**Energetický výzkum v ČR**

1. **Úvod**

RVVI se podrobně zabývala situací v české energetice a zejména stavem energetického výzkumu podporovaného různými formami financování z veřejných prostředků, a to na svých neformálních jednáních dne 24. 3. 2022 a dne 28. 4. 2022. Jednání byla zahájena prezentacemi odborníků v dané oblasti, jmenovitě prof. Václava Pačese, Dr. Antonína Fejfara, Ing. Vladimíra Wágnera (všichni AV ČR), Ing. Vladimíra Štěpána (ENAS), Ing. Hynka Berana (ČVUT), doc. Lubomíra Lízala (AAU Praha), v druhém termínu pak prof. Petra Konvalinky (TA ČR), Ing. Jiřího Pleška (AV ČR), prof. Stanislava Mišáka (VŠB Ostrava), doc. Petra Dovolila (PWC) a doc. Radomíra Pánka (AV ČR).

Tento dokument shrnuje výsledky prezentací a diskusí na RVVI i výsledky konzultací s dalšími odborníky. Má charakter výchozího materiálu pro další diskuse a zejména pro realizaci důkladné analýzy stavu energetického výzkumu nezávislou profesionální organizací/agenturou.

Energetický výzkum je dnes realizován v AV ČR, ve výzkumných organizacích a na vysokých školách za podpory 3 zdrojů financování:

1. DKRVO
2. účelové financování, a to především prostřednictvím TA ČR
3. soukromé zdroje

Výzkum realizují rovněž malé a střední podniky v rámci vlastního či účelového financování. Rozhodující velké energetické společnosti se na výzkumu ve VO finančně podílejí poměrně málo, dle dostupných informací méně, než je ve světě obvyklé (při analýze by bylo vhodné provést porovnání s daty v SRN, UK, Francii či Itálii).

Řešená témata výzkumu ve výzkumných organizacích jsou mimořádně aktuální zejména s ohledem na očekávánou transformaci energetiky, která byla doposud založena především na fosilních palivech. Transformace musí respektovat i nedostupnost zdrojů v návaznosti na geopolitickou situaci. Přechod na nízkoemisní zdroje bez přechodné etapy využití plynu vyžaduje posílení role obnovitelných zdrojů energie (OZE) a jaderných elektráren. V Evropské unii OZE v roce 2020 poprvé svým podílem 38 % překonaly fosilní zdroje podílejícími se 37 %. V energetickém mixu ČR je mezi nízkoemisními zdroji nejdůležitější jaderná energetika, rozvíjejí se však i další obory. Perspektivní je lokální fotovoltaika v kombinaci s bateriovými či velkokapacitními úložišti, jejíž cena velmi klesla a účinnost panelů vzrostla (údaje jsou z období na začátku ruské agrese na Ukrajině). Pro efektivní integraci OZE do energetického systému jsou důležité metody ukládání energie. V budoucnosti by se mohly prosadit vodíkové technologie, jak pro zpracování přebytku výkonu z OZE, tak i v dopravě. Velmi důležitou součástí výzkumu by se postupně měla stát informatika pro energetiku, i zde se postupně vytvářejí potřebné výzkumné kapacity a infrastruktury.

Menší pozornost je zatím věnována výzkumným pracem v oblasti plynárenství a teplárenství, které není založeno na ruském plynu – zde by mělo jít především o výzkum ekonomické efektivity a potřebných technologických změn v plynárenské soustavě.

Společenskovědní výzkum, zaměřený na energetiku, dostupnost zdrojů a společenské dopady, který by měl být nedílnou součástí výzkumů pro potřeby rozhodování státní správy, potřebuje velmi rychle posílit. To vše se již odráží v připravovaných výzkumných tématech TA ČR, ale i v záměrech výzkumných organizací zabývajících se energetikou.

1. **Oblasti výzkumu**

Výzkum v AV ČR, a to jak základní, tak i aplikovaný je systémově organizován za využití vícezdrojového financování z veřejných prostředků. Na vysokých školách, zejména technických, převládá výzkum realizovaný za podpory účelového financování. V případě výzkumu dalšími výzkumnými organizacemi a podniky je využíváno jednak účelové financování a dále pak také vlastní zdroje a financování průmyslem. Hlavními řešenými tématy výzkumu jsou:

Klasická jaderná energetika II., III. a IV. generace

Vývoj zdroje energie z termonukleární fúze (tokamaky)

Laserem řízená jaderná fúze

Obnovitelné zdroje energie (OZE)

Ukládání energie

Vodíkové technologie

Využití odpadů a biomasy a cirkulární ekonomika v energetice

Socioekonomické dopady transformace energetiky

Podrobný přehled energetického výzkumu v AV ČR je uveden v příloze.

Velmi silný zdroj financování dílčích projektů v oblasti energetiky představuje program THÉTA, implementovaný Technologickou agenturou ČR. Kromě toho jsou z programu Národní centra kompetence financována dlouhodoběji některá centra, zabývající se energetickou tématikou.

Program THÉTA je financován v letech 2018-2025 předpokládanou částkou 4 mld. Kč a je určen pro výzkumné organizace a podniky. Dělí se na 3 podprogramy:

1. Výzkum ve veřejném zájmu (600 mil. Kč)
2. Strategické energetické technologie (2 mld. Kč)
3. Dlouhodobé energetické perspektivy (1,6 mld. Kč)

a ve 4 dosavadních veřejných soutěžích bylo podpořeno 228 projektů s průměrnou podporou 13,5 mil. Kč na jeden projekt.

V aktuální 5. veřejné soutěži programu TREND byla v prvním podprogramu vyhlášena následující témata:

*Tematický okruh:* ***Jaderná bezpečnost***

* *vývoj metod* ***hodnocení jaderné bezpečnosti*** *a jejich aplikace na hodnocení bezpečnostních rezerv jaderných zařízení (SÚJB)*
* *aplikace metodiky pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti (PSA) v rozhodovacím řízení SÚJB (SÚJB)*
* ***radiační ochrana*** *nové generace jaderných reaktorů včetně malých modulárních reaktorů (SÚJB)*
* *metody hodnocení strukturální integrity potrubních systémů (SÚJB)*

*Tematický okruh:* ***Energetické trhy, regulace, veřejná podpora a cenotvorba***

* ***analýzy vztahů*** *mezi velkoobchodními a maloobchodními cenami energií (ERÚ)*
* *metodologické nástroje pro* ***hodnocení odolnosti*** *účastníků maloobchodního trhu s energiemi (ERÚ)*
* ***pokročilé nástroje a metody*** *pro vyhodnocení statistických a regulačních výkazů a dat (ERÚ)*

*Tematický okruh:* ***Energetické trhy, regulace, veřejná podpora a cenotvorba***

