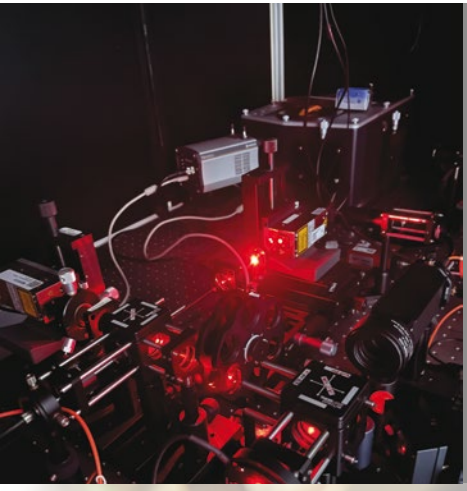
Akademie věd České republiky

STRATEGIE AV21



Alexandr Dejneka, Klára Horová, Martin Kalbáč, Dušan Kučera, Ondřej Kurkin, Ján Lančok, Hana Lísalová

Akademie věd ČR a cesta k digitalizaci českých firem

VÝZKUMNÝ PROGRAM

PRŮLOMOVÉ TECHNOLOGIE BUDOUCNOSTI

Obsah

Předmluva: Etické aspekty digitalizace ——— 2

Úvod ——— 4

Digitalizace v Evropě ——— 6

Brain4Industry – digitalizace pod vedením Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR ——— 9

Zajištění digitálního auditu, strategie a výrobního plánu na příkladu firmy Prestar ——— 12

Průběh spolupráce ——— 13

Přínosy spolupráce pro firmu ——— 14

Výzkum digitalizace v rámci Akademie věd ČR ——— 15

Biosenzory v reakci na aktuální společenské potřeby ——— 16

Pokročilá digitalizace a senzorika (nejen) pro Smart Cities ——— 20

Pevnolátkové senzory plynů – výzkum a jejich aplikace ——— 22

Tenkovrstvé struktury pro senzory plynů ——— 23

Vrstvy černých kovů ve strukturách pro chemické senzory ——— 23

Využití senzorů v projektu Smart City ——— 24

Digitalizace a práce s nastupující generací vědců ——— 25

Autoři ——— 28

Poděkování ——— 30

Předmluva: Etické aspekty digitalizace

Mgr. Dušan Kučera, Ph.D., MBA

Rychlý a rozsáhlý rozvoj digitalizace a senzoriky v kombinaci s umělou inteligenci má jistě své etické aspekty. Jestliže evropské projekty silně akcentují jejich úzce odborný a pragmatický význam, etické výzvy digitalizačního pokroku jsou většinou na okraji zájmu specialistů. Vědecké týmy si musí vždy klást otázku, zda etická kapitola je jen formálním – módním – doplňkem projektu, anebo integrální součástí vědecké strategie. Veřejné instituce se však etickými důsledky a hodnotovým záměrem svého výzkumu a technologické aplikace musí zabývat. Všichni jsme součástí politické, právní a obecně lidské i přírodní společnosti na jedné planetě. Dnes můžeme s jistotou říci, že etický zájem je přímo existenciální.

Předně si připomeňme, že v této publikaci budeme hovořit o výzkumu veřejných institucí, který je zavázán společenským kontextem. Přírodní vědy jsou v pokušení izolovat se od společenských dopadů, ale projektové závazky v zemích EU nám připomínají naši komplexní zodpovědnost. Projekty mají sloužit lidem. Občané tyto projekty podporují v naději, že jim život usnadní a zkvalitní. Těmto souvislostem se věnuje řada evropských i světových institucí a norem (CSR, ESG, SDG, Agenta OSN 2030 apod.).

Zadruhé, projekty se dotýkají také environmentálních dopadů. Uvědomujeme si limitaci přírodních zdrojů, změny klimatu a jejich devastační projevy. Ve vědeckých projektech se specializací v určité fyzikální oblasti mají sice menší ekologickou stopu, přesto ji nemohou opomíjet. Citlivé jsou chemické složky a jejich odpad.

Zatřetí, do vědecké práce patří zodpovědné řízení projektu a jeho ekonomický rámec. Hospodaříme v projektech s veřejnými prostředky, které se mají využívat efektivně.

Čtvrtou perspektivou vědecké práce je zohlednění důsledků pro budoucí generace. Pro krátkodobé projekty to představuje velkou výzvu, protože dopady vědecké práce a aplikace do společnosti přesahují rámec samotného projektu a dotýkají se dalších desetiletí. Pro vědce je zde tedy výzva překročit úzký rámec své práce a dovolit se otevřít otázkám, které přicházejí ze supranaturální, supramateriální, supratechnické oblasti. Je to ovšem také filozofická výzva pro digitální a senzorickou specializaci, která se rozvíjí v době, kdy globální a technologický optimismus zaznamenává své kritické limity.

Poslední etickou výzvou je sám člověk. Minulá desetiletí – a staletí – právě díky moderní vědě došlo k zúžení perspektivy lidské bytosti. Univerzální kontext lidské existence, společenský kontext lidského počínání a časový rozměr průmyslových aktivit byly vytlačeny pragmatickými ekonomickými a mocenskými zájmy. V této souvislosti si připomínáme tradiční filozofii přírodovědných oborů, které musí zůstat

v korelaci s vědami společenskými a univerzálně filozofickými. Prakticky to znamená, že cokoliv v projektu děláme, souvisí to s otázkou po smyslu: k čemu bude projekt sloužit? Nemůže být nějak zneužit? Pomůže udržet všechny naše deklarované hodnoty?

Samotná digitalizace a senzorika přirozeně naráží na svobodu člověka a jeho svobodné rozhodování díky dostatečným informacím. Jestliže podporujeme inovace ve vědě, musíme udržet zároveň svobodné mravní rozhodování. Digitalizace klade přirozeně otázky po základním soukromí člověka, ochraně osobních údajů, případně podmínkách pro nutné sdílení takových informací lidem, kteří zaručují udržení patřičné důvěryhodnosti. Žel, máme už příliš mnoho negativních zkušeností se zneužitím dat, kamer, serverů, citlivých informací a internetu obecně. Neobviňujeme tím samotné technické a přírodovědné obory. Upozorňujeme na nejslabší článek vědeckých projektů, a tím je osobnost vědce a uživatele samotného. Přírodní a technické vědy tedy stojí před obrovskými výzvami, jak udržet krok s antropologií a společenskými i ekologickými souvislostmi vědecké práce a projektovým řízením v oblasti výzkumu. Zanedbání této zodpovědnosti má dalekosáhlé důsledky pro lidskou společnost, medicínu, školství – a dokonce i národní bezpečnost.

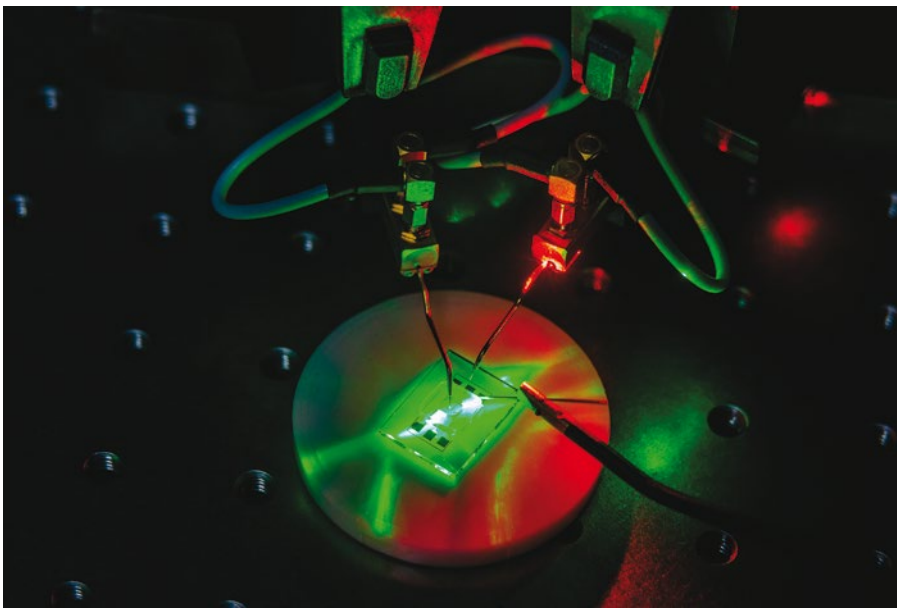
Úvod

Digitalizace je pojem velmi široký a skrývá v sobě celou řadu kategorií. Od digitalizace ve smyslu elektronizace dat, například ve státní správě, až po digitalizaci podniků ve smyslu automatizace procesů, neustálého sběru dat a jejich vyhodnocování. S tím se pojí i velký rozmach senzoriky – senzory schopné zaznamenávat v reálném čase stav v daném místě jsou nezbytné k zavádění digitalizace v průmyslu i každodenním životě.

A právě digitalizaci v této formě budeme detailněji rozebírat v této publikaci. Představíme, jak vědci z Akademie věd České republiky přispívají ke zvýšení úrovně digitalizace v českých průmyslových podnicích, jak s jejím zapojením dokážou pomoci inovovat produkty, umožňují firmám, aby přicházely s vlastními výrobky a dostávaly se na vyšší úroveň dodavatelského řetězce. Tím posouvají celou českou ekonomiku směrem k ekonomice s vyšší přidanou hodnotou.

Důležitost digitalizace ve spojení s Průmyslem 4.0 si uvědomuje stále více firem, ale i instituce veřejné správy jak na české, tak evropské úrovni.

