



ELI A ESS: UNIKÁTNÍ EVROPSKÁ ZAŘÍZENÍ PRO MATERIÁLOVÝ VÝZKUM

VE ŠVÉDSKÉM LUNDU NYNÍ ČLENSKÉ STÁTY EU BUDUJÍ EVROPSKÝ SPALAČNÍ ZDROJ (EUROPEAN SPALLATION SOURCE – ESS). VE STŘEDOČESKÝCH DOLNÍCH BŘEŽANECH S PODPOROU STRUKTURÁLNÍCH FONDŮ VZNIKLO LASEROVÉ CENTRUM ELI-BEAMLINES (EXTREME LIGHT INFRASTRUCTURE).

ÚČAST MĚST ČR V PROGRAMU HORIZONT 2020

VEDLE VYSOKÝCH ŠKOL, VÝZKUMNÝCH ÚSTAVŮ, INOVAČNÍCH FIREM A JINÝCH TYPŮ INSTITUCÍ SE MOHOU RÁMCOVÝCH PROGRAMŮ (H2020) ÚČASTNIT TAKÉ MĚSTA A OBCE. TÉMATA VHODNÁ PRO MĚSTA A OBCE SE DOTÝKAJÍ PROBLEMATIKY ENERGETIKY, DOPRAVY, ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ, ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, POPŘ. KULTURNÍHO DĚDICTVÍ A URBANISMU.

- PŘÍPRAVA PROGRAMU HORIZONT EVROPA BĚŽÍ NA PLNÉ OBRÁTKY
- ZKUŠENOSTI MĚST S ÚČASTÍ V PROJEKTECH PROGRAMU HORIZONT 2020
- OBĚHOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

V BRNĚ O CHYTRÝCH MĚSTECH



V Brně se začátkem června uskutečnil již 2. ročník veletrhu Urbis – smart city fair 2019, jehož tématem byla chytrá města a komunity. Samotný výčet témat souběžně probíhajícího odborného programu napovídá, jak široká je problematika chytrých měst. Program uvedl Mark van Stiphout z Generálního ředitelství Evropské komise pro energetiku. V současné době probíhá pod patronátem EK čtrnáct projektů Lighthouse (tzv. majákových měst) pro chytrá města a komunity, financovaných prostřednictvím výzkumného a inovačního programu EU Horizont 2020. Projekty Lighthouse zahrnují 40 evropských

měst, v nichž probíhají demonstrační akce vedoucí k energetické transformaci, a 53 dalších spolupracujících následnických měst. Stiphout hovořil o zkušenostech získaných během šesti let výzev H2020, informoval, jak je možné se do nich zapojit a co je v plánech pro následující výzkumný a inovační program Horizont Europe 2021–2027. Veletrh ukázal, že mnohá evropská města nalézají svá řešení i bez účasti v tomto programu.

PODLE TISKOVÝCH ZPRÁV A INFORMACÍ BVV
ZPRACOVAL **BŘETISLAV KOČ**

KLÍČOVÁ TÉMATA DRUHÉHO ROČNÍKU VELETRHU URBIS 2019

Chytré čtvrti

Chytrý development vyžaduje ze strany města jasnou představu o moderní městské čtvrti, která je energeticky soběstačná, klimaticky odolná, dopravně snadno dosažitelná, ekonomicky nenáročná a jejíž veřejný prostor vybízí její obyvatele ke komunitním akcím. Takový přístup zabraňuje fragmentaci a pohlíží na výstavbu čtvrtě jako na urbanistický celek, zapojující do konečného řešení mnoho profesí. Výsledkem je dobré místo pro život, které láká občany k bydlení ve městě, a ne za městem. Veletrh představí jak nástroje pro samotné developery, tak i pro města.

Energetická politika

Budoucnost je v decentralizované energetice, tzn. decentralizované výrobě energie a jejího ukládání, i v decentralizované spotřebě. Tento obtížný úkol zahrnuje celý řetězec inovací a technologických či organizačních nástrojů pro správce přenosové soustavy, výrobce i koncové uživatele. I tento obor vyžaduje zpracování široké škály dat, big dat, a využití simulačních nástrojů ke správnému nastavení výrobních a odběratelských vztahů mající jednotný cíl, energetickou soběstačnost v území a eliminaci přenosových ztrát. Veletrh nabídne řadu energetických řešení pro městské firmy i malé obce.

Digitální město

Chytré město plně využívá datově vedené správy města a digitálních nástrojů. Smyslem je podložit svá rozhodnutí daty a umět správně rozhodnout o rozvoji celého města či konkrétní lokality. Hovoří se o tzv. digitálním dvojčeti, tj. digitální verzi města, jehož ulice, sítě, zeleň, budovy atp. mají svůj digitální obraz, který umožňuje simulovat různé scénáře řešení rekonstrukce či nové výstavby. Veletrh seznámil účastníky s nejnovějšími možnostmi digitálních technologií a jejich přínosů k časově i finančně efektivnější správě obce či města.

Udržitelná doprava

Moderní informační a odbavovací systémy, věrnostní programy s prvky gamifikace, široká nabídka dopravních prostředků s ekologickým pohonem, to jsou základy moderní městské a meziměstské dopravy. Udržitelná doprava se opírá o big data o pohybu vozidel a dopravní zátěži v území kombinovaná s daty mobilních operátorů, které umožní lépe plánovat dopravní obslužnost, ale i správně rozhodovat o druzích dopravy a vhodných liniových stavbách. Veletrh představí nejnovější hardwarové i softwarové nástroje pro digitální plánování dopravy v území.

Voda

Klimatickou změnu pociťují ve střední Evropě všichni. Efektivní nakládání s pitnou vodou, ekonomika nakládání s dešťovou vodou, čištění odpadních vod a jejich energetické zhodnocení, monitorování čistoty i spotřeby vody a klíčové předpoklady pro zadržení vody v krajině byly hlavními tématy. Spolu s koncepty byly představeny pokročilé digitální technologie pro klimatickou změnu, umožňující efektivně spravovat, digitálně plánovat a cíleně investovat.

Vážení čtenáři,

toto číslo ECHA vychází po volbách do Evropského parlamentu. Povolební komentáře se povětšinou kloní k názoru, že nedošlo k vítězství „eurorozkladných“ stran a hnutí, které nezřídka věštily komentáře předvolební. Výsledky voleb v členských státech ovšem mají svá specifika. Ch. Skidmore, nedávno (5. 12. 2018) jmenovaný britský ministr pro státní univerzity, vědu, výzkum a inovace, sice prohlásil, že jeho ambicí je, aby Spojené království bylo asociováno s programem Horizont Evropa (HEU). Stejnou ambicí vyjádřil i komisař Moedas. Jenže vítězství Strany pro brexit zřejmě posunulo UK k odchodu z EU bez dohody, tedy nejspíše i bez asociace UK s HEU, což ovšem otevírá skeptickou otázku „jak dál v evropském výzkumu bez britských univerzit?“. Skidmore neskryvá, že bez asociční dohody by britské univerzity měly problém čím a jak zaplnit mezery po grantech H2020 a HEU. Problémy však do Evropského výzkumného prostoru nevnaší jen brexit, nýbrž i dění v nečlenském státě EU. J. Moël, prezident velevýznamné technické univerzity ETH Zurich, vyjádřil obavu, že kdyby v podzimních švýcarských volbách zvítězili populisté, mohlo by to narušit vztahy s EU, jak už k tomu ostatně došlo v letech 2014–2016 (viz SciencelBusiness 6. 6. 2019). Evropa zřejmě trpí jakousi formou dezintegrační poruchy. Tento pojem zatím patří do dětské psychiatrie, ale možná má i svou sociální paralelu, jejímž příznakem je vzestup populismu. Ten ale, jak řekl V. Šucha (generální ředitel Společného výzkumného centra EK) v interview pro SciencelBusiness (29. 5.), není slučitelný s vědou.

Zatímco jednotlivé státy vnášejí nejistoty do Evropského výzkumného prostoru, orgány EU dosáhly částečné politické dohody o Horizontu Evropa. Je to vlastně dohoda o textu návrhu HEU,

kteřý předložila Komise v červnu 2018. Do návrhu byly zapracovány připomínky, které vzešly z rozsáhlé celoevropské diskuse, jež probíhala na podzim minulého roku. „Částečnost“ dohody, tj. její nedefinitivnost, je dána tím, že není určen rozpočet HEU, který vyplyne až z rozpočtu EU pro fiskální období 2021–2027 (tzv. víceletého finančního rámce). Definitivní dohodu o HEU (tedy text včetně financí) ještě musí formálně schválit Evropský parlament a Rada EU. Částečná dohoda pak nejen znamená podporu nové Evropské rady pro inovace (ta zatím běží v pilotním režimu), ale též umožňuje Komisi připravit veškerou legislativu, která je spojena s fungováním HEU. Lze očekávat, že v podzimních měsících a na počátku příštího roku se výrazně zintenzivní příprava programu HEU a v tomto čísle pak najdete vybrané poznámky k současnému stavu přípravy tohoto programu.



Je vysoce pravděpodobné, že problematika „chytrých měst“ bude představovat jedno z velmi silných témat programu HEU. Vždyť i jedna z misí HEU bude na tuto problematiku zaměřena. Zájem o chytrá města naznačila i odborná konference, která byla součástí v Brně pořádaného veletrhu URBIS. ECHO k tématu přidává českých měst zapojených do projektů „smart cities“ H2020. ECHO se znovu vrací k tématu evropských infrastruktur a přináší informace o laserovém centru ELI beamlines, které funguje v Dolních Břežanech, a o Evropském spalačném zdroji (ESS), který se bude ve švédském Lundu. V obou případech jde o světově unikátní zařízení, která dovolují „nahlédnout“ do stavby hmoty: ELI proudem fotonů, ESS proudem neutronů.

VLADIMÍR ALBRECHT

ECHO

Informace o evropském výzkumu, vývoji a inovacích

ISSN 1214 – 7982

Tištěná verze ISSN 1214-7982, on-line verze ISSN 1214-8229

Evidenční číslo MK ČR E 15277



TECHNOLOGICKÉ
CENTRUM AV ČR

Vydavatel:

Technologické centrum AV ČR

Ve Struhách 27, 160 00 Praha 6

Tel. 234 006 100

e-mail: tc@tc.cz

Vydávání je hrazeno projektem LT118020 – Česká republika v Evropském výzkumném prostoru 3, podporovaném MŠMT z programu INTEREXCELLENCE.

Redakční rada:

Ing. Karel Aim, CSc.

RNDr. Vladimír Albrecht, CSc., předseda

Ing. Miloš Hayer, CSc.

Ing. František Hronek, CSc.

RNDr. Miloš Chvojka, CSc.

Prof. RNDr. Josef Jančář, CSc.

Ing. Miroslav Janeček, CSc.

Ing. Karel Klusáček, CSc., MBA

kaim@icpf.cas.cz

albrecht@tc.cz

hayer@kav.cas.cz

hronekf@volny.cz

chvojka@tc.cz

jancar@fch.vutbr.cz

janecek@avo.cz

klusacek@tc.cz

Redakce:

Ing. Břetislav Koč, tel.: 724 247 074, e-mail: echo@tc.cz

Tisk: Art D

Redakční uzávěrka 10. 5. 2019

OBSAH

str. 2 V Brně o chytrých městech

Břetislav Koč

str. 3 Editorial

Vladimír Albrecht

str. 4 Příprava programu Horizont Evropa běží na plné obrátky

Vladimír Albrecht

str. 6 Účast měst ČR v programu Horizont 2020

Veronika Korittová, Daniel Frank, Jana Čejková, Martin Škarka

str. 8 Problematika Smart Cities a možnosti zapojení měst do evropských projektů

Martin Škarka

str. 10 Rozhovor: Zkušenosti měst s účastí v projektech programu Horizont 2020

str. 14 Oběhové hospodářství

Jana Čejková

str. 15 ELI a ESS: unikátní evropská zařízení pro materiálový výzkum

Naděžda Witzanyová, Vladimír Albrecht

Příprava programu Horizont Evropa běží na plné obrátky

Od začátku nového fiskálního období EU 2021–2027 nás dělí už jen jeden a půl roku. Dosud však není schválen víceletý finanční rámec pro toto období, tudíž nejsou schváleny rozpočty jednotlivých programů, které mají v tomto období běžet, není tedy ani schválen rozpočet programu HORIZONT EVROPA (tj. 9. rámcový program, dále HEU)). To však neznamená, že se příprava programu HEU zastavila. Připomeňme, že 7. června 2018 vydala Komise návrh na zřízení a fungování programu HEU, o němž stručně informovalo ECHO 4-5/2018. Návrh prošel diskusemi na nejrůznějších fórech, které vyústily v 57 pozměňovacích návrhů původního znění, a v říjnu 2018 vznikl dokument [COM(2018) 435 final – 2018/00224 (COD)] s pozměňovacími návrhy k nařízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se zavádí rámcový program pro výzkum a inovace Horizont Evropa a stanovují se pravidla pro účast a šíření výsledků, viz <https://www.consilium.europa.eu/media/38902/st07942-en19.pdf>.

