním měřítku.

### ***Slabé stránky***

- roztržštěnost infrastruktur;
- jejich malá návaznost a častá duplicita;

- neexistence velké infrastruktury v oblasti biomedicíny na území ČR;
- málo potenciálních národních velkých infrastruktur je navázaných na ESFRI Roadmap konsorcia;
- výzkum je značně heterogenní, těžko se hledá společné jednotící téma;
- příliš velké množství lokálních zájmů a partikulárních cílů vede k vytváření malých technologických či oborových celků nebo k množství vědeckých skupin dislokovaných na různých pracovištích s minimální vzájemnou návazností;
- izolované skupiny mohou jen zřídka přispět k excelentnímu vývoji oboru/skupiny/pracoviště.

### ***Příležitosti***

- existuje příležitost vytvoření technologicky a výzkumně vyspělých platform a inkubátorů progresivních nebo nových vědeckých disciplín;
- vytvořením velkých infrastruktur se specializovaným know-how, které jsou navíc napojené na mezinárodní prostředí, jako jsou velké evropské projekty ESFRI, se otevírá šance získání kvalitních zahraničních vědeckých pracovníků a také příležitost pro návrat mladých perspektivních českých vědců z dlouhodobých zahraničních pobytů;
- zapojení kvalitních vědeckých center v našem národním měřítku přinese novou vědeckou kulturu, intenzivnější mezinárodní spolupráci;
- toto pak umožní profilaci našeho výzkumu a může vytvořit podmínky pro zakládání center aplikovaného výzkumu v budoucnu; pro kvalitní aplikovaný výzkum zatím není v ČR zájem a musí se dlouhodobě připravovat.

### ***Rizika***

- absence jednotného a dlouhodobého konceptu podpory VaV ze strany hlavních politických stran;
- bez odpovídající podpory hrozí nedostatek personálu na různých úrovních, i když personální kapacity existují;
- nedostatek výsledků z oblasti aplikačního výzkumu použitého v průmyslu, máme malou průmyslovou základnu, která je schopná výsledky z těchto infrastruktur využívat;
- nedostatečná zkušenost s managementem velkých infrastruktur;
- neexistence komunikační platformy pro BMS;

### **Návrh řešení**

V ČR lze zlepšit výsledky výzkumu, zvýšit účelnost i ekonomickou efektivitu pomocí koncentrace know-how do velkých infrastruktur, které by měly být umístěny v rámci vědecko(-technologických) center či kampusů, aby docházelo ke zvyšování oborové a

mezioborové spolupráce, aby se vytvořily podmínky rozvoje excelentním skupinám, a aby se umožnilo působení zahraničních expertů v našich institucích. Pro definované infrastruktury by měl vzniknout průvodní program podporující nejen výchovu nových talentovaných vědeckých kapacit, ale, který by v rámci “open access” umožnil vědcům z ČR i zahraničí participovat na našich, pokud možno unikátních, programech. Vytvoření takového podprogramu by mělo umožnit dvojitý přístup vědeckých kapacit: a) přineste nové know-how ze zahraničí a etablojte ho u nás; b) přijďte k nám a využijte našeho know-how – my Vám pomůžeme řešit vaše vědecké otázky ve spolupráci. Zvláště druhý princip by mohl otevřít naši poměrně uzavřenou vědeckou společnost mezinárodní vědecké komunitě. Vědečtí pracovníci by měli mít, kromě vědeckého, také ekonomický důvod získat možnost pracovat v unikátních infrastrukturách. Potenciál aplikovaného výzkumu je třeba nejdříve založit (v současnosti se mnohdy jedná jen o kopírování technologií či dokonce jen o jejich nákup a etablování). Čestnou výjimku tvoří například několik firem v Brně, které navázaly na tradiční vývoj a výrobu elektronových mikroskopů. Jiným pozitivním příkladem je produkce nanovláken pro lékařské účely ve firmě Elmarco v Liberci. Je potřeba nastavit parametry zapojení firem tak, aby se mohly aplikační výzkumné sféry účastnit nejlépe i zahraniční firmy, které disponují skutečnou expertízou ve specifickém oboru, a které mají potenciál skutečně posunout naše vědecké aktivity dále. Je potřebné zřízení komunikační a organizační platformy pro BMS.

### 2.5.3. Prioritní projekty

#### **Banka klinických vzorků/BBMRI**

Banka klinických vzorků je již existující velkou infrastrukturou založenou a spravovanou Masarykovým onkologickým ústavem (RECAMO). Struktura vyvinula úsilí o napojení na ESFRI - BBMRI a v současné době bylo toto české centrum certifikováno řídicím výborem BBMRI jako asociovaná struktura. V budoucnu se **Banka klinických vzorků stane českým koordinátorem české části pan – evropské infrastruktury výzkumu BBMRI – Biobanking and biomolecular resources research infrastructure**. Masarykův onkologický ústav organizuje nejen unikátní banku klinických vzorků nádorových onemocnění, ale disponuje i unikátním souborem technologií a znalostí k realizaci translačního výzkumu a jeho klinické aplikace včetně klinických zkoušek. Existuje zde know-how k provádění translačního výzkumu v oblasti buněčné biologie, molekulární onkologie a aplikované molekulární onkologie. V oblasti biobanking bude Biobanka Masarykova ústavu, i v rámci BBMRI, umožňovat přístup ke klinickým vzorkům, případně k jejich analýzám tak, aby analýza archivovaného materiálu dále umožňovala další vývoj metod prevence, diagnostiky a léčení.

#### **BIOMEDREG**

Projektové konsorcium BIOMEDREG – Ústav molekulární a translační medicíny bylo založeno Univerzitou Palackého v Olomouci (příjemce-koordinátor), Ústavem organické chemie a biochemie AV ČR, v.v.i. (ÚOCHB), Fakultní nemocnicí Olomouc a Vysokou školou chemicko-technologickou (VŠCHT) v Praze.

Cílem připravovaného projektu je získání a aplikace nových poznatků v oblasti základní a translační biomedicíny a vybudování nové velké infrastruktury – Ústavu molekulární a translační medicíny, který bude budován na existující expertíze partnerů projektu. Specifickými cíli projektu jsou: 1/ studium mechanismu vzniku a léčby nádorových, zánětlivých a vzácných onemocnění; 2/ vytvoření národní platformy pro chemickou biologii a vývoj experimentálních léčiv a biomarkerů; 3/ identifikace nových diagnostických postupů směřujících k individualizované terapii. K dosažení výše uvedených cílů, bude BIOMEDREG využívat úzké kooperace mezi členy projektového konsorcia: i) největší regionální nemocnicí – Fakultní nemocnicí Olomouc (FNO), která bude zajišťovat přístup ke klinickému materiálu a časným ověřovacím klinickým studiím (proof-of-concept) a ii) mezinárodně uznávanými chemickými a biochemickými centry ÚOCHB a VŠCHT. Obě instituce budou přímo participovat na vědeckém programu a jsou vysoce komplementární k misi projektu. Poskytují unikátní chemické knihovny látek a know-how pro BIOMEDREG centrum v Olomouci a jednotlicí zaměřeni na biologickou chemii aplikovanou do oblastí patogenetických signálních cest a výzkumu biologicky aktivních látek. Infrastruktura BIOMEDREGU bude umístěna ve způsobilém regionu České republiky – v Olomouckém kraji (Olomouc) se snadnou dostupností z hlavních biomedicínských a chemických vzdělávacích institucí v zemi. BIOMEDREG má potenciál stát se partnerskou institucí v pan-evropském projektu EATRIS z ESFRI Roadmap.

