

STAVEBNÍ PARTNER

E-Magazín 2/2020



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



NÁRODNÍ DŘEVAŘSKÝ KLASTR, z.s.

Otakara Jeremiáše 6235/38

708 00 Ostrava-Poruba

tel.: +420 558 272 430

e-mail: info@wood-cluster.cz

www.wood-cluster.cz

**VÝZKUM · VÝVOJ · INOVACE · ODBORNÉ VZDĚLÁVÁNÍ · STÁŽE · KONFERENCE
VÝSTAVY · SEMINÁŘE · MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE**

Výzkumné inovační centrum

- dlouhodobé zkoumání a monitorování objektu
- unikátní učební pomůcka postavená v měřítku 1:1
- organizace workshopů

Vývojové a odborné centrum

- vývojové a vzdělávací aktivity
- transfer znalostí z výzkumu do praxe
- motivace žáků ke studiu dřevozpracujících a stavebních oborů

Střediska praxe klastru

- rozvoj odborné kvalifikace a zručnosti žáků
- práce žáků s novými technologiemi
- zvýšení zájmu žáků o praktické vyučování

Školící středisko

- další vzdělávání pracovníků ve školství
- semináře pro odbornou veřejnost
- vzdělávání široké veřejnosti

Mezinárodní spolupráce

- spolupráce s výzkumnou organizací Fraunhofer IWU
- mezinárodní klastrové sítě
- exportní strategie pro nové tržní destinace

Marketing a propagace

- publikační činnost
- akce pro veřejnost
- veletrhy, výstavy, konference



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost

VZNIK KLASTRU A JEHO ČINNOST

Národní dřevařský klastř, z.s. (dříve Moravskoslezský dřevařský klastř, o.s.) vznikl jako jedna z prvních klastrových iniciativ v České republice na základě výsledku projektu – vyhledávací studie, jehož garantem a nositelem bylo Sdružení pro rozvoj Moravskoslezského kraje. Při mapování klastrového potenciálu regionu se po důkladné analýze ukázal dřevozpracující průmysl jako jeden z klíčových faktorů konkurenceschopnosti Moravskoslezského regionu.

Členskou základnu tvoří soukromé podniky, zástupci středních a vysokých škol a další instituce, jejichž společným jmenovatelem je podnikání a činnost úzce spojená s dřevozpracujícím průmyslem, stavebnictvím a příbuznými nebo navazujícími obory. Společně pak tyto členové pokrývají celý hodnotový řetězec dřevozpracujícího průmyslu od pěstování dřevní hmoty a její těžbu, přes následné zpracování a výrobu produktů s vysokou přidanou hodnotou až po služby z oblasti podpory, rozvoje spolupráce a vzdělávání.

Členové aktivně spolupracují na realizaci společných projektů v oblastech výzkumu, vývoje, inovací, vzdělávání a propagace. Hlavním cílem je inovovat a dále rozvíjet dřevařský klastř o aktivity, které zlepšují podmínky pro podnikání v dřevozpracujícím průmyslu a posilují vazby mezi výzkumem, vysokými školami a podnikatelskou sférou.

CÍLE

Vytvořit a rozvíjet funkční uskupení dřevařských firem, jejich subdodavatelů a poskytovatelů služeb, které bude působit na zlepšení podmínek pro podnikání v dřevozpracujícím a stavebním průmyslu a posilovat vazby mezi výzkumem, vysokými školami a podnikatelskou sférou. Stát se jedním z vůdčích subjektů smysluplné spolupráce při rozvoji stavebnictví v ČR a prosazovat dřevo jako ekologický materiál ve stavebnictví.

VIZE

- podporovat expanzi stávajících členů klastřu, jejich podnikání a získávání dotací
- podílet se na výzkumu a rozvoji inovací v oblasti dřevěných materiálů, konstrukcí a dřevostaveb
- analyzovat nové trendy, výrobní procesy a podporovat inovace a nové technologie
- podporovat rozvoj lidských zdrojů, zvyšování kvalifikace
- popularizaci dřevozpracujících a stavebních studijních oborů
- posilovat mezinárodní spolupráci, hledání nových příležitostí a partnerů pro mezinárodní expanzi

Vážení čtenáři,

dostává se Vám do rukou další číslo našeho e-magazínu, kde se v rámci svého úvodního slova budu věnovat tématu – faktory omezující růst klastrové organizace. Další část e-magazínu je věnována mezinárodnímu výzkumnému projektu IQZeProd – Kontrolní systém pro nulovou chybovost výroby, jehož realizace bude ukončena k 30.12.2020.