* ***analýzy vztahů*** *mezi velkoobchodními a maloobchodními cenami energií (ERÚ)*
* *metodologické nástroje pro* ***hodnocení odolnosti*** *účastníků maloobchodního trhu s energiemi (ERÚ)*
* ***pokročilé nástroje a metody*** *pro vyhodnocení statistických a regulačních výkazů a dat (ERÚ)*

*Tematický okruh:* ***Transformace sektoru energetiky***

* *inovativní způsoby* ***řízení teplárenského sektoru*** *v kontextu probíhající   
  energetické transformace (ERÚ)*
* *výzkum dopadů* ***rozvoje vodíkového hospodářství*** *na regulatorní praxi sektoru plynárenství (ERÚ)*
* *princip „****energetická účinnost v první řadě****“ a jeho uchopení v kontextu ČR (MPO)*
* ***vyřazování jaderných*** *energetických* ***zdrojů*** *v ČR z provozu (MPO)*
* ***využití průmyslových tepelných čerpadel*** *v teplárenství a v průmyslu (MPO)*

*V podprogramu 2 bude byl 5. VS vypsán jeden cíl:*

* *výzkum připravenosti plynárenské infrastruktury na skladování, přepravu   
  a distribuci* ***vodíkové směsi a vodíku***

V dalších programech TA ČR, zejména v programu ALFA, EPSILON, TREND a NCK bylo podpořeno 151 projektů částkou 2,6 mld. Kč. Zvláště významné jsou 3 Národní centra kompetence angažovaná v energetice.

Pro roky 2024-2031 se připravuje program THÉTA 2 s první výzvou v roce 2023 a s předpokládaným financováním ve výši 7,4 mld. Kč. Bude se dělit na 4 podprogramy:

1. Výzkum ve veřejném zájmu
2. Energetické technologie pro konkurenceschopnost
3. Technologie k zajištění dlouhodobé udržitelnosti energetiky
4. Příležitosti pro mezinárodní spolupráci

Nejvýznamnějším národním centrem kompetence v oblasti energetiky je *Národní centrum pro energetiku (NCE)*, které je koordinováno VŠB Ostrava, sdružující 26 partnerů. Prostřednictvím aplikovaného výzkumu a vývoje nových metod, materiálů a technologií se zaměřuje na zvýšení účinnosti, bezpečnosti a spolehlivosti stávajících energetických celků, zvyšování spolehlivosti a bezpečnosti energetických sítí, účinné nasazování a provoz decentralizovaných zdrojů energie či využívání alternativních paliv pro zajištění surovinové nezávislosti a energetické soběstačnosti ČR.

* Účinnost, spolehlivost, bezpečnost energetických celků, optimalizace provozních parametrů energetických celků a jejich klíčových komponent, vývoj diagnostických metod pro charakterizaci klíčových komponent energetických celků, materiálové technologie pro moderní energetické aplikace (pod vedením Centra výzkumu Řež)
* Alternativní zdroje energie a odpady, energetické využití odpadních materiálů a produktů, EVO a další provozní a emisní charakteristiky, inovativní technologie v energetice, ekologizace provozu tepelně-energetických zařízení, komplexní přístup k energetickému využití odpadů a čištění spalin (pod vedením VŠB TUO)
* Energetické sítě, spolehlivost, bezpečnost a optimalizace provozu energetických sítí, nové prvky a technologie energetických sítí, metody a technologie pro zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti distribučních sítí (pod vedením ZČU Plzeň)
* Digitalizace, legislativa, taxonomie a analýza socio-ekonomických dopadů, užití a akumulace energie

Dalším národním centrem kompetence zabývajícím se oblastí energetiky je *Národní centrum Kybernetiky a umělé inteligence (NCK KUI)* vedené CIIRC ČVUT, kde jsou řešeny především oblasti informatické podpory energetickým řešení, distribuované Energetiky 4.0, dále pak řízením energetických soustav a Smart Gridů v reálném čase, energetického internetu, modelování jaderně-energetických zařízení a globální otázky dopadů energetických soustav na společnost. Velmi progresivní řešení, nazývané „teplátor“ a vyvíjené společně CIIRC a ZČU, je určeno pro využití vyhořelého jaderného paliva k vytápění větších měst. I když je potřeba dořešit celou řadu otázek spojených s jadernou bezpečností a legislativou, je o toto řešení mimořádný zájem v zahraničí.

Energetikou se zabývají i další z národních center kompetence jako např. i *Centrum pokročilých materiálů a efektivních budov CAMEB* na UCEEB ČVUT, které se zabývápředevším energetickými úsporami při stavbě budov, a *Národní centrum kompetence Strojírenství* pod vedením VÚTS a COMTES FHT, jež řeší materiálovou problematiku pro energetické aplikace.

Celkem 5 velkých výzkumných infrastruktur souvisí s energetikou. V oblasti základního výzkumu ve fyzikálních vědách se jedná se o dva výzkumné reaktory (Reaktory Řež - LVR15 a LR0) se související infrastrukturou v Centru výzkumu Řež a infrastrukturou Jules Horowitz Reactor, které pokrývají širokou škálu výzkumu a vývoje v oblasti energetiky, dále jeden školní reaktor (WCZV), dále o infrastrukturu pro jadernou fúzi (COMPASS). Infrastruktury CATPRO a ENERGAT se zabývají efektivním využitím materiálů jako surovin. V případě CATPRO na zefektivnění katalytických procesů ke zkvalitnění energetických surovin, v případě ENERGAT na energetické využití odpadu za minimalizace dopadů do životního prostředí. Těchto 5 VVI z 36 VVI umístěných v ČR je financováno ročně částkou 132 mil. Kč (96 mil. Kč ze SR a 36 mil z OP VVV) z celkového objemu 2,563 mld. Kč (1.636 mil. Kč a 927 mil. Kč) určené pro VVI v ČR. Tedy výzkumným infrastrukturám pro energetiku (včetně 4 jaderných reaktorů) je věnováno cca 5 procent rozpočtu tuzemských výzkumných organizací. Zejména v případě reaktorů se jedná o zcela základní nezbytnou infrastrukturu pro jaderný výzkum.

1. **Zhodnocení stavu energetického výzkumu**

Vědeckovýzkumná základna českého energetického výzkumu je poměrně široká a kvalitní a dává velké možnosti pro využití nejnovějších poznatků pro naplňování budoucí energetické strategie státu tak, jak bude definována vládou.

Energetický výzkum je dnes financován převážně z DKRVO a relativně malých projektů účelové podpory a Center kompetence. Témata a cíle výzkumu jsou z hlediska potřeby státu definována poměrně široce, a to především v rámci programu THETA TA ČR. Finanční cílená podpora ze strany soukromého sektoru, tedy především ze strany velkých energetických firem není nijak významná. Pokud je nám známo, v tom se pozice výzkumu v ČR liší od situace v jiných zemích (zde by bylo vhodné provést profesionální benchmarkingovou studii)

3.1 Výzkum v zrcadle potenciálních dlouhodobých koncepcí

Energetická situace v ČR se v posledních měsících velmi dynamicky mění, a to i díky změnám energetické politiky EU, zejména v závislosti na vývoji situace na Ukrajině.