#### 2.5.4. Perspektivní projekty

##### **INFRAFRONTIER**

Po ukončení sekvenace lidského genomu zůstává jedním z hlavních cílů biomedicínského výzkumu určení funkce všech genů a jejich proteinových produktů i určení úlohy nekódujících oblastí genomu. Funkční genomika u savčích modelů nejen nalézá, ale často i ověřuje funkce genů zkoumané na méně komplexní úrovni buňky. Jako taková je potom naprosto nezbytná pro nalézání farmaceuticky důležitých cílových genů. Po nalezení takového genu je jeho účinek znovu ověřován na zvířecím (většinou myším) modelu, který byl za tímto účelem vytvořen pomocí cílené genové manipulace. V posledních letech vznikly programy, které standardizovaly podmínky fenotypizace a sběru dat; např. EUMORPHIA and EUMODIC. Na ně navazuje evropské konsorcium **INFRAFRONTIER**, které organizuje network pro systémovou fenotypizaci myších mutantů. **České centrum pro fenogenomiku (CCP), které je budováno v rámci centra excelence BIOCEV**, se stalo plnoprávným členem tohoto konsorcia a bude se podílet na systematické standardizované funkční anotaci genů (popis funkce genů) nejen v rámci tohoto evropského konsorcia, ale bude poskytovat know-how a zázemí pro ekonomickou analýzu modelů vytvořených a studovaných i v českých ústavech.

*České Centrum fenogenomiku (CCP)* bude vytvářet a analyzovat zvířecí modely (myš, potkan) a získané výsledky budou následně využity k porozumění podstaty vývoje lidských chorob a k jejich efektivnímu léčení. Výzkumný program, který je založen na uznávaném know-how vědeckých skupin ústavů Akademie v Krči (zejména FGU a UMG) se bude opírat o několik pilířů, pro které lze použít zastřešující název „fenogenomika“. Z jednotlivých pilířů

jsou to především funkční a komparativní genomika v kombinaci s funkční genetikou a genetickým inženýrstvím. Cílem projektu je vytvoření expertního centra pro fenogenomiku obsahujícího všechny logistické celky k jeho efektivnímu využití specializovanými vědeckými skupinami: vytváření mutantních modelů myši a potkanů, jejich kryoarchivace a distribuce, příprava modelů k experimentům a fenotypizaci, vlastní fenotypizace, analýza dat a jejich poskytování do mezinárodních bioinformatických center. CCP bude v rámci open access poskytovat zázemí vědcům z ČR i ze zahraničí a bude iniciovat klastry spolupráce mezi INFRAFRONTIER a dalšími programy ESFRI jako je např. Euro-Bioimaging, EU Openscreen, EATRIS a dalšími tak, aby výsledky vlastního výzkumu byly efektivně využity.

### **Euro-BioImaging**

Konsorcium **Euro-BioImaging – Centrum** zobrazovacích metod poskytne přístup ke špičkovým zobrazovacím technologiím napříč spektrem biologických a lékařských aplikací od molekuly až po pacienta. Bude organizováno jako pan-evropská distribuovaná velká infrastruktura. Infrastruktura bude formována nově nebo některé její existující části budou přebudovány tak, aby významnou část své kapacity mohla poskytovat externím uživatelům. Metodicky se infrastruktura zaměřuje na pokročilou světelnou mikroskopii ve spojení s mikroskopií elektronovou a na zobrazování v medicíně. Bude vytvořena harmonicky koordinovaná infrastruktura, která umožní rozvoj špičkových zobrazovacích technologií, přístup k nim a jejich rozšiřování včetně výuky. V dlouhodobé perspektivě infrastruktura umožní zobrazit biomolekuly v jejich přírodním prostředí v živé buňce či tkáni a výstupy budou používány v základním výzkumu, diagnostice, léčbě a při vytváření nových léčiv. Časový předpoklad: přípravná fáze 2010-2012, konstrukční fáze 2012-2017, v provozu od roku 2013. Oficiální stránka: <http://www.eurobioimaging.eu>. Česká část bude součástí centra BIOCEV. V současné době jsou koncentrovány stávající zařízení světelné a elektronové mikroskopie v ústavech Akademie věd v Krči, v Institutu klinické a experimentální medicíny v Krči se nacházejí naše nejkvalitnější zařízení pro zobrazování magnetickou rezonancí (přístroj 3 Tesla a 1,5 Tesla pro klinický výzkum a přístroj 4,7 Tesla pro výzkum na zvířecích modelech).

### **INSTRUCT**

Velká infrastruktura strukturní biologie se vytváří ve dvou centrech s odlišným, ale doplňujícím se zaměřením. Jedním z nich je Centrum molekulární struktury společně s programem Strukturní biologie a proteinového inženýrství plánované v rámci projektu **BIOCEV**. Bude se soustřeďovat na techniky rentgenové difrakce, biofyzikální charakterizace a hmotové spektrometrie a vyjednalo si pozici národního přístupového místa Integrované infrastruktury pro strukturní biologii v evropském konsorciu INSTRUCT. Kromě poskytování přístupu k vlastnímu vybavení a odborného dohledu a servisu bude realizován vlastní výzkumný program. Součástí výzkumného programu je problematika enzymů pro biotechnologické a lékařské aplikace, studium struktury a funkce strukturních molekul buňky a nukleových kyselin, inhibice molekul patogenů, vývoj metod charakterizace bioléciv a vývoj vysoce afinitních proteinů pro vybrané molekulární cíle.

Druhým, neméně významným, národním centrem s mezinárodní reputací jsou **Laboratoře strukturní biologie v rámci projektu CEITEC**, které jsou zaměřeny na integraci trojrozměrných strukturních informací popisujících bílkoviny, nukleové kyseliny a jejich komplexy do funkčního kontextu s cílem porozumět životně důležitým procesům na buněčné úrovni. Strukturně biologický výzkum je zde zaměřen na vybudování komplexní velké infrastruktury s unikátním přístrojovým vybavením pro NMR spektroskopii a molekulární kryo-elektronovou mikroskopii a tomografii (Titan Krios), doplněným o laboratoře pro rentgenovou difrakci, studium bimolekulárních interakcí a Atomic Force Microscopy. Laboratoř NMR spektroskopie v rámci projektu 7. RP EAST-NMR poskytuje přístup a služby evropským uživatelům a bude se podílet i na projektu Bio-NMR připravovaném v úzké synergii s projektem INSTRUCT s cílem zpřístupnění unikátních přístrojů laboratoří NMR.

Pracovníci obou vznikajících center jsou již v současnosti úzce napojeni na projekt ESFRI 7. RP INSTRUCT, avšak do konsorcia projektu byli přijati pouze jako asociovaní členové. Disponují vědeckou a metodickou excelencí, která bude realizací projektů CEITEC a BIOCEV doplněna i excelencí technickou, a výrazně se podílí i na výchově studentů.

### **CZ-EU OPENSREEN**

CZ-EU OPENSREEN představuje infrastrukturu pro open-access platformu chemické biologie, která již v základech existuje a bude dále budována v rámci Centra chemické genetiky a Ústavu molekulární genetiky AV ČR v Praze. Centrum je již napojeno na přípravnou fázi projektu ESFRI a ÚMG AV ČR, v.v.i. je partnerem a vedoucím pracovního balíčku (WP10 – Biology Resources) projektu přípravné fáze (PP FP7) pro budování konsorcia EU-OPENSREEN. Na rozdíl od komerčních platforem se EU-OPENSREEN zaměří na nevalidované molekulární cíle, signální dráhy a opomíjená onemocnění (neglected diseases). Hlavní činností CZ-OPENSREEN je identifikace nových molekulárních sond/nástrojů pro základní výzkum a nových potenciálních léčiv pro závažná lidská onemocnění. Aktivita české infrastruktury se bude odvíjet od činnosti centrální jednotky pro testování (high-throughput screening - HTS) s open access (otevřený přístup) pro uživatele z ČR a zahraničí. Je určena pro výzkumníky z univerzit a výzkumných ústavů, kteří mají omezený nebo žádný přístup k takové infrastruktuře. Infrastruktura bude spolupracovat s předními institucemi v ČR a vznikajícími centry (jako např. BIOCEV, CEITEC a BioMedReg) a dalšími ESFRI infrastrukturami (EuroBioimaging, Infrafrontier, INSTRUCT). Infrastruktura bude nabízet široké portfolio služeb od vývoje testů, přes testování s vysokou propustností (HTS) a následnou validaci výsledků na různých modelech in vitro a in vivo. Nedílnou součástí infrastruktury bude Národní sbírka sloučenin, která bude propojena s Evropskou sbírkou a databází sloučenin (ECBD) a bude obsahovat repliku knihovny (screening library) v rámci EU-OPENSREEN, což umožní open access přístup k této unikátní sbírce sloučenin i pracovníkům z ČR. S ní spojená Centrální databáze výsledků testování, detailních protokolů a informací o chemických sloučeninách bude po určité ochranné lhůtě zpřístupněna veřejnosti. Projekt se uchází o financování z OPKK.