V březnu letošního roku dospěly Rada EU, Evropský parlament a Evropská komise k dohodě, že přijmou strukturu a obsah pozměněného návrhu programu. Jelikož nelze zatím stanovit rozpočet HEU, jde o provizorní dohodu – snad lze říci dohodu o příští dohodě. Lze tak dále pokračovat na přípravě legislativy, kterou implementace HEU vyžaduje. Rozpory kolem rozpočtu programu HEU nejsou zanedbatelné: zatímco původní návrh Komise počítá s rozpočtem 94 mld. €, Evropský parlament požaduje rozpočet ve výši 120 mld. €.

Připomeňme, že program rumunského předsednictví Rady EU explicitně uvádí, že je třeba použít prostředky programu HEU též ke zmírnění rozdílů mezi systémy výzkumu a inovací v členských státech EU. Agenda výzkumu je v programu rumunského předsednictví pojednána ve dvoustránkovém odstavci, v němž též stojí: „Zatímco trváme na principu excelence, je důležité identifikovat taková opatření a nástroje, které budou redukovat v Evropě disparitu ve výzkumu a inovacích“. Kdyby šlo o formulaci v kapitole o využití Evropských strukturálních a investičních fondů, jednalo by se o „standardní záměr“ na užití prostředků těchto fondů. Avšak formulace je v odstavci pojednávajícím o výzkumu a dává vlastně tušit, že redukce disparit může jít na úkor excelence evropského výzkumu.

Návrh HEU přichází s opatřeními na zvýšení kvality výzkumu prostřednictvím mezinárodní spolupráce s excelentními pracovišti, která by následně měla vést ke zvýšení účasti v RP zemí („widening measures“), které se účastní zatím nedostatečně. Státy EU13 plus Lucembursko a Portugalsko tato opatření budou moci využívat a jsou v programu označeny jako „widening countries“. V samotném návrhu programu pak v bodě 4 článku 6a, který pojednává a zásadách programu, stojí tyto formulace: „program pomůže zvýšit účast „widening countries“, aby se zvýšilo geografické pokrytí kolaborativními projekty... Toto úsilí bude mít odraz v patřičných opatřeních členských států včetně zavedení atraktivních platů výzkumných pracovníků, která budou podporována národními a regionálními fondy. Speciální pozornost bude zaměřena na geografickou vyváženost s přihlédnutím k tamní situaci výzkumu a inovací..., aniž budou oslabeny nároky kritérií excelence“. I zde je tedy zřejmé, že podpora „geografické vyváženosti účastí“ zvyšuje riziko oslabení nároků na excelenci.

Rámcový program vždy reprezentoval – a HEU to nijak nezmění – méně než 5 % souhrnných hrubých domácích výdajů na výzkum v členských státech. Bylo by škoda, kdyby v tomto (vlastně malém) programu požadavek výzkumné excelence musel ustoupit požadavku

„širší účasti“. Pokud čtenáři připadá, že jde o marginální problém, kterému věnujeme zbytečně velkou pozornost, tak jen poznamenávám, že rumunské předsednictví už identifikovalo některá opatření na redukci disparit ve výzkumu. Rumunsko požadovalo, aby výzkumníci z EU13 měli v projektech rámcového programu stejné platy jako výzkumníci z EU15 – diskusi zachytil časopis SCIENCEIBUSINESS z 13. 5. 2019, viz <https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/whats-rd-programme-how-horizon-europe-negotiations-show-mounting-east>). To ovšem nejen EK a EU15 odmítají: bývalý komisař J. Potočnik rumunský návrh odmítl s tím, že „rámcový program má posílit vědu, a tím i konkurenceschopnost Evropy, nikoliv rozvíjet kohezní politiku“. Nerovnost v platech výzkumníků tedy nemá být redukována rámcovým programem. Česká republika v nedávno uveřejněné Národní inovační strategii ukázala své vysoké ambice v globálním výzkumu, a proto jistě zavede atraktivní platy (jak požaduje návrh HEU) sama.

Zmiňme nyní alespoň hlavní body, v nichž se nachází příprava HEU. Na počátku roku byla ustavena Stínová konfigurace strategického programového výboru pro HEU (SPC). V SPC jsou zastoupeny členské státy a konfigurace bude fungovat do ustavení „řádných výborů“. SPC je zaměřena zejména na strategické plánování. Proces strategického plánování (PSP) bude ovšem vyžadovat velmi intenzivní výměny stanovisek členských států a Komise a první schůzka SPC (2.–3. 5.) ho vlastně zahájila. PSP běží po třech liniích: jde o linii výzkumu realizovaného prostřednictvím misí, dále o evropská partnerství a konečně o vytvoření strategického plánu.

Připomeňme, že v této počáteční fázi bylo identifikováno těchto 5 misí:

Mise pro adaptaci na změnu klimatu,

Mise pro rakovinu,

Mise pro zdravé oceány, moře a pobřežní a vnitrozemské vody,

Mise pro klimaticky neutrální a inteligentní zdravá města,

Mise pro zdravou půdu a potraviny.

Pro každou misi bude ustanovena rada (mission board), která bude mít nejvýše 15 členů. Člen rady musí mít jak hluboké expertní znalosti, tak i široký rozhled a musí být obeznámen s poznatky sociálních věd, které jsou relevantní pro konkrétní misi. Rady misí jmenuje EK, vyjde přitom z reakcí expertů, kteří vyjádřili zájem o členství v radě formou reakce na výzvu (byla otevřena 13. 5. až 11. 6., viz http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=calls.calls_for_app). V první fázi budou členové jmenováni na 18 měsíců, v druhé fázi se pak počítá se jmenováním na pětileté období. Komise bude nominovat členy rady nejen na základě kvalifikačního profilu kandidáta, ale bude též přihlížet ke genderovému a geografickému vyvážení skladby rady. Mise bude vždy rozčleněna do specifických oblastí a v září 2019 budou jmenovány expertní podvýbory pro každou oblast. Poznamenejme, že státy mohou navrhnout své kandidáty na členy rady mise. EK však o jejich jmenování rozhodne na základě stejných kritérií, která aplikuje na kandidáty vzešlé z výzvy. Na základě zmíněné výzvy EK též jmenuje předsedy rad misí.

Podpora mezinárodní spolupráce ve výzkumu a inovacích prostřednictvím Evropských partnerství je dobře známa už z H2020 či předchozích RP. EU zřizuje institucionalizovaná partnerství podle článků 185

(podpora EU existující mezinárodní spolupráce organizované členskými státy) a 187 (EU zakládá společné podniky a další struktury k uskutečnění výzkumných programů) Smlouvy o fungování EU. Dále jde o partnerství, podporovaná z prostředků rámcového programu, tj. partnerství společně programovaná (program vzniká dohodou EK s partnery, dále označené CP) či partnerství společně financovaná (EK finančně podpoří existující národní programy zaměřené na mezinárodní spolupráci, dále CF) a znalostní a inovační společenství (KIC) Evropského inovačního a technologického institutu, EIT). Vše je zatím ve stadiu přípravy, které časopis ScienceBusiness uveřejnil, viz <https://sciencebusiness.net/framework-programmes/news/more-details-emerge-44-possible-horizon-europe-partnerships>.

V dále uvedeném seznamu kandidátů na Evropská partnerství ve čtyřech klastrech druhého pilíře HEU (kvůli snazší dohledatelnosti informací ponecháváme názvy navrhovaných partnerství v angličtině; v závorce pak uvádíme typ partnerství):

Zdraví

- EU-Africa Global Health Partnership (A185/7, CP, CF),
- Innovative Health Initiative (A187, CP),
- European partnership for chemicals risk assessment (CF),
- Pre-clinical / clinical health research (CF),
- Large-scale innovation and transformation of health systems in a digital and ageing society (CF),
- Personalised Medicine (CF),
- Rare Diseases (CF),
- EIT HEALTH (KIC).

Digitální technologie, průmysl a vesmír

- High Performance Computing (A187, CP),
- Key Digital Technologies (A187, CP),
- Smart Networks and Services (A187, CP),
- AI, data and robotics (CP),
- Photonics Europe (CP),
- Clean Steel - Low Carbon Steelmaking (CP),
- European Metrology (A185, CF),
- Made in Europe (CP),
- Carbon Neutral and Circular Industry (CP),
- Global competitive space systems (CP),
- EIT Digital (KIC),
- EIT Manufacturing (KIC),
- EIT Raw Materials (KIC).

Klima, energie a mobilita

- Transforming Europe's rail systém (A187, CP),
- Integrated Air Traffic Management (A187, CP),
- Clean Aviation (A187, CP),
- Clean Hydrogen (A187, CP),
- Built environment and construction (CP),
- Towards zero-emission road transport (CP),
- Mobility and Safety for Automated Road Transport (A187, CP),

- Batteries: Towards a competitive European industrial battery value chain (CP),
- Clean Energy Transition (CF),
- EIT InnoEnergy (KIC),
- EIT Climate (KIC),
- EIT Urban Mobility (KIC).

Potraviny, bioekonomie, přírodní zdroje, zemědělství a životní prostředí

- Accelerating farming systems transition: agro-ecology living labs and research infrastructures (CF),
- Animal health: Fighting infectious diseases (CP, CF),
- Environmental Observations for a sustainable EU agriculture (CF),
- Rescuing biodiversity to safeguard life on Earth (CF),
- A climate neutral, sustainable and productive Blue Economy (CP, CF),
- Safe and Sustainable Food System for People, Planet & Climate (CP, CF),
- Circular bio-based Europe: sustainable innovation for new local value from waste and biomass (A187, CP),
- Water4All: Water security for the planet (CP, CF),
- EIT Food (KIC).

Členské státy měly do konce května vyjádřit své návrhy na kandidáty Evropských partnerství. O skladbě Evropských partnerství se rozhodne až po konferenci Evropské dny pro výzkum a inovace, která se bude konat 24.–26. září v Bruselu (https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/events/upcoming-events/european-research-and-innovation-days_en). EK chce rozhodnout na počátku příštího roku o partnerstvích, která budou ustavena podle článků 185 a 187.

Komise zahájila proces strategického plánování. Strategický plán má napomoci tomu, aby Specifický program HEU byl efektivně transformován do pracovního programu HEU, který už bude obsahovat texty výzev včetně rozpočtů na ně uvolněných. Strategický plán vzejde z těsné spolupráce Komise s členskými státy. S výjimkou července a srpna uspořádá Komise každoměsíční schůzku stínového programového výboru (v němž jsou zastoupeny všechny členské státy) s cílem dospět ke konečné formulaci strategického plánu do konce letošního roku. Národní prostředí výzkumu a inovací tak nebudou „zaskočena“ vyhlášením prvních výzev HEU, které budou nezřídka požadovat zapojení velkých výzkumných kapacit jak do projektů realizovaných prostřednictvím misí, tak i do projektů, které se rozeběhnou v evropských partnerstvích a klastrech organizovaných ve druhém pilíři HEU, který je zaměřen na globální výzvy a konkurenceschopnost evropského průmyslu.

Je zřejmé, že příprava strategického plánu počítá s intenzivní diskusí jak na ose „Brusel – členské státy“, tak i uvnitř členských států. O úspěchu procesu strategického plánování leccos napoví výše zmíněná konference Research & Innovation Days (Brusel, 24.–26. září 2019). Dodejme, že nadcházející finské předsednictví Radě EU (červen–prosinec 2019) představuje velmi příznivou okolnost pro dosažení cílů letošních náročných příprav strategického plánu.

VLADIMÍR ALBRECHT,
TECHNOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR,
AKBRECHT@TC.CZ

Účast měst ČR v programu Horizont 2020

Participation of cities is supported in Horizon 2020 programme, especially in areas of energy, transport, waste management, environment and cultural heritage. Experiences of the Czech cities participating successfully in H2020 projects are described in the series of interviews focused on specific benefits of the projects. City of Litoměřice with four funded projects is the most successful Czech city in Horizon 2020 programme.

Vedle vysokých škol, výzkumných ústavů, inovačních firem a jiných typů institucí se mohou rámcových programů (H2020) účastnit také města a obce. Témata vhodná pro města a obce se objevují v různých částech programu H2020. Nejčastěji se dotýkají problematiky energetiky, dopravy, odpadového hospodářství, životního prostředí, popř. kulturního dědictví a urbanismu.

V pracovních programech programu H2020 je městům a obcím věnováno samostatné téma **Chytrá města a obce** (SCC – Smart Cities and Communities), podporující projekty, jejichž smyslem je uplatňování nových technologií, inovací a systémů pro řízení měst a zlepšování života obyvatel v městských aglomeracích. Koncept chytrých měst se zaměřuje na efektivní využívání stávajících a hledání nových zdrojů, snižování spotřeby energií, eliminaci zátěží životního prostředí, optimalizaci dopravy a sdílení dat pro veřejné účely. Praktické uplatňování koncepce chytrých měst spočívá v propojování měst a vzájemném sdílení zkušeností při řešení závažných problémů současnosti. Projekty chytrých měst jsou řešeny formou tzv. **majákových projektů** (*lighthouse projects*), kde v čele řešitelského konsorcia stojí tzv. **majáková města** (*lighthouse cities, front-runner cities*), která vyvíjejí a testují nová řešení. Ta jsou následně ověřována a realizována v tzv. **následnických městech** (*follower cities*) a posléze v širším rozsahu celosvětově, na základě zveřejněných řešení a příkladů dobré praxe.

Výzvy týkající se konceptu chytrých měst se objevují zejména ve společenských výzvách programu H2020 zaměřených na energetiku, dopravu a životní prostředí. Účast měst se v programu H2020 neomezuje pouze na výzvy věnované chytrých městům, ale také na výzvy ostatní, jejichž obsahem jsou i další témata napomáhající hledat řešení problémů měst.