Je zřejmé, že budoucnost české energetiky se bude opírat o jadernou energetiku a OZE. OZE sama nemůže nahradit odstavované vysokoemisní zdroje. Jaderná energetika se může vydat dvěma směry – buď směrem k velkým reaktorům 3. generace nebo směrem k malým modulárním jaderným reaktorům nebo jít kombinací obou cest. Z dlouhodobého horizontu je v obou ohledech (velké reaktory i SMR) důležité podporovat i vývoj reaktorů 4. generace, které se vyznačují vyšší úrovní bezpečnosti a účinnosti a v budoucnu nahradí klasické tlakovodní koncepty.

* + 1. Jaderná energetika

Hlavní důvody úvah o malých modulárních reaktorech jsou tři: Prvním je snížení nákladů spojených s financováním velké investice v investorském modelu (tedy s vysokým úrokem půjčky, vysokým politickým rizikem a nutností rychlé návratnosti). Druhým je proniknutí jaderné energetiky do decentrální energetiky, teplárenství a produkce průmyslového tepla. Třetím je pak zvýšení flexibility regulace energetické soustavy. Malé modulární reaktory nebudou na trhu dříve než na konci desetiletí.

Na druhé straně by pro nás bylo výhodné, kdyby nám malé modulární reaktory pomohly řešit problémy v decentrální energetice, a to hlavně teplárenství či získávání průmyslového tepla. Česká republika má dlouhodobou tradici v jaderné energetice, má řadu výzkumných organizací, podniků i škol, které by se do vývoje i realizace této oblasti jaderné energetiky mohly zapojit. V ČR existují výzkumná pracoviště, která by se mohla podílet na jejich vývoji. A jsou zde i firmy, které se do práce v oblasti jaderných technologií zapojují. Výzkumné organizace pracují jak na vlastních projektech, tak formou spolupráce i na mezinárodních, zejména EU projektech. V této oblasti je řada synergií s vývojem jiných pokročilých jaderných technologií, jak štěpných, tak fúzních. Je to v oblasti materiálové, například radiační i tepelná odolnost různých potřebných konstrukčních materiálů, i oblasti jaderných reakcí neutronů s kritickými konstrukčními materiály.

Technologie jaderné fúze je v ČR zkoumána na špičkové evropské úrovni a vytváří tak perspektivu české energetiky v dlouhodobém pohledu.

Výzkumné organizace pracují na problémech současných i budoucích velkých reaktorů, malých modulárních reaktorů i budoucích pokročilých štěpných i fúzních technologiích. Ať už tedy nakonec dojde k realizaci vlastního českého projektu malého modulárního reaktoru nebo se budeme podílet na realizaci mezinárodního projektu, práce v této oblasti pomůže vychovat mladé odborníky, umožní zapojení českých firem do jaderných projektů a rozvoj tohoto odvětví.

Základní dělení malých modulárních reaktorů je na projekty založené na klasických tepelných reaktorech tlakovodních či varných a velmi inovativní projekty potřebující pokročilé jaderné technologie. Ty první by mohly být k dispozici relativně brzy, právě již ve zmíněném čase na konci tohoto desetiletí. Inovativní typy budou v delším časovém horizontu, jejich vývoj bude potřebovat více času. V Česku existuje pět projektů malých modulárních reaktorů. Tři z nich jsou postaveny na využití palivových souborů pro reaktory VVER. Jde o systém DAVID firmy Witkowitz, CR-100 vyvíjený v Centru výzkumu Řež a Teplátor spojený s univerzitním prostředím. Další dva jsou inovativní projekty, na kterých se pracuje ve Skupině ÚJV a. s. – jde o koncepty Energy Well (Centrum výzkumu Řež) a HeFasto (ÚJV Řež). V tomto případě jde o vysokoteplotní systémy chlazené tekutými solemi nebo héliem. U inovativních typů je jasné, že si vývoj vyžádá delší čas. Zároveň uvažuje Česká republika o zapojení do vývoje a realizace reaktoru NuScale a dalších mezinárodních projektů. Synergií mezi těmito projekty je celá řada materiálových studií, které jsou nezbytné. A také pečlivé zkoumání bezpečnostních parametrů a podmínek pro vypracování specifického přístupu při licencování. Právě odpovídající licencování, kdy u nás by měla být při jeho vytváření nastolena velmi intenzivní spolupráce se SÚJB, je klíčové pro úspěšné zapojení malých modulárních do decentrální energetiky a teplárenství.

Pro podporu jaderné energetiky je v ČR potenciál vybudovat celé průmyslové odvětví. Firmy, které jsou do produkce jaderných technologií zapojeny, zde stále máme. Pokud budeme chtít bezpečně dlouhodobě provozovat stávající jaderné bloky, je potřeba o ně řádně pečovat. Ještě větší potřeba vznikne, pokud budeme stavět jeden nebo více velkých jaderných reaktorů 3. generace. Stejné firmy, které se starají o vylepšování stávajících bloků a výstavbu nových velkých bloků se určitě bez problémů zapojí i do realizace malých modulárních reaktorů. Bez odpovídající výzkumné sféry nemůže průmysl jaderné energetiky existovat. A zde jsme dobře připraveni.

3.1.2 Fotovoltaika

V ČR zatím nemáme výrobní kapacity ani dostatečné know-how, aby bylo možné vyrábět celé FV soustavy, ale je tu možnost evropské kooperace a subdodávek.

V českém výzkumném prostoru se však objevuje celá řada inovativních řešení (např. na ČVUT kombinovaný FTE panel a klasický panel).

Fyzikální ústav AV ČR realizuje velmi kvalitní výzkum v oblasti fyzikálních principů FTE článků, je zapojen do jednoho z klíčových evropských konsorcií pro přípravu evropské výroby FTE panelů vedeného švýcarskou firmou Meierburger (H2020 s 19 partnery). Je důležité, že došlo k zapojení do evropského řetězce přípravy výroby evropských FTE panelů.

3.1.3 Baterie

Výzkum technologií pro výrobu baterií nemá v ČR širokou základnu a dobře vyvinutou infrastrukturu. Nelze proto očekávat, že se ČR stane v dohledné době producentem baterií na základě vlastního výzkumu, a to i přes úspěchy některých start-upů a dalších záměrů. Máme velký potenciál pro rozvoj metod optimalizace zapojování a využívání baterií, v hledání optimálních automatizačních konfigurací, kombinaci a propojení s OZE či metod pro tzv. „druhý“ život baterií. Těmito úlohami se už zabývají některé výzkumné organizace a lze očekávat nárůst požadavků ze strany průmyslových realizátorů.