## Centrum pro systémovou biologii

Základy velké infrastruktury, Centrum pro systémovou biologii v Nových Hradech, byly zřízeny Ústavem systémové biologie a ekologie AVČR, v.v.i. Infrastruktura bude mít dvě hlavní zaměření. Prvním z nich je orientace na spojení proteinové chemie s molekulární systémovou biologii. Druhé zaměření se bude věnovat strukturální biologii z pohledu biologie systémové. Potenciál obou přístupů k aplikační oblasti se dá definovat jako ***vliv molekulární systémové biologie na molekulární medicínu***. Primárně chce toto centrum systémové biologie poskytovat vybraným evropským infrastrukturám v konsorciu ESFRI-SBE, stejně jako uživatelům v České republice, expertízu v modelových organismech (např. fotosyntetické organismy), vývoj technologií spjatých s těmito modely i s ekologií, standardizaci metodologií a integraci generovaných dat s vývojem software a hardware. Zároveň chce centrum poskytovat edukační aktivitu pro novou generaci systémových biologů.

## Mezinárodní centrum klinického výzkumu Brno

Mezinárodní centrum klinického výzkumu **ICRC** (INTERNATIONAL CLINICAL RESEARCH CENTER Brno) je plánován především pracovníky Fakultní nemocnice u svaté Anny v Brně ve spolupráci s odborníky z Mayo Clinic (prestižní klinika v USA). V roce 2005 se do plánování zapojila agentura CzechInvest a Úřad místopředsedy vlády ČR pro ekonomiku. Příprava projektu je koordinována s vedením Masarykovy univerzity, Veterinární a farmaceutické univerzity, Ústavu přístrojové techniky Akademie věd v Brně. ICRC má čtyři hlavní pilíře: vědecko-výzkumnou základnu, veřejné zdravotnické zařízení poskytující klinickou a léčebně-preventivní péči v oblasti **kardiovaskulárních a neurovědních oborů**, technologický park a vzdělávací středisko.

V oblasti výzkumu a vývoje budou nosnými směry kardiovaskulární, transplantační a neurovědní programy. Další výzkumné obory, které budou v rámci velké infrastruktury ICRC podporovány, představují zejména vnitřní lékařství, akutní medicína a onkochirurgie. Výzkum bude zaměřen převážně na vývoj nových metod a postupů umožňujících prevenci onemocnění, včasnou diagnostiku onemocnění umožňující zahájení časně léčby, individuální léčbu zohledňující jedinečnost každého pacienta, neinvazivní nebo minimálně invazivní léčbu onemocnění, která nejmenším možným způsobem zatíží jak pacienta, tak i zdravotnický personál. Ve spolupráci s lokálními partnery si ICRC klade za cíl vytvořit projektový klastr pro nejnáročnější vědecké projekty, a to od stadia základního výzkumu, přes preklinický výzkum až po výzkum klinický. ICRC by se mohl stát přemostujícím projektem mezi evropským a americkým výzkumem. Experti z ICRC se účastní prací v České Alzheimerovské společnosti, vytvořené pro společné programování v tématu - neurodegenerativní choroby, se zaměřením na Alzheimerovu chorobu. V případě získání fondů pro tento velký projekt z OP VaVpI, zahájí MŠMT přístupová jednání ICRC do konsorcia pan – evropského projektu ECRIN z ESFRI Roadmap.

## Tabulka

Název velké infrastruktury	stručný popis	Typ infrastruktury	rok dokončení
<b>Banka klinických vzorků/BBMRI</b>	Banka klinických vzorků nádorových onemocnění	Národní část ESFRI, národní	existující
<b>BIOMEDREG</b>	Translační medicína	Národní, potenciál napojení na EATRIS	2014

## 2.6 Informatika/e-infrastruktura

### 2.6.1. Současný stav

Kvalitní a dostatečně dimenzované informační technologie jsou pro dnešní vědu naprosto zásadní. Bez solidního IT zázemí si již nelze představit fungování žádného vědeckého týmu, na druhé straně toto zázemí má mnohé společné rysy nezávislé na konkrétní vědecké disciplíně. IT tak tvoří základní infrastrukturu – e-infrastrukturu, jejímuž rozvoji a provozu je třeba věnovat náležitou pozornost.

Klíčovým prvkem pro velké e-infrastruktury je pochopitelně stabilní vysokorychlostní komunikační síť, která poskytuje nadstandardní služby, jako jsou přenosy velkých objemů vědeckých dat, možnosti vytváření „privátních“ vysokokapacitních datových okruhů pro propojení velkých vědeckých infrastruktur, ale také nadstavbové služby jako videokonference nebo autentizační infrastruktura. Přenos informací sám o sobě však již dnes nestačí, roste zájem o kvalitativně zcela nové služby, které zpravidla souvisí s ukládáním, „inteligentní“ distribucí a zpracováním dat. E-Infrastruktura je prostředí, které takovéto ucelené portfolio služeb nabízí. V souvislosti se stále významnější rolí výpočetních simulací a experimentů „in silico“ je stále důležitější i nabídka nových služeb v oblasti poskytování a koordinace výpočetního výkonu a úložných kapacit. Součástí e-infrastruktury se tak stávají jak superpočítačová centra, poskytující špičkový výpočetní výkon, tak i výpočetní a úložné gridy, jejichž hlavní úloha spočívá v propojení kapacit instalovaných v jednotlivých výzkumných organizacích do kompaktního celku, vedoucí ke vzniku nové kvality distribuované velké infrastruktury.

Šíře komplexní velké infrastruktury a jejích služeb, stejně jako její distribuovaný charakter neumožňují její vytvoření centrálně či v rámci jediné organizace. Právě infrastrukturní charakter projektů – tedy služba celé vědecké komunitě, ne pouze jedné či několika málo konkrétním oblastem – determinuje jejich charakter a požadavky. Převažující „podpůrný“ (infrastrukturní) charakter však musí být integrálně doplněn vlastní výzkumnou a vývojovou činností, která je sice z pohledu rozpočtu minoritní, ale zajišťuje špičkové



parametry poskytovaných služeb a vlastnosti, které v daném čase (ještě) není možné pořídit komerčně nebo jejichž komerční cena by byla neúměrně vysoká.

Současné době existuje v České republice pouze jedna velká e-infrastruktura, a to **CESNET**. Jde o kvalitní velkou komunikační infrastrukturu (sít' národního výzkumu a vzdělávání CESNET2), která úspěšně implementuje i některé pokročilé služby jako je např. federalizovaný autentizační systém, infrastruktura pro videokonference, výpočetní a datové služby atd. Jde však zatím ve většině případů o pilotní nasazení a tyto služby jsou stále ve vývoji. Vlastní přenosová infrastruktura vyhovuje současným požadavkům na datovou propustnost, ovšem pro potřeby náročných aplikací, které se budou v blízké budoucnosti nasazovat, je potřeba posílit přenosové kapacity linek i síťových uzlů. CESNET je součástí celoevropského projektu GÉANT.