„Čtvrtá průmyslová revoluce zásadním způsobem mění povahu průmyslu, energetiky, obchodu, logistiky a dalších částí hospodářství i celé společnosti. I když jsou



Obr. 1 (zdroj: Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR)

předpokládané dopady této revoluce celospolečenské, v jejím centru pozornosti stojí průmyslová výroba. Studie, ale i první výsledky průmyslové praxe potvrzují, že jednotlivé elementy této revoluce, opírající se například o Internet věcí či industriální internet, kyberneticko-fyzické systémy a umělou inteligenci, budou mít opravdu ekonomické i společenské transformační dopady,"[1] stojí v dokumentu Iniciativa Průmysl 4.0 Ministerstva průmyslu a obchodu, pod nějž v České republice patří témata, jako je digitalizace, umělá inteligence a inovace.

Více informací o historii Průmyslu 4.0, kam právě digitalizace v našem úhlu pohledu spadá, najdete v publikaci *Kvantové technologie*, jejímž autorem je prof. Josef Lazar z Ústavu přístrojové techniky AV ČR v Brně a která v roce 2023 vyšla rovněž v rámci Strategie AV21.

Autoři této brožury jsou vedoucí skupin zapojených do programu Strategie AV21 Průlomové technologie budoucnosti s tématy zahrnujícími senzoriku, digitalizaci, umělou inteligenci a kvantové technologie. Ve své práci se zaměřují na klíčové aspekty Senzoriky pro AI budoucnosti, což je téma, které má zásadní význam pro rozvoj digitalizace a automatizace. Brožura obsahuje konkrétní případové studie a praktické ukázky jejich činnosti, protože vzhledem k šíři digitalizace nebylo možné pokrýt všechny její oblasti. Tento výběr příkladů ilustruje, jak věda přispívá k rozvoji českého průmyslu a jaká řešení vědci ve spolupráci s průmyslovými partnery přinášejí.

Význam této spolupráce spočívá nejen ve sdílení znalostí, ale i v přenosu inovací do praxe. Digitalizace a související technologie umožňují českým firmám inovovat, vytvářet produkty s vyšší přidanou hodnotou a posouvat se na mezinárodní úroveň. Tato brožura tak zdůrazňuje, jak zásadní roli hraje propojení vědy a průmyslu pro budoucí ekonomický rozvoj.

[1] https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf.

Digitalizace v Evropě

Digitální transformace státního i soukromého sektoru je jednou z priorit Evropské unie. Základní teze jsou shrnuty ve strategickém dokumentu Evropské komise Digital Decade,[2] který mimo jiné uvádí digitální transformaci podniků jako jeden ze svých pilířů. V rámci tohoto dokumentu se Evropská komise zabývá dosahováním digitalizačních cílů ve čtyřech oblastech – digitální kompetence, digitální infrastruktura, digitalizace podniků a digitalizace státní správy.

V oblasti digitalizace podniků si Evropská komise dala za cíl, aby do roku 2030 dosáhlo 90 procent malých a středních podniků (MSP) alespoň základní úrovně digitalizace (neboli bude využívat digitální technologie, jako je například e-commerce či sociální sítě) a aby 75 procent malých a středních podniků využívalo nástroje, jako je AI (umělá inteligence), cloud nebo big data.

Podle prvního reportu[3] vydaného v rámci projektu Digital Decade nicméně v roce 2022 dosahovalo základní úrovně digitalizace jen 69 procent evropských malých a středních podniků (v České republice bylo toto číslo podobné – 68 %) a jen 8 procent podniků využívalo umělou inteligenci. Pokud by nedošlo k žádné podpoře a zrychlení vývoje, při zachování současného trendu by v roce 2030 využívalo 66 procent podniků cloudové služby, 34 procent big data a 20 procent AI. Pro srovnání, v České republice v roce 2020 využívalo big data jen 9 procent malých a středních podniků, v roce 2021 40 procent využívalo cloudové služby a 5 procent umělou inteligenci.

Prvním evropským programem, jehož cílem je urychlit a podpořit digitální transformaci v jednotlivých členských zemích EU, je Digitální Evropa. Jeho cílem je zavést nové technologie v oblasti vysoce výkonné výpočetní techniky, umělé inteligence, kyberbezpečnosti a rozšíření digitálních dovedností. Celkový rozpočet na období 2021–2027 je 7,588 mld. eur.

V rámci tohoto programu iniciovala Evropská unie vznik sítě Evropských center pro digitální inovace (EDIH – European Digital Innovation Hub).[4] Tato centra jsou jednotná kontaktní místa, která podporují podniky a organizace veřejného sektoru, aby reagovaly na digitální výzvy a staly se konkurenceschopnějšími.

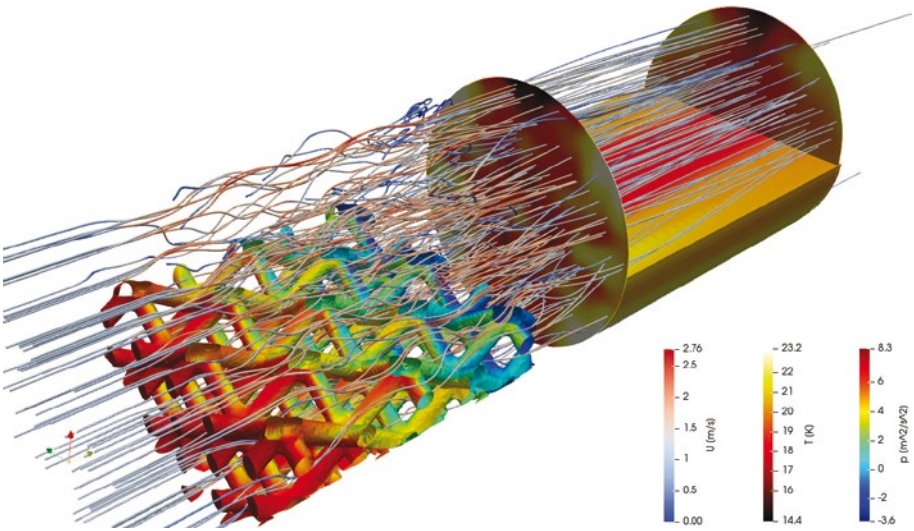
Centra EDIH podporují společnosti při zlepšování obchodních/výrobních procesů, produktů nebo služeb využívajících digitální technologie tím, že:

- poskytují přístup k technickým odborným znalostem a testování včetně možnosti „testovat před investicí" (tzv. test before invest);

[2] https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en.

[3] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4619.

[4] https://european-digital-innovation-hubs.ec.europa.eu/home.



Obr. 2 (zdroj: FZU AV ČR))

- poskytují inovační služby, jako je finanční poradenství, odborná příprava a rozvoj dovedností, které jsou klíčové pro úspěšnou digitální transformaci;
- pomáhají společnostem řešit otázky životního prostředí, zejména využívání digitálních technologií pro udržitelnost a cirkulaci.

Evropská síť aktuálně sestává ze 151 EDIH financovaných z programu Evropské komise Digitální Evropa a 76 přidružených EDIH s razítkem Seal of Excellence financovaných jen z národních zdrojů.

V České republice aktuálně funguje šest konsorcií patřících do sítě EDIH:

- **Brain4Industry** vedený Fyzikálním ústavem AV ČR. Zaměřuje se na aditivní technologie, materiálový výzkum, na využití AI pro malé a střední podniky, digitalizaci průmyslu, digitální audit a na matematické výpočty a digitální simulace.
- **Cybersecurity Innovation Hub** vedený CyberSecurity Hub, z. ú., z Jihomoravského kraje se specializuje na kyberbezpečnostní výzkum a průmysl, komercializaci a implementaci technologií. Mimo jiné se zabývá osvětou a vzděláváním na poli kybernetické bezpečnosti.
- **EDIH ČVUT** se zaměřuje na výzkum a transfer technologií, digitalizaci veřejné správy a na malé a střední podniky. Hlavním zaměřením tohoto centra jsou oblasti průmyslu, energetiky, zdravotnictví a cestovního ruchu.

Obr. 3 (zdroj: Brain4Industry)

- **EDIH DIGIMAT** pod vedením Intemac Solutions, s. r. o., se zaměřuje na využití umělé inteligence u malých a středních podniků, digitální transformaci a automatizaci v sektoru výrobních podniků.
- **EDIH Ostrava** vedený Vysokou školou báňskou – Technickou univerzitou Ostrava se v oblasti HPC (superpočítání) zaměřuje na počítačové modelování, numerické simulace, datové analýzy, rozvoj umělé inteligence a robotiky v sektoru průmyslu, dopravy, zemědělství a ve veřejném sektoru.
- **EDIH Northeast** pod vedením liberecké Agentury regionálního rozvoje se zabývá digitalizací a AI ve strojírenství, v automobilovém průmyslu, ve zdravotnictví a v nanotechnologickém odvětví.

Brain4Industry – digitalizace pod vedením Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR

Jediným českým EDIH pod vedením některého z ústavů Akademie věd ČR je Brain4-Industry. Ve svých aktivitách navazuje na dlouhodobé partnerství Fyzikálního ústavu AV ČR (FZU) s průmyslovou sférou a na řadu úspěšně řešených projektů, ať již v oblasti smluvního výzkumu a vývoje, nebo v rámci grantové spolupráce se soukromým sektorem a s nimi spojeným transferem vědeckého know-how. Původně jednoduchá myšlenka – dát českým vědcům možnost mít nejen nápad, ale kompletně ho zrealizovat až po nasazení do praxe – se proměnila ve velký zájem firem o spolupráci s akademickou sférou.