FAKTORY OMEZUJÍCÍ RŮST KLASTROVÉ ORGANIZACE

Byl podzim roku 2005, kdy proběhla ustavující valná hromada nově vzniklého občanského sdružení Moravskoslezský dřevařský klastr. Na této ustavující schůzi byl do funkce výkonného manažera jmenován teprve 26 - letý mladík, Jan Poledník. Moravskoslezský dřevařský klastr, o.s. byl v pořadí druhým klastrem v České republice, který vznikl. Mezi členy klastru patřily a patří významné těžbařské a dřevozpracující společnosti zejména z Moravskoslezského kraje. Při ustavující členské schůzi, po provedení nezbytných procesních úkonů, bylo předáno slovo nově zvolenému výkonnému manažerovi, který měl představit svou vizi rozvoje organizace. Ano, tím hochem, nově zvoleným výkonným manažerem, jsem byl já. Tehdy jsem se zmohl pouze na několik holých vět k rozvoji klastrové organizace, neměl jsem s tímto typem organizace žádné zkušenosti a sám jsem v té době nedokázal pochopit a rozumně vysvětlit výhody, proč by se někdo měl stát členem klastrové organizace. Pojem klastr znal málo kdo, ale byli mezi námi různí vizionáři, na které jsem měl to štěstí, že jsem se s nimi potkal a společně jsme nadefinovali poslání MSDK – přispět k navýšení procenta dřevostaveb v rámci celkového objemu novostaveb v ČR.

Mezi první osobu, se kterou jsem měl možnost se v průběhu roku 2005 seznámit a osobně setkat, a která dokázala poutavě o klastrech povídat, patří PaedDr. Pavla Břusková, která v té době zastávala funkci zástupce ředitele Sdružení pro rozvoj MS kraje. Právě Sdružení pro rozvoj MS kraje bylo nositelem projektu zahrnujícího zmapování nových oblastí dalšího rozvoje MS kraje. Tato vzrůstem malá, ale vysoce výkonná a energická dáma intenzivně vyhledávala a oslovovala potenciální členy budoucího dřevařského klastru a s půvabem a osobitým šarmem je dokázala nadchnout pro myšlenku založení a rozvoje nové organizace, která by mohla být podpůrným prvkem v rozvoji celého dřevozpracujícího sektoru. Díky paní doktorce Břuskové v kraji vznikaly v průběhu let 2006-2014 nové a nové klastrové projekty, kdy převážná většina z nich existuje až do dnešních dnů.

V roce 2008 mě oslovil tehdejší mluvčí společnosti Dalkia Česká republika, a.s. (dnešní VEOLIA Energie ČR, a.s.), pan Milan Wagner s myšlenkou založení další klastrové organizace, která by působila v odvětví energetiky. Díky jeho vizi a v neposlední řadě kontaktům v energetickém sektoru, se nám brzy podařilo vytvořit skupinu firem v čele se společností Dalkia ČR a založit na podzim roku 2008 Moravskoslezský energetický klastr, o.s. (dnešní NÁRODNÍ ENERGETICKÝ KLASTR, z.s.)

Při svém založení musel klastr splňovat pouze tyto požadavky – mít za členy minimálně 15 společností, z toho 60% společností muselo patřit mezi malý a střední podnik a dále musel mít mezi členy, nebo minimálně jako partnera výzkumnou organizaci (vysokou školu). Žádné další omezující faktory nebyly tehdy definovány a vzhledem k malým zkušenostem všech s klastrovou organizací ani být známy nemohly. Jak šel čas dále, začaly se různé nedostatky a omezení na jedné straně a výhody a další možnosti rozvoje na druhé straně zviditelňovat a nastavovat omezení růstu a rozvoje klastrové organizace.

První omezení – manažer klastru

Znakem úspěšného klastru se stal jeho manažer. Klastrová organizace je v podstatě odrazem osobnosti klastrového manažera. Ten musel mít podporu členské základny a dále podporu vedení (výkonné rady, dozorčí rady a samozřejmě osoby nejvyšší – prezidenta klastru). Manažer klastru musí být také dobrý obchodník, komunikátor, stratég a vizionář. V průběhu let sílily různé tlaky na vytvoření systému vzdělávání podporující vznik nových a rozvoj stávajících klastrových manažerů. Ne vždy se ovšem tyto snahy setkávaly na straně klastrových manažerů s pochopením a častokrát došlo k tomu, že se klastroví manažeři odmítli do tohoto vzdělávacího systému zapojit. Dalším významným požadavkem na manažera klastru byla schopnost sehnat pro organizaci peníze.

Druhé omezení – peníze

Ačkoliv bylo a stále je pro klastry dostatek dotačních výzev, dotace jsou většinou vypláceny ex post, tzn. zpětně, a proto je nutné mít prostředky na předfinancování nákladů na realizaci projektu. Právě schopnost nalézt finanční zdroje na předfinancování jsou druhým, neméně významným faktorem omezujícím růst organizace. Zdroje financí mohou být různé – některé klastrové organizace se snaží financovat svůj provoz a své aktivity – projekty z vlastních zdrojů jako např. členské příspěvky, vlastní činnost apod., jiné hledají zdroje na trhu – např. půjčka od jednotlivých členů klastru, nebo půjčka od bankovní instituce. Z vlastní zkušenosti vím, že financovat projekty pouze z členských příspěvků bude znamenat pouze „živoření“ klastrové organizace. V průběhu let jsem měl možnost diskutovat problematiku klastrů a jejich financování s celou řadou bank. Nikdy se mi nepodařilo uspět u velké trojky, ale až u menších a dravějších bank, které byly ochotny s námi sdílet naši vizi a hledat řešení, jak zahájit a dále rozvíjet spolupráci. Jak šel čas a postupně se měnili také dotační zdroje a procentuální výše dotace, bylo potřeba uvažovat nad dalšími možnostmi financování klastru. Z dnešního pohledu spatřuji východisko v kombinaci bankovního úvěru, finančních příspěvků jednotlivých partnerů zapojených do projektu a vlastních zdrojů klastrové organizace. Při správném řízení cashflow a míry rizika jsou možnosti financování klastrové organizace takřka neomezené.