EU schválila na konci roku 2018 ambiciózní cíle pro obnovitelné zdroje a energetickou účinnost. Do roku 2030 by se energetická účinnost

v EU měla zvýšit o 32,5 %. Podíl energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie by měl ve stejnou dobu dosáhnout alespoň 32 %. Další prioritou EU v oblasti klimatu je v souladu s Pařížskou dohodou (COP 21) do roku 2030 snížit emise skleníkových plynů alespoň o 40 % v porovnání s úrovněmi z roku 1990. Nové trendy energeticky úsporných řešení jsou jedním ze základů inovativního přístupu k potřebám měst a regionů.

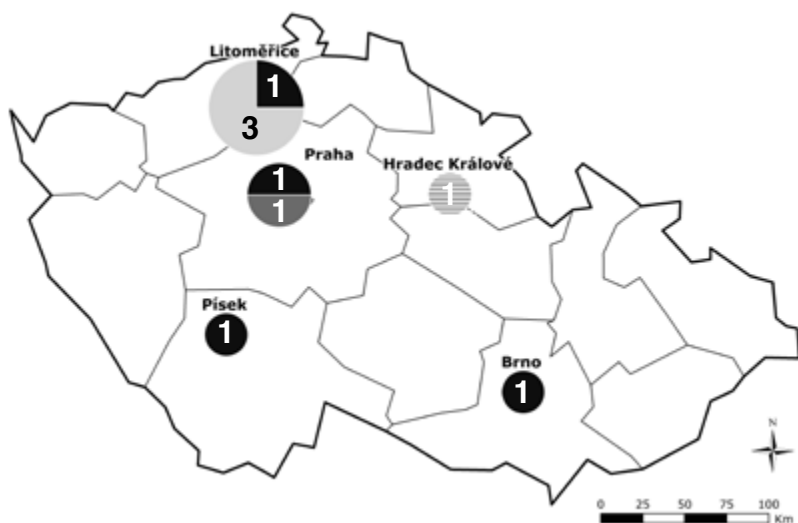
Konceptu chytrých měst se v ECHU věnujeme průběžně, naposledy v čísle 2/2016. Rokem 2020 budou uzavřeny poslední výzvy k podávání projektů programu Horizont 2020. V oblasti měst bude východiskem Agenda udržitelného rozvoje, zahrnující cíl „učinit města inkluzivní, bezpečná, odolná a udržitelná“, a témata závěrečného roku programu budou k dispozici již v červnu 2019.

Zajímavá je rovněž účast měst v dalších částech programu Horizont 2020, tj. v těch oblastech, které nejsou přímo deklarované jako výzvy pro chytrá města a regiony. Zde je unikátní zapojení Litoměřic, které jsou kromě jednoho majákového projektu zapojeny i do tří projektů z oblasti energií.

V souvislosti s účastí měst v programu Horizont 2020 vyvstávají dvě základní otázky: jaké jsou přínosy pro města a jak náročná je účast v programu. Přehled českých měst zapojených do programu Horizont 2020 uvádíme v **tabulce**. Co se náročnosti týče, je nesporné, že účast vyžaduje nadstandardní osobní nasazení, ale jak ukazuje příklad Litoměřic, není velikost města limitujícím faktorem ani pro účast ve více projektech. Zkušenosti a postřehy úspěšných účastníků přinášíme v dalším článku formou rozhovorů. Na závěr doporučení pro zájemce o účast:

- využívejte zkušeností úspěšných účastníků,
- využívejte podporu a bezplatných služeb Technologického centra AV ČR, a to jak prostřednictvím tematických národních kontaktů, tak národních kontaktů pro otázky administrativní, finanční a právní.

VERONIKA KORITTOVÁ, DANIEL FRANK, JANA ČEJKOVÁ, MARTIN ŠKARKA,
TECHNOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR,
KORITTOVA@TC.CZ, CEJKOVA@TC.CZ, FRANK@TC.CZ, SKARKA@TC.CZ



Účast měst ČR a počet jejich projektů v programu Horizont 2020

Zdroj: eCorda - H2020 projects and participants, Database extraction date: 2019-03-13

GIS - © EuroGeographics for the administrative boundaries

- ENERGY (SCC): projekty v SC3 ve výzvách zaměřených na chytrá a udržitelná města
- ENERGY: projekty v SC3
- ENV (SCC): projekty v SC5 ve výzvách zaměřených na chytrá a udržitelná města
- TPT: projekty v SC4

Tabulka – přehled českých měst zapojených do programu Horizont 2020

Akronym projektu	Název projektu	Společenská výzva/ Téma	Typ projektu	Koordinátor	Majáková města	Účastník z ČR	Počet účastníků	Trvání projektu	Web
CityxChange	Positive City ExChange	SC3/SCC-1-2018 Smart Cities and Communities	IA	Norsko NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET NTNU	Trondheim, Limerick	Město Písek	32	1. 11. 2018 až 31. 10. 2023	https://cityxchange.eu/
INNOVATE	INtegrated solutions for ambitious energy refurbishment of PRIVATE housing	SC3/EE-25-2016 Development and roll-out of innovative energy efficiency services	CSA	Francie ENERGY CITIES-CITIES ASSOCIATION		Město Litoměřice	13	1. 6. 2017 až 31. 5. 2020	http://www.energy-cities.eu/innovate-project
proGRESSHEAT	Supporting the progress of renewable energies for heating and cooling in the EU on a local level	SC3/LCE-04-2014 Market uptake of existing and emerging renewable electricity, heating and cooling technologies	CSA	Rakousko TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN		Město Litoměřice	11	1. 3. 2015 až 1. 11. 2017	www.progressheat.eu
Prosperity	Prosperity through innovation and promotion of Sustainable Urban Mobility Plans	SC4/MG-5.4-2015 Strengthening the knowledge and capacities of local authorities	RIA	Rakousko FORSCHUNGSGESELLSCHAFT MOBILITÄT		Centrum dopravního výzkumu v.v.i. Statutární město Hradec Králové	27	1. 9. 2016 až 31. 8. 2019	http://sump-network.eu/
Ruggedised	Rotterdam, Umea and Glasgow: Generating Exemplar Districts In Sustainable Energy Deployment	SC3/SCC-1-2016 Smart Cities and Communities Lighthouse projects	IA	Nizozemsko GEMEENTE ROTTERDAM	Rotterdam, Umea, Glasgow	Statutární město Brno Vysoké učení technické v Brně	34	1. 11. 2016 až 31. 10. 2021	http://www.ruggedised.eu/
SCORE	Supporting Consumer Co-Ownership in Renewable Energies	SC3/EE-6-2017 Engaging private consumers towards sustainable energy	CSA	Německo STIFTUNG EUROPA-UNIVERSITÄT VIADRINA FRANKFURT (ODER)		Město Litoměřice PORSENN A O.P.S.	14	1. 10. 2017 až 30. 9. 2022	https://www.score-h2020.eu/
STARDUST	HOLISTIC AND INTEGRATED URBAN MODEL FOR SMART CITIES	SC3/SCC-1-2017 Smart Cities and Communities Lighthouse projects	IA	Španělsko FUNDACION CENER-CIEMAT	Pamplona, Tampere, Trento	Město Litoměřice	29	1. 10. 2017 až 30. 9. 2022	https://stardustproject.eu/
TRIANGULUM	Triangulum: The Three Point Project / Disseminate. Replicate	SC3/SCC-01-2014 Smart Cities and Communities integrating energy, transport, ICT sectors through lighthouse (large scale demonstration - first of the kind) projects	IA	Německo FRAUNHOFER GESSELLSCHAFT ZUR FORTWENTENFORSCHUNG EV	Manchester, Eindhoven, Stavanger	Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy	22	1. 2. 2015 až 1. 2. 2020	https://www.triangulum-project.eu/
UNALAB	Urban Nature Labs	SC5/SCC-NBS-02-2016 Demonstrating innovative nature based solutions in cities	IA	Finsko Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy	Tampere, Eindhoven, Genova	Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy Hlavní město Praha	28	1. 2. 2015 až 1. 2. 2020	https://www.unalab.eu/

Problematika Smart Cities a možnosti zapojení měst do evropských projektů

Města jako právnické osoby se mohou zapojit jak do řešení standardních projektů programu H2020, tak do projektů **Smart Cities**, určených zejména pro města. Evropské inovační partnerství The European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities (EIP-SCC, <https://eu-smartcities.eu/>) uvádí na svých stránkách seznam již 14 realizovaných projektů Lighthouse Projects s 57 řešitelskými městy (<https://www.smartcities-infosystem.eu/scc-lighthouse-projects>). Účastí českých měst v aktivitě Smart Cities i v H2020 se zabývá další článek tohoto čísla ECHO.

Partnerství Smart Cities vyhláší výzvy k předkládání návrhů projektů prostřednictvím programu H 2020. Většinou jde o projekty typu inovační akce (IA), kde město jako nezisková organizace získá stoprocentní financování. Výzvy Smart Cities and Communities a výzvy H2020, vhodné pro zapojení měst, jsou uvedeny v **tabulce**. Uvedená témata i termíny je třeba považovat za indikativní, protože konečné pracovní programy na rok 2020 dosud nejsou schváleny. Detailní popisy jednotlivých témat, plánované rozpočty a harmonogramy lze nalézt v pracovních programech na stránce <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/how-to-participate/reference-documents;programCode=H2020>.

Mimo aktivity uvedené v tabulce v oblasti H2020 „Věda se společností a pro společnost, SwafS“, <https://www.h2020.cz/cs/eit-jrc-horizontalni-aktivity-euratom/veda-se-spolecnosti-a-pro-spolecnost/informace>, přicházejí pro města do úvahy občanské vědy (citizen science). Jinou možností, jak se této priority může municipalita zúčastnit, je hostit v příštích letech některou evropskou soutěž. Je to např. soutěž EUCYS (European

Union Contest for Young Researchers) nebo EURAXESS Biennial conference. Pro roky 2019 a 2020 už jsou vybrána města, ale dlouhodobě to může být pro magistráty českých měst předmětem zájmu.

Na soutěže mezi evropskými městy jsou zaměřeny také dvě iniciativy Evropské komise:

Iniciativa Evropské zelené město – **European Green Capital**, (<http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/>) vytváří síť měst zaměřených na zlepšování podmínek života v městském prostředí. Nejlepšímu městu každoročně uděluje cenu European Green Capital Award. Cena byla ustanovena v roce 2008 a mezi 15 zakládajícími městy byla i Praha (https://en.wikipedia.org/wiki/European_Green_Capital_Award). Pro rok 2020 je oceněným městem Lisabon.

V iniciativě Evropské město inovací – **European Capital of Innovation (iCapital) Award**, (https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/prizes/icapital_en) je městem roku, které je nejlépe schopno využít inovace ke zlepšení života svých obyvatel. Městem roku 2018 jsou Atény.

Možnosti zapojení měst existují i v dalších evropských programech. Například v programu LIFE (<https://ec.europa.eu/easme/en/life>) probíhá evropský projekt U-MOB LIFE (<https://u-mob.eu/>), který se zaměřuje na mobilitu a související udržitelnou dopravní dostupnost univerzit.

MARTIN ŠKARKA, TECHNOLOGICKÉ CENTRUM AVČR, SKARKA@TC.CZ

Tabulka – Výzvy Smart Cities and Communities a výzvy H2020, vhodné pro zapojení měst

Priorita	Identifikátor tématu	Název tématu	Datum otevření výzvy	Datum uzavření výzvy	Součást Smart Cities	Kontakt
Transport	LC-MG-1-12-2020	Cities as climate-resilient, connected multimodal nodes for smart and clean mobility: new approaches towards demonstrating and testing innovative solutions	3. 12. 2019	21. 4. 2020	ne	skarka@tc.cz; vlkovam@tc.cz
	LC-GV-08-2020	Next generation electrified vehicles for urban and suburban use	3. 12. 2019	21. 4. 2020		
Potravinové zabezpečení, udržitelné zemědělství, mořský výzkum a bioekonomika	FNR-03-2020	A comprehensive vision for urban agriculture	15. 10. 2019	uzávěrka 1. kola 22. 1. 2020; uzavěrka druhého kola 8. 9. 2020	ne	konickova@tc.cz
	FNR-07-2020	FOOD 2030 - Empowering cities as agents of food system transformation				
	CE-FNR-17-2020	Pilot circular bio-based cities: sustainable production of bio-based products from urban biowaste and wastewater				
Informační a komunikační technologie	DT-ICT-09-2020	Boost rural economies through cross-sector digital service platforms	19. 11. 2019	22. 4. 2020	ne	svejcarova@tc.cz