Po několika projektech financovaných především Technologickou agenturou ČR tato spolupráce v roce 2016 vyústila v založení spin-offu CARDAM, s. r. o., jeho dalšími investory byla slévárna Beneš a Lát a Česká zbrojovka. Firma se zaměřuje na realizaci inovativních, technicky a technologicky vyspělých řešení a výrobků s využitím pokročilých matematických simulací a aditivních technologií (technologií souvisejících s 3D tiskem).

Za účelem dalšího rozvoje spolupráce vědecké a komerční sféry pak v roce 2018 ve Fyzikálním ústavu AV ČR vzniklo **Národní centrum kompetence MATCA** financované TA ČR, což umožnilo propojit větší počet komerčních a akademických institucí v České republice. „Z původního záměru, tedy abychom byli schopni řešit komplexní požadavky ze strany průmyslu, se nám podařilo vybudovat výjimečnou interdisciplinární platformu. Právě interdisciplinarita umožňuje podívat se na výzkum z více úhlů pohledu a přicházet s řešeními, která by v rámci jednoho oboru nebyla možná," říká Alexandr Dejneka, vedoucí Sekce optiky Fyzikálního ústavu AV ČR, pod nějž NCK MATCA i další iniciativy z oblasti digitalizace spadají. Právě interdisciplinarita ve vědě je výrazným trendem posledních několika let a umožňuje posouvat hranice lidského poznání i hranice možného. Ve Fyzikálním ústavu spolu začali pracovat vědci se zaměření na biologii, chemii, medicínu a fyziku. Dalším dílem do skládačky pak byla digitalizace a AI. Došlo zde postupně k vybudování zázemí, kde bylo možné řešit složité úkony a vést špičkový výzkum ve všech těchto oblastech. Díky tomuto unikátnímu propojení zde vznikají nápady a řešení senzorických systémů s využitím v celé řadě průmyslových odvětví. Po vytvoření robustní platformy pro analýzu a řízení dat a systémů již nic nechybělo tomu, aby se vědci mohli začít specializovat na kompletní proces digitalizace.

V reakci na potřeby českého průmyslu zde vznikaly nové laboratoře a nové obory. Bylo možné mu nabídnout komplexní služby – od vývoje materiálu přes testování jeho nezávadnosti až po finální zavedení do výrobní praxe, od navržení senzorů přes jejich výrobu a instalaci až po tvorbu programů na zpracování a vyhodnocování obrovského množství dat, která z nich přicházejí.

Odtud byl již jen krůček k založení **Brain4Industry** v roce 2019 – unikátního konsorcia propojujícího akademickou, neziskovou a komerční sféru. V současné době nabízí mix služeb s cílem pomoci českým malým a středním podnikům s digitalizací výroby. To vše jak v prostorách zapojených vědeckých institucí, tak především v novém digitálním Inovačním centru v Dolních Břežanech.

Brain4Industry staví na expertize svých členů: Fyzikálního ústavu AV ČR, Ústavu termomechaniky AV ČR, společnosti CARDAM, s. r. o., Středočeského inovačního centra a regionálního vědecko-technologického klastru STAR. Především českým malým a středním podnikům chce pomoci, aby začaly využívat **inovativní digitální řešení** a **aditivní produkční** systémy s jedinečnou kvalitou a nízkými náklady. Současně **umožňuje vědeckým institucím** spolupracovat na nových projektech využívajících jejich **aplikovaný výzkum a vývoj**. Klade velký důraz na udržitelnost výrobních procesů a jeho služby pokrývají celý procesní řetězec. Propojuje malé a střední podniky s jedinečným know-how vědeckých institucí. Poskytuje konzultace, návrhy technologických řešení, dohled nad jejich implementací, propojuje firmy mezi sebou a provádí školení.

Na základě interních analýz totiž malé a střední podniky tvoří páteřní síť českého hospodářství – na celkovém počtu všech podnikatelských subjektů se totiž podílí 99,8 procenta. Jejich produktivita práce se nicméně pohybuje jen okolo 50 procent úrovně malých a středních podniků v sousedním Bavorsku. Klíčem k úspěšné digitalizaci národní ekonomiky tedy je digitalizovat právě jejich výrobu a služby.

Hlavními pilíři Brain4Industry jsou kromě digitalizace ještě aditivní výzkum a vývoj produktů a výrobních technologií a vzdělávání v těchto oblastech. V rámci oblasti digitalizace usiluje o integraci digitalizačních technologií z hlediska vývoje produktu a jeho výroby. S tím úzce souvisí oblast aditivních technologií – právě digitalizace dat a možnost vyrobit produkt velmi rychle s využitím 3D tiskárny umožňují změnit firmám skladové hospodářství, pracovat rychleji, efektivněji a s co možná nejmenší spotřebou materiálu. Konsorcium se přitom zaměřuje na celý životní cyklus produktu – vývoj, design, výrobu, servis, údržbu, náhradní díly s cílem minimalizovat výrobní náklady, zvýšit kvalitu součástek a zvýšit úroveň udržitelnosti. V roce 2022 získalo konsorcium Brain4Industry titul EDIH a zařadilo se do evropské sítě digitálních inovačních center. České malé a střední podniky tak díky financování z Evropské unie mohou většinu služeb využívat za minimální poplatek.

„V České republice je stále málo společností, které mají konečný produkt, a pokud už ano, tak jde ve větší míře o zahraniční podniky. Naši ekonomiku tvoří zejména malé a střední firmy, které většinou fungují jako dodavatelé, případně dodavatelé dodavatelů větších nadnárodních celků. Z ekonomického hlediska tak mají MSP velice omezené možnosti pro svůj obchodní a produktový rozvoj, jelikož v konečném výsledku pracují s malou marží. Ze získaného hospodářského výsledku si pak logicky nemohou dovolit investovat takové finanční prostředky do rozvoje vlastních lidí, moderních technologií, vývoje a inovací produktů a do své budoucnosti tak jako

zahraniční konkurence," říká ředitel Brain4Industry Andrej Chrzanowski. A právě v tom jim chce konsorcium pomoci – měnit jejich byznysmodel takovým způsobem, aby mohly vyvíjet nové produkty a využívat při tom nejmodernější technologie. V červenci 2023 potom otevřelo **Inovační centrum Brain4Industry v Dolních Břežanech**, které slouží jako testbed pro aditivní technologie. Centrum je nabité nejmodernějšími 3D tiskárnami, firmy si v něm mohou jednak vyzkoušet a osvojit nové technologie, zároveň jsou jim experti B4 připraveni poskytnout pomoc při modelování a topologické optimalizaci výrobku a také pomoci najít ideální možnost financování pro jejich projekt. Inovační centrum Brain4Industry je jedinečným testbedem digitálních technologií se zaměřením na celý životní cyklus produktu, na vývoj nových produktů a výrobních procesů s využitím technologií 3D tisku z kovů a plastů, povlakových technologií, laserových technologií, datovou integraci procesů, AI aplikací, senzoriky i na výzkum a charakterizaci nových materiálů. V rámci Inovačního centra funguje celý ekosystém služeb od designérů, kteří pomohou s návrhem, topologickou optimalizací a matematickými simulacemi produktu, přes specialisty na 3D tisk, kteří pomohou s realizací výrobku, až po experty na postprocessing. Klienty provedou celým procesem či jeho jednotlivými fázemi nebo zajistí jejich školení ve vybraných technologiích tak, aby mohli navrhovaná řešení zavést do praxe ve své firmě.

Obr. 4 (zdroj: Brain4Industry)

Zajištění digitálního auditu, strategie a výrobního plánu na příkladu firmy Prestar

Jedním z úspěšných příkladů spolupráce akademické sféry s průmyslem na digitalizaci podniku je společnost Prestar, s. r. o., vyrábějící stroje pro průmyslovou automatizaci. Tato firma chtěla svou výrobu a firemní procesy více digitalizovat. Narážela však na obvyklé překážky malých a středních firem v zavádění technologických inovací, jako jsou slabá orientace v nabízených řešeních, drahý nebo nevhodný software pro konkrétní potřeby, nevhodná definice potřeb firmy a neexistující plán digitalizace. Díky zkušenostem firmy CARDAM z vědecko-průmyslového sdružení Brain4Industry, která má se zaváděním digitalizace v mnoha průmyslových odvětvích bohaté zkušenosti, Prestar získal kompletní digitální audit své činnosti, digitální strategii včetně harmonogramu a finanční náročnosti, poradenství při výběru vhodného systému. Společnost Prestar sleduje trendy v digitalizaci, snaží se toto téma uchopit a rozvíjet vlastní digitální dovednosti. Ve vzdělávání v této oblasti podporuje i své zaměstnance. Digitalizaci chtějí řešit komplexně na více úrovních řízení a oblastí podniku. Prakticky se dotkne všech zaměstnanců a procesů ve společnosti. Jejich cílem bylo stanovit plán rozvoje digitalizace ve společnosti jak v logickém, tak časovém sledu.

Obr. 5 (zdroj: Brain4Industry)

Obr. 6 (zdroj: Brain4Industry)

Průběh spolupráce

Společně s firmou definovali zástupci Brain4Industry jasné zadání:

- Navrhnout strategii digitalizace v horizontu 7 let.
- Stanovit harmonogram, logickou návaznost, finanční náročnost a návratnost.

Na společných workshopech probrali veškeré stěžejní procesy od přijetí zakázky přes její zpracování až po dodání zákazníkovi. Byla provedena komplexní analýza na úrovni používaných softwarových nástrojů, využívaného hardwaru, podoby procesů, řídicích a organizačních mechanismů a personálního zajištění.