3.1.4 Velkokapacitní akumulace energie

Pro zajištění akumulace velkých objemů energie (v souvislosti s rostoucí kapacitou OZE v energetické síti) je třeba věnovat pozornost systémům pro velkokapacitní akumulaci energie (řádově desítky až stovky MW po dobu až několika dní), které jsou založeny například na akumulaci do roztavených solí, jejichž vývoji se úspěšně věnuje Centrum výzkumu Řež.

3.1.5 Vodík

Zde je třeba se zaměřit na efektivní metody produkce, skladování, transportu a distribuce vodíku v kontextu českého prostředí. Velké plány v této oblasti byly oznámeny zejména v posledním období, potenciál zatím nelze posoudit (předpokládáme, že bude součástí navazující odborné studie).

3.1.6 Ekonomický a společenskovědní výzkum

Tato oblast výzkumu je dnes zatím silně poddimenzována, bude však v budoucnu sehrávat velmi významnou roli. Je třeba se soustředit na ekonomické aspekty nasazování nových technologií a realizace celé energetické transformace státu. Energetická chudoba může být realitou v krátké době.

3.1.7 Informatická podpora energetice

Zde je naše vědeckovýzkumná základna celkem dobře připravena. Nicméně hlavní aktéři, zejména s ohledem na stávající Státní energetickou koncepci, nemají jasnou koncepci využití informatické podpory v silně decentralizované soustavě s tisíci lokálními výrobci a miliony odběrateli, navíc při kombinaci zdrojů nejrůznějších charakteristik. V této oblasti lze očekávat nárůst poptávky po kvalitním informatickém výzkumu, vývoji a inovacích. Ze strany státu by mělo existovat jasné zadání na využívání moderních informatických koncepcí a řešení, zejména s ohledem na vysokou distribuovanost rozhodování, kybernetickou bezpečnost a odolnost energetické sítě.

1. **Závěry a doporučení**

Tento materiál má charakter výchozího materiálu pro další diskuse a zejména pro realizaci důkladné analýzy stavu energetického výzkumu nezávislou profesionální organizací/agenturou.

Z mnohačetných diskusí vyplývá, že vědeckovýzkumná infrastruktura energetického výzkumu je připravena reagovat na požadavky státu a společnosti. To platí zejména o potřebném jaderném výzkumu, ale také v dalších relevantních oblastech.

Doporučujeme, aby:

1. Vláda v nejkratší možné době, která je mj. limitována evropskou energetickou politikou, stanovila priority v rámci nové energetické koncepce, a tím i priority energetického výzkumu v krátkodobém, střednědobém a dlouhodobém horizontu. Při formulaci priorit výzkumu je RVVI připravena pomoci.
2. Již dnes je třeba věnovat pozornost v rámci stávajících a budoucích programů výzkumu ekonomických a celospolečenských dopadů změn v energetice, energetických koncepcí i výzkumu informatické a bezpečnostní podpory energetické soustavy. RVVI je připravena se aktivně podílet na vypracovávání příslušných dokumentů týkajících se vědy a výzkumu, včetně přípravy kapitoly o vědě a výzkumu do nové Státní energetické koncepce (SEK).
3. Do přípravy a financování velmi finančně náročných výzkumných infrastruktur a výzkumných prací je třeba maximálně zaangažovat velké, významné a finančně prosperující energetické podniky.
4. Je potřeba v daleko větší míře systémově zapojovat výzkumné organizace ČR do EU projektů a iniciativ nejméně v tom rozsahu, jak tomu je např. v oblasti pokročilých jaderných technologií (aktuálně 20 řešených projektů, kterých se účastní Centrum výzkumu Řež), jaderné fúze nebo v projektu ELI. Důležitá je bilaterální výzkumná spolupráce se SRN – se SRN budeme i v budoucnu těsně energeticky propojeni a je proto účelné spolupracovat již na úrovni výzkumu zejména v oblasti informatické podpory využívání decentralizovaných zdrojů. V oblasti jaderné energetiky je velmi významnou spolupráce s partnery z Francie, Finska, Slovenska a z dalších zemí v rámci EU, které podporují rozvoj jaderných technologií. V rámci spolupráce mimo EU je významnou spolupráce s USA, která je dlouhodobě rozvíjena na základě dohod o spolupráci v oblasti jaderné energetiky mezi MPO ČR a US DoE, významná je i spolupráce s Japonskem a Jižní Koreou.
5. V ČR existuje dobrá šance, že bude obnoven a rozšířen energetický průmysl, zaměření na výrobu energetických zařízení včetně patřičného softwarového vybavení. To platí zejména pro oblast jaderně-energetického průmyslu, vodíkových technologií a technologií ukládání energie. Energetickému průmyslu je vědeckovýzkumná sféra připravena poskytnout znalostí podporu. Zde je však potřebná intenzivní koordinace s MPO a SP ČR.

Pozn. Dokument byl zpracován s využitím konzultací s Vladimírem Wágnerem (AV ČR), Antonínem Fejfarem (AV ČR), Jiřím Pleškem (AV ČR), Hynkem Beranem (CIIRC ČVUT), Pavlem Hrzinou (FEL ČVUT), René Nedělou (MPO), Janem Džuganem (COMTES FHT) a Danešem Burgetem (CJV Řež).