Třetí omezení – vysoká míra závislosti na dotacích

Již při vzniku klastru se hovořilo o tom, že dotace jsou určeny převážně na založení a rozvoj organizace, tzn. nastartování klastru a usnadnění jeho vstupu do tržního prostředí. Za dobu své existence si dokázala spousta klastrů vybudovat službu nebo produkt, který úspěšně dále prodává a takto si zajišťuje vlastní zdroje. Ve většině případů se ale nejedná o enormní zdroje, ale pouze o doplněk k hlavnímu zdroji příjmu, kterým je stále dotace. Očekávám, že jakmile dotace skončí, skončí také klastry a obdobné organizace, které jsou extrémně silně navázané na dotace. Členové však mohou využít úžasného sociálního kapitálu klastrové organizace i k jiným prospěšným činnostem než dotačním projektům, které jim tak budou pomáhat při rozvoji jejich konkurenceschopnosti na bázi spolupráce v klastru.

Čtvrté omezení – regionální působnost

Ve svých začátcích byl klastr pojat (v souladu s definicí klastru od prof. Michaela Portera, Harvard Business School) jako přirozené seskupení oborových subjektů operujících v rámci regionu. Velikost tohoto regionu či lokality byla v americkém duchu určena max. tří hodinovou vzdáleností autem mezi jednotlivými firmami. Postupem času, kdy pozice jednotlivých klastrových organizací začala sílit a klastr se snažil získávat další členy, bylo nutné měřítko regionálního omezení přehodnotit. Z dnešního pohledu chápeme pojem regionu mnohem širěji, např. ČR, východní Evropa, západní Evropa, Evropa, ... Regionální působnost se tak v případě dřevařského a energetického klastru rozšířila na národní úroveň a svou činností tyto klastry dnes vytvářejí konkurenční výhodu nejen Moravskoslezského kraje, ale celé České republiky. Jako jeden z mála klastrů se můžeme chlubit také zahraničními členy. V našem případě je to mezinárodní výzkumná organizace Fraunhofer Institut.

V osobě klastrového manažera a ve finančních zdrojích (ať už z pohledu externích zdrojů financování, tak z pohledu dotací) spatřuji zásadní omezení ale i příležitost pro růst klastrové organizace. Pokud klastrový manažer nedokáže ustát tlaky ze stran jednotlivých členů a nepřiměje je ke spolupráci za účelem realizace společných projektových záměrů a pokud zároveň není schopen sehnat externí zdroje financování, je pravděpodobné, že organizace bude pouze živořit, či brzy zanikne. Nebo v ČR vznikne komplexní systém vzdělávání a rozvoje managementu klastrů pro ještě lepší zúročení všech přínosů klastrové spolupráce? Byl bych rád, kdyby mé „letité“ poznatky a zkušenosti mohly být impulsem k takovému kroku.

Ing. Jan Poledník
výkonný manažer klastru



prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra pozemního stavitelství

tel.: +420 597 321 306
e-mail: darja.kubeckova@vsb.cz



doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí

tel.: + 420 597 321 302
e-mail: antonin.lokaj@vsb.cz



doc. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra stavební mechaniky

tel.: + 420 597 321 321
e-mail: jiri.brozovsky@vsb.cz



doc. Dr. Ing. Pavel Král
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav nauky o dřevě

tel.: + 420 545 134 160
e-mail: kral@mendelu.cz



doc. Dr. Ing. Zdeňka Havířová
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav dřevařských technologií

tel.: +420 545 134 086
e-mail: havirova@mendelu.cz



Ing. Pavla Kotásková, Ph.D.
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny

tel.: +420 545 134 010
e-mail: pavla.kotaskova@mendelu.cz



Ing. Kristýna Vavrušová, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí

tel.: +420 596 991 375
e-mail: kristyna.vavrusova@vsb.cz



Ing. Jiří Labudek, Ph.D.
Akademický pracovník

VŠB-TU Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

tel.: +420 597 321 975
e-mail: jiri.labudek@vsb.cz



Ing. Miroslav Vacula
Vedoucí vývoje

CIDEM Hranice, a.s.,
divize CETRIS

tel.: +420 581 676 393
e-mail: vacula@cetris.cz



Ing. Jitka Čechová
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav základního zpracování dřeva

tel.: +420 545 134 162
e-mail: cech@mendelu.cz



Ing. et Ing. Jan Klepárník, Ph.D.
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav techniky