Společným výstupem bylo stanovení hlavních oblastí potencionálního rozvoje v následujících oblastech:

- plánování (od získávání obchodního případu, vývoje zařízení, jeho výroby a zprovoznění u zákazníka);

- sběr dat;
- PDM/PLM včetně eliminace papírové dokumentace;
- servis a podpora servisu směrem k produktům společnosti Prestar.

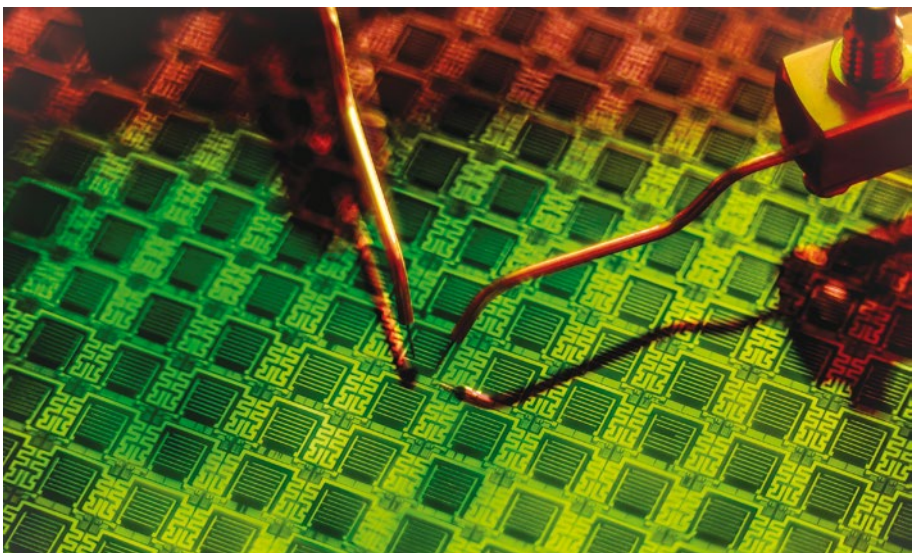
Na základě zpracované analýzy a stanoveného potenciálu byla vytvořena myšlenková mapa aktivit, které jsou rozděleny do logických celků a je v nich patrná návaznost mezi aktivitami. Tato mapa obsahuje klíčové rozvojové aktivity, ale i doplňkové aktivity, jež pomohou rozvíjet vlastní know-how společnosti. Posledním krokem je vytvoření roadmapy, respektive harmonogramu, který obsahuje jednotlivé aktivity, časový plán, odhad nákladů (optimistický a pesimistický) a potenciální úspory. Součástí je promítnutí nákladů v čase versus uvažované úspory, z čehož je patrný moment, kdy dojde k návratnosti investic. Součástí je stručný popis jednotlivých aktivit, aby bylo možné postupně se k aktivitám vracet a rozpracovávat je.

Přínosy spolupráce pro firmu

Společnost Prestar získala harmonogram rozvoje digitalizace, byly stanoveny potenciální přínosy a společnost se mohla pustit do rozvoje digitalizace, rezervovat si investiční prostředky a postupně sledovat skutečné naplňování přínosů a nákladů. Jako první krok byla stanovena náhrada stávajícího ERP systému, jelikož současný byl nepružný, pomalý a nebylo možné ho efektivně rozvíjet.

Výzkum digitalizace v rámci Akademie věd ČR

Paralelně s průmyslovými aplikacemi digitalizace probíhá v jednotlivých ústavech Akademie věd ČR v této oblasti také základní výzkum. Jeho důležitost spočívá ve schopnosti poskytnout fundamentální poznatky, které překračují okamžitou potřebu průmyslu a nacházejí širší uplatnění v celospolečenském kontextu. Výsledky těchto výzkumů nejsou omezeny pouze na teoretickou sféru, nýbrž mají reálný potenciál ovlivnit a formovat praktické aspekty našich životů. Zaměření na oblasti senzoriky, umělé inteligence, sběru a zpracování dat reflektuje šíři vědeckých disciplín zapojených do tohoto výzkumu. Tato technologická odvětví nejsou pouze izolovanými entitami, naopak, vzájemně se prolínají a vytvářejí inovativní synergii. Důsledky tohoto výzkumu jsou nesmírně rozmanité a dotýkají se prakticky všech sfér lidského života. Základní výzkum v oblasti digitalizace má významné implikace pro medicínu, kde nové technologie mohou znamenat průlom v diagnostice a léčbě. Stejně tak se promítá do trávení volného času, kde inovativní aplikace mohou obohacovat a transformovat zážitky lidí. V oblasti ochranných pomůcek a bezpečnosti zase může základní výzkum přinášet nové metody a technologie, jež zvyšují úroveň bezpečnosti a ochrany veřejnosti. Celkově lze konstatovat, že základní výzkum v oblasti digitalizace není pouze akademickou exkurzí, nýbrž klíčovým prvkem pro formování budoucnosti a zlepšení kvality života všech občanů.



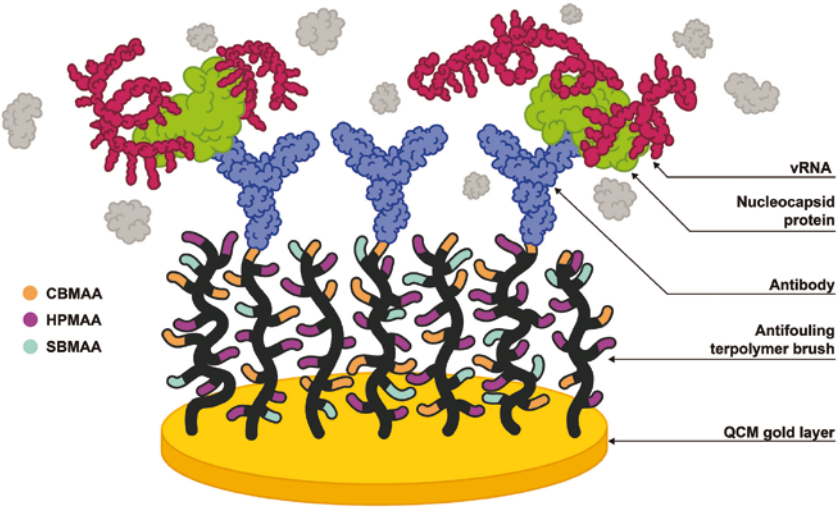
Obr. 7 (zdroj: Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR)

Biosenzory v reakci na aktuální společenské potřeby

Biosenzory v současném světě hrají nepostradatelnou roli v boji proti nebezpečným patogenům a monitorování šíření různorodých infekčních onemocnění. Mezi klíčové oblasti využití patří oblast veřejného zdraví, lékařská diagnostika, ochrana životního prostředí a vodních zdrojů, bezpečnost potravin nebo bezpečnostní sektor obecně. Oproti standardním metodám mohou biosenzory poskytovat podstatně rychlejší výsledky v kombinaci s dostatečnou citlivostí a přesností stanovení. Obrovský „boom" v současné době zaznamenávají taková zařízení, která je možné použít přímo v terénu na místě potřeby, tzv. *point-of-care* (POC) biosenzory. Při jejich použití odpadá nutnost převozu analyzovaných vzorků do specializovaných laboratoří a zapojení vysoce školeného personálu, lze proto očekávat i významný ekonomický dopad. Jejich obrovská a akutní společenská potřebnost byla ještě zesílena v době globální pandemie covidu-19, kdy docházelo k případům nedostačující kapacity stávajících sítí certifikovaných laboratoří vybavených metodou PCR (z angl. *polymerase chain reaction*). Do vývoje inovativních biosenzorů se v posledních letech významně zapojili i vědci z FZU. Mezinárodní vědecký tým pod vedením Dr. Lísalové vyvinul akustický biosenzor s unikátní patentovanou technologií antifoulingových nanovrstev[5] pro rychlou a účinnou detekci viru SARS-CoV-2 v reálných biologických vzorcích (viz **obr. 9**). Ve spolupráci s Dopravním podnikem hl. m. Prahy, Biologickým centrem AV ČR, Přírodovědeckou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a dalšími partnery byla nová technologie akustických biosenzorů s antifoulingovou nanovrstvou úspěšně ověřena na detekci SARS-CoV-2 ve vzorcích stěrů z různých povrchů v pražské veřejné dopravě. Vývoj biosenzoru byl motivován jednou z otázek, na kterou bylo žádoucí během pandemie covidu-19 reagovat – šlo o posouzení možných rizik přenosu viru SARS-CoV-2 prostřednictvím kontaminovaných povrchů. K šíření infekce v dopravním systému prostřednictvím kontaminovaných povrchů může docházet zejména pomocí aerosolových kapek od infikovaných jedinců, které ulpívají na různých površích a vytvářejí tak potenciální cestu pro další přenos.

Vzorky stěrů z povrchů pro biosenzorovou analýzu byly odebrány během plného provozu MHD (tramvaje, autobusy, linky metra, viz také **obr. 8** a **9**) v ranní špičce v dubnu 2021, v době, kdy v Praze kulminovala jedna z epidemických vln a kdy byl zhruba každý 240. obyvatel v Praze diagnostikován jako pozitivní na covid-19. Vzorky se pomocí biosenzorů měřily přímo bez předzpracování a výsledky se srovnaly se „zlatým standardem", metodou PCR. Byla prokázána výrazná shoda s metodou PCR při analýze setu 482 vzorků. Navíc žádný z pozitivních vzorků neobsahoval virové částice schopné replikace, což naznačuje, že pozitivní vzorky obsahovaly neaktivní

[5] Lísalová, H., Víšová, I. et al., Terpolymer and polymer brushes for use against non-specific adsorption of substances from biological media, PCT/CZ2021/050033, EP21715772.