Priorita	Identifikátor tématu	Název tématu	Datum otevření výzvy	Datum uzavření výzvy	Součást Smart Cities	Kontakt
Energetika	LC-SC3-SCC-1-2018-2019-2020	Smart Cities and Communities	3. 9. 2019	29. 1. 2020	ano	korittova@tc.cz
	LC-SC3-SCC-2-2020	Positive Energy Districts and Neighbourhoods for urban energy transition	3. 9. 2019	29. 1. 2020	ano	
	LC-SC3-SA-1-2020	Smart Airports	3. 9. 2019	29. 1. 2020	ne	
	LC-SC3-EE-1-2018-2019-2020	Decarbonisation of the EU building stock: innovative approaches and affordable solutions changing the market of buildings renovation	12. 3. 2019	3. 9. 2019	ne	
	LC-SC3-B4E-2020	14 témat pouze pro rok 2020 - Buildings in Energy Transition	16. 7. 2019; 5. 3. 2020	15. 1. 2020; 10. 9. 2020		
	LC-SC3-EC-2-2018-2019-2020	Mitigating household energy poverty	12. 3. 2019; 5. 3. 2020	3. 9. 2019; 10. 9. 2020		
	LC-SC3-EC-5-2020	Supporting public authorities in driving the energy transition	5. 3. 2020	10. 9. 2020		
	LC-SC3-ES-3-2018-2020	Integrated local energy systems (Energy islands)	3. 9. 2019	29. 1. 2020		
Bezpečné společnosti	SU-INFRA-2018-2019-2020	Protecting the infrastructure of Europe and the people in the European smart cities	14. 3. 2019	22. 8. 2019	ano	hillerova@tc.cz
	SU-INFRA02-2019	Security for smart and safe cities, including for public spaces	14. 3. 2019	22. 8. 2019		
Ochrana klimatu, životní prostředí, účinné využívání zdrojů, suroviny	LC-CLA-11-2020	Innovative nature-based solutions for carbon neutral cities and improved air quality	12. 11. 2019	13. 2. 2020	ne	cejkova@tc.cz
	SC5-27-2020	Strengthening international collaboration: Enhanced natural treatment solutions for water security and ecological quality in cities	12. 11. 2019	13. 2. 2020		
	SC5-35-2020	ERA-NET Cofund action on enhancing urban transformation capacities	12. 11. 2019	13. 2. 2020		
Vesmírné aplikace	LC-SPACE-EGNSS-1-2019-2020	EGNSS applications fostering green, safe and smart mobility	5. 10. 2019	5. 3. 2020	ne	mirovsky@tc.cz
	SPACE-EGNSS-5-2020	EGNSS applications for public authorities' pilot	5. 10. 2019	5. 3. 2020	ano	

17. ROČNÍK KONFERENCE ČESKÉ DNY PRO EVROPSKÝ VÝZKUM – CZEDER 17,

pořádaný ve spolupráci s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy, se bude konat ve dnech **30.–31. 10. 2019**. První den s podtitulem Horizon Europe – New Opportunities proběhne v hotelu International Praha a zaměří se na témata související s posilováním účasti a zvyšováním aktivity českých výzkumných pracovišť v nadcházejícím rámcovém programu pro výzkum a inovace Horizont Evropa. Druhý den konference se uskuteční v prostorách Technologického centra a bude se týkat shrnutí dosavadní účasti českých institucí v programu Horizont 2020 a představení konkrétních výsledků a strategií úspěšných a aktivních českých institucí v RP.

Aktuální informace budou postupně uveřejňovány na webových stránkách www.tc.cz

Zkušenosti měst s účastí v projektech programu Horizont 2020

ECHO SE ZEPTALO ZÁSTUPCŮ MĚST, ZAPOJENÝCH DO PROGRAMŮ H2020 NA NÁZORY A ZKUŠENOSTI S JEJICH ÚČASTÍ V „MĚSTSKÝCH“ PROJEKTECH. ODPOVĚDI POSKYTLI JAROSLAV KLUSÁK, ENERGETICKÝ MANAŽER MĚSTA LITOMĚŘICE, ZA PRAHU JAKOB HURRLE, Z MAGISTRÁTU HL. M. PRAHY, LUKÁŠ GRŮZA Z MAGISTRÁTU MĚSTA BRNA, JANA SVOBODOVÁ Z MAGISTRÁTU MĚSTA HRADEC KRÁLOVÉ A MILOŠ PROKÝŠEK, VEDOUcí ORGANIZAČNÍ SLOŽKY SMART PÍSEK.

MĚSTO LITOMĚŘICE je vůbec neúspěšnějším účastníkem z našich měst v programu Horizont 2020, má zkušenosti se zapojením ve čtyřech projektech: dva jsou z oblasti energetické účinnosti (**INNOVATE, SCORE**), jeden se věnuje nízkouhlíkové energetice (**proGRESsHEAT**) a v tematice chytrých měst a regionů se Litoměřice angažují jako tzv. následnické město (**STARDUST**).

ECHO: Jakým způsobem jste se do programu Horizont 2020 zapojili – byli jste osloveni, navázali jste na předchozí spolupráci?

Klusák: Od roku 2014 jsme členy ENERGY CITIES, <http://www.energy-cities.eu/>, což je evropská asociace, která dnes zahrnuje více než tisíc měst různých velikostí. Jde o určitou obdobu Svazu měst a obcí na evropské úrovni se zaměřením na energetiku. ENERGY CITIES spravují kancelář Paktu starostů a primátorů. V rámci asociace se vyvíjí síťová spolupráce mezi městy. Díky tomuto členství jsme se dostali do prvního projektu Horizont 2020. Od začátku jsme se také účastnili mezinárodních konferencí a informačních dnů v Bruselu, takže jsme mohli propagovat dosažené úspěchy v energetice. Na základě těchto prezentací a rovněž na základě článků v časopisech jsme následně byli aktivně oslovováni ze strany partnerů připravujících projekty s žádostí o spolupráci.

ECHO: Jak navazujete na řešení vyvinutá majákovými městy (Pamplona, Tampere, Trento) – vybíráte si selektivně ze všech řešení, nebo máte užší spolupráci s jedním z měst?

Klusák: Majáková města vyvíjejí řešení pro řadu oblastí. Z řešených témat jsme si podle našich potřeb vybrali renovace brownfieldů, což využijeme při renovaci bývalých kasáren, a v oblasti rezidenčního sektoru koncept ekočtvrtí. V těchto oblastech se hodně angažují Pamplona i Trento.

ECHO: Spolupracujete i s „následnickými“ městy (Derry – UK, Kozani – Řecko), tj. dalšími účastníky projektu, kteří mají vyvinutá řešení replikovat?

Klusák: Z projektu STARDUST, který je pětiletý, uběhl rok. V této fázi je důležitá spolupráce s majákovými městy, až později dle preferencí „následnických“ měst se budeme zabývat konkrétními oblastmi spolupráce i mezi těmito městy.

ECHO: Co projekt přinesl a co přinese v budoucnu (jak městu jako takovému – např. úspory energie, tak městské samosprávě – např. možnost proškolení)?

Klusák: Od počátku jsme se snažili aktivně snižovat dopady činnosti města na životní prostředí. Proto jsme i členy Paktu starostů a primátorů. Máme zpracován strategický dokument města, Akční plán udržitelné energetiky a adaptace města Litoměřice na klimatickou změnu (SECAP) do roku 2030. Při přípravě jsme využili podporu z výzvy Ministerstva životního prostředí.

Projekty, do kterých jsme zapojeni, mají široký rozsah. Projekt SCORE se věnuje komunitním obnovitelným zdrojům, fotovoltaickým elektrárnám.

Při zpracování SECAP jsme si uvědomili velký potenciál obnovitelných zdrojů energie v bytovém sektoru. Město Litoměřice však většinu bytového fondu nevlastní. Může ale pomoci při zjišťování, jaké jsou potřebné podklady, a při posuzování smyslu a ekonomické návratnosti projektů. Projekt INNOVATE je zacílen na občany, kterým je poskytována pomoc města formou prvotní konzultace k energetické renovaci, pomoci při zpracování energetického posudku a vyhodnocení opatření pro základní úspory energie. Pokud navržené řešení nefunguje, hledáme, co by bylo možné zlepšit.

Městské samosprávě pak účast v projektech přináší možnost prezentace klíčových aktivit, profilování i zviditelnění dobrého jména města na mezinárodních konferencích.

Na úrovni provozu městského majetku jde o kvalitní vnitřní prostředí, úspory energie a snižování provozních výdajů. Další možností je napojení na výuku ve školkách a školách, kdy na městském majetku názorně ukazujeme možnosti energetických úspor.

ECHO: Je něco, co byste chtěl pro možné účastníky v projektech Horizont 2020 z řad měst zdůraznit?

Klusák: Pokud je město osloveno s nabídkou účasti v projektu programu Horizont 2020, mělo by nabídnuté téma ve městě rezonovat, musí o ně být ve městě zájem. To znamená, že je potřebná podpora širokého politického spektra.

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA je zapojeno do dvou projektů programu Horizont 2020 z oblasti chytrých měst, a to ze dvou společenských výzev, z oblasti životního prostředí a z energetiky. Do jednoho vstupuje přímo (projekt **UNaLAB**) spolu s Institutem plánování a rozvoje hl. m. Prahy (IPR), do druhého pak nepřímo (projekt **TRIANGULUM**) prostřednictvím IPR.

IPR Praha a hlavní město Praha jsou partnery projektu „Urban Nature Labs“ (UNaLAB), který byl pod koordinací finského VTT zahájen v červnu 2017 a potrvá do května 2022. V projektu vznikne harmonogram implementace inovativních, replikovatelných a místně přizpůsobených řešení inspirovaných přírodou (nature based solutions – NBS), vedoucích k lepší klimatické odolnosti a lepšímu hospodaření s vodou města Prahy. Praha je jedním z pěti „follower cities“, u nichž se očekává, že se poučí ze zkušeností měst, která již taková řešení využívají, jimiž jsou Tampere (FI), Eindhoven (NL) a Janov (IT), <https://www.unalab.eu>. (Podrobnější informace k tomuto projektu jsme přinesli v čísle Echa 2–3/2018.) Projekt Triangulum běží už od roku 2015.

ECHO: Jakým způsobem jste se do projektu zapojili – byli jste osloveni, navázali jste na předchozí spolupráci s některým z majákových měst v tomto projektu?

Hurrle: Projekt Triangulum spojuje celou řadu evropských měst. Jsou mezi nimi tzv. lighthouse města, která jsou v určité oblasti pionýry, a followers, která mají získat příležitost se od těch nejpokročilejších učit. Oficiální český zástupce v projektu je IPR. IPR oslovil MČ Prahu 7, jestli má zájem zapojit se do projektu, který by se soustředil na využití

zkušenosti z města Stavanger v Norsku s využitím technologie v péči o seniory.

ECHO: Jak spolupracuje Praha 7 s Institutem plánování a rozvoje hl. m. Prahy, který je do projektu přímo zapojen?

Hurrle: IPR financoval studii, která měla mapovat možnosti aplikace nových smart technologií v péči o křehké seniory. V současné době spolupracuje Praha 7 jak s IPR, tak s Operátorem ICT při implementaci některých kroků, které studie doporučila.

ECHO: Jak navazujete na řešení vyvinutá majákovými městy (Manchester, Eindhoven, Stavanger) – vybíráte si selektivně ze všech řešení, nebo máte užší spolupráci s jedním z měst?

Hurrle: V našem případě jde o Stavanger, který se právě specializuje na inovace v oblasti péče o seniory. Proběhla i návštěva Stavangeru, která byla pro nás velmi inspirativní. Podle vzoru Stavangeru chceme vytvořit showroom kompenzačních pomůcek, kde se občan může informovat o řešení pro vlastní domácnost. Musím ale také říci, že norské zkušenosti nelze jen tak přenést. Technologie je často drahá a pro naše seniory finančně nedostupná. Zároveň je v Norsku práce velmi drahá a vzdálenosti jsou velké. To znamená, že v Praze 7 je v mnoha situacích stále mnohem levnější poslat pečovatelku než to řešit drahou technologií. Což má bezesporu i svoje výhody, protože automatizace může samozřejmě být spojená s rizikem ztráty mezilidského kontaktu.

ECHO: Spolupracujete i s „follower“ městy (Leipzig, Sabadel), tj. dalšími účastníky projektu, kteří mají vyvinutá řešení replikovat? Pokud ano, jak?

Hurrle: Praha 7 ne.

ECHO: Co projekt přinesl a co přinese v budoucnu (jak městu jako takovému – např. úspory energie, tak městské samosprávě – např. možnost proškolení)?

Hurrle: Vznikl akční plán pro implementaci návrhu z projektu Triangulum. Zároveň realizuje MČ Praha 7 s podporou hl. m. Praha projekt „case management“ v sociálních službách, který má mezi jiným vést ke vzniku platformy pro sdílení dat mezi poskytovateli sociálních služeb, což bylo jedno z doporučení studie Triangulum.

ECHO: Je něco, co byste chtěl pro možné účastníky v projektech Horizont 2020 z řad měst zdůraznit?

Hurrle: Vnímám u takových projektů riziko, že účastníci příliš cestují, což je drahé a obzvlášť vzhledem k hrozbě klimatických změn nepřilíš žádoucí. Doporučuji proto zaměřit se na skutečně užitečné pobyty.

STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO je zapojeno do projektu **Ruggedised** z oblasti Smart Cities. Zde je třeba vyzvednout, že se v projektu jedná o spolupráci města s univerzitou, zde s Vysokým učením technickým v Brně. Realizace se chystají v oblasti Špitálka a v areálu veletrhů.

ECHO: Jakým způsobem jste se do projektu zapojili – byli jste osloveni, navázali jste na předchozí spolupráci s některým z majákových měst v tomto projektu?