tel.: +420 545 134 155
e-mail: jan.kleparnik@mendelu.cz



Ing. Pavla Mocová Ph.D.
Akademický pracovník

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav dřevařských technologií

tel.: +420 545 134 013
e-mail: pavla.mocova@mendelu.cz

STAVEBNÍ PARTNER

číslo 2, rok 2020

článek č. 1

Alexander PIEER , Petr BILÍK2, Jan ŽIDEK2

IQZeProd - INLINE QUALITY CONTROL FOR ZERO-ERROR-PRODUCTS

METODY IN-LINE KONTROLY KVALITY VEDOUcí K PRODUKCI S NULOVÝM VÝSKYTEM VAD

1. ANOTACE A CÍL PROJEKTU

Kontrola kvality ve výrobě se obvykle provádí na konci výrobního řetězce. V tomto okamžiku již byly do komponent investovány značné náklady a energie během předchozích výrobních kroků. Podle nejnovějšího stavu techniky nelze realizovat významný potenciál produktivity a kvality kvůli pozdnímu nebo nespolehlivému odhalení vad.

Aby byl výrobní proces robustnější a udržitelnější, projekt IQZeProd vyvine a implementuje nová řešení in-line monitorování pro realizaci strategie nulových vad v oblasti průmyslové výroby. Díky tomu se v odvětví průmyslové výroby povzbudí větší důvěra v in-line monitorovací systémy, a to motivuje více společností, aby tuto technologii využívaly, včetně společností v automobilovém, leteckém, elektronickém a spotřebitelském průmyslu.

Aby bylo dosaženo cíle – produkce s nulovým počtem vad, budou účastníci projektu sledovat holistický přístup. Ústřední myšlenkou je detekovat strukturální a povrchové poruchy nebo defekty během probíhajícího výrobního procesu prostřednictvím aplikace metod umělé inteligence a fúze dat z více senzorů. Dosud se některé výzkumné ústavy jednotlivě pokoušely vylepšit specifické technologie senzorů nebo zavést do procesu nové senzory. Tento projekt se bude snažit systematictěji řešit výrobu s nulovým počtem vad zavedením škálovatelného přístupu pro monitorování produkce z více senzorů, který lze použít u většiny výrobních technologií. Cílem je zaručit bezchybný konečný produkt na konci výrobního řetězce detekcí jakéhokoli selhání nebo nesouladu výrobních parametrů co nejdříve.

Alexander Pierer

Fraunhofer Institute of Machine Tools and Forming Technology (FhG IWU),

Reichenhainer Straße 88, 09126, Chemnitz, Germany,

tel.: (+49) 371 5397 1203, **e-mail:** Alexander.pierer@iwu.fraunhofer.de

doc. Ing. Petr Bilík, Ph.D.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky (FEI VŠB-TUO), 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic,

tel.: (+420) 597 325 955, **e-mail:** petr.bilik@vsb.cz

doc. Ing. Jan Židek, CSc.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky (FEI VŠB-TUO), 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic,

tel.: (+420) 597 325 959, **e-mail:** jan.zidek@vsb.cz

V souladu s tím budou vytvořeny technologické případové studie ve čtyřech důležitých výrobních procesech - tváření plechů automobilových dílů, zpracování dřeva, aditivní výroba (3D tisk), opatřování pevných 3D dílů povrchovým povlakem. Cílem těchto technologických případových studií bude obecný návod k určení možných monitorovacích řešení na úrovni výrobního procesu. Sledování výrobního procesu je však považováno pouze za první krok k účinnému snížení míry vad a neshodné produkce. To znamená, že poruchy nestačí jen identifikovat během výroby, ale je potřeba jim předcházet aplikací prediktivních metod. Složení projektového konsorcia je založeno na různých klíčových kompetencích partnerů. Partneři výzkumu a vývoje se vyznačují širokými znalostmi a zkušenostmi v následujících oblastech:

- IWU: zpracování obrazu, strojové učení a tváření plechů
- BIMAQ: nepřímé optické senzory (laser, aplikace rozptýleného světla)
- VŠB-TUO: paralelní výpočet, algoritmy fúze dat ze senzorů, analýza velkých dat
- CRM: 3D tisk, povrchová úprava, 3D metrologie, termografie.

Díky mezinárodnímu složení projektových týmů lze získané znalosti a zkušenosti lépe šířit do malých a středních podniků přes hranice, aby se posílila spolupráce mezi partnerskými univerzitami a výzkumnými institucemi. Dále bude posílena schopnost konkurovat třetím zemím a zejména zemím s nízkými mzdovými náklady.