Dokument zpracovali členové RVVI: Vladimír Mařík, Rut Bízková a Eduard Palíšek

Příloha: Přehled výzkumných aktivit AV ČR v oblasti energetiky

Příloha: Přehled výzkumných aktivit AV ČR v oblasti energetiky

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Téma: | **Jaderná energetika III. a IV. generace** | |
| Bezpečnost provozu jaderných elektráren a jejich efektivita se stále zvyšuje. V současnosti stavěné JE III. generace charakterizuje zvýšená pasivní bezpečnost. JE IV. generace pak využívají zcela nové technologie, jako jsou např. speciální chladiva. V AV ČR se řeší řada výzkumných problémů: především se jedná o materiálový výzkum, seismické ohrožení elektráren, vibrace lopatek turbín, proudění tekutin a vedení tepla, chování vyhořelého paliva, kvalita svarů potrubí sekundárního chladicího okruhu či monitorování stavu kontejmentů. V případě pokročilých jaderných technologií se zkoumají i pravděpodobnosti reakcí neutronů s vyššími energiemi a radiační poškození v intenzivním poli neutronů. Na řešení těchto úloh AV ČR dlouhodobě spolupracuje s ÚJV a.s., Centrem výzkumu Řež, ČVUT, VÚT a dalšími institucemi, jako je např. SÚJB. | | |
| **Zastoupení tématu ve výzkumných organizacích** | | |
| Centrum výzkumu Řež | | Daneš Burket, danes.burket@cvrez.cz |
| * Výzkum a vývoj v oblasti jaderných elektráren III. a IV. generace a SMR se zaměřením především na oblast materiálů, jaderného paliva a palivového cyklu, reaktorové fyziky a radioaktivních odpadů | | |
| **Zastoupení tématu v AV ČR** | | |
| Ústav jaderné fyziky | | RNDr. Vladimír Wagner, CSc., [wagner@ujf.cas.cz](mailto:wagner@ujf.cas.cz) |
| * Výzkum reakcí a radiačního poškození materiálů v intenzivním neutronovém poli pro současné i pokročilé jaderné technologie (zvláště štěpné) a zkoumání radioaktivity v okolí našich fungujících jaderných elektráren | | |
| Ústav struktury a mechaniky hornin | | RNDr. Jiří Málek, Ph.D., [malek@irsm.cas.cz](mailto:malek@irsm.cas.cz) |
| * Studium seismického ohrožení jaderných elektráren | | |
| Ústav termomechaniky | | Ing. Pavel Procházka, CSc., [proch@it.cas.cz](mailto:proch@it.cas.cz) |
| * Diagnostika vibrací lopatek elektrárenských turbín za účelem zvýšení bezpečnosti jaderných elektráren | | |
| Fyzikální ústav – Centrum HiLASE | | Ing. Jan Brajer, Ph.D., [brajer@fzu.cz](mailto:brajer@fzu.cz) |
| * Studium povrchového zušlechťování svarů na rozhraní rozdílných materiálů metodou laserového vyklepáváni (Laser Shock Peening) za účelem zvýšení životnosti a bezpečnosti sekundárního chladícího okruhu jaderných elektráren | | |
| Ústav přístrojové techniky | | Ing. Břetislav **Mikel**, Ph.D., [mikel@isibrno.cz](mailto:mikel@isibrno.cz) |
| * Zvyšování bezpečnosti jaderné energetiky s využitím optických vláken - měření teploty, tlaku, vibrací, ionizujícího záření a tvarových změn v jaderných elektrárnách. Jeden z výsledků výzkumu je komerčně instalován v JE Temelín, kde bude monitorovat stav kontejnmentů. | | |
| Fyzikální ústav | | Mgr. Jakub Plášil, Ph.D., [plasil@fzu.cz](mailto:plasil@fzu.cz) |
| * Výzkum chování vyhořelého jaderného paliva – studium zvětrávání přírodního analogu vyhořelého paliva minerálu uraninitu, UO2. Výzkum strukturních, fyzikálních a chemických vlastností druhotných minerálů, vzniklých zvětráváním UO2 s cílem pochopit mechanismy vzniku koroze a uvolnění radionuklidů v podmínkách hlubinného úložiště. | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Téma: | **Vývoj zdroje energie z termonukleární fúze (tokamaky)** | | |
| Vývoj zdroje energie z termojaderné fúze reprezentuje dlouhodobou snahu lidstva o zajištění bezpečného, téměř nevyčerpatelného a bezemisního zdroje energie. Tokamaky, které využívají tzv. magnetické udržení plazmatu, představují nejpokročilejší koncept, na jehož principu bude zřejmě realizován první komerční termonukleární reaktor. Evropský výzkum a vývoj v této oblasti je koordinován evropským konsorciem EUROfusion a řídí se „Evropskou cestovní mapou pro realizaci energie z jaderné syntézy“ vypracovanou v roce 2012 na žádost Evropské komise.  Výzkumné instituce v ČR provádějí v této oblasti intenzivní fyzikální a technologický výzkum v rámci koordinovaných celoevropských aktivit směřujících k demonstraci potenciálu fúze – spuštění mezinárodního experimentálního reaktoru ITER ve Francii a příprava výstavby budoucího evropského prototypu fúzního reaktoru DEMO. ČR v současné době realizuje nové velké experimentální zařízení tokamak COMPASS Upgrade, které bude představovat jedno z klíčových evropských zařízení pro řešení hlavních výzev spojených s realizací evropského fúzního reaktoru DEMO.  Výzkum a vývoj v oblasti fúzních technologií vyžaduje také úzkou spolupráci s průmyslovými partnery. To má následně pozitivní vliv na zvyšování dovedností a znalostí v mnoha průmyslových oblastech a vede k posílení pozice průmyslu ČR i v EU. | | | |
| **Zastoupení tématu ve výzkumných organizacích** | | | |
| Centrum výzkumu Řež | | | Daneš Burket, danes.burket@cvrez.cz |
| * Výzkum a vývoj v oblasti materiálů a systémů odvodu tepla (čištění chladiva apod.) a podíl na vývoji systému DEMO v rámci projektu EUROfusion | | | |
| **Zastoupení tématu v AV ČR** | | | |
| Ústav fyziky plazmatu | | doc. RNDr. Radomír Pánek, Ph.D., [panek@ipp.cas.cz](mailto:panek@ipp.cas.cz) | |
| * Vývoj tokamaku COMPASS-U a souvisejících komplexních technologií (energetické zdroje, extrémně namáhané elektro-mechanické systémy, kryogenní a vakuové systémy, systémy pro ohřev plazmatu pomocí mikrovlnného záření a urychlovačů částic atd.) * Teoretický a experimentální výzkum nových provozních plazmových režimů pro fúzní reaktory * Vývoj nových metod a technologií pro odvod energie z plazmatu v reaktoru (např. inovativní magnetické konfigurace, technologie tekutých kovů atd.) * Vývoj pokročilých diagnostických metod a senzorů pro extrémní prostředí (vysoká úroveň ionizujícího záření, vysoká teplota a energetické toky) – např. teplotně a radiačně odolné senzory magnetického pole, měření parametrů plazmatu pomocí laserového záření atd. * Vývoj nových superodolných materiálů pro komponenty reaktorů na bázi wolframu a středně a vysokoentropických slitin * Vývoj a testování v oblasti využití vysokoteplotních supravodičů pro fúzní elektrárny * Příprava integrace jaderné fúze do energetiky, výzkum a optimalizace tepelných oběhů pro fúzní elektrárny na bázi superkritického CO2 | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Téma: | **Laserem řízená jaderná fúze** | |