Grůza: Již v roce 2015 jsme byli osloveni agenturou EURO CITIES, kdy jedno z právě vznikajících konsorcií hledalo partnera na pozici tzv. follower města, zda bychom se do tohoto projektu nechtěli

zapojit. V té době jsme v Brně s konceptem Smart Cities teprve začínali a byla to výborná příležitost zapojit se do konkrétní spolupráce měst a získat tak cenné zkušenosti. Projekt SHARED, který vznikl nakonec ve výzvě v roce 2015, skončil po vyhodnocení na devátém místě ze 42 celkově podaných žádostí. Podpořeny však byly jen první čtyři. V příštím roce vznikl na obdobném půdorysu původního konsorcia projekt RUGGEDISED, kde hlavním koordinátorem bylo město Rotterdam, dalšími lighthouseovými městy Glasgow a švédská Umeå, follower městy Parma, Gdaňsk a Brno. S tímto projektem jsme již uspěli.

ECHO: V projektu Ruggedised jsou zapojeny dva subjekty z České republiky, kromě statutárního města Brna i Vysoké učení technické v Brně. Jak máte rozděleny úkoly? Jak se VUT zapojilo do projektu – došlo k tomu vaším prostřednictvím? Doporučil byste spolupráci s akademickou sférou i dalším zájemcům o účast ve Smart Cities projektech?

Grůza: Za VUT je do projektu RUGGEDISED konkrétně zapojeno výzkumné centrum SIX Research centre. Již dříve jsme s nimi spolupracovali na některých projektech a oslovili jsme je, zda se do projektu nechtějí také zapojit a stát se pro nás odborným technickým garantem. V lighthouseových městech se v rámci projektu implementuje 32 tzv. smart solutions, tedy inovativních řešení, která často ještě nebyla realizována nikde jinde. Jedná se o různé projekty v oblastech, jako jsou např. smart thermal grids, e-mobilita, ICT a podobně. Abychom na měste porozuměli i technickým aspektům těchto řešení, potřebujeme odborného partnera, který je schopen nám toto interpretovat a přenášet. Pro obdobné projekty je tedy dle mého názoru nezbytné mít partnera z akademické sféry. Six Research Centre pro nás v projektu například koordinovalo zpracování počáteční analýzy, jaká řešení je možné aplikovat i v našem prostředí, a vzniklo tak šest expertních rešerší na jednotlivá témata konceptu Smart Cities.

ECHO: Jak navazujete na řešení vyvinutá majákovými městy (Rotterdam, Umea, Glasgow) – vybíráte si selektivně ze všech řešení, nebo máte užší spolupráci s jedním z měst?

Grůza: Zaměřujeme se samozřejmě více na ta řešení, která mají potenciál realizovat se i u nás. Nelze říct, že bychom navázali užší kontakt s jedním městem, ale spolupráce je rozložena poměrně rovnoměrně. Kromě pravidelných tzv. replikačních workshopů, které se konají většinou dvakrát do roka vždy při příležitosti setkání celého konsorcia projektu, máme možnost zajet přímo do konkrétního města, vybrat si jedno či dvě řešení, o kterých bychom se toho chtěli dozvědět víc, a dva dny neřešit nic jiného. Tyhle intenzivní výměny zkušeností jsou jedním z nejpřínosnějších aspektů projektu. Nedávno např. byli mí kolegové z Oddělení dat, analýz a evaluací ve skotském Glasgow, kde se zaměřili na projekt „Smart open-data decision platform“. Jelikož jsme nedávno spustili také datový portál a oni jsou zároveň přece jen v tomto poněkud dále, získali velmi cenné informace a byli s návštěvou velmi spokojeni.

ECHO: Spolupracujete i s „follower“ městy, tj. dalšími účastníky projektu, kteří mají vyvinutá řešení replikovat? Pokud ano, jak?

Grůza: Víme vzájemně o sobě, o tom jak postupují v úsilí replikovat konkrétní řešení, co dále z hlediska konceptu Smart Cities ve svých městech rozvíjí atd. Zároveň se poměrně intenzivně setkáváme nad dalším z úkolů pro follower města v projektu RUGGEDISED, a tím je tvorba strategického plánu rozvoje konceptu Smart Cities v těchto

městech. Jelikož v Brně vzniká nový hlavní strategický rozvojový dokument, ve kterém se přístupy konceptu Smart Cities velmi intenzivně odráží, jsme v této aktivitě v rámci projektu poněkud napřed, a dá se říct, že Brno jde v tomto ostatním follower městům příkladem.

ECHO: Co projekt přinesl a co přinese v budoucnu (jak městu jako takovému – např. úspory energie, tak městské samosprávě – např. možnost proškolení)?

Grůza: Hlavním našim projektovým výstupem je zpracování tzv. replikačního a investičního plánu pro konkrétní lokalitu. My jsme si v Brně vybrali část území městské společnosti Teplárny Brno, a. s., Špitálka, kde bychom chtěli v budoucnu postavit tzv. chytrou čtvrť, která by sloužila pro otestování nejmodernějších technologií a inovativních přístupů, tak aby mohly být po jejich vyhodnocení případně aplikovány i na další území města. Naším hlavním cílem v projektu je tedy připravit a navrhnout tuto část města do co největšího detailu pro budoucí výstavbu. V nedávné době jsme ukončili mezinárodní urbanistickou ideovou soutěž pro širší lokalitu, připravována je územní studie a bude následovat i architektonická soutěž pro užší území v lokalitě, kde by měla čtvrť vzniknout. Zároveň máme zpracovány již zmiňovanou počáteční expertní analýzu, jaké technologie můžeme využít. Ta nám bude sloužit jako jakýsi základ pro další debaty s odborníky a plánování toho, co nakonec bude na této čtvrti to inovativní a co ji bude odlišovat od běžné současné výstavby.

ECHO: Je něco, co byste chtěl pro možné účastníky v projektech Horizont 2020 z řad měst zdůraznit?

Grůza: Účast v těchto projektech je pro města stále velmi prestižní a otevírá dveře mnohým dalším spolupracím a iniciativám. Tyto light-houseové projekty jsou velmi dobrou platformou pro výměnu konkrétních zkušeností mezi městy a zároveň administrativní zátěž je velmi malá.

STATUTÁRNÍ MĚSTO HRADEC KRÁLOVÉ je zapojeno do jednoho projektu (**Prosperity**) z oblasti společenské výzvy Doprava. Partnerem v projektu je Centrum dopravního výzkumu. Projekt je zaměřen na prohloubení spolupráce měst, která potřebují vyvinout a implementovat městské plány udržitelné mobility, a ministerstev, která jsou zodpovědná za národní plány udržitelné mobility. Projekt dále rozšíří počet měst, která implementují a budou propagovat plány udržitelné mobility podle vzorových plánů Evropské unie EU SUMP Guidelines: http://www.eltis.org/sites/default/files/sump_guidelines_en.pdf.

ECHO: Jakým způsobem jste se do projektu zapojili – byli jste osloveni, navázali jste na předchozí spolupráci s některým z vedoucích (majákových) měst v tomto projektu?

Svobodová: Město bylo osloveno Centrem dopravního výzkumu, které již bylo v projektu aktivní, jestli by nemělo zájem se do projektu také zapojit.

ECHO: V projektu figuruje další český účastník – Centrum dopravního výzkumu Brno. Realizujete nějakou spolupráci na národní úrovni, je pro vás výhodou, že se projektu účastní další český řešitel?

Svobodová: Centrum dopravního výzkumu je národním koordinátorem projektu pro ČR a zaštiťuje projektové aktivity na národní úrovni, jako je např. vytvoření mezirezortní skupiny zástupců ministerstev, která má za úkol vytvořit metodiku pro tvorbu plánů mobility měst (SUMP) a zároveň stanovit kritéria pro jejich hodnocení. Město

Hradec Králové mělo příležitost účastnit se některých jednání, popř. i doplnit postřehy z pohledu města. S Centrem dopravního výzkumu v rámci projektu velice úzce spolupracujeme, např. i co se týče komunikace s hlavním koordinátorem projektu, jímž je rakouská společnost FGM-AMOR.

ECHO: Jaká je strategie řešení projektu? Jsou řešitelé rozděleni na pokročilejší (vedoucí) města a jejich následníky (followery), kteří přebírají vyvinutá řešení a metodiky od pokročilejších? Nebo všichni společně vyvíjejí a poté individuálně ověřují a implementují řešení?

Svobodová: Projekt je rozdělen do sedmi pracovních balíčků, z nichž každý má svou vedoucí organizaci. Statutární město Hradec Králové je zapojeno do pěti z nich, přičemž má v projektu roli Partnerské město projektu Prosperity. V této pozici by mělo město sloužit jako živá laboratoř při zpracování plánů udržitelné mobility. Ve své činnosti tak využívá nejen znalostí národního koordinátora, kterým je CDV, v. v. i., a dalších agentur specializujících se na městskou mobilitu, ale také zkušeností měst-šampionů. Ta v rámci projektu sdílejí své zkušenosti se zpracováním a hlavně implementací plánů udržitelné mobility.

Vzhledem k rozličným národním a lokálním podmínkám nelze jednoduše přebírat vzory z jiných měst, pro zpracování plánu udržitelné mobility v Hradci Králové je však velice přínosné znát přínosy i rizika procesů, které jsou s tvorbou a implementací SUMP spojeny.

ECHO: Spolupracujete „horizontálně“ s dalšími řešiteli nebo pouze s koordinátorem? Pokud ano, jak?

Svobodová: S koordinátorem projektu za Českou republiku je město Hradec Králové v relativně úzkém kontaktu. Vzhledem k rozsahu projektu, do něhož je zapojeno celkem 26 subjektů není možné být v přímém kontaktu s hlavním koordinátorem. Z naší zkušenosti během projektu však vyplývá, že v případě jakýchkoliv nejasností je nám tým hlavního řešitele k dispozici. Spolupráce s dalšími městy probíhá spíše na úrovni konzultací a inspirací v rámci projektových setkání, která jsou pravidelně pořádána.

ECHO: Co projekt přinesl a co přinese v budoucnu (jak městu jako takovému – např. dynamičtější rozvoj, tak městské samosprávě – např. možnost proškolení)?

Svobodová: Hlavním přínosem pro město Hradec Králové je zkušenost z mezinárodního prostředí s tvorbou plánů udržitelné mobility. Cílem města totiž je vytvořit dokument, který bude reflektovat potřeby obyvatel města a jeho efektivní správy. Především efektivní zapojení obyvatel města do procesu tvorby dokumentu je v současné době stěžejním prvkem, jenž město studuje u ostatních účastníků projektu. Plán udržitelné mobility by tak měl situaci ve městě opravdu změnit, a ne být pouze dokumentem do šuplíku, který po místní samosprávě vyžaduje evropská nebo národní legislativa.

Konkrétním přínosem projektu bylo několik kol školení úředníků města, vedoucích pracovníků i politických zástupců především v oblasti zapojení veřejnosti do procesu tvorby plánů udržitelné mobility. Těchto pracovních setkání se účastnili rovněž zástupci dalších měst české republiky, především Pardubic a Olomouce, a také zahraniční lektori.

MĚSTO PÍSEK: Posledním projektem tématu Smart Cities se zapojením města z ČR je projekt **+CityxChange** s účastí města Písek. Projekt

byl předložen do tématu Smart Cities v roce 2018. Téma bylo specificky zaměřeno na pozitivní energetické bloky/oblasti.

ECHO: Jakým způsobem jste se do projektu zapojili – byli jste osloveni, navázali jste na předchozí spolupráci s některým z majákových měst v tomto projektu?

Prokýšek: Zapojení Písku do projektu +CityxChange bylo v roce 2016 předznamenáno první návštěvou tehdejšího místostarosty Josefa Knoty v jednom z lighthouse měst, Trondheimu. Písek byl v té době hlavně jeho zásluhou jedním z prvních měst v ČR, které se začalo vážně zajímat o fenomén Smart City. Díky kontaktům z této cesty bylo město Písek v roce 2017 osloveno s nabídkou k účasti v projektu Balancities, který ale nebyl nakonec podpořen. Konsorcium partnerů z tohoto projektu získalo řadu cenných zkušeností a to vyústilo v přípravu nového projektu +CityxChange, který byl velice dobře hodnocen a získal podporu Evropské komise.

ECHO: Jak navazujete na řešení vyvinutá majákovými městy (Trondheim, Limerick) – vybíráte si selektivně ze všech řešení, nebo máte užší spolupráci s jedním z měst?

Prokýšek: Projekt je v tuto chvíli vlastně na začátku, protože byl zahájen v listopadu 2018. Tedy hovořit o navazování na řešení majákových měst je asi poněkud předčasné. Díky opravdu intenzivní spolupráci všech partnerů však již během přípravy návrhu projektu máme jasné představy o řešeních, která jsou v Limericku a Trondheimu připravována. Každé město je specifické, takže i zacílení a způsob ověřování je v každém městě jiný. Z našeho pohledu je nejzajímavější platforma pro redistribuci nadprodukce energií v rámci energeticky pozitivních čtvrtí a velmi inspirativní je také jistý pohled do budoucna v oblasti většího rozšíření elektrických vozidel, které je realitou v Trondheimu a Norsku obecně. Podobná situace nás zřejmě brzy čeká i v Písku a i díky tomuto projektu můžeme být lépe připraveni.