2. ADMINISTRATIVNÍ DATA PROJEKTU

2.1 Doba řešení projektu v České republice

Zahájení řešení projektu: 01.04.2019

Ukončení řešení projektu: 31.12.2020

2.2 Koordinátor a partneři projektu

2.2.1 Koordinační asociace v Německu:

Deutsche Forschungsvereinigung für Meß-, Regelungs- und Systemtechnik e.V. (DFMRS)

Adresa: Linzer Str. 13, 28359 Bremen, Německo

Web: www.dfmrs.de

2.2.2 Koordinační asociace v České republice:

Národní dřevařský klastr (NDK)

Adresa: Otakara Jeremiáše 6235/38, 708 00 Ostrava-Poruba, Czech Republic

Tel.: +420(558) 2724-30

Web: www.wood-cluster.cz

2.2.3 Výzkumný partner:

Centre for Research in Metallurgy (CRM)

Adresa: Avenue du Bois Saint Jean 21, B-4000 Liege, Wallonia, Belgium

Tel.: +32 4 254 63 00

Fax: +32 4 254 64 64

Web: www.crmgroup.be

2.2.4 Výzkumný partner:

Fraunhofer Institute of Machine Tools and Forming Technology (FhG IWU)

Adresa: Reichenhainer Straße 88, 09126, Chemnitz, Germany

Tel.: +49(371) 5397-0

Fax: +49(371) 5397-1404

Web: www.iwu.fraunhofer.de

2.2.5 Výzkumný partner:

University of Bremen, Bremen Institute for Metrology, Automation and Quality Science (BIMAQ)

Adresa: Linzer Straße 13, 28359 Bremen, Germany

Tel.: +49 421 218 64600

Fax: +49 421 218 64670

Web: www.bimaq.de

2.2.6 Výzkumný partner:

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky (FEI VŠB-TUO)

Adresa: 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic

Tel.: +420(597) 325 0

Web: www.fei.vsb.de

3. POPIS PROJEKTU – EKONOMICKÁ RELEVANCE PRO MALÉ A STŘEDNÍ PODNIKY

3.1 Cílový segment trhu

Výroční zpráva o evropských malých a středních podnicích (MSP) zveřejněná Evropskou komisí ukazuje, že malé a střední podniky významně přispívají k hospodářské síle zemí EU28. V roce 2014 bylo 99% všech podniků v kategorii MSP. Tyto firmy nabízely 2/3 pracovních míst a vytvořily 58% přidané hodnoty [1]. Průmyslová výroba je jedním z pěti největších odvětví v Evropě [2]. Ve výrobním inženýrství je obecně nutné snižování nákladů, aby byla zachována konkurenceschopnost. Navíc v hromadné výrobě zboží (např. tvarované automobilové díly, 3D obráběné díly) neustále roste poptávka po 100% kontrole kvality a výrobě s nulovým selháním. Kromě toho je k dosažení cílů v oblasti nákladů a životního prostředí nezbytná úspora energie a dalších zdrojů. Kromě těchto požadavků se zvyšují funkční požadavky na budoucí komponenty (flexibilita, přesnost atd.), což vede k přísnějším požadavkům na výrobní technologii.

Společnými omezeními jsou redukce hmotnosti, zvýšená zatížitelnost a nízké ztráty třením (redukce CO₂). V budoucnu se očekávají ještě složitější geometrie součástí kombinované se složitějšími strukturami součástí a vysoké požadavky na kvalitu produktu. Pokud jde o vývoj výrobních procesů, vyžaduje to úplné vyloučení chyb pomocí vylepšených technologií pro integrovanou kontrolu kvality (in-line). Tento projekt předvede několik plně automatických mechanismů detekce chyb pomocí nových sensorových technologií a metod analýzy dat. Tímto způsobem je každý produkt monitorován a předáván do další fáze výroby, pouze pokud splňuje všechny dané specifikace.

Cílový tržní sektor pro tento projekt lze rozdělit do pěti různých subsektorů:

- Výrobci výrobních strojů a kontrolních systémů
- Vývojáři a výrobci technologií senzorů a strojového vidění
- Poskytovatelé služeb pro otázky kontroly kvality
- Výrobci / OEM mnoha produktů (např. Automobilový průmysl, zpracování dřeva)
- Vývojáři softwaru pro kontrolní systémy, strojové vidění a kontrolu kvality a systémy MES

Nejzřetelnějším cíleným tržním sektorem jsou výrobci nebo výrobci OEM, kteří potřebují spolehlivé sledování kvality svých výrobků a výrobci výrobních strojů a kontrolních systémů. Výsledky implementovaných sensorových a regulačních metod mohou být přímo vyhodnoceny ve vzorových aplikacích popsaných v technologických případových studiích. Z obecného přístupu tohoto projektu mohou těžit další průmyslové aplikace.

Navrhovaný přístup lze použít při kontrole 3D plechových součástí, dřevěných dílů a pevných 3D dílů, které se stále více používají ve všech výrobních odvětvích, od špičkových technologických součástí až po větší řadu dílů pro spotřební zboží. V této konkrétní oblasti stále existuje potřeba kontrolních postupů schopných zajistit kvalitu každé vyráběné součásti s přihlédnutím k omezením a specifikacím procesu. V oblasti aditivní výroby bude po navrhovaném přístupu v budoucnu ještě větší poptávka, protože rychlost 3D tiskáren se zvyšuje, což bude vyžadovat rychlejší kontrolní systémy.