Obr. 8 Schematické zobrazení biočipu s terpolymerní antifoulingovou nanovrstvou pro rychlou a spolehlivou detekci viru SARS-CoV-2 v reálných vzorcích. Základní monomerní jednotky terpolymerní antifoulingové nanovrstvy: carboxybetaine methacrylamide (CBMAA), N-(2-hydroxypropyl) methacrylamide (HPMAA) a sulfobetaine methacrylamide (SBMAA)

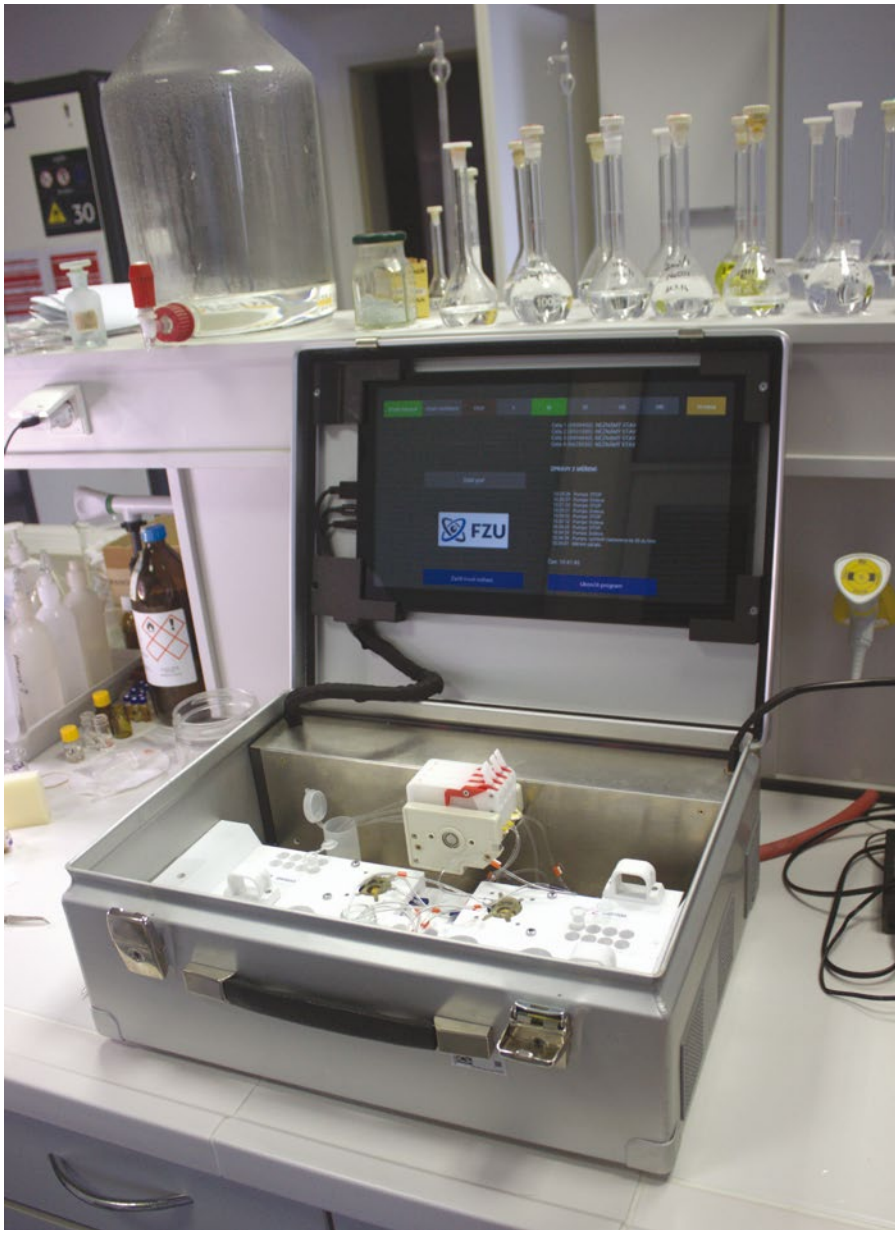
virové částice anebo fragmenty. Součástí studie bylo i prověření, jak dlouho si virus SARS-CoV-2 po kontaktu s povrchem zachovává schopnost replikace, tj. jak dlouho je infekčně rizikový. Výsledky ukázaly, že virus nezůstává replikačně schopný déle než čtyři hodiny. Rychlost inaktivace byla nejrychlejší na pryžových madlech eskalátorů v metru a nejpomalejší na sedadlech z tvrdého plastu, okenních sklech a nerezových madlech. Závěry této rozsáhlé studie naznačily velmi nízké riziko šíření koronavirové infekce (konkrétně pro SARS-CoV-2 Alpha variant) v MHD prostřednictvím kontaminovaných povrchů. Výsledky také ukázaly obrovský potenciál nového biosenzoru jako doplňkového nástroje pro monitorování epidemií ve veřejných prostorách.

Dalším příkladem biosenzoru vyvíjeného vědci z FZU na míru společenským potřebám je plně přenosný akustický biosenzor (obr. 10), který byl vytvořen týmem z Laboratoře funkčních biorozhraní vedeným Dr. Lísalovou ve spolupráci s Ochrannou službou Policie ČR pro rychlou detekci bakteriálních a virových patogenů v potravinách. Výsledek zaciluje na aktuální oblast bezpečnosti a ochrany obyvatel proti biologickým hrozbám, respektive na potřebu vývoje rychlých a spolehlivých diagnostických

Obr. 9 (zdroj: FZU AV ČR)

technik detekujících biologické agens s potenciálem terénního využití. Čtyřkanálový biodetekční systém (**obr. 10**) kombinuje technologii „quartz crystal microbalance" (QCM), s pokročilým mikrofluidním systémem, kompaktním hardwarem, analytickým softwarem, a výměnnými biočipy. Biočipy, podobně jako v případě detektoru na SARS-CoV-2, obsahuji patentovanou ultratenkou polymerní nanovrstvu, která kombinuje excelentní antifoulingové a funkcionalizační vlastnosti. Systém byl ověřen na detekci *E. coli* O157:H7 v homogenizovaném hamburgeru, knedlíku či v mléce, na detekci *S. aureus* v mléčných produktech i na detekci viru hepatitidy A, *S. typhi* a dalších agens. Pilotní prototyp byl vyvinut v rámci veřejné zakázky pro MV ČR a nyní jej aktivně testuje Ochranná služba Policie ČR.

Jádrem popsaných vyvinutých akustických biosenzorů je patentovaná technologie funkčních polymerních nanovrstev. Technologie umožňuje provádět detekce cílových patogenů přímo v reálných biologických vzorcích rozličného složení, jako jsou např. stěry z nosohltanu, krevní plazma, sliny či například homogenizovaný hamburger nebo neředěné mléko. Výše uvedené příklady ukazují, že mezioborový základní i aplikovaný výzkum v řadě oblastí může vést k úspěšnému vývoji biosenzorů, které mají nesporný potenciál rychle a účinně reagovat na aktuální společenské potřeby.



Obr. 10 (zdroj: FZU AV ČR)

Pokročilá digitalizace a senzorika (nejen) pro Smart Cities

Moderní společnost je ve stále rostoucí míře závislá na senzorové technice, která umožňuje jak kontrolu znečištění životního prostředí související s ekonomickým růstem, tak před negativními sociálními jevy.

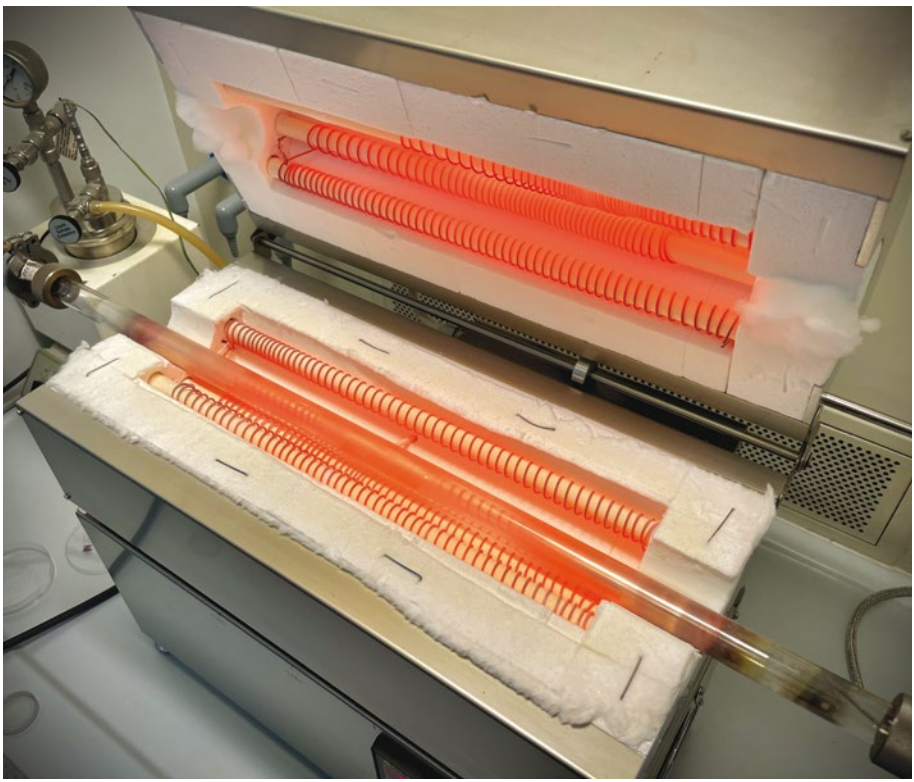
Skupina Nanocarbon (www.nanocarbon.cz) pod vedením doc. Martina Kalbáče všestranně řeší aspekty materiálového výzkumu se zaměřením na nové typy aktivních vrstev na bázi nízkodimenzionálních struktur, které poskytují rozšíření palety senzorových matic o unikátní detekční elementy. Kromě kontroly znečištění prostředí tak umožňuje i řešení řady dalších problémů, například ochranu záchranných týmů (hasičských sborů, důlních záchranných jednotek, armády), radiační ochranu apod. a dále problémy související s velkoplošnou výrobou senzorů a na nich založených akčních členech pro automatizované systémy v oblasti tzv. SMART technologií (Internet of things – IoT, SMART City, SMART Home, Průmysl 4.0).