## **2.6.2. SWOT analýza**

### ***Silné stránky***

- Existuje významný potenciál pro využití e-infrastruktury ke zvýšení efektivity a konkurenceschopnosti výzkumných týmů (sdílení informací, znalostí, výjimečných zařízení a výsledků experimentů, zefektivnění komunikace).
- Základní prvek (komunikační část) e-infrastruktury je v ČR na špičkové světové úrovni – zajišťuje sdružení CESNET.
- Distribuovaná výpočetní a úložná infrastruktura (grid) organizačně na velmi dobré mezinárodní úrovni, avšak s omezenou kapacitou – zajišťuje sdružení CESNET.
- Síťová a gridová část dlouhodobě plně integrována do evropských infrastrukturních projektů (GN3, EGEE III).

### ***Slabé stránky***

- Komplexní e-infrastruktura, tak jak je chápána ve strategických ESFRI a e-IRG dokumentech, zatím v ČR není definována a nemá koordinovanou podporu (finanční ani koncepční). Chybí vzdělávání v oblasti „scientific computing“.
- Nedostatečná výpočetní a úložná kapacita pro výzkumnou komunitu, superpočítačové zdroje chybí v republice úplně, přitom rozvoj všech vědních disciplín i vysoká inovace průmyslu vyžadují modelování a výpočetní experimenty, stejně jako dlouhodobé uchovávání rozsáhlých datových souborů.
- Znalost provozu a správy distribuovaných a superpočítačových výpočetních systémů i rozsáhlých datových úložišť je v republice velmi nerovnoměrně rozptýlena, neexistují jasně definované programy přípravy odborníků, nezbytné ke skutečně inovativnímu využití zdrojů komplexní e-infrastruktury.

### ***Příležitosti***

- Realizací doporučených projektů lze v ČR vybudovat komplexní e-infrastrukturu pro výzkumnou a akademickou komunitu. Infrastruktura zajišťující všechny základní

služby (sítě, datové sklady, distribuované výpočetní kapacity, superpočítačová centra) zatím v ČR chybí a z průzkumů, které byly v souvislosti s budováním e-infrastruktury provedeny, jasně vyplývá, že vědecká komunita tyto služby potřebuje a vyžaduje.

- Doporučované projekty se vzájemně doplňují a mají potenciál pokrýt všechny aspekty moderní komplexní e-infrastruktury. Jejich realizací se vyvolá synergický efekt (nové dimenze spolupráce, lepší využití kapacit, širší nabídka,...).
- Realizací doporučení dojde k souběžné podpoře špičkových vědeckých týmů a instalace významných součástí distribuované e-infrastruktury v regionech.
- Vybudováním kvalitní e-infrastruktury lze výrazně přispět ke stabilizaci výzkumných pracovníků ve všech vědeckých oborech a vytvořit podmínky pro další personální posilování české vědy.
- V případě distribuovaných výpočetních kapacit zůstane zachována značná míra autonomie (většina prostředků bude ve vlastnictví a správě jednotlivých organizací), centrální koordinace a propojení do gridu usnadní meziinstitucionální a mezioborovou spolupráci na národní i mezinárodní úrovni.
- Centrálně budovaná superpočítačová centra (to odpovídá charakteru „center“), budou ve vhodné míře rovněž zapojená do národního celku, byť se specifickým postavením.

### **Ohrožení**

- Nedostatečné finanční prostředky na e-Infrastrukturu v důsledku podcenění potřeb dostatečné výpočetní a úložné kapacity pro český akademický i průmyslový výzkum.
- Nekoordinované pořizování a zejména provoz informačních technologií (přenosových, úložných a výpočetních kapacit) bez vazby na koncept národní e-infrastruktury, vedoucí k suboptimálnímu využití, nežádoucí duplicitě a v konečném důsledku nedostatku dostupného výkonu v místech, kde je skutečně zapotřebí.
- Gridová část e-infrastruktury je založena na propojení výpočetních a případně úložných kapacit jednotlivých subjektů (projektů VaVpI, ESFRI, vysokých škol a výzkumných ústavů) *a její rozsah a množství dostupných zdrojů závisí na ochotě těchto organizací své zdroje sdílet.*
- Neudržitelnost vybudované e-infrastruktury z důvodu nedostatečných finančních prostředků na provoz.
- Ztráta akumulovaného know-how a vybudovaného mezinárodního postavení v důsledku nedostatečné podpory národní složky mezinárodních e-infrastruktur (GN3, EGI, PRACE).

### **Návrh řešení**

Komplexně pojatá velká e-infrastruktura má následující základní součásti:

- Sítíovou infrastrukturu a její služby

- Výpočetní infrastrukturu a její služby
- Úložnou infrastrukturu a její služby
- Horizontální služby

V červnu 2009 pověřilo MŠMT tematickou skupinu pro e – infrastrukturu vypracováním koncepce rozvoje e- infrastruktury v ČR. Následující odstavce jsou výsledkem této práce.

### **Sít'ová infrastruktura a její služby**

Základem sít'ové části je vlastní fyzická infrastruktura realizovaná sofistikovaným optickým přenosovým systémem a technologie pro přenos dat protokolem IP. Optická infrastruktura nabízí řadu možností pro operativní úpravu topologie a konfigurace přenosových kanálů podle aktuálních potřeb (pokročilá technologie DWDM), poskytování end-to-end vysokokapacitních přenosových okruhů atd. IP vrstva sítě poskytuje transportní služby se špičkovými parametry a množstvím nadstavbových funkcí, jako je např. poskytování virtuálních privátních datových okruhů, optimalizace přenosů velkých objemů dat v reálném čase, vícebodová distribuce dat atd. Samozřejmostí je propojení do sítě Internet a vysokorychlostní napojení do evropské sítě GÉANT, které ve svém důsledku znamená možnost velmi kvalitního propojení národních a evropských (i světových) výzkumných infrastruktur.

### **Výpočetní infrastruktura a její služby**

Do této části spadají především superpočítačová centra a obecně centra poskytující výpočetní kapacity dalším subjektům (lidem i organizacím). Nezbytné je propojení těchto center a vytvoření vrstvy, která minimalizuje režii uživatelů spojenou s využitím více center (od nezávislého využití až po možnost synchronní práce).

Propojení výpočetních kapacit nezávislých menších center se označuje termínem grid. Gridové prostředí by mělo tvořit spolu se superpočítačovými centry základní prvky výpočetní infrastruktury v České republice. Na rozdíl od superpočítačových center, která jsou financována z centrálního zdroje (a jsou i lokalizována v jednom místě), je grid ze své podstaty distribuované prostředí. Financování jednotlivých uzlů gridu je tedy primárně záležitostí organizace, která tento uzel provozuje. Centrálně je řešena (a financována) pouze koordinace, která je naprosto nezbytná pro zajištění interoperability v takto silně heterogenním prostředí.

Případnou součástí může být i koordinace nákupu a zpřístupnění software – v distribuovaném sdíleném prostředí není nutné kupovat licence všude, je možné sdružit prostředky a koupit plné licence dostupné oprávněným zájemcům, sdružení prostředků umožňuje pořídit i plovoucí licence, které mohou být spouštěny „blízko“ dat apod.

Samozřejmostí je správa přístupu (distribuovaná v distribuovaném řešení, tj., každé centrum si samo řídí, koho na své kapacity pustí, ale používá pro to sjednocené nástroje, což snižuje režii jak center, tak i uživatelů).

Výpočetní část e-infrastruktury je pochopitelně nezbytné propojit s podobnými systémy v zahraničí z důvodu zajištění mezinárodní spolupráce vědeckých týmů. V případě superpočítačových kapacit se jedná o projekt PRACE a koordinaci gridových systémů se na evropské úrovni věnuje především projekt EGI.

### **Úložná infrastruktura a její služby**

Uživatelé výpočetní infrastruktury zpracovávají či naopak generují data – potřebují proto prostředí, v němž je možné ukládat vstupní data, mezivýsledky a výsledky výpočtů.