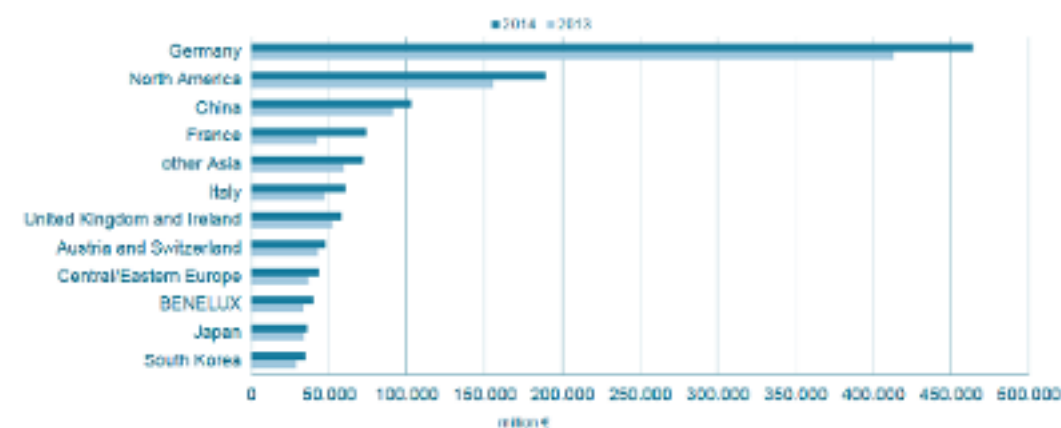
3.2 Ekonomický dopad

Zpracování obrazu, zejména v odvětví průmyslové výroby, zůstává pro evropský průmysl důležitým růstovým trhem. Podle průzkumu společnosti Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) se v následujících letech v Evropě opět očekává stabilní tempo růstu 5–10% [3]. Obrázek 1 znázorňuje vývoj a regionální rozdělení obratu na trhu strojového vidění v letech 2014/15. Tento segment trhu je pouze součástí mnohem většího trhu s technologií optických senzorů a systémů kontroly kvality. Tento vývoj je zvláště výrazný ve výrobním sektoru díky zavedení technologií v odvětví Průmysl 4.0 a kybernetických systémů [4]. Nejdůležitějšími ukazateli kvality pro zpracování dat senzorů ve výrobním průmyslu jsou spolehlivost, možnosti systémové integrace, uživatelská přívětivost a schopnost práce v reálném čase. Právě tyto důležité faktory korespondují s cíli výzkumu a vývoje projektu IQZeProd. Záměrem v tomto projektu vyvíjených monitorovacích technologií je poskytnout konkurenční výhodu oproti současnému stavu techniky.

V oblasti průmyslových monitorovacích systémů existuje nyní mnoho zkušených poskytovatelů. Přesto všichni používají více či méně stejnou sbírku matematických algoritmů, které se používají různými způsoby k řešení široké škály problémů. Nový přístup spočívající v použití adaptivního systému pro automatizované zpracování dat ze senzorů tak představuje jedinečnou vlastnost pro všechny účastníky, což bude mít také velmi pozitivní ekonomický efekt.

Monitorovací systém, který zde budou vyvíjet partneři výzkumu, nabízí uživateli řadu výhod. Nejdůležitější výhodou je úspora času při nastavování nových monitorovacích senzorů a automatizované monitorování kvality. Nový adaptivní systém navíc posiluje a zachovává firemní know-how, díky čemuž jsou tyto systémy méně závislé na individuálních odborných znalostech. Přestože pro analýzu dat je k dispozici velké množství algoritmů, mnoho uživatelů je omezeno na malý počet algoritmů, se kterými jsou obeznámeni a které znovu a znovu používají pro různé úkoly. Takový přístup však vylučuje výběr mnoha, možná vhodnějších algoritmů. Plánovaný systém bude schopen využívat celé spektrum algoritmů analýzy dat, strojového učení a fúzních dat senzorů.

Výsledky projektu ovlivní všechny části hodnotového řetězce. Díky cíli kontinuální kontroly kvality budou výsledky projektu přínosem pro všechna odvětví od vývoje produktu až po jeho dokončení ve výrobě. Znalosti získané při konstrukci systémů řízení kvality budou sloužit jako referenční vodítko pro každý sektor. S výsledky tohoto projektu bude učiněn důležitý krok k plně kontrolovatelnému výrobnímu procesu.



Obrázek 1: Obrat v oblasti optických inspekčních systémů (strojové vidění) na hlavních trzích

Použitím přístupu IQZeProd lze dosáhnout následujících ekonomických výhod:

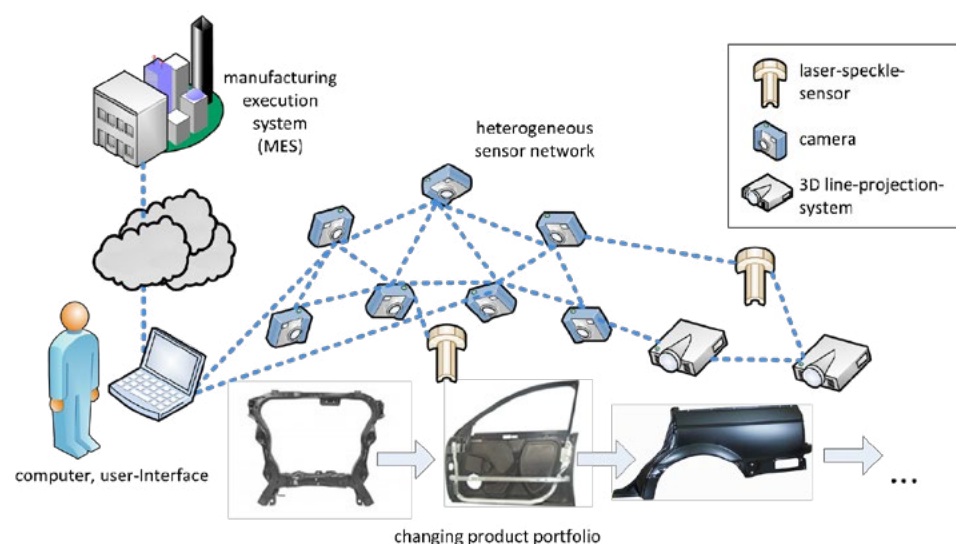
- zkrácení doby projektování a nastavení pro in-line systémy kontroly kvality nejméně o 25%
- snížení odpadu prostřednictvím nepřetržitého sledování kritických parametrů kvality hromadně vyráběných výrobků
- 100% kontrola a sledovatelnost pro každou součást
- předpoklad pro výrobu s nulovou chybovostí
- lze použít na různé výrobní procesy

Předkonkurenční charakter plánovaných výzkumných a vývojových činností je zajištěn velkým množstvím použitelného základního výzkumu a teoretického modelování a vývojem nevýrobních technologických řešení pro senzorové technologie, analýzu dat a obecná softwarová rozhraní (nezávislá na prodejci). Kromě toho bude řídicí výbor přidružených malých a středních podniků hodnotit dosažené výsledky výzkumu a vývoje se zaměřením na použitelnost pro průmyslové využití.

3.3 Potřebnost

Výroba vysoce kvalitních komponentů se stále rostoucím rozsahem variant představuje výzvu pro průmyslovou výrobu. Ta se nestále zvyšuje díky rostoucí poptávce zákazníků po individualizaci, zejména u produktů zaměřených na design [5]. Vysoká kvalita výrobků je umožněna nejen stabilními výrobními procesy, ale také fungujícím systémem kontroly kvality. Cílem projektu IQZeProd je adaptivní, transformovatelný heterogenní multisenzorový systém pro procesně integrovanou kontrolu kvality (viz Obrázek 2). Plánovaný systém může být přizpůsoben variabilním produktovým spektrům pomocí paralelního zpracování dat a samokonfigurace algoritmů pro analýzu dat založených na knihovných modulů zahrnujících fúzi senzorů a strategie strojového učení.

Kvalita a úspěšná aplikace sledování kvality závisí v zásadě na výběru a parametrizaci použitých algoritmů analýzy dat. Správný výběr vyžaduje značné odborné znalosti a je i tehdy velmi časově náročný, protože různé varianty musí být testovány, vyhodnoceny a optimalizovány. Díky tomu je úkol velmi časově náročný a náchylný k chybám. Proto bude v tomto projektu vyvinuta adaptivní škálovatelná síť senzorů, která zpracovává sadu výukových dat a generuje připravený algoritmus řízení kvality pro související aplikaci monitorování procesu. Systém je zpočátku učen zkušenostmi uživatele a později se stává stále více autonomním, protože se neustále učí a vyvíjí. Ruční zásah uživatele bude i nadále možný, ale bude nezbytný pouze ve zvláštních případech nebo ve vybraných částech výrobního řetězce. Vyvinuté matematické metody pro strojové učení a samooptimalizaci nebudou specifické pro výrobce a lze je proto použít pro širokou škálu aplikací. Účelem paralelního zpracování dat a integrace principů více senzorů prostřednictvím generických rozhraní je překonat stávající limity s ohledem na výkon zpracování a šířku pásma sítě a otevřít nové přístupy k úkolům zpracování velkých dat při kontrole kvality průmyslové výroby.



Obrázek 2: Příklad topologie heterogenní sensorové sítě s decentralizovaným předzpracováním dat pro monitorování kvality spektra proměnných komponent

4. POPIS PROJEKTU – METODA VÝZKUMU

4.1 Stávající stav

4.1.1 Nejmodernější systémy strojového vidění (IWU, VŠB-TUO)

V průmyslovém prostředí je stále více automatizovaných úkolů monitorování optické kvality převzato systémy strojového vidění. Existují také systémy pro monitorování procesů, které vyžadují použití různých senzorů (teplotní senzory, tenzometry, laserové skenery atd.). Aby bylo možné na základě těchto vstupních údajů vyvodit závěry o stavu rostlin nebo kvalitě vyrobených dílů, musí být surová data použita ke stanovení parametrů a ke kontrole jejich souladu s danými tolerancemi [6].