ECHO: Spolupracujete i s „follower“ městy (Sestao, Alba Iulia, Smolyan, Vöru), tj. dalšími účastníky projektu, kteří mají vyvinutá řešení replikovat? Pokud ano, jak?

Prokýšek: Spolupráce s ostatními městy se rozhodně rozvíjí, a to především díky tomu, že všechna follower města jsou si dost podobná: jedná se o menší města s historickým jádrem. To samozřejmě přináší řadu omezení z důvodů památkové ochrany, všichni máme podobné rozpočty, všechna města čelí relativně dynamickému růstu. Kromě těchto víceméně technických témat je rozhodně možné říci, že mezi městy panuje intenzivní výměna zkušeností v oblasti zapojení občanů do procesů města a propagace myšlenky Smart City jako takové.

ECHO: Co projekt přinesl a co přinese v budoucnu (jak městu jako takovému – např. úspory energie, tak městské samosprávě – např. možnost proškolení)?

Prokýšek: Pro město Písek již v současné době přináší projekt řadu zkušeností s novým typem mezinárodní spolupráce. Z oblasti budoucího přínosu projektu lze očekávat získání expertiz v oblasti energeticky pozitivních budov, například ve formě studií proveditelnosti, nové formy financování nutných investic s tím spojených a zcela nový pohled na energetiku. Tím nejzajímavějším cílem je pro nás vytvoření naprosto nového trhu s energiemi spotřebovávanými a hlavně produkovanými v budovách napříč městem. V tomto projektu ale follower městům nejsou poskytnuty zdroje pro realizaci samotných investičních akcí.

ECHO: Je něco, co byste chtěl pro možné účastníky v projektech Horizont 2020 z řad měst zdůraznit?

Prokýšek: Řekl bych, že z naší vlastní zkušenosti vyplývá, že účast v H2020 projektech je otevřena i menším městům a nemusí se bát, že by nevládla s tím spojené nároky. Jako zásadní vidím především výběr silných a spolehlivých partnerů, což v případě projektu +CityxChange je především tým v Trondheimu. Zároveň je třeba říci, že ani naše konsorcium s prvním projektem neuspělo, ale všichni se poučili, a výsledkem je skvělý projekt.

Za ECHO se ptali Veronika Korittová, Jana Čejková, Daniel Frank, Ondřej Mirovský



POZVÁNKA EEN NA HUSUM WIND MATCH 2019



Dne 11. září 2019 se uskuteční v Husumu (DE) technologická burza zaměřená na technologie pro výrobu, instalaci a údržbu větrných elektráren spojená s tradičním veletrhem větrné energetiky. Účast je vhodná také pro projektanty, výzkumníky a vývojové pracovníky, výrobce komponentů a nových materiálů, operátory sítí i zájemce o skladování energie, konzultanty a investory. Veletrh potrvá od 10. do 13. 9. 2019 a bude dobrou příležitostí seznámit se s posledními novinkami a trendy a navázat vzájemné kontakty s odborníky. Na dvoustranná jednání síť Enterprise Europe network se lze registrovat on-line na: <https://husum-wind-match-2019.b2match.io/>. Na této adrese lze rovněž až do 8. 9. 2019 zadat kooperační profil firmy a nabídku nebo požadavek technologie/služby a v předstihu si rezervovat setkání s již registrovanými účastníky, kteří mají zajímavé profily. V roce 2017, kdy se konal předchozí ročník tohoto veletrhu (veletrh malých větrných elektráren HUSUM Wind se koná každé 2 roky), se účastnilo dvoustranných setkání 100 účastníků ze 14 zemí. Účast na technologické burze je zdarma pro vystavovatele i návštěvníky, ale návštěvníci veletrhu si musí sami zakoupit vstupenku na veletrh. Ceny vstupenek budou k dispozici na webu <https://husumwind.com/en/the-fair/visiting-the-fair/> asi 2 měsíce před akcí.

Místo konání akce: Messe Husum & Congress GmbH & Co. KG
Adresa: Gallery Congress Centre, Am Messepl. 12-18 City ,25813 Husum (DE)
Informace: kudrnova@tc.cz

Oběhové hospodářství

Klíčová slova programu Horizont 2020 se proměňují v čase, což lze vnímat jako pozitivní signál – jedná se o program živoucí a reagující na změny nejen na evropské scéně. Jestliže v pracovním programu společenské výzvy zaměřené na životní prostředí v předchozích letech vyčnívala kupříkladu řešení inspirovaná přírodou (nature-based solutions), nyní výrazně dominují témata podporující **přechod k oběhovému hospodářství** (circular economy – CE). Vždyť v připravovaném pracovním programu čítajícím asi 160 stránek je slovo „circular“ zmíněno více než stokrát.

Politikám a strategiím k CE na evropské úrovni se věnoval článek v Echu 1/2019, proto se nyní více zaměříme na konkrétní témata pro předkládání projektů a na některé projekty podpořené z programu H2020. Pracovní program společenské výzvy 5 (Ochrana klimatu, životní prostředí, účinné využívání zdrojů, suroviny) prochází konečnými úpravami a bude zveřejněn patrně před letními prázdninami, ale již nyní můžeme většinu témat zabývajících se CE představit.

Začněme s tématem zaměřeným na posouzení současného stupně přechodu k oběhovému hospodářství a analýzu možných scénářů tohoto přechodu. Projekty by měly rovněž určit klíčové faktory, které mohou přechod k CE ve vybraných sektorech stimulovat, či naopak zpomalit. Velká skupina témat bude tradičně zaměřena na udržitelné zacházení s primárními i druhotnými surovinami. Konkrétně se jedná o zpracování, recyklaci a využití až již výrobků (elektronický odpad, pneumatiky, baterie apod.), nebo stavebních a demoličních odpadů. Podpořen bude i výzkum udržitelných metalurgických procesů, zpracování těžebních odpadů či chudých rud. Další téma je zaměřeno na zpracování a recyklaci kompozitních a vícevrstvých materiálů. Rovněž plastům je věnována velká pozornost: koordinační a podpůrná akce bude zaměřena na harmonizaci postupů pro monitorování a posuzování znečištění plasty; klasická výzkumná a inovační akce potom na plasty v životním prostředí, jejich zdroje, transport, distribuci, akumulaci a degradaci. Fungování oběhových systémů by mělo být ověřeno pilotními projekty v sektorech plastů, textilním a nábytkářským. Všechna tato témata spadají pod výzvy s plánovanou uzávěrkou v únoru 2020.

Evropská komise zveřejnila přehled 156 projektů, které přispívají k naplnění strategie pro oběhové hospodářství. Projekty byly vybrány k financování ve výzvách 2016-2017 v oblastech „Vedoucí postavení evropského průmyslu“ a „Společenské výzvy“ programu H2020. Je to dokument zajímavý pestrostí témat i typů aktivit, ale projekty jsou ve valné většině teprve v běhu, není tedy možné analyzovat jejich výsledky. Proto jsme se pokusili z databáze Cordis vybrat pro ilustraci několik projektů, které již byly ukončeny, a zaměřit se na jejich výsledky.

Koordinační a podpůrná akce CIRCULAR IMPACTS (Measuring the IMPACTS of the transition to the CIRCULAR economy, <https://circular-impacts.eu>) probíhala v letech 2016-2018 pod vedením německého Ecologic Institute. Cílem projektu bylo hodnocení makroekonomických, společenských a environmentálních dopadů úspěšného přechodu na CE. Mezi konkrétní výsledky lze zařadit publikace metodik (např. pro měření dopadů CE či pro případové studie), případové studie samé či analýzy scénářů. Na webu projektu je k dispozici obsáhlá on-line knihovna využitelná zejména politiky a analytiky.

Inovační akci BAMB (Buildings as Material Banks, <https://www.bamb2020.eu>) koordinoval v letech 2015-2019 belgický Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement. Projekt sdružil 15 partnerů ze sedmi zemí s cílem systémové změny ve stavebnictví zavedením oběhových řešení, tedy snahou o prevenci odpadů, jejich



využití a recyklaci. Zpráva z února 2019 shrnuje mj. zkušenosti z vývoje a konstrukce čtyř pilotních projektů drobných reverzibilních staveb. Představeny jsou v ní i tzv. „material passports“ či speciální nástroj „Circular Building Assessment tool“.

Inovační akce CABRISS (Implementation of a Circular economy Based on Recycled, reused and recovered Indium, Silicon and Silver materials for photovoltaic and other applications, <https://www.spire2030.eu/cabris>) se účastnilo 16 partnerů z 9 zemí za koordinace Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. Cílem projektu probíhajícího v letech 2015-2018 bylo zavedení oběhového hospodářství především pro fotovoltaiku, ale i pro elektronický, metalurgický a sklářský průmysl. Konsorcium vyvinulo metody pro získávání surovin (např. křemíku) z fotovoltaického odpadu.

Projekt FORCE (Cities Cooperating for Circular Economy, <http://www.ce-force.eu>), který poběží do srpna 2020, zahrnujeme do našeho přehledu proto, že je zaměřen na problematiku CE ve městech. Každé ze čtyř účastnících se měst vytvořilo partnerství zacílené na jeden materiál. Kodaň se soustředí na plastový odpad, Hamburg na elektrický a elektronický, Lisabon na potravinový a Janov na dřevní odpad.

ČESKÁ ÚČAST

Pokud se zaměříme na české účastníky v projektech CE, musíme si na konkrétní výsledky spíše počkat. V červnu 2018 začal **projekt ReCIPSS** (Resource-efficient Circular Product-Service Systems, <http://www.recipss.eu>), kde je jedním z partnerů ve 13členném konsorciu i **Masarykova univerzita**. Projekt bude zkoumat faktory vedoucí k úspěšnému zavedení principů CE na dvou velkých demonstračních studiích – z automobilového průmyslu (Bosch) a bílého zboží (Gorenje).

Projekt MultiCycle (Advanced and sustainable recycling processes and value chains for plastic-based multi-materials, <http://multicycle-project.eu>) v konsorciu 18 účastníků zahrnuje i **českou společnost Silon, s. r. o.** Projekt běžící od listopadu 2018 cílí na CE v sektoru plastů. V projektu bude vyvinuta recyklační pilotní linka pro termoplastické vícevrstvé materiály, umožňující využití čistých plastů a vláken ze směsných odpadů.

Projektu **CIRCULAR AGRONOMICS** (Efficient Carbon, Nitrogen and Phosphorus cycling in the European Agri-food System and related up- and down-stream processes to mitigate emissions, <https://www.circularagronomics.eu>), se účastní **společnost ASIO, s. r. o.** Jeho cílem je mj. zlepšit porozumění tokům uhlíku, dusíku a fosforu a snížit dopady hnojiv na životní prostředí. Šest případových studií proběhne v různých geografických i zemědělských podmínkách (ES, DE, AT, IT, NL, CZ).

JANA ČEJKOVÁ,
TECHNOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR,
CEJKOVA@TC.CZ

ELI a ESS: unikátní evropská zařízení pro materiálový výzkum

ČESKÁ REPUBLIKA ZAŽÍVÁ DÍKY DOSTUPNOSTI STRUKTURÁLNÍCH FONDŮ EVROPSKÉ UNIE PRO VÝZKUM A VÝVOJ NEBÝVALÉ OBDOBÍ ROZKVĚTU VÝZKUMNÝCH CENTER A INVESTIC DO VELKÝCH VÝZKUMNÝCH INFRASTRUKTUR. V ROCE 2007 EVROPSKÁ KOMISE SHLEDALA NEDOSTATEK V POČTU A VYBAVENOSTI VELKÝCH VÝZKUMNÝCH INFRASTRUKTUR ČR A DOPORUČILA VYUŽITÍ STRUKTURÁLNÍCH FONDŮ PRO INVESTICE DO TĚCHTO KAPACIT. BĚHEM LET 2009 AŽ 2019 BYLO DÍKY KOMBINACI NÁRODNÍCH ZDROJŮ, STRUKTURÁLNÍCH FONDŮ EVROPSKÉ UNIE A ZDROJŮ RÁMCOVÝCH PROGRAMŮ EU V ČESKÉ REPUBLICE VYSTAVĚNO, PŘÍPADNĚ JÍ OTEVŘELO PŘÍSTUP DO TĚMĚŘ PADESÁTI VELKÝCH VÝZKUMNÝCH INFRASTRUKTUR.

Klademe-li otázku „co je hmota?“ (tedy „to“, z čeho sestávají naše buňky či „materiály“, z čeho sestávají hvězdy atd.), tak si nejspíš neuvědomujeme, jaké náklady věrohodná odpověď vyžaduje. Věda se odpovědi dobírá prostřednictvím zařízení, jejichž pořizovací náklady přesahují možnosti jednotlivých států (ano, i těch bohatých). **V Ženevě (Švýcarsko)** sídlí od r. 1954 Evropská organizace pro jaderný výzkum (CERN), která provozuje Velký urychlovač hadronů (**Large Hadron Collider – LHC**). LHC je podzemní prstencový tubus s obvodem 27 km, který umožňuje srážky elektrickým polem protiběžně urychlených (a magnetickým polem zaostřených) subatomárních částic. Urychlení je tak velké, že energii srážek lze přirovnat ke srážce dvou rychlovlaků jedoucích proti sobě rychlostí 300 km/hod. Speciální detektory zaznamenávají výsledky těchto srážek a z nich se dobíráme poznání o vnitřní struktuře elementárních částic.