Skupina Nanocarbon využívá pestrou škálu nanotechnologických postupů a technik pro základní a aplikovaný výzkum směřující k přelomovým vlastnostem v oblasti technologií připravovaných kompozitů, ale i ke snížení spotřeby použitých materiálů. Využívané technologické procesy syntézy a depozice těchto nanomateriálů jsou zároveň spojeny s výzvou pro snížení energetické náročnosti funkčních zařízení.

V rámci výzkumných prací skupiny bylo pod záštitou Strategie AV21 úspěšně dokončeno několik významných projektů, mezi které patří například: Uhlíkové nanostruktury pro senzorové aplikace, Uhlíkové alotropy s racionalizovanými nanorozhraními a nanospoji pro environmentální a biomedicínské aplikace, Senzory plynu na bázi hybridních nanostruktur pro IoT aplikace. Ve zmíněných projektech bylo dosaženo vytyčených cílů, jež vedly k vytvoření nových senzorických platforem využívajících modifikované nízkodimenzionální nanostruktury, a zároveň byly vyvinuty postupy vhodné pro konstrukci pokročilých detektorů s využitím stávajících technologií. Vysoká úroveň výstupů se projevila v podobě transferu technologií do komerční sféry a byla doplněna o sérii užitných vzorů, patentů a vědeckých publikací v renomovaných časopisech.

V rámci spolupráce s dalšími institucemi a firmami vyvíjí skupina Nanocarbon detektory světelného záření citlivé v širokém rozsahu energií a vlnových délek a dále elektrochemické senzory pro biologicky aktivní látky, které lze zkoumat lokálně v mikroměřítku. Jeden ze stávajících mezinárodních projektů obnáší výzkum nových širokopásmových fotodetektorů na bázi kvantových teček (Perovskite Quantum Dots based Broadband Detectors – from a quantum dot to a functional material). V rámci tohoto projektu se usiluje o vývoj funkčních prototypů, které budou schopny efektivně reagovat na rentgenové záření i o velice nízké intenzitě. Pro reálnou aplikaci se zmíněné senzorové platformy připravují na flexibilních nosičích, jež bude možné integrovat do SMART textilií pro osoby působící v prostředí s vysokou mírou ionizujícího záření.

Příprava funkčních nízkodimenzionálních materiálů vyžaduje práci ve velmi čistém prostředí, jež zaručuje vznik kvalitního rozhraní mezi funkčními vrstvami. Pro následující charakterizaci senzorů je nutné připravený detektor opatřit vhodnou architekturou elektrodových systémů. V dnešní době, kdy se stále zmenšují rozměry zařízení, je příprava zmíněných elektrod řešena litografickými postupy a tenkovrstvou technologií, která umožňuje rozlišení v řádu nanometrů. Připravované senzorové platformy procházejí širokou škálou charakterizačních metod od spektroskopie až po měření elektrických vlastnosti. Unikátní zázemí pro vývoj a výzkum zmíněných systémů, v němž působí skupina Nanocarbon, láká mladé vědce, kterým se zároveň předává know-how. Vzniká tak generace vyspělých badatelů posouvající hranice výzkumu v materiálových vědách.



Obr. 11 (zdroj: Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR)

Pevnolátkové senzory plynů – výzkum a jejich aplikace

Znečištění venkovního ovzduší je v 21. století velkým problémem, v současnosti žije přibližně 92 procent světové populace v regionech, kde je úroveň znečištění ovzduší vyšší než limity stanovené WHO (WHO, 2016). Kromě toho znečištění ovzduší vede také ke globální změně klimatu a k environmentálním problémům, jako jsou kyselé deště. Znečištění ovzduší se tradičně monitoruje měřením koncentrací různých znečišťujících látek, jako je oxid uhelnatý (CO), ozon (O_3), oxid dusičitý (NO_2), oxid siřičitý (SO_2) a pevné částice (PM), na pevně stanovených místech pomocí přesných, ale velice nákladných přístrojů, jako jsou například přístroje kombinující plynovou chromatografii s různými detektory (hmotnostní spektrometrie, iontová mobilita, fotoionizace, tepelná vodivost, infračervené spektrometry).

Monitorovací místa v EU jsou stanovena na základě směrnice EU o kvalitě ovzduší 2008/50/ES, která jasně definuje minimální počet stálých monitorovacích stanic pro každou cílovou znečišťující látku na základě úrovně znečištění ovzduší, počtu obyvatel a oblasti pokrytí. Taková místa jsou obvykle rozmístěna ve městech a jejich okolí a poskytují časové koncentrace (obvykle hodinové) různých znečišťujících látek. Pro splnění této podmínky je nezbytné z ekonomických důvodů vyvinout spolehlivé a levné detektory s nízkou spotřebou energie, jež mohou autonomně pracovat po delší dobu na různých stanovištích. V dlouhodobém výzkumu v rámci spolupráce s VŠCHT v Praze, který započal v roku 1999, se vědci z Fyzikálního ústavu AV ČR věnují výzkumu tenkovrstvých materiálů pro chemirezistorové senzory.

Chemirezistor je pasivní snímací prvek, který převádí vstupní chemickou veličinu (koncentraci detekovaného plynného analytu) na elektrickou výstupní veličinu Funkce chemirezistoru spočívá ve změně elektrického odporu/impedance polovodičové citlivé vrstvy, když se v okolní atmosféře objeví plyny s oxidačními nebo redukčními vlastnostmi. Tyto detekovatelné plyny buď odebírají elektrony z citlivé vrstvy, nebo je do ní uvolňují, čímž působí jako akceptory nebo donory a modulují elektrofyzikální vlastnosti citlivé vrstvy.

Přestože byly první funkční chemirezistory s oxidicky citlivými vrstvami zkonstruovány v šedesátých letech 20. století a od devadesátých let 20. století se vyrábějí ve velkých sériích, jejich výzkum a vývoj ještě zdaleka není ukončen. Zatímco chemické složení citlivých vrstev (oxid kovu, dopant, katalyzátor) je v současné době obvykle optimalizováno, rozmach nanotechnologií v posledních letech přináší nové výzvy, jak vylepšit chemirezistory vyladěním morfologie jejich citlivých vrstev. V literatuře se v poslední době objevují zprávy signalizující, že toto téma je stále aktuální. Hlavním předmětem předkládaného projektu je studium vlivu morfologie citlivé vrstvy a povahy detekovaného plynu na fungování chemirezistorů v nanoskopickém i makroskopickém měřítku.

Tenkovrstvé struktury pro senzory plynů

Ve spolupráci s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze a Univerzitou Karlovou probíhá výzkum nových typů vysoce citlivých senzorů plynů na bázi anorganických a organických materiálů. Výzkum odhaluje souvislosti mezi morfologií materiálu, chemismem jeho povrchových reakcí s plynnými analyty a senzorickou odezvou materiálu. Pro charakterizaci detekčního mechanismu se využívá in situ měření pomocí fotelektronové spektroskopie za vysokého tlaku, který do určité míry simuluje reálnou činnost senzoru. Touto metodou byly poprvé sledovány senzorické vlastnosti tenkých vrstev a nanostruktur SnO_2.

Vzhledem ke snaze o zvýšení selektivity se pozornost též věnuje hledání vhodných materiálů pro optickou detekci, kde dochází ke změně luminiscence vrstev TiO_2 dopované ionty vzácných zemin vlivem interakce materiálů s kyslíkem. Pro užití v tenkovrstvých senzorech byly použity také organické materiály jako například polymerizované iontové kapaliny nebo ftalocyaniny, které mají potenciál pro využití v oblastech chemických vodivostních senzorů či senzorových polí.

Vrstvy černých kovů ve strukturách pro chemické senzory

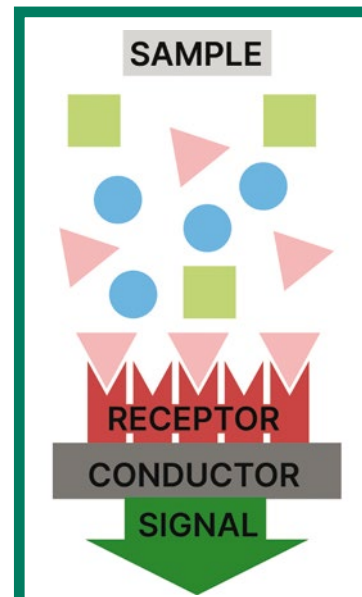
Ve spolupráci s VŠCHT probíhá výzkum nových typů senzorů plynů využívajících křemenné krystalové rezonátory (QCM) s citlivými vrstvami obsahujícími černé kovy dekorované organickými receptory (ftalocyaniny a porfyriny). Tyto senzory se mohou využívat pro detekci různých plynných analytů, zejména obsahujících v molekule dusík, a to včetně taggantů výbušnin.