Další složka úložné infrastruktury jsou pak dlouhodobá úložiště – jednak poskytovaná jako služba (i s dlouhodobou archivací a garancí ne-ztráty dat) třetím subjektům, jednak umožňující integraci vlastních velkých datových úložišť s infrastrukturou pro výpočty.

Nezbytná je také optimalizace síťového propojení mezi velkými úložnými kapacitami a mezi nimi a výpočetními kapacitami, minimalizace rizika koncentrace (vše nemusí být na jednom místě, takže není třeba ani budovat přehnaně dimenzovaná datová a výpočetní centra), optimalizace zpřístupnění (zejména u dat s potenciálně velmi vysokým počtem zájemců) atd.

Speciální oblastí (s očekávaným postupným růstem zájmu) je správa dat, včetně problémů kolem vhodné organizace dat (databáze) a tzv. kurátorství, tj. rozhodování, která data ještě uchovávat a která je již možné smazat.

### **Horizontální služby**

Do této oblasti spadá především podstatná část problematiky kolem bezpečnosti, jako je sledování a reakce na bezpečnostní incidenty, řízení přístupu (autentizaci a autorizace) atd. Potřeba těchto služeb je společná pro všechny ostatní části e-infrastruktury.

Důležité je i prostředí pro spolupráci (videokonference, IP telefonie atd.), kde je velmi podstatná nejen síťová složka, ale i integrace s výpočetními a úložnými prostředími, tedy sdílení výpočtů, dat, informací, Zasahuje tedy do všech výše zmíněných oblastí a má opět charakter horizontální služby.

### **2.6.3. Prioritní projekty**

#### **Velká infrastruktura CESNET – národní partner GÉANT a EGI.eu**

Cílem projektu „Velká infrastruktura CESNET“ je vybudování komplexní velké e-infrastruktury pro výzkum, experimentální vývoj a inovace. Infrastruktura bude zahrnovat všechny obecné složky e-infrastruktury nezbytné pro zapojení ČR do Evropského výzkumného prostoru a umožňující mj. napojení na další e-infrastruktury popsané v ESFRI Roadmap. Hlavními složkami této infrastruktury budou vysoce propustná národní komunikační infrastruktura a národní gridová infrastruktura (NGI), doplněné o nástroje a služby řízení přístupu ke zdrojům e-infrastruktury, nástroje pro zajištění bezpečnosti komunikace a ochrany dat a nástroje pro efektivní spolupráci distribuovaných uživatelů a týmů. V oblasti komunikační infrastruktury je cílem projektu zajistit dostatek přenosového pásma pro stále narůstající objemy přenášených dat, především s ohledem na očekávaný vznik výzkumných center jako jsou například IT4I, CERIT, BIOCEV, CEITEC a zapojení

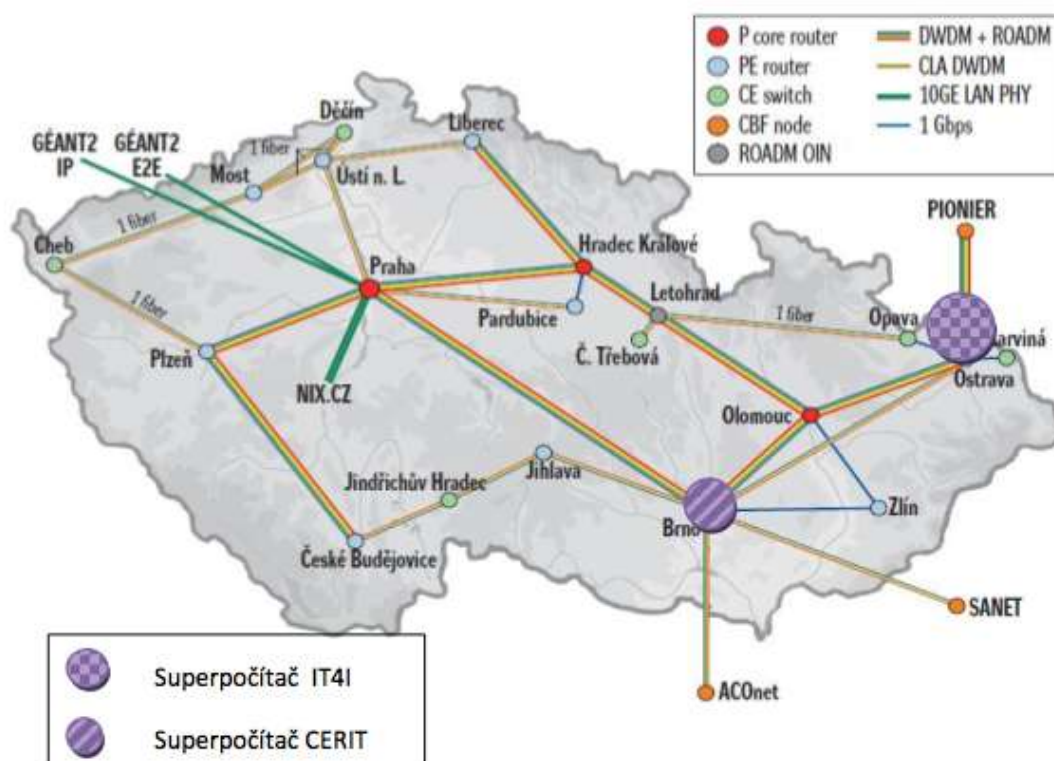
našich vědců do mezinárodních výzkumných infrastruktur. Napojení do podobných zahraničních infrastruktur bude zajištěno především prostřednictvím sítě GÉANT. Role NGI spočívá v poskytování základních služeb výpočetního a úložného gridu, zapojení významných výpočetních a úložných kapacit dalších subjektů do těchto gridů a koordinaci sdílení a využití těchto kapacit. Spolupráce s evropskými gridovými infrastrukturami bude zajištěna prostřednictvím vznikající organizace EGI.eu a zapojením do projektu EGI.

Vytvořená e-infrastruktura bude sloužit nejen jako transparentní společné komunikační prostředí pro spolupráci subjektů zabývajících se výzkumem, experimentálním vývojem a inovacemi ze všech resortů v ČR, ale také jako testovací a vývojové prostředí pro nové technologie a aplikace v oblasti informačních a komunikačních technologií.

### Tabulka

Název velké infrastruktury	stručný popis	typ infrastruktury	rok dokončení
<b>CESNET</b>	Komunikační e-infrastruktura a Národní gridová infrastruktura	národní část evropské (GÉANT, EGI)	existující, obnovení 2015

Následující obrázek schematicky znázorňuje návrh na rozmístění jednotlivých prvků e-infrastruktury v České republice.



#### **2.6.4. Perspektivní projekty**

##### **IT for Innovations (IT4I) – národní partner projektu PRACE**

Globálním cílem projektu IT4Innovations (IT4I) je vybudovat v České republice národní centrum excelentního výzkumu v oblasti informačních technologií. V rámci projektu bude vytvořeno výzkumné prostředí, včetně odpovídající infrastruktury, zaměřené především na výzkum a vývoj výpočetních metod, souhrnně nazývaných jako High Performance Computing (HPC), s důrazem kladeným na jejich využitelnost v oblasti aplikovaných věd a rozvoji informační společnosti. Cílem projektu je tedy vytvořit na základně vysoce výkonné výpočetní infrastruktury, na úrovni TOP100 nejvýkonnějších superpočítačů, široké portfolio služeb, výzkumem a vývojem nových metod a softwarové podpory paralelních algoritmů počínaje, přes návrh a implementaci výpočetně náročných úloh multidisciplinárního charakteru a poskytováním výpočetních kapacit konče.

Předpokládá se, že kromě zpřístupnění služeb HPC národním výzkumným programům, bude centrum IT4I součástí i evropských struktur pro náročné výpočty, což je v daný okamžik podchyceno i členstvím v PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe).