Atraktivní objekt ELI BEAMLINES proměnil tvář obce Dolní Břežany na jižním předměstí Prahy
foto ELI BEAMLINES

Ve švédském Lundu nyní členské státy EU budují Evropský spalační zdroj (**European Spallation Source – ESS**), který bude poskytovat svazky neutronů, jimiž lze proniknout do zkoumaných materiálů (anglické „spallation“ označuje právě proces vyrážení neutronů z jader těžkých prvků), a tak pochopit jejich strukturu a vlastnosti. Jde opět o globálně unikátní zařízení, jehož výkon bude nejméně 30krát větší než existující neutronové zdroje, které se používají ve výzkumu materiálů. ESS je velmi komplexní zařízení – jeho funkci sleduje 1,68 mil. kontrolních bodů – a pořizovací náklady se blíží 2 mld. €.

Do materiálu lze však proniknout i proudem vysoce energetických fotonů – tedy světlem – které produkuje laser. **Ve středočeských Dolních Břežanech** tak s podporou strukturálních fondů vzniklo Laserové centrum **ELI-Beamlines (Extreme Light Infrastructure)**, které je vybaveno několika lasery, z nichž ten nejvýkonnější produkuje záblesky (s trváním v řádu femtosekund, tj. 10^{-18} s), jejichž výkon dosahuje 1 petawattu (tj. 10^{15} W, tedy „po tu krátkou chvíli je výkon milionkrát větší než výkon jaderné elektrárny v Temelíně“). V České republice tak vznikla světově unikátní infrastruktura, která má potenciál přinést nové poznatky od biologie (výzkum biomolekul) přes fyziku materiálů až po astrofyziku.

Zatímco LHC funguje od r. 2008, výzkumné infrastruktury pro materiálový výzkum ELI a ESS jsou zcela nové (o definitivním ukončení výstavby všech pilířů infrastruktury ELI ještě nebylo rozhodnuto, ESS bude plně zprovozněno pro vědecký výzkum až v r. 2023), a proto je představíme podrobněji.

ELI BEAMLINES

Extreme Light Infrastructure je projekt výstavby a provozu výzkumné organizace provozování laserů pro výzkumné účely. Mezinárodní

úsilí zahrnuje stavbu tří laserových center, jedno v České republice (Dolní Břežany), další v Maďarsku (Szeged) a Rumunsku (Magurele) pod jednou zastřešující organizací. O umístění čtvrtého pilíře, který bude zaměřen na studium exotických stavů hmoty, zatím není rozhodnuto. ELI má ambici získat právní formu ERIC (European Research Infrastructure Consortium), která umožní být výzkumnou infrastrukturou užívanou v celoevropském zájmu. Iniciátorem panevropského projektu byl Francouz Gérard Mourou, laureát Nobelovy ceny za fyziku (2018). Projekt je ojedinělý za prvé proto, že je prvním z projektů velkých výzkumných infrastruktur vybraných evropskou komunitou (ESFRI Roadmap) k implementaci v nových členských zemích EU,

Laserová technika se pohybuje ve velmi širokém rozsahu velikosti jednotek výkonů a času. Pro názornost proto uvádíme tabulku zkratk a velikosti jednotlivých předpon v soustavě SI.

Předpona - značka	název	10^n	příklad
Giga – G	miliarda	10^9	Trvalý výkon elektrárny Temelín je 2 GW
Peta – P	biliarda	10^{15}	Výkon záblesku ELI beamlines je v řádech PW
Nano – n	miliardtina	10^{-9}	Vlnové délky XUV záření jsou v rozsahu 1 – 100 nm
femto – f	biliardtina	10^{-15}	Trvání laserového impulsu v řádu fs
atto – a	triliontina	10^{-18}	Trvání laserového impulsu v řádu as

za druhé proto, že je jako pilotní implementován s využitím strukturálních fondů, a to již od roku 2009. Maďarský pilíř, ELI – Attosecond Light Pulse Source (ELI – ALPS), poskytne uživatelům široké spektrum zdrojů s koherentním zářením, krátkými pulsy s vysokou frekvencí opakování, který umožní výzkum dynamiky elektronů v atomech i molekulách v oborech femto- a attosekund. Rumunský pilíř, ELI Nuclear Physics Facility (ELI-NP), nabídne uživatelům systém laserů se dvěma 10 PW ultraintenzivními paprsky a dále vysoko intenzivní zářivý gama paprsek. Úlohy řešené v Rumunsku budou zahrnovat základní výzkum v jaderné fyzice a astrofyzice, ale též i výzkum materiálů pro jaderná zařízení a zpracování jaderného odpadu. Následující podrobnější popis se bude věnovat českému pilíři ELI – Beamlines již dokončeném a postupně zprovožňovaném v Dolních Břežanech.

VZNIK ZKUŠEBNÍHO MÉDIA

Zkušebním médiem v ELI je koherentní, elektromagnetické světelné záření, tj. se stejnou vlnovou délkou, polarizací a směrem. LASER je zkratka složená z písmen anglického názvu přístroje na produkci koherentního světelného záření: **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation. Česky se laseru říká kvantový generátor světla – zesílení světla pomocí stimulované emise záření. Optické záření vzniká při přechodech elektronů v elektronovém obalu atomu. Pokud se elektronu v obalu poskytne energie, excituje se, přejde na vyšší energetickou hladinu, dostane se v atomu dále od jádra. Při zpětném přechodu do základního stavu vyzáří kvantum energie, které se rovná fotonu. Pokud se ovšem tento foton setká s dalším elektronem v excitovaném stavu a rozdíl energií mezi základním a excitovaným stavem tohoto elektronu je shodný s jeho energií, vyzáří se jejich vzájemnou interakcí foton se stejnou vlnovou délkou, polarizací a směrem jako stimulující foton. Tedy již dva „sehrané“ fotony. Takto, procesem odrazů v aktivním prostředí postupně vzniká proud fotonů, záření se stejnou vlnovou délkou (jednobarevné), shodnou polarizací a směrem, koherentní (generované fotony jsou v časové i prostorové fázi) laserové světlo. Část laseru, kde vzniká proud fotonů, se nazývá aktivní prostředí.

V Dolních Břežanech jsou instalovány čtyři lasery (viz schéma na str. 19):

L3 – HAPLS Petawatt laser system, vyvinuto v Lawrence Livermore National Laboratory (USA), české firmy se podílely na jeho budování. Aktivní prostředí je z neodymového skla titan-safír. Laser je vybaven revolučním způsobem chlazení heliovým plynem a nejsilnějšími pulsními diodami na světě.

L1 – ALLEGRA KHz laser cele postavený FZÚ AV ČR, v. v. i., ve spolupráci s firmami. Generuje koherentní rentgenové záření.

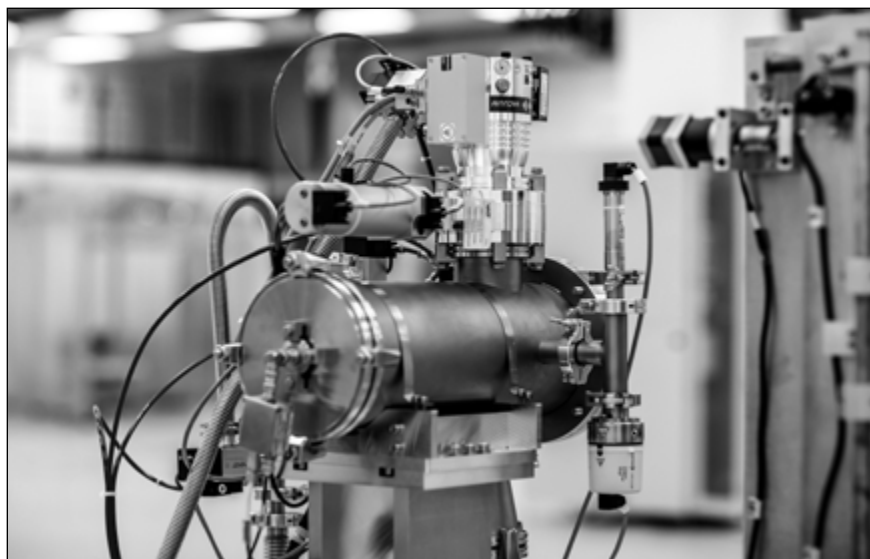
L4 – ATON, jehož aktivním prostředím je neodymem dopované sklo. Produkuje pulzy s velkou energií a menší kadencí než L3.

L2 – (zatím nepojmenovaný). Jeho aktivním prostředím jsou ytterbium dopované krystaly (Ytterbium Aluminium Granát, YAG) vyvinuté ve firmě CRYTUR; L2 je chlazený heliem.

PRINCIP INTERAKCE S HMOTOU

Laser produkuje svazek koherentních fotonů, které interagují s elektronovým obalem materiálu vzorku nebo terče. V ELI je produkováno světlo soustředěné na malou plošku. Elektromagnetické pole vzniklé úderem laseru do materiálu terče (které má intenzitu, jakou si představujeme v blízkosti hvězd, pulsarů), vytrhne z atomu elektron, který se v tomto poli urychlí. Vytržením elektronu vznikne na terči kladný náboj, záporně nabitý elektron je k němu přitažen, vznikne elektrické pole a zbrzdí se na terči. V krátkých intervalech tak vzniká rentgenové nebo gama-záření, jehož prostřednictvím snímáme zkoumaný materiál.

Jiný způsob interakce s hmotou probíhá v případě, když jde o tenký plastový terč. Laser do něj udeří a na opačné straně z plastu vyrazí elektrony. Z tenkého terče z materiálu, který obsahuje vodík, tak elektron vytrhne za sebou proton. Tím vzniká úzce směřovaný svazek protonů. Ten pak může být využíván např. v protonové terapii. Její velká přednost je v tom, že úzký paprsek lze přesně zaměřit na cílové místo ve tkáni, a minimalizovat tak poškození okolní tkáně. Další způsob interakce je založený na poznatku, že elektron v elektrickém poli kmitá a vytváří tak magnetické pole. Při malé rychlosti částice je magnetické pole zanedbatelné. Pokud je však elektrické pole intenzivní,



Sestava a detail zařízení ELI-MIAA pro pokročilou protonovou terapii foto ELI BEAMLINES

elektron získá rychlost blízkou rychlosti světla, a elektromagnetické pole přestane být zanedbatelné. Tím vzniká možnost urychlit částice na vysoké rychlosti porovnatelné s těmi, které nyní dosahujeme jen ve velkých urychlovačích. Takže později bude pravděpodobně možné na zařízeních s rozměry v desítkách metrů provádět experimenty, které se nyní realizují v CERNu či na urychlovačích s kilometrovými rozměry.

SPOLEČENSKÝ PŘÍNOS

Na svazcích čtyř laserů se v Dolních Břežanech postupně staví měřicí stanice. Díky nim bude možno využít lasery pro měření vzorků i pro využití částicového záření například pro terapeutické potřeby.

V současnosti již jsou v provozu tyto stanice:

Na laseru L3 – HALPS již byla postavena a italským týmem zprovozněna měřicí stanice TERESA (TEstbed for high-REpetition-rate Sources of Accelerated-particles), která umožní testování nastavení pokročilých laserových terčů a diagnostiku částic dříve, než budou instalovány do svazku ELIMAI (ozařování vzorků protonovými svazky) pro pokročilou protonovou terapii.

Na laseru L1 – ALLEGRA byla instalována stanice poskytující měření na přístrojích femtosekundové spektroskopie, koherentní difrakce, spektroskopické elipsometrie, dále systém TREX – pro rentgenovou difrakci, stimulovaný Ramanův rozptyl. Provádějí se na nich experimenty pro zobrazování molekul, biomolekulární výzkum, výzkum povrchů nebo fázové přechody materiálů.

Další stanice poskytnou možnosti pro astrofyzikální výzkum. Když se laserem stlačí vzorek na malý objem, hustota hmoty se přiblíží té, která by pravděpodobně byla v supernově. „Takové experimenty provádíme proto, že sonda Voyager II zjistila existenci magnetického pole planet Uran a Neptun, i když nemají kovové jádro. Jak to? Nejspíše mají metan a vodík, které při obrovských tlacích v jádru těchto planet získávají vlastnosti magnetických kovů. K těmto podmínkám se pokusíme v ELI přiblížit,“ říká Bedřich Rus, vedoucí oddělení laserových systémů ELI Beamlines.

Další budovaná měřicí stanice ve výstavbě umožní zjistit strukturu molekul. Díky koherentnímu svazku rentgenového záření vzniklého urychlením elektronů na velké energie bude možné nahlédnout do struktury molekul mnohem hlouběji a přesněji, než to dovolují současné metody.

Společenským přínosem ELI beamlines je zajisté velmi kvalitní spolupráce s českými firmami, jako jsou CRYTUR, ATEKO, Delong Instruments, Vakuum Praha, Altran, Streicher nebo Foton při výrobě a instalaci laserů. „Firmy na těchto úkolech opravdu vyrostly“, říká Bedřich Rus.

ELI přispěje k využití laserů pro aplikace ve velké šíři, například rychlé rentgenové záblesky se dají využít pro kontrolu práce turbín letadel během otáčení nebo k vytvoření 3D tomografie mikrostruktury tkáně. Není vyloučeno, že se díky ELI dozvíme i to, co se skrývá v nitru Cheopsovy pyramidy. Potenciál této výzkumné infrastruktury je skutečně mimořádný.