Základní myšlenkou je využití černých kovů – neboť hodnoty jejich mechanických parametrů (střižného modulu pružnosti a akustické impedance) jsou blízké hodnotám pro křemen – v synergii s malým množstvím organických látek, jež plní roli receptorů specifických pro daný analyt. Tento přístup umožňuje snížit mez detekce a zvyšuje selektivitu křemenného krystalového rezonátoru při zachování vysoké hodnoty činitele. Pro přípravu vrstev černých kovů byla nově vyvinuta metodika využívající magnetronové naprašování, kde byly objasněny mechanismy jejich růstu.

Využití senzorů v projektu Smart City[6]

Pro využití tenkovrstvých materiálů pro funkční senzory byla ve spolupráci s VŠCHT a Teslou Blatná, a. s., vyvinuta nová senzorová platforma KBS4. Nový návrh senzorové platformy KBS4 je efektivnější oproti stávajícím řešením jak z pohledu rozměrů a geometrie, tak výkonových parametrů. Celkový příkon nové platformy je nižší a zároveň vyšší homogenita rozložení teploty na celé ploše substrátu zajistí lepší odezvu aktivní vrstvy na detekované plyny.

Ve spolupráci byl vyvinut environmentální modul E728, který je určen k měření podmínek prostředí v městské oblasti. Zařízení se skládá z deseti nezávislých senzorů, jež měří kvalitu vzduchu, teplotu, vlhkost, tlak, světlo, hluk a prachové částice. Tento modul byl umístěn na křižovatce v Písku v blízkosti již stávajícího Českého hydrometeorologického ústavu. V současné době se snažíme pracovat na využití AI pro zlepšení selektivity senzorových polí.



Obr. 12 Schéma principu chemického senzoru (zdroj: FZU AV ČR)

[6] Novotný, M., Lančok, J., More-Chevalier, J., Fitl, P., Vrňata, M., Vlček, J., Moravec, V. Bodnár, M., Sensor substrate for detecting gaseous substances, CZ Patent no: 308343.

Digitalizace a práce s nastupující generací vědců

Dalším z logických vyústění hluboké spolupráce mezi akademickým a průmyslovým sektorem bylo vytvoření unikátní platformy, která umožňuje subjektům ze soukromého i akademického světa pracovat s mladými talentovanými lidmi. Tato iniciativa zároveň vysokoškolským studentům poskytuje příležitost získat relevantní praxi a zkušenosti v jejich oboru, čímž napomáhá lepší přípravě na jejich budoucí kariéru. Výsledkem této snahy bylo v roce 2021 založení Rozvojového centra Radius (www.centrumradius.cz), které se od svého vzniku stalo významným hráčem na poli propojení vědy a byznysu s důrazem na personální stránku této spolupráce.

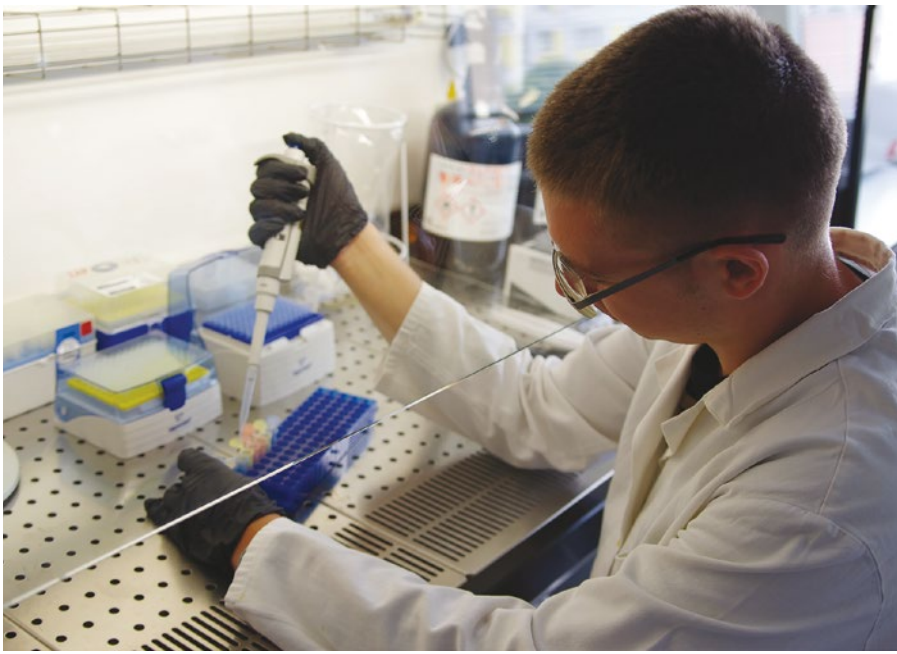
Hlavním posláním Rozvojového centra Radius je efektivně propojit svět akademického výzkumu a soukromého sektoru s mladými talenty, kteří hledají příležitosti k profesnímu růstu. Centrum nabízí mladým lidem jedinečnou možnost získat praxi nejen ve vědeckém prostředí, ale také v soukromých společnostech, což jim umožňuje spojit teoretické znalosti s praktickými dovednostmi. Prostřednictvím stáží se studenti zapojují do reálných projektů, kde se aktivně podílí a učí se dovednosti, které se ukazují jako klíčové pro jejich další profesní dráhu. Rozvojové centrum Radius se tak

Obr. 13 (zdroj: FZU AV ČR)

stává místem, kde se mladí nadšenci setkávají s výzvami a inovacemi a kde mohou rozvíjet své schopnosti v bezpečném a inspirativním prostředí.

Zaměstnavatelům pak centrum přináší výraznou přidanou hodnotu v podobě možnosti spolupráce s mladými, perspektivními talenty, které se během stáží představí ve své nejlepší formě. To představuje řešení dlouhodobého problému s nedostatkem kvalifikovaných pracovníků. Společnosti tak mají šanci najít potenciální budoucí zaměstnance přímo mezi studenty středních a vysokých škol. Pro vědecké organizace je Rozvojové centrum Radius zárukou kontinuity výzkumu a vývoje. Často se stává, že někteří stážisté navazují na svou praxi doktorským studiem, během kterého spolupracují s odborníky a špičkovými vědci z Akademie věd ČR, což dále posiluje jejich odborný růst a přispívá k rozvoji vědecké komunity.

„Od studentů jsme často slýchali, že jim chybí praktické zkušenosti, které by podpořily jejich teoretické znalosti nabyté ve škole. Akademické instituce zase disponují špičkovými odborníky s mnohaletými zkušenostmi, které mohou být neocenitelné pro další generace. Díky našim dlouholetým vazbám a spolupráci s předními společnostmi z průmyslového sektoru jsme mohli vytvořit platformu, která kombinuje akademické a průmyslové stáže s dalším odborným vzděláváním," říká Alexandr



Obr. 14 (zdroj: FZU AV ČR)

Dejneka, hlavní koordinátor Rozvojového centra Radius a vedoucí Sekce optiky Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR.

Jedním z unikátních aspektů tohoto centra je, že studenti mohou absolvovat stáže v různých oborech a institucích. Tato příležitost jim dává možnost získat ucelený pohled na jejich obor a rozvíjet škálu dovedností, jež jsou cenné na jejich profesní cestě. Takový přístup obohacuje nejen jednotlivce, ale i komunitu kolem Rozvojového centra Radius, která se díky těmto interakcím stává živým prostředím plným inspirace a podpory, kde studenti, akademici i odborníci z praxe nacházejí příležitosti pro další růst.

V rámci této progresivní platformy nejsou studenti omezováni na jeden konkrétní obor. Mají příležitost prozkoumávat široké spektrum témat spojených s digitalizací, moderními technologiemi, umělou inteligencí a senzorikou, a to nejen z pohledu vědeckého výzkumu, ale také průmyslových aplikací. Tento přístup vytváří neopakovatelnou příležitost, kdy se mladí lidé nejen učí novým dovednostem, ale současně se seznamují s inovacemi, jež budou formovat budoucnost v jejich oborech.

Rozvojové centrum Radius se tak stává nejen centrem praxe, ale také školicím centrem pro nové generace odborníků, připravených čelit výzvám digitální doby. Spolupráce mezi soukromým sektorem, akademickou sférou a studenty se stává mostem, který spojuje teorii s praxí a umožňuje mladým talentům nejen pozorovat, ale také aktivně formovat trendy, jež budou utvářet budoucnost digitální a technologické éry.

Autoři

Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D., je současně vedoucím Sekce optiky a Oddělení optických a biofyzikálních systémů Fyzikálního ústavu AV ČR, v. v. i. Mimo jiné se zabývá rozvojem nových fyzikálních metod pro použití v průmyslu, biofyzice a medicíně. Je hlavním řešitelem a předsedou Rady Národního centra kompetencí MATCA, jehož cílem je vybudovat robustní most mezi vědou a průmyslem, a to včetně popularizace vědy a vzdělávání studentů i odborné veřejnosti.

Mgr. Dušan Kučera, Ph.D., MBA, pochází z Moravy, kde se vyučil obor provozní elektromontér. Nicméně po profesní maturitě dostal možnost studovat filozofii a teologii na UK v Praze, v Německu a v USA. Několik let pracoval jako duchovní, ale později přestoupil do manažerských pozic mezinárodních společnostech. Nejprve působil jako ředitel ve znaleckém ústavu IBS expert. Deset let byl manažerem ve Škoda Auto, několik let ředitelem v neziskové organizaci PasserinvestGroup a nakonec přestoupil do akademické sféry jako lektor exekutivního vzdělávání na VŠP v Ostravě. Ve spolupráci s koncernem VW absolvoval mezinárodní MBA program. Doktorský program Ph.D. absolvoval 2015 na Podnikohospodářské fakultě VŠE v Praze. Tam také dnes přednáší o osobnosti manažera, lídra, manažerskou zodpovědnost a podnikatelskou etiku v mezinárodních magisterských programech a MBA programu. Vede rovněž manažerské semináře ve vybraných společnostech doma i v zahraničí na téma Spiritualita managementu. Je předsedou etické komise Fyzikálního ústavu AV ČR.