##### **CERIT-SC**

Superpočítačové centrum CERIT-SC bude představovat výkonné jádro širšího projektu CERIT a společně se superpočítačovým projektem IT4I bude tvořit Národní superpočítačové centrum ČR, zapojené do EU projektu PRACE. CERIT-SC bude vybaven výkonným superpočítačem (v rozmezí TOP 100 až TOP 200), který bude doplněn systémem výkonných clusterů, jejichž výkon bude nabízen prostřednictvím grid a cloud rozhraní s vysokou mírou přizpůsobení uživatelům a jejich okamžitým potřebám – propojení obou systémů bude jedním z hlavních vývojových zaměření centra. Úložné kapacity v řádu 10PB pak uživatelům umožní středně i dlouhodobé ukládání i velmi rozsáhlých datových sad. CERIT-SC má připravenou spolupráci a využití budovaných kapacit s velkými nově připravovanými centry excellence jako je CzechGlobe, CEITEC, BIOCEV, RECAMO, ADMAS a jejich prostřednictvím s významnými ESFRI projekty, do nichž je ČR zapojena.

Tabulka

Název velké infrastruktury	Typ infrastruktury	Priority výzkum	Poznámka
<b>SOCIO-EKONOMICKÉ A HUMANITNÍ VĚDY</b>			
Bibliografie dějin Českých zemí (BDČZ)	národní	8	existující
CESSDA	český uzel ESFRI	6, 8	obnovení - 2014
ESS -survey	český uzel ESFRI	6, 8	obnovení - 2016
LINDAT/CLARIN	český uzel ESFRI	6, 8	2013
SHARE	český uzel ESFRI	6, 8	2020
Ústav Českého národního korpusu	národní	6, 8	existující
<b>VĚDY O ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ</b>			
CzechCOS/ICOS	český uzel ESFRI	1, 2, 3	2015
EUFAR	ESFRI	1	2015
LIFEWATCH	ESFRI	1, 6	2015
CzechPolar	národní	1	existující
CzechGEO/EPOS	český uzel ESFRI	1	obnovení - 2015
<b>ENERGETIKA</b>			
ITER	mezinárodní	3	příp. fáze
HiPER	ESFRI	3	příp. fáze, 2018
JHR	ESFRI	3	příp. fáze, 2014
COMPASS-D	národní, partnerská k ITER	3	existující
Reaktory v Řeži	národní	3	existující
CVEVL	národní	3	přípravná fáze
Udržitelná energetika (reaktor IV. gen.)	národní	3, 8	přípravná fáze
<b>BIOMEDICINA</b>			
INFRAFRONTIER	český uzel ESFRI	2	nový návrh
EuroBioImaging	český uzel ESFRI	2, 6	nový návrh
INSTRUCT	asociovaný partner ESFRI	2	nový návrh
Centrum molekulární systémové biologie - ISBE	národní	1, 2	nový návrh
BIOMEDREG	národní	8	nový návrh
Banka klinických vzorků/BBMRI	národní, asociovaný partner ESFRI	8	Existující/zapojení do ESFRI
ICRC	národní	8	nový návrh
<b>FYZIKA A MATERIÁLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b>			
PALS	národní	3.IV	existující
LMNT	národní	4	existující
ÚJF urychlovače + LNF	národní	4	existující
LNSM	národní	4	existující
Van den Graaff	národní	4	existující
SAFMAT	národní	4	nový návrh
Aerodynamické tunely	národní	5	existující
CERN	mezinár. org.	3, 4, 5, 6	existující
Tevatron Fermilab	mezinár. org.	4	existující
Observatoř Pierra Augera	mezinár. org.	4	existující
LSM/JOULE	mezinár. org.	4	existující
ESRF & ESRF upgrade	ESFRI, mezin. org.	4	obnovení - 2018
ILL & ILL20/20	ESFRI, mezin. org.	4	obnovení - 2012

<b>THALES- ILL upgrade</b>	ESFRI, mezin. org.	4	nový návrh
<b>ELETTRA (Czech Beamline)</b>	mezinár. org.	4	existující
<b>ESO &amp; Centrum pro ESO-ESA-NASA</b>	mezinár. org.	4	existující
<b>ELI</b>	ESFRI	3, 4	nový návrh
<b>ESS - Scandinavia</b>	ESFRI	1, 4	nový návrh
<b>XFEL</b>	ESFRI	4	nový návrh
<b>e-INFRASTRUKTURA</b>			
<b>CESNET</b>	česká část Géant, EGI	6,8	obnovení - 2015
<b>IT4Innovations</b>	český partner ESFRI	6	nový návrh
<b>CERIT</b>	česká část EGI	6	nový návrh

V tabulce je uveden seznam projektů zařazených do České cestovní mapy velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace. Velké infrastruktury jsou rozděleny podle toho, k jaké prioritě aplikovaného výzkumu patří - 1. Biologické a ekologické aspekty udržitelného rozvoje, 2. Molekulární biologie a biotechnologie, 3. Energetické zdroje, 4. Materiálový výzkum, 5. Konkurenceschopné strojírenství, 6. Informační společnost, 7. Bezpečnost a obrana, 8. Priority rozvoje české společnosti.



### 3. Seznam zkratek

#### **ALICE** – A Large Ion Collider Experiment

Experiment, jehož součástí je vybudování specializovaného detektoru těžkých iontů pro odhalení unikátních fyzikálních vlastností interakcí jádro-jádro při energiích, které dokáže iontům dodat urychlovač Large Hadron Collider.

#### **ATLAS** – A Toroidal LHC ApparatuS

Detektor pro urychlovač LHC s hmotností 7 000 tun umístěný 100 metrů pod zemí. Jde o multifunkční detektor, který by měl být schopen detekovat mimo jiné Higgsovy bosony. Délka zařízení je 44 metrů, magnetické pole cívky vychylující nabitě částice 2 T.

#### **AURORA BOREALIS** – The European Polar Research Icebreaker (Výzkum polárních oceánů v Arktické oblasti)

#### **BBMRI** – European Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructures (Výzkumné infrastruktury v oblasti biobankovnictví a biomolekulárních zdrojů)

#### **BDČZ** – Bibliografie dějin Českých zemí

#### **BIOCEV** – Biotech & Biomed Research Center (Biotechnologické a biomedicínské centrum AV ČR)

Projekt, který byl předložen v rámci OP VaVpI. Účelem tohoto projektu je vybudovat excelentní biotechnologické a biomedicínské centrum.

#### **BIOMEDREG** – Biomedicína pro regionální rozvoj a lidské zdroje

Prostřednictvím biomedicínských oborů se bude soustředit na výzkum a vývoj v oblastech biotechnologií a pokročilých materiálů a technologií.

#### **BMS** – BioMedical Sciences (Biomedicínské vědy)

#### **CANAM** – Center of Accelerators and Nuclear Analytical Methods

Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i., je nejvýznamnějším provozovatelem urychlovačů částic a zařízení pro analýzu jadernými metodami v ČR.

#### **CCP** – Czech Centre for Phenogenomics (České Centrum fenogenomiky)

Bude se zabývat vytvářením a analýzou zvířecích modelů a získané výsledky budou následně využity k porozumění podstaty vývoje lidských chorob.

#### **CEITEC** – Central European Institute of Technology (Středoevropský technologický institut)

Cílem projektu je zvýšení regionální a národní konkurenceschopnosti vytvořením udržitelného „motoru“ generujícího inovační kapacitu regionu v biověděch, biomedicině a pokročilých materiálech a technologiích.

#### **CERGE-EI** – Center for Economic Research and Graduate Education - Economics Institute (Centrum pro ekonomický výzkum a doktorské studium)

Tato nadace byla založena za účelem získávání finančních prostředků na podporu ekonomického vzdělávání v České republice a celé Střední a Východní Evropě. Jak samo naše jméno napovídá, má Nadace CERGE-EI nejužší vztahy s Centrem pro ekonomický výzkum a postgraduální studium UK Praha a Národohospodářským ústavem AV ČR.