ESS ERIC

European Spallation Source je projekt výstavby a provozu vysoce výkonného neutronového pulzního zdroje, evropské právnické osoby ERIC, budované v současné době pro výzkumné účely ve švédském Lundu. Produkce prvních neutronů z terče se očekává v roce 2019. Tato

velká výzkumná infrastruktura je jednou z nejvýznamnějších ESFRI Roadmap projektů, jejíž dopad na znalosti struktury a dějů v materiálech bude mít porovnatelný význam, jako mělo v padesátých letech vybudování CERNu. ESS ERIC je mezinárodním počinem od prvotního vzniku myšlenky na nový neutronový zdroj. Mezi zakládající členy ESS ERIC patří Česká republika, Švédsko, Dánsko, Německo, Francie, Spojené království, Švýcarsko, Estonsko, Maďarsko, Itálie, Norsko, Polsko, a Španělsko. Česká republika se v roce 2009 aktivně účastnila rozhodování o umístění sídla ESS. Česká výzkumná komunita díky dlouholetému zapojení České republiky do projektu tak bude moci využívat 2 % veškeré kapacity všech přístrojů pracujících s neutrony produkovanými v ESS. Příspěvek České republiky je realizovaný jak finančně, tak „in kind“ – naturálně. Inovativnost in kind příspěvku spočívá v tom, že systém chlazení terče a část jednoho z velkých přístrojů (BEER – viz dále) je vyroben s podporou strukturálních fondů ČR a poté instalován v Lundu, tedy mimo území České republiky.

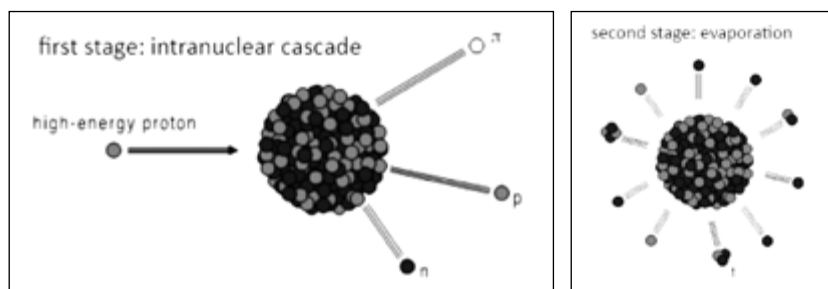
VZNIK ZKUŠEBNÍHO MÉDIA – ZKUŠEBNÍM MÉDIEM JE PROUD ČÁSTIC, KORPUSKULÁRNÍ PROUD NEUTRONŮ

ESS ERIC sestává z části produkující neutrony a z části instrumentální, z přístrojů založených na neutronové difrakci. Neutrony jsou částice vyskytující se v jádru atomů. Systém produkce neutronů začíná u iontového zdroje. Zahřátím vodíku střídavým elektromagnetickým polem se elektrony z molekul vodíku uvolní a vznikne plasma složená z protonů. Ty jsou posléze urychleny složitým systémem urychlovače na 96 % rychlosti světla. Urychlený protonový svazek udeří do jádra těžkého atomu, v tomto případě wolframu. Třítonový wolframový terč rotuje, aby jeho tepelné poškození bylo po srážce s neutronovým svazkem co nejmenší. Terč je chlazen heliem a chladicí systém terče dodává ČR. In kind dodávka ČR pro terčové technologie sestává z heliového chlazení terče, navazujícího primárního, intermediálního vodního chlazení terče i systému klimatizace a tepelného vytápění celé budovy terče. Srážka protonu s jádrem atomu materiálu terče způsobí roztříštění jádra spalační reakcí, díky které vznikne sprška neutronů s vysokou energií. Spalační reakcí vzniká velké množství neutronů, v ESS ERIC se očekává tok vyšší než 10^{17} n/cm².s. Pro porovnání se současnými možnostmi měření na horizontálních kanálech štěpného reaktoru LVR – 15 v Řeži bude tok neutronů o více než dva řády vyšší.

Vzniklé neutrony jsou z 10% rychlosti světla zpomaleny asi na rychlost zvuku, která již umožňuje použití pro experimentální účely. Tak jsou odváděny systémem neutronodů k jednotlivým měřicím přístrojům. Terč umožní využití až 42 kanálů pro neutronové svazky.

PRINCIP INTERAKCE S HMOTOU

Neutrony odvedené neutronovody od terče k měřicím přístrojům budou využívány pro neutronovou difrakci, neutronovou spektroskopii a neutronovou tomografii. Neutron se při srážce s jádrem



Spalační reakce ve dvou stupních (se svolením ESS převzato z E. Pitcher prezentace Spallation. Dostupné na: <https://slideplayer.com/slide/10359718/>).

atomu buď rozptýlí (pružný nebo nepružný rozptyl), pohltí, nebo se za určitých podmínek štěpí. V ESS ERIC budou podmínky měřících metod nastaveny na první tři interakce. Metoda difrakce detekuje ty neutrony, které se při interakci se vzorkem rozptýlily do jiného směru a jejichž rychlost se při průchodu vzorkem nezměnila (pružný rozptyl). Metoda neutronové spektroskopie detekuje ty rozptýlené neutrony, jejichž rychlost se změnila (nepružný rozptyl). Při neutronové difrakci se interakce neutronů se vzorkem děje na dvou rovinách: za prvé dochází k odklonu neutronů na jádrech atomu, a za druhé může také docházet k interakci s nespárovanými elektrony elektronového obalu, které mají magnetický moment. Neutron je sice elektricky neutrální, ale vzhledem k tomu, že se dále skládá z kvarků, vykazuje magnetické pole. Díky rozptylu neutronů můžeme určit meziatomární vzdálenosti, výskyt fází v materiálu, jeho krystalickou i magnetickou strukturu. Metoda neutronové tomografie je neutronová zobrazovací metoda založená na pohlcení neutronu jádrem, podobná rentgenové metodě zobrazování, je nedestruktivní, což znamená, že je využitelná i pro studium například historických artefaktů. ESS ERIC je pulsní zdroj neutronů a umožní pozorovat vzorky i v časové souslednosti, tedy reakce atomů i molekul v reálném čase.

SPOLEČENSKÝ PŘÍNOS

V současné době probíhá stavba ESS ERIC, v roce 2018 bylo dosaženo vrcholu intenzity stavebních prací. Na stavbě chlazení terče a klimatizace budovy terče se podílí firmy Nuvia, a. s., a Centrum výzkumu Řež, s. r. o. Díky provádění zakázek na chlazení terče měly firmy možnost vstoupit do zakázek i na jiné části stavby.

Na neutronovodech bude v Lundu během konstrukční fáze ESS ERIC instalováno 15 instrumentů, přesných složitých objemných přístrojů. Potenciál zdroje ESS ERIC je však o hodně vyšší, mohl by obsloužit až 22 i více instrumentů. S pilotním měřením v operační fázi velké infrastruktury se počítá koncem roku 2023 na prvních třech instrumentech, ODIN, LOKI a DREAM. V roce 2024 bude zprovozněn instrument BEER a postupně i dalších sedm. Česká republika přispívá in kind jednou polovinou celé investice na instrument BEER.

ODIN – je instrument založený na víceúčelové neutronové zobrazovací metodě (Optical and Diffraction Imaging with Neutrons). Experimenty na ODINu poslouží k získání zcela nových znalostí v oblasti materiálového inženýrství, komponent pro strojírenství, geologii, paleontologii a vlastně všech přírodních věd. ODIN bude schopen sledovat materiál během procesu 3D tisku.

LOKI – je instrument provádějící difrakci - Small angle neutron scattering (SANS). Výzkumné úkoly se budou týkat fyziky měkkých materiálů, biofyziky a materiálového výzkumu. Využití pro polymerní chemii, nanokompozitní materiály, růst biomolekul. Příkladem je pozorování dějů v organickém solárním článku za jeho provozu při různých okolních podmínkách (např. změny teploty).

DREAM – je práškový difraktometr umožňující nastavením volit buď vysoké rozlišení, nebo vysokou intenzitu měření. Využitelný bude pro úlohy v oblasti krystalografie, magnetismu nebo materiálového výzkumu. Příkladem může být studium nových typů ledu, který se pravděpodobně vyskytuje v nitru planet Neptun a Uran, a to na atomární úrovni. DREAM pomůže k našemu hlubšímu pochopení magnetismu, využitelnému například pro tvorbu nových IT materiálů.

BEER – difraktometr pro materiálové inženýrství. BEER je založený na technice Time of flight, tedy metodě měření času doletu neutronů po srážce se vzorkem. BEER bude sloužit k výzkumu deformačních mechanismů, zbytkového napětí a změn mikrostruktury i změn fází in situ, tedy za reálných podmínek výroby nebo zpracování. Odběrateli jeho výsledků bude například kovozpracující průmysl zejména automobilní a letecký průmysl.

Výše jsou představeny jen první instrumenty, celkově by jich mohlo být až 22. ESS ERIC tak bude jedna z nejvýkonnějších a hlavně nejvariabilnějších výzkumných infrastruktur vůbec, která bude sloužit rozsáhlé komunitě výzkumných pracovníků s jedinečným potenciálem společenské užitečnosti.



Práce na zdokonalování laserů L2 a L3

foto ELI BEAMLINES

NADĚŽDA WITZANYOVÁ, VLADIMÍR ALBRECHT,
TECHNOLOGICKÉ CENTRUM AV ČR,
WITZANYOVA@TC.CZ, ALBRECHT@TC.CZ

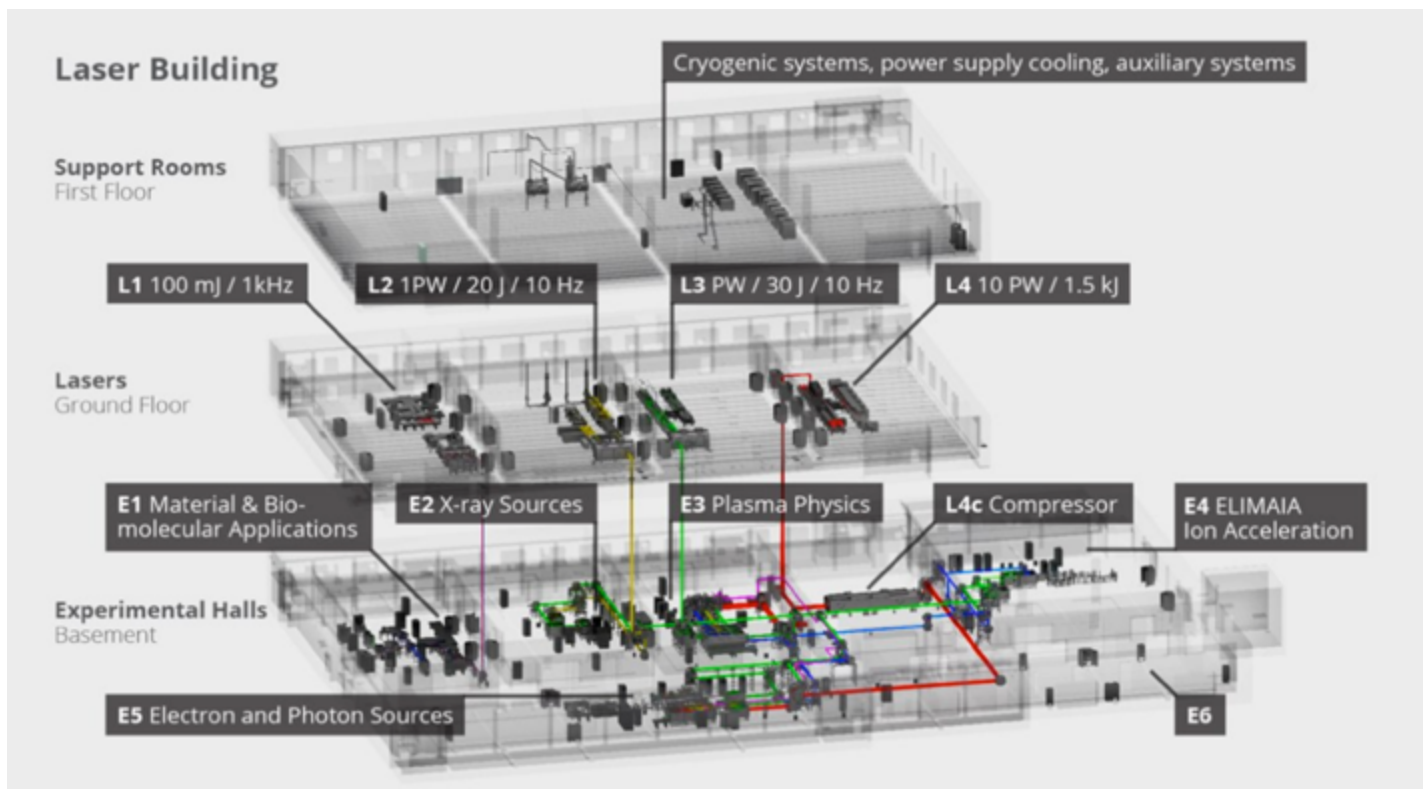


Schéma prostorového uspořádání ELI-beamlines

(se svolením ELI-beamlines převzato z <https://www.eli-beams.eu/o-centru/>)



Vizualizace vybudovaného areálu ESS ERIC ve švédském Lundu