RNDr. Hana Lísalová, Ph.D., je zkušená vědkyně, řešitelka výzkumných projektů a vedoucí Laboratoře funkčních biorozhraní ve Fyzikálním ústavu AV ČR, v. v. i., s titulem z biofyziky, chemie a makromolekulární fyziky. Má více než patnáctiletou zkušenost z výzkumu v České republice a ve Spojených státech amerických v oblastech biorozhraní, biomateriálů a biosenzorů. S h-indexem 24 (WOS) je autorkou více než 45 světově uznávaných publikací, 3 kapitol v knihách, 6 patentů a působí jako odborná poradkyně vládních orgánů. K tomu je i matkou tří dětí.

Mgr. Klára Horová se po studiu žurnalistiky a mediálních studií na Fakultě sociálních věd Univerzity Karlovy začala věnovat oblasti public relations. Nejprve působila ve velkých pražských agenturách, později, během mateřské dovolené, v neziskové organizaci Eduzměna, která se zabývá reformou vzdělávacího systému v Česku. Komunikaci vědy a propojování s průmyslovou oblastí se věnuje od roku 2022, kdy vede komunikaci Sekce optiky ve Fyzikálním ústavu AV ČR, v. v. i.

Ing. Ondřej Kurkin, Ph.D., se po dokončení doktorského studia věnoval zavádění digitalizačních nástrojů a principů LEAN ve společnosti Česká zbrojovka, a. s. Následně

působil ve vrcholovém managementu v mezinárodní automotive společnosti, kde zodpovídal za racionalizaci, optimalizaci procesů, LEAN, PI a zavádění nových projektů. Od roku 2019 je jednatelem technologické společnosti CARDAM, s. r. o., která se zaměřuje na výzkum a vývoj v oblasti aditivních technologií, pokročilých matematických simulací a výpočtů a digitalizace. Je odborníkem na digitální strategii, matematické simulace, topologickou optimalizaci, digitální simulace.

doc. RNDr. Ing. Martin Kalbáč, Ph.D., DSc., vystudoval anorganickou chemii na Univerzitě Karlově v Praze (1998), kde také v roce 2002 získal doktorát a habilitoval se v oboru anorganická chemie (2019). Od roku 2001 pracuje v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského Akademie věd ČR. V současné době je zástupcem ředitele ústavu a vedoucím oddělení nízkorozměrových systémů. Zabývá se výzkumem uhlíkových nanotrubiček, 2D materiálů, Ramanovou spektroskopií a spektroelektrochemií, izotopovým inženýrstvím uhlíkových nanostruktur a senzorikou.

Ing. Ján Lančok, Ph.D., je od roku 2009 vedoucím oddělení Analýzy funkčních materiálů Fyzikálního ústavu AV ČR, v. v. i. Věnuje se rozvoji plazmatických metod příprav tenkých vrstev a nanomateriálů a jejich charakterizací pomocí široké škály technik. Mimo jiné se zabývá přípravou materiálů pro chemické senzory plynů v rámci pětadvacetileté spolupráce s VŠCHT v Praze. Byl hlavním řešitelem několika významných národních projektů včetně velkých výzkumných infrastruktur. Věnuje se také přenosu výsledků aplikovaného výzkumu do praxe. Je spoluautorem více než 180 publikací a 5 patentů.

Poděkování

Vznik a vydání brožury podpořila Akademie věd ČR ve výzkumném programu Strategie AV21 Průlomové technologie budoucnosti – senzorika, digitalizace, umělá inteligence a kvantové technologie.

Nová strategie Akademie věd České republiky

motto: „Špičkový výzkum ve veřejném zájmu“

Program Průlomové technologie budoucnosti – senzorika, digitalizace, umělá inteligence a kvantové technologie

Často slýcháme nářky, jak jsou dnešní svět i společnost přetechnizované, ale každý vědec, inženýr či konstruktér dobře ví, že jsou naopak zoufale nedotechnizované. Nelze si nepovšimnout, s jakou samozřejmostí a šikovností dnešní mladá generace využívá informační zdroje, technologie, mobilní elektroniku, aj. Navíc, vysoce konkurenční prostředí globalizace staví před západní civilizaci velkou výzvu v podobě udržitelnosti naší úrovně blahobytu spojené s vysokými náklady na pracovní sílu. Tak jako mechanizace přinesla nevídaný nárůst produktivity práce, od současné nastupující digitalizace lze očekávat totéž. Digitalizace a robotizace nabízí vyšší kvalitu spolupráce mezi člověkem a strojem a umožní lidem soustředit se na práci s vyšší přidanou hodnotou.

Celý datový ekosystém začíná zdroji dat v podobě senzorů, měřicích, zobrazovacích a analytických systémů, zahrnuje řadu úrovní zpracování dat a komunikačních prostředků a spíše nekončí jejich vyhodnocením. Vzhledem k rozsahu datových souborů se na všech úrovních práce s daty nelze obejít bez nástrojů umělé inteligence, kterou se v kontextu dnešní doby rozumí především strojové a hluboké učení. Kvantové technologie pak představují skutečně pootevřené dveře do budoucnosti techniky s potenciálem přinést další zásadní paradigmatickou změnu. Senzory využívající kvantové efekty významně zpřesní měření, kvantová kryptografie a komunikace přenesou zpracování dat na kvalitativně vyšší úroveň a dopady kvantového počítání na matematiku, informatiku a prakticky všechny aspekty vědy i společnosti snad ani nelze přecenit. Přitom nelze pominout, že jak autonomní systémy umělé inteligence, tak i ostatní digitální a kvantové technologie musí, stejně jako lidé, fungovat v právních a etických rámcích.

Program využívá synergie, jejichž společným jmenovatelem je digitalizace a umělá inteligence. Propojuje ty, pro které jsou tyto technologie předmětem výzkumu, s těmi, jimž slouží, jako nástroj. Zahrnuje „technology assessment“, studium právních otázek a šíření znalostí směrem k laické veřejnosti a aplikační sféře, k čemuž poslouží existující zapojení do řady platforem: Centrum Karla Čapka pro studium hodnot ve vědě a technice, iniciativy prg.ai, brno.ai, Český optický klastr, Expertní skupina Evropské komise na odpovědnost a nové technologie, EU-MATHS-IN apod. Program přispěje k prohloubení stávajících partnerství a otevře nové příležitosti interdisciplinárně orientovaného výzkumu v nových projektech spolupráce.

Koordinátor
prof. Ing. Josef Lazar, Dr.

Koordinační pracoviště
Ústav přístrojové techniky AV ČR, v. v. i.
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Roky řešení:
2022–2026

Partnerská pracoviště

- Ústav termomechaniky AV ČR
- Ústav teorie informace a automatizace AV ČR
- Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR
- Ústav státu a práva AV ČR
- Ústav makromolekulární chemie AV ČR
- Ústav informatiky AV ČR
- Ústav fyziky materiálů AV ČR
- Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR
- Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR
- Ústav anorganické chemie AV ČR
- Matematický ústav AV ČR
- Fyziologický ústav AV ČR
- Filosofický ústav AV ČR
- Biologické centrum AV ČR
- Archeologický ústav AV ČR, Brno
- Ústav experimentální botaniky AV ČR
- Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR

Pod pojmem digitalizace rozumíme celou řadu kategorií. Od digitalizace ve smyslu elektronizace dat, například ve státní správě, až po digitalizaci podniků ve smyslu automatizace procesů, neustálého sběru dat a jejich vyhodnocování. S tím se pojí i velký rozmach senzoriky – senzory schopné zaznamenávat v reálném čase stav v daném místě jsou nezbytné k zavádění digitalizace v průmyslu i v každodenním životě.

A právě digitalizací v této podobě se zabývají autoři předkládané publikace. Ukazují, jak vědci z Akademie věd České republiky přispívají ke zvýšení úrovně digitalizace v českých průmyslových podnicích, jak díky ní dokážou pomoci inovovat produkty, jak umožňují firmám, aby přicházely s vlastními výrobky a dostávaly se na vyšší úroveň dodavatelského řetězce. Tím vším posouvají celou českou ekonomiku směrem k ekonomice s vyšší přidanou hodnotou.

Akademie věd České republiky

STRATEGIE AV21

Edice Strategie AV21 | Průlomové technologie budoucnosti

Alexandr Dejneka, Klára Horová, Martin Kalbáč, Dušan Kučera, Ondřej Kurkin, Ján Lančok, Hana Lísalová | **Akademie věd ČR a cesta k digitalizaci českých firem**

Vydalo Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., pro Kancelář Akademie věd ČR, Národní 3, 117 20 Praha 1. Grafická úprava Robin Brichta. Fotografie na obálce CARDAM, s. r. o., a ÚPT AV ČR. Odpovědná redaktorka Dana Packová. Technická redaktorka Jolana Petrlíková. Obrazová redaktorka Lucie Veselá.
Vydání 1., 2024. Ediční číslo 13070. Sazba a tisk SERIFA®, s. r. o., Jinonická 80, 158 00 Praha 5.

ISBN 978-80-200-3576-9
http://av21.avcr.cz

ISBN 978-80-200-3576-9