**CERN** - Conseil Européen pour la recherche nucléaire (Evropská organizace pro jaderný výzkum)

Nejrozsáhlejší výzkumné centrum fyziky částic na světě.

**CESNET** – Czech Education and Scientific NETwork (Celostátní počítačové síť České republiky pro vědu výzkum, vývoj a vzdělávání)

**CESSDA** – Council of European Social Science Data Archives (Generální shromáždění Rady evropských datových archivů sociálních věd)

**CLARIN** - Common Language Resources and Technology

Jde o virtuální infrastrukturu, která má přiblížit jazykové zdroje a technologie a překonat současnou roztržičnost.

**CzechCOS** - Czech Carbon Observation System

Národní centrum pro studium dopadů Globální klimatické změny, doplňující ESFRI infrastruktury jako ICOS, EUFAR a LIFEWATCH. Velká infrastruktura poskytující zázemí pro observační výzkum na úrovni jednotlivých typů ekosystémů a biodiverzity ČR.

**DPZ** – Dálkový průzkum Země

Pracoviště organizačně zařazené v odboru krystalinika, se zabývá komplexní interpretací jak družicových či leteckých snímků, tak veškerých dostupných geoinformačních produktů.

**DWDMD** – Dense Wavelength Division Multiplexing – Hustý vlnový multiplex

Zesilovače, které musí být přítomny v signálové cestě kvůli ztrátám a postupnému "oslabování" signálu.

**ECBD** – Evropská sbírka a databáze sloučenin

**EGEE** – Enabling Grids for E-science – Gridy pro e-vědu

Funkční celoevropská velká gridová infrastruktura umožňující široké evropské vědecké komunitě využívání výpočetních zdrojů nemajících prozatím v evropském měřítku konkurence.

**EGI** – The European Grid Initiative (EGI) Design Study – Gridová infrastruktura

Reprezentuje snahu o ustavení trvale udržitelné gridové infrastruktury v Evropě. Na základech potřeb a požadavků výzkumné komunity se očekává, že projekt EGI DS umožní další kvalitativní skok v oblasti velkých infrastruktur podporujících vědecký výzkum v European Research Area (ERA). Základním stavebním kamenem European Grid Initiative (EGI) jsou National Grid Initiatives (NGI), které zajišťují provoz gridových

infrastruktur v každé zemi. EGI propojí existující NGI a bude aktivně podporovat ustavení nových NGI. Cílem EGI Design Study (EGI\_DS) je ohodnotit koordinační úsilí, identifikovat procesy a mechanismy pro ustavení EGI, definovat strukturu odpovídající instituce a iniciovat ustavení EGI organizace. Projekt EGI Design Study je financován sedmým rámcovým programem EU.

**(e-IRG) Infrastructure Reflection Group** - Zrcadlová skupina pro e-infrastrukturu

Hlavním cílem je podporovat tvorbu politického, technologického a administrativního rámce pro snadné a úsporné sdílené používání distribuovaných elektronických zdrojů v celé Evropě. Zvláštní pozornost je věnována gridovému počítání, úložištím dat a sítím.

**ELETTRA**

Synchrotron v Terstu je významnou mezinárodní mnohadisciplinární laboratoří využívající synchrotronového záření pro základní a aplikovaný výzkum.

**ELI** – Extreme Light Infrastructure - projektu nejvýkonnějšího laseru na světě

**EMBL** – European Molecular Beam Laboratory – laboratoř umístěná v těsné blízkosti ILL a ESRF umožňuje přípravu a charakterizaci vzorků biologických materiálů určených pro mikroskopické studium na zařízeních ILL a ESRF.

**ENVI** – Vědy o životním prostředí

**ERIC** – European Research Infrastructure Consortium (Evropské konsorcium pro výzkumné infrastruktury)

Nový právní rámec. Stát, který usiluje o umístění výzkumné infrastruktury ERIC na svém území bude muset v přihlášce uvést, že tuto infrastrukturu od doby jejího vzniku uznává jako mezinárodní organizaci. Pokud tak učiní, bude konsorcium osvobozené od DPH i spotřební daně.

**ESA** – European Space Agency (Evropská kosmická agentura)

V současnosti je druhou největší kosmickou agenturou světa.

**ESFRI** – European Roadmap for Research Infrastructures (Evropské strategické fórum pro infrastruktury výzkumu)

**ESO** – European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere (Evropská jižní observatoř)

**ESRF** – European Synchrotron Radiation Facility (Evropské zařízení pro synchrotronové záření). Celoevropská infrastruktura pro multidisciplinární výzkum pokročilých materiálů.

**ESRF upgrade** – Projekt ESFRI zaměřený na aktualizaci významných zařízení ESRF.

**ESS** – European Social Survey (Evropský sociální průzkum)

Program zaměřený na kontinuální sběr dat základních ukazatelů potřebných k vysvětlení interakcí mezi institucemi v měnící se Evropě.

**ESSS** – European Spallation Source Scandinavia (Evropský štěpný zdroj Skandinávie)

Celoevropské zařízení pro multidisciplinární výzkum pokročilých materiálů pomocí neutronových svazků.

**EU – OPENSREEN** – The European Infrastructure of Open Screening Platforms

Iniciative integruje vysoce výkonné screeningové platformy, chemické knihovny, chemické zdroje pro zásadní objevy, bio a chemicko-informační podporu, a databáze obsahující výsledky screeningu protokoly výsledků zkoušek a chemických informací.

**EUFAR** – European Facility For Airborne Research

Iniciativa podporovaná Evropskou komisí. Hlavním cílem projektu je integrovat metody, techniku a experty leteckého průzkumu a využít tuto integraci pro účely dálkového průzkumu Země v oblasti životního prostředí a ostatních věd o Zemi.

**EUMODIC** – The European Mouse Disease Clinic (Evropská klinika myších nemocí)

Úkolem EUMODIC bude primární vyhodnocení fenotypu až u 650 myší. Linie ukazující zajímavé fenotypy budou předmětem dalšího zkoumání.

**EUMORPHIA** - European Union Mouse Research for Public Health and Industrial Applications

Velký projekt, na kterém spolupracovalo 18 výzkumných center z 8 evropských zemí. Projekt fungoval od roku 2002 do roku 2006 v rámci 5. Rámcového projektu. Cílem projektu byla spolupráce mnoha evropských center zabývajících se zkoumáním myšího genomu. Dále pochopit myší genom natolik, aby to pomohlo porozumět lidské molekulární psychologii a patologii.

**EVP** – Evropský výzkumný prostor

**FAIR** – Facility for Antiproton and Ion Research

**FGÚ** – Fyziologický ústav AV ČR, v.v.i.

**GÉANT**

Pan-evropská výzkumná síť poskytující výkonnou infrastrukturu pro vysokorychlostní IP spojení mezi univerzitami po celé Evropě.

**GFÚ** – Geofyzikální ústav Akademie věd ČR, v.v.i.

**GN3** – Graphical network simulator

Hlavním rysem tohoto projektu je zaměření na vytváření a poskytování pokročilých informačních a komunikačních služeb pro koncové uživatele nad hybridní síťovou infrastrukturou, a to v multidoménovém prostředí.

**GZK** – Greisen-Zatsepin-Kuzmin

Teoretická horní hranice energií kosmického záření. Tento limit byl počítán v roce 1966 Kenneth Greisen a Vadim Kuzmin a Georgiy Zatsepin nezávisle; založený na vzájemných ovlivňováních předpovídaných mezi kosmickým paprskem a fotonech vesmírného mikrovlnného záření na pozadí.

**HiPER** – European **H**igh **P**ower laser **E**nergy **R**esearch facility (Evropské zařízení pro výzkum vysokovýkonových laserů)

Zařízení je zaměřené na prokázání proveditelnosti laserem udržované fúze jako budoucího zdroje energie.