| Testovací provoz pro fyziku a technologii relevantní pro laserovou fúzi. V posledních deseti letech vědci ELI Beamlines zkoumali nekonvenční mechanismy v oblasti laserem řízené jaderné fúze (konkrétně fúze proton-boron) vyskytující se v nerovnovážném plazmatu, které jsou zajímavé pro skutečně ultračistý (bezneutronový) přístup k výrobě energie, ale také pro generování vysokoproudových alfa-částicových zdrojů pro lékařské aplikace. Tyto neotřelé přístupy vedly k několika vědeckým publikacím s vysokým dopadem a dvěma EPO patentům na laserovou pB fúzi a její aplikace.  Zařízení L4n-P3 v ELI Beamlines je v současnosti celosvětově jediným zařízením kilo Joule/nanosekundu fungujícím s velmi vysokou rychlostí opakování (až jeden výstřel za minutu).  To umožňuje studovat mnoho aspektů fyziky a technologie souvisejících s potenciálními budoucími elektrárnami založenými na laserech a prokazatelně se jedná o velmi atraktivní výzkumnou kapacitu pro akademické i průmyslové projekty. | | |
| **Zastoupení tématu v AV ČR** | | |
| Fyzikální ústav, ELI Beamlines Center | | Stefan Weber, PhD, [stefan.weber@eli-beams.eu](mailto:stefan.weber@eli-beams.eu) |
| * Charakterizace procesů základní fyziky relevantních pro laserovou fúzi * Experimentální a laserové testovací zařízení pro provoz s rychlostí opakování (nezbytné pro budoucí elektrárny) * Technologický vývoj a testování pro cílení | | |
| Fyzikální ústav, ELI Beamlines Center | | Daniele Margarone, PhD,  [daniele.margarone@eli-beams.eu](mailto:daniele.margarone@eli-beams.eu) |
| * Jaderná fúze proton-boron v nerovnovážných plazmatech pro studie základní fyziky * Jaderná fúze proton-boron pro aplikace v energetice a medicíně * Výzkumné a vývojové činnosti v oblasti cílení a diagnostiky pro fúzi proton-boron | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Téma: | **Obnovitelné zdroje energie (OZE)** | |
| Mezi OZE má největší potenciál růstu využití sluneční energie cestou fotovoltaické přeměny, nezanedbatelný potenciál má též větrná energie a energie biomasy. Očekává se, že v roce 2050 může fotovoltaika dodávat 50% světové elektřiny, tedy cca 12 000 TWh. Evropská komise počítá s dekarbonizací EU do roku 2050, což bude vyžadovat instalaci téměř 2000 GWp (oproti 137 GWp na konci roku 2020) a na to reaguje i evropský průmysl. I pro Českou republiku je podle studie EGÚ Brno reálné pokrýt více než čtvrtinu spotřeby elektřiny již v roce 2030 při využití vhodných ploch na střechách či fasádách (studie uvažuje realistické cca 18% pokrytí střech a fasád). Podle studie Ústavu fyziky atmosféry AV ČR lze při dostatečné společenské poptávce pokrýt další čtvrtinu spotřeby elektřiny větrnou energií. AV ČR se podílí na výzkumu vysoce účinných článků založených na křemíku, případně perovskitech. | | |
| **Zastoupení tématu v AV ČR** | | |
| Fyzikální ústav | | RNDr. Antonín Fejfar, CSc., [fejfar@fzu.cz](mailto:fejfar@fzu.cz) |
| * Výzkum materiálů a struktur pro sluneční články (křemíku, elektrodových materiálů pro perovskitovou fotovoltaiku, kontaktních vrstev a jejich rozhraní) | | |
| Ústav fyziky atmosféry | | Mgr. David Hanslian, Ph.D., [hanslian@ufa.cas.cz](mailto:hanslian@ufa.cas.cz) |
| * Klimatické podmínky pro větrné elektrárny, dlouhodobá předpověď výroby energie větrnými elektrárnami (strategická předpověď pro posouzení dlouhodobé výnosnosti a ekonomické rentability větrných projektů) * Studium potenciálu a bariér pro využívání větrné energie | | |
| Ústav informatiky | | prof. Ing. Emil Pelikán, CSc., [pelikan@cs.cas.cz](mailto:pelikan@cs.cas.cz) |
| * Operativní předpověď počasí pro nejbližší hodiny a dny pro obchodování s elektřinou, optimalizaci využití OZE a řízení elektrických sítí | | |
| Ústav pro hydrodynamiku | | RNDr. Václav Šípek, Ph.D., [sipek@ih.cas.cz](mailto:sipek@ih.cas.cz) |
| * Předpovědi změn vodní bilance a množství odtoku jako limitující faktor OZE | | |
| Národohospodářský ústav | | doc. Silvester van Koten, Ph.D.,  [silvester.vankoten@cerge-ei.cz](mailto:silvester.vankoten@cerge-ei.cz) |
| * Předpovídání produkce energie pomocí obnovitelných zdrojů v ČR s využitím statistických metod a strojového učení | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Téma: | **Ukládání energie** | | |
| Technologie pro ukládání mechanické, elektrické či tepelné energie jsou naprosto zásadní pro využívání obnovitelných zdrojů energie (OZE), které jsou ve své podstatě intermitentní (ne vždy svítí slunce a fouká vítr). Vedle zdokonalování již běžně provozovaných úložišť ve formě přečerpávacích elektráren, baterií a setrvačníků se nadějně jeví využití potenciálu chemických vazeb v tzv. termomechanických materiálech, které umožňují dlouhodobě skladovat teplo nebo chlad. | | | |
| **Zastoupení tématu ve výzkumných organizacích** | | | |
| Centrum výzkumu Řež | | | Daneš Burket, danes.burket@cvrez.cz |
| * Výzkum a vývoj velkokapacitních akumulačních systémů založených na technologiích TES (Thermal Energy Storage). | | | |
| **Zastoupení tématu v AV ČR** | | | |
| Ústav fyzikální chemie J. H. | | prof. RNDr. Ladislav Kavan, CSc., DSc.,  [ladislav.kavan@jh-inst.cas.cz](mailto:ladislav.kavan@jh-inst.cas.cz) | |
| * Nanostrukturní materiály a elektrolyty pro baterie nových generací vykazující vyšší bezpečnost, kapacitu i rychlost nabíjení * Nové křemíkové elektrody založené na nanočásticích zabudovaných v kompozitních uhlíkatých materiálech v Li, Na a K bateriích pro výrazné zvýšení kapacity oproti stávajícím materiálům (např. grafitu) * Vývoj nových typů baterií Li-síra | | | |