**ICOS** – **I**ntegrated **C**arbon **O**bservation **S**ystem (Ekosystémová monitorovací síť)

**ICRC** – International Clinical Research Center (Mezinárodní centrum klinického výzkumu)

**ILL** – Institut Max von Laue a Paul Langevina

Celoevropský ústav provozuje nejintenzivnější stacionární zdroj neutronů na světě, na který je napojeno na 40 unikátních měřících zařízení využívajících neutronové svazky pro moderní experimentální výzkum v různých vědních oborech.

**ILL20/20** – Projekt ESFRI zaměřený na zásadní aktualizaci významných zařízení ILL.

**INFRAFRONTIER** – The European infrastructure for phenotyping and archiving of model mammalian genomes

Evropská infrastruktura pro fenotypizaci a archivaci modelů savčích genomů

**INGO** – Inter Non-Governmental Organization

Cílem programu INGO je podpořit možnost členství institucí výzkumu a vývoje v mezinárodních nevládních organizacích, které se zabývají výzkumem a jeho podporou.

**JHR** – Jules Horowitz Reactor (Reaktor Jules Horowitz)

Tato single sited **infrastruktura** bude zajišťovat rozsáhlou rekonstrukci výzkumného reaktoru. Sídlem je francouzské město Cadarache.

**LIFEWATCH**

E-infrastruktura zabývající se všemi aspekty výzkumu ochrany, řízení a měření změn v biodiverzitě.

**LINDAT/CLARIN**

Český uzel mezinárodní sítě pro sdílení jazykových dat a technologií CLARIN.

**LMNT** – Laboratoře magnetizmu a nízkých teplot provozované MFF UK ve spolupráci s FzÚ AVČR - nabízejí široké vědecké komunitě měření fyzikálních parametrů materiálů za multiextrémních podmínek (nízkých teplot, vysokých magnetických polí a vysokých tlaků).

**LSM/JOULE** – Laboratoire Souterrain de Modane/JOint Underground Laboratory in Europe

Tento projekt sídlící ve Francii pokrývá významnou část současné fyziky, která je prováděna v podzemních laboratořích.

**LSNM** – Laboratoř nanostruktur a nanomateriálů

Tato laboratoř představuje nezbytné vybavení pro experimentální studium řady kvantově-relativistických jevů ve fyzice pevných látek a pro studium vlastností mikroelektronických součástí na rozměrech menších než 100 nanometrů.

**NASA** – National Aeronautics and Space Administration (Národní úřad pro letectví a kosmonautiku)

Americká vládní agentura zodpovědná za americký kosmický program a všeobecný výzkum v oblasti letectví.

**NIF** – Nadační investiční fond

**NMI3** – Integrated Infrastructure Initiative for Neutron Scattering and Muon Spectroscopy

**NUTS II** - Nomenclature des Unites Territoriales Statistique (Nomenklatura územních statistických jednotek)

Územní celky (II – na úrovni regionu) vytvořené pro statistické účely.

**Observatoř Pierra Augera**

Programem této laboratoře je zkoumání spektra a složení kosmického záření těch nejvyšších energií. Observatoř Pierra Augera byla vybudována mezinárodní kolaborací v provincii Mendoza v Argentině.

**OP VaVpI** – Operační program Výzkum a vývoj pro inovace

**ORFEUS** – Evropské seismologické centrum v Holandsku

**PALS** – Prague Asterix laser System

Badatelské centrum založené jako společné pracoviště Fyzikálního ústavu AV ČR a Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, je koncipováno jako uživatelská laboratoř poskytující základnu pro experimentální výzkum v oboru výkonových laserů a fyziky laserem vytvářeného plazmatu. Centrum bylo zpřístupněno externím uživatelům v září roku 2000.

**PRACE** - The Partnership for Advanced Computing in Europe

Síť superpočítačových center v Evropě s cílem posílit využití matematického modelování při řešení náročných výzkumných i ryze praktických úkolů v průmyslu. Projekt PRACE byl založen v rámci 7. rámcového programu Evropské unie.

**ReCAMO** – Regional centre of applied molecular oncology (Regionální centrum aplikované molekulární onkologie)

**RECETOX** - Research Centre for Environmental Chemistry and Ecotoxicology - je samostatným ústavem Přírodovědecké fakulty Masarykovy Univerzity, který realizuje výzkum, vývoj, výuku a expertní činnost v oblasti znečištění prostředí toxickými látkami. Předmětem zájmu jsou především persistentní organické polutanty (POPs), polární organické látky, toxické kovy a jejich specie, přírodní toxiny (cyanotoxiny)

**SDA** – Sociologický datový archiv

**SHARE** – Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (Průzkum zdraví, stárnutí a odchod do důchodu v Evropě)

Tento projekt spočívá ve vytváření veřejně přístupné mezinárodní komparativní databáze o stavu generace starší 50 let a celé společnosti napříč Evropou.

**SHV** – Sociální a humanitní vědy

**SIAEOS** – Svalbard Integrated Arctic Observing System (integrační observační systém Arktických oblastí)

**SOÚ AV ČR** – Sociologický ústav Akademie věd ČR

**SPIRAL2**

Zařízení produkující radioaktivní svazky využívající metodu separace izotopů.

**Tevatron**

Tevatron je v současnosti nejvýkonnější americký urychlovač částic, který funguje už od roku 1983. Tevatron je součástí vládní laboratoře Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab) ve státě Illinois. V celosvětovém měřítku je dnes druhý po evropském urychlovači LHC v CERNu.

**ThALES** - Three Axis Low Energy Spectrometer

Projekt (v rámci programu ILL20-20) vývoje jedinečného spektrometru pro studium nízkoenergetického nepružného rozptylu neutronů.

**ÚČNK** – Ústav Českého národního korpusu

**ÚFZ** – Ústav fyziky Země je geovědním pracovištěm Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně.

**ÚMG** – Ústav molekulární genetiky Akademie věd, ČR

**ÚOCHB** – Ústav organické chemie a biochemie Akademie věd ČR

**VŠCHT** – Vysoká škola chemicko-technologická

**XFEL** – X-ray Free Electron Laser

Mezinárodní infrastruktura zabývající se vytvářením intenzivního rentgenového záření a jeho a využitím v moderním materiálovém výzkumu.

**7.RP** – 7. rámcový program

## 4. Obsah

1. Úvod.....	1
1.1. Česká republika v kontextu Evropského výzkumného prostoru (EVP) infrastruktur výzkumu, vývoje a inovací.....	1
1.2. Strukturální fondy a jejich využití pro výstavbu velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace .....	2
1.3. Zapojení průmyslu.....	4
2. Rozdělení velkých infrastruktur podle zaměření výzkumu .....	5
2.1. Společenské a humanitní vědy (SHV).....	5
2.1.1. Současný stav .....	5
2.1.2. SWOT analýza .....	7
2.1.3. Prioritní projekty .....	8
2.1.4. Perspektivní projekty.....	12
2.2. Vědy o životním prostředí (ENVI).....	13
2.2.1. Současný stav .....	13
2.2.2. SWOT analýza .....	14
2.2.3. Prioritní projekty .....	16
2.2.4. Perspektivní projekty.....	17
2.3. Fyzika materiálů a vesmír .....	18
2.3.1. Současný stav .....	18
2.3.2. SWOT analýza .....	22
2.3.3. Prioritní projekty .....	24
2.3.4. Perspektivní projekty.....	32
2.4. Energetika.....	33
2.4.1. Současný stav .....	33
2.4.2. SWOT analýza .....	36
2.4.3. Prioritní projekty .....	38
2.5. Biomedicína.....	40
2.5.1. Současný stav .....	40



2.5.2.	SWOT analýza .....	41
2.5.3.	Prioritní projekty .....	43
2.5.4.	Perspektivní projekty.....	44
2.6	Informatika/e-infrastruktura .....	48
2.6.1.	Současný stav .....	48
2.6.2.	SWOT analýza .....	49
2.6.3.	Prioritní projekty .....	52
2.6.4.	Perspektivní projekty.....	54
3.	Seznam zkratk.....	57
4.	Obsah.....	64