| Fyzikální ústav | | Ing. Jiří Červenka, Ph.D., [cervenka@fzu.cz](mailto:cervenka@fzu.cz) | |
| * Nehořlavá vysokonapěťová baterie založená na vodném elektrolytu vyvinutá ve spolupráci s ÚFChJH, s udělenými mezinárodním patentem | | | |
| Ústav termomechaniky | | prof. Ing. Jaroslav Zapoměl, DrSc., [zapomel@it.cas.cz](mailto:zapomel@it.cas.cz) | |
| * Setrvačníky pro skladování energie se supravodivými a diamagnetickými ložisky | | | |
| Ústav termomechaniky | | Ing. Jiří Šonský, Ph.D., [soda@it.cas.cz](mailto:soda@it.cas.cz) | |
| * Setrvačníky s trvalými magnety | | | |
| Ústav chemických procesů | | Ing. Magdalena Bendová, Ph.D., [bendova@icpf.cas.cz](mailto:bendova@icpf.cas.cz) | |
| * Termofyzikální vlastnosti materiálů vhodných pro skladování tepelné energie. Využití pokročilých materiálů a systémů s vysokou hustotou uložené energie (např. pro sezónní ukládání tepla nebo v elektromobilitě a využití vysokoteplotních akumulátorů v souvislosti s produkcí elektrické energie) lze očekávat v horizontu 10 let. | | | |
| Ústav fyziky plazmatu | | Michal Jeremiáš, [jeremias@ipp.cas.cz](mailto:jeremias@ipp.cas.cz) | |
| Fyzikální ústav | | Tomáš Mates, [mates@fzu.cz](mailto:mates@fzu.cz) | |
| * Zplyňování odpadu pomocí plazmového hořáku za teplot, který přeměňuje odpad na směs vodíku a oxidu uhelnatého (tj. svítiplyn) a využívá tak spalování odpadu jako akumulaci přebytečné energie | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Téma: | **Vodíkové technologie** | | |
| V AV ČR se vyvíjejí nanostrukturní materiály a polymerní membrány pro vodíkové palivové články a elektrolyzéry. Mohou být využity pro manipulaci s vodíkem vyrobeným z OZE a v budoucnosti pro vodíkový pohon v dopravě. Mezi nové směry výzkumu patří bezpečnost a spolehlivost stávajících plynárenských potrubí v případě náhrady zemního plynu vodíkem či studium slitin pro molekulární ukládání vodíku. | | | |
| **Zastoupení tématu ve výzkumných organizacích** | | | |
| Centrum výzkumu Řež | | | Daneš Burket, danes.burket@cvrez.cz |
| * Výzkum a vývoj zaměřený především na produkci vodíku založené na pokročilých systémech vysokoteplotní elektrolýzy. | | | |
| **Zastoupení tématu v AV ČR** | | | |
| Ústav fyzikální chemie JH | | Ing. PD. Petr Krtil, CSc., [petr.krtil@jh-inst.cas.cz](mailto:petr.krtil@jh-inst.cas.cz) | |
| * Vývoj katalyticky aktivních nanočástic a kompaktních filmů na bázi Ruddlesden Propperových fází v systému La-Ni-O metodami přípravy z roztoku a kontrolované depozice z plynné fáze (atomic layer deposition ALD), charakterizace metodou rentgenové absorpční spektroskopie, testování dlouhodobé stability elektrod | | | |
| Ústav chemických procesů | | Ing. Pavel Dytrych, Ph.D., [dytrych@icpf.cas.cz](mailto:dytrych@icpf.cas.cz) | |
| * Výroba katalytických nanomateriálů prostřednictvím laserové ablace a radiofrekvenční depozice pro elektrolýzu, charakterizace vzorků spektroskopickými (Ramanova spektroskopie, UV-Vis, XPS), mikroskopickými (SEM/EDX) a difrakčními technikami (XRD) a studium elektrochemické stability a chování (LV, CV, EIS) | | | |
| Ústav termomechaniky | | Ing. Tomáš Němec, PhD., [nemec@it.cas.cz](mailto:nemec@it.cas.cz) | |
| * Jiskrová syntéza nanomateriálů pro katalytické vrstvy vodíkových palivových článků a elektrolyzérů. Depozice katalytických vrstev pro nízkoteplotní vodíkový palivový článek využívající jiskrovou ablaci, výroba plynově difúzních elektrod, charakterizace vzorků (měření výkonu, SEM/TEM, CV/RDE) | | | |
| Ústav makromolekulární chemie | | RNDr. Zbyněk Pientka, CSc., [pientka@imc.cas.cz](mailto:pientka@imc.cas.cz) | |
| * Syntéza iontovýměnných polymerů pro vodíkový palivový článek, pro alkalickou elektrolýzu, elektrochemická charakterizace membrán | | | |
| Ústav fyziky plazmatu | | Ing. Michal Jeremiáš, Ph.D., [jeremias@ipp.cas.cz](mailto:jeremias@ipp.cas.cz) | |
| * Pyrolytický rozklad zemního plynu na vodík a saze – dekarbonizace zemního plynu za teplot >1000 °C za pomoci termického plazmatu. Výstupem je plyn obsahující >95 % vodíku. Uhlík ze zemního plynu je přeměněn na nanosaze (angl. carbon black), které jsou z plynu odfiltrovány a dají se dále využít v průmyslu (výroba pneumatik, elektrod, baterií). | | | |
| Ústav fyziky plazmatu | | Andrii Rednyk, PhD, [rednyk@ipp.cas.cz](mailto:rednyk@ipp.cas.cz) | |
| * Pokročilé funkční materiály (elektrody) pro vysokoteplotní palivové články (SOFC) a elektrolyzéry (SOEC) – příprava elektrodových materiálů pomocí plazmového stříkání vícefázových kapalných prekurzorů (suspenze, roztoky a jejich kombinace); komplexní morfologická, chemická a termoelektrická charakterizace materiálů | | | |
| Ústav fyziky materiálů | | RNDr. Jiří Čermák, CSc., DSc., [cermak@ipm.cz](mailto:cermak@ipm.cz) | |
| * Materiály pro skladování vodíku – příprava metalhydridů a vysoce entropických slitin pro uchovávání vodíku, charakterizace struktury materiálů a kinetiky absorpce vodíku | | | |
| Ústav fyziky plazmatu | | RNDr. František Lukáč, Ph.D., [lukac@ipp.cas.cz](mailto:lukac@ipp.cas.cz) | |
| * Nanostrukturní kovové slitiny s vysokou entropií pro uchovávání vodíku - příprava pomocí rychlého slinování nanoprášků nebo naprašování vrstev, charakterizace struktury materiálů a kinetiky absorpce vodíku | | | |
| Ústav teoretické a aplikované mechaniky | | Ing. Martin Šperl, Ph.D., [sperl@itam.cas.cz](mailto:sperl@itam.cas.cz) | |
| * Vodík jako náhrada zemního plynu v tuzemské distribuční síti a jeho vliv na infrastrukturní prvky – vývoj a instrumentace pokročilých testů a procedur pro přechod plynárenství na vodíkový podíl v zemním plynu (Power to Gas) a testování odolnosti a propustnosti moderních materiálů při kontaktu s vodíkovou atmosférou | | | |
| Fyzikální ústav – Centrum HiLASE | | Ing. Jan. Brajer, Ph.D., [brajer@fzu.cz](mailto:brajer@fzu.cz) | |
| * Studium vlivu laserového vyklepávání (Laser Shock Peening), jako techniky následného zpracování, na aditivně vyráběné materiály za účelem zlepšení únavové životnosti a zvyšování odolnosti vůči vodíkové křehkosti | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Téma: | **Využití odpadů a biomasy a cirkulární ekonomika v energetice** | |
| Odklon od fosilních paliv vede k postupné decentralizaci energetiky. V případě termických procesů pak vede k využití lokálních paliv či paliv s nižší uhlíkovou stopou jako jsou odpady, biomasa apod. a k rozvoji nespalovacích technologií produkujících komodity pro chemický průmysl či další využití. Tyto nové postupy musí mít nižší dopady na životní prostředí, a to včetně nižší uhlíkové stopy. V rámci AV je řešena řada výzkumných problémů spojených s materiálovým využitím pevných zbytků z energetických procesů, použití pokročilých procesů (např. plasma) pro termochemickou konverzi odpadních materiálů na chemické komodity, včetně výzkumu procesů pro separaci znečišťujících složek ze spalin a energetických odplynů, a to včetně jejích využití, např. elektrochemickou redukcí CO2 na chemické komodity. S ohledem na aktuální situaci s dodávkami zemního plynu probíhá výzkum potenciálu alternativních paliv v teplárenství. | | |
| **Zastoupení tématu v AV ČR** | | |
| Ústav chemických procesů | | Ing. Michal Šyc, Ph.D., [syc@icpf.cas.cz](mailto:syc@icpf.cas.cz) |
| * Optimalizace procesních podmínek pyrolýzy rostlinné biomasy s ohledem na kvalitativní vlastnosti biocharu a jeho použití (ÚCHP, ÚSMH, ÚPT). * Vývoj postupů membránových separací pro odstraňování CO2 ze spalin včetně výzkumu postupů zpracování CO2 na chemické komodity v rámci konceptu CCU (ÚCHP, ÚFP, ÚMCH). * Nízkoteplotní zpracování odpadních plastů a porovnání typu ohřevu při rozkladu plastů s následným výzkumem postupů pro čištění odplynu s cílem jejich využití pro syntézu komodit pro chemický průmysl (ÚCHP, ÚMCH, ÚFP, ÚMCH) | | |
| Ústav struktury a mechaniky hornin | | RNDr. Jiří Málek, CSc., [malek@irsm.cas.cz](mailto:malek@irsm.cas.cz) |
| * Výzkum možností ultrahlubokých vrtů pro využití geotermální energie a/nebo mělkých vrtů pro sezónní ukládání energetických přebytků | | |
| Ústav fyziky plazmatu | | Ing. Michal Jeremiáš, Ph.D., [jeremias@ipp.cas.cz](mailto:jeremias@ipp.cas.cz) |
| * Využití CO2 separovaného ze spalin jako zplyňovacího média pro plazmové zplyňování odpadních plastů nebo tuhého alternativního paliva pro výrobu syntézního plynu vhodného pro syntézu methanolu. * Pilotní ověření metod vysokoteplotního čištění syntézního plynu a pyrolyzního plynu od halogenidů a sirných sloučenin. * Plazmový rozklad pyrolyzních olejů (z nízkoteplotní pyrolýzy plastů) na vodík a nanostrukturní uhlík. | | |
| Ústav makromolekulární chemie | | RNDr. Zbyněk Pientka, CSc., [pientka@imc.cas.cz](mailto:pientka@imc.cas.cz) |
| * Membrány pro separaci CO2 ze spalin při energetickém využití odpadu | | |
| Ústav pro hydrodynamiku | | doc. RNDr. Martin Pivokonský, Ph.D., [pivo@ih.cas.cz](mailto:pivo@ih.cas.cz) |
| * Metody vysokokapacitní separace buněk a organických složek z kultivačních vsádek při produkci biomasy a biologickém čištění vody a plynů | | |
| Ústav pro hydrodynamiku | | Ing. Jan Haidl, Ph.D., [haidl@ih.cas.cz](mailto:haidl@ih.cas.cz) |
| * Reologické chování, hydrotransport a sedimentace odpadních kalů, separované biomasy a hrubozrnných suspenzí | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Téma: | **Socioekonomické dopady transformace energetiky** | |
| Globální klimatická krize urychluje přechod k udržitelné energetice. Země EU mění přístup k hospodaření s elektřinou a teplem a ke koncepci dopravy. Ústup od spalování fosilních zdrojů je podmíněn rozvojem technologií pro využití obnovitelných zdrojů energie a předpokládá debatu o budoucnosti jaderné energetiky. Změna energetických politik a strategií s sebou nese restrukturaci zájmů a hodnot, které se promítají do organizace sociálních vztahů a sociálních praktik. Decentralizace energetiky na straně měst, obcí, podniků a domácností vyžaduje reflexivitu a tvořivost při realizaci inovativních řešení.  Výzkum v AV ČR se zaměřuje na vztah mezi energetikou a společností, analýzu podpory veřejných politik v oblasti transformace energetiky a rozbor veřejné debaty o transformaci energetiky v české společnosti.  Současně je studována ekonomika energetiky v souvislosti se zelenou transformací. Získané poznatky poskytnou zákonodárcům, průmyslu a občanům návody k zvládnutí výzev energetiky a zelené transformace. | | |
| **Zastoupení tématu v AV ČR** | | |
| Sociologický ústav | | Mgr. Martin Ďurďovič, Ph.D., [martin.durdovic@soc.cas.cz](mailto:martin.durdovic@soc.cas.cz) |
| * Výzkum vztahu mezi udržitelnou energetikou a společností - postoje českých občanů ve vztahu k energetické transformaci, zejména v souvislosti s úsporou energií v domácnosti, motivací k přechodu na zelené energie a využívání obnovitelných zdrojů energie, ochotou omezit se ve spotřebě energie či ústupem od aut se spalovacími motory * Analýza podpory veřejných politik v oblasti transformace energetiky zejména v kontextu klimatických změn a emisí skleníkových plynů. * Rozbor veřejné debaty o transformaci energetiky v české společnosti - výzkum motivace k praktikování udržitelné spotřeby (a výroby) v oblasti energií na úrovni individuální i skupinové (obce, komunity, družstva, podniky) a identifikace společenských a technologických bariér, které toto jednání limitují. | | |
| Národohospodářský ústav | | doc. Sergey Slobodyan, Ph.D., [director@cerge-ei.cz](mailto:director@cerge-ei.cz) |
| * Centrum CERGE-EI zakládá výzkumnou skupinu, která se zaměří na ekonomiku energetiky a otázky zelené transformace. Skupina využívá ekonomické nástroje, které poskytují zákonodárcům, průmyslovým subjektům a občanům návody, jak úspěšně zvládnout výzvy, před nimiž stojí energetika, a výzvy spojené se zelenou transformací (snížení emisí uhlíku v souladu s „Fit pro 55“). | | |