Tento zásadní krok analýzy vyžaduje nejprve výběr vhodných charakteristik pro vyhodnocení výsledku. Kontrola kvality obvykle zahrnuje pouze rozlišení mezi dobrým a vadným dílem. K tomu je třeba najít kombinaci funkcí, které umožňují jednoznačně odlišit dobré díly od vadných dílů. V praxi je to však obtížné, protože přechod je často plynulý a množství a kvalita dostupných funkcí závisí na předběžném zpracování dat a použitých algoritmech [7].

Pravděpodobnost rozpoznání závisí na osvětlení, topografii povrchu, stupni odrazu, čistotě složky a zbarvení [8]. Stručně řečeno, zpracování dat je na jedné straně velmi komplikované, na druhé straně je to klíč k spolehlivému sledování kvality ve výrobě. Nejmodernější přístup je charakterizován neustále rostoucím sortimentem metod a algoritmů pro filtrování dat, rozpoznávání vzorů a třídění objektů. Tento růst je poháněn pokrokem ve výzkumu a stále rostoucím počtem a rozmanitostí jeho oblastí použití.

4.1.2 Nejmodernější metody měření rozptýleného světla (BIMAQ)

Metody měření rozptýleného světla obecně umožňují integraci charakterizace drsnosti s vysokým rozlišením [9]. Komerčně dostupná měřicí zařízení jsou založena na úhlově rozlišené rozptylové analýze ARS [10] [11]. Speciální měřicí procesy a metody vyhodnocování umožňují měření drsnosti a tvaru součástí ve výrobě v rozsahu měření drsnosti $0,01 \mu\text{m} < R_a < 1 \mu\text{m}$. Vysoké měřicí frekvence 2 kHz umožňují měření na rychle se pohybujících plochách. Alternativou k výše uvedeným metodám je laserové měření rozptýleného světla založené na metodách korelace. Za stejných podmínek umožňují mnohem větší pokrytí povrchu a vertikální rozlišení v rozsahu nanometrů. Jsou předmětem probíhajících výzkumů [12]. V současné době jsou metody rozptýleného světla jediným způsobem, jak charakterizovat drsnost ve výrobním prostředí, respektive na rychle se pohybujících plochách, na velkých plochách a v reálném čase. Díky tomu jsou užitečným doplňkem konvenčních metod měření drsnosti.

4.1.3 Nejmodernější kontrola kvality aditivních výrobních dílů (CRM)

Aditivní výroba složitých 3D dílů se vyvíjí v různých aplikacích od technických dílů s přísnými požadavky na kvalitu až po dílčí komponenty v hromadné výrobě [13]. Bylo vynaloženo mnoho práce na zvyšování kvality procesu, zejména u kovových dílů. Výrobci 3D strojů integrují do svých systémů stále více senzorů a dokonce i řízení uzavřené smyčky zaměřené na zajištění stálých výrobních podmínek [14] [15]. V oblasti in-line kontroly samotného produktu však bylo vykonáno mnohem méně práce [16]. I když lze pomocí vlastností existujících technik měřit mnoho vlastností finálních dílů, pouze několik z nich se používá v průmyslové praxi a používají se hlavně off-line a obecně jsou časově náročné (viz. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.). Pokud jde o charakterizaci funkčních povlaků na 3D tiskových částech, je k dispozici ještě méně literatury. Vlastnosti, jako je vodivost povrchu, homogenita tloušťky a drsnost, se nezapývají a zdá se, že příklady in-line monitorování těchto parametrů v průmyslu neexistují. Toto téma však bude mít stále větší význam, protože takové povlaky budou v budoucnu stále více aplikovány, jak navrhuje projekt CORNET TCAM. TCAM začal v roce 2016 a je zaměřen na studium výhod nátěrů, což umožňuje zlepšení povrchové úpravy 3D tiskových dílů spolu s novými funkčními vlastnostmi, jako je odolnost proti opotřebení, antimikrobiální účinky a nízké tření.

4.1.4 Nejmodernější řízení více částí v měřítku 3D (CRM)

Kombinace různých senzorů působících v různých rozměrových stupnicích s různými úrovněmi rozlišení může zlepšit přesnost a rychlost kontroly kvality. Ačkoli se v některých aplikacích používá již několik let víceúrovňový přístup [17], aplikace v průmyslové kontrole kvality je novější a dosud není rozšířená. Většina literatury se týká rozměrové charakterizace komplementárními metodami, jako je CMM a laserová projekce [18] [19]. Téměř neexistuje reference týkající se kombinace senzorů měřících některé vlastnosti součásti k identifikaci menší oblasti, kde je vysoká pravděpodobnost nalezení specifického typu defektu, který má být analyzován s jiným typem senzoru. Příkladem by mohla být aplikační termografie pro detekci potenciálních oblastí krku v lisovaných částech a strojovém vidění nebo online mikroskopie pro charakterizaci krku v místní fázi. Využití strojového učení a automatizovaných řetězců zpracování dat v takovém prostředí s více měřítky nebylo dosud prozkoumáno.

Methods	μ Structure	Cracks, Porosity, Voids	Mechanical Properties	Geometric Accuracy	Surface Roughness	Residual Stress
Visual	N	S	N	S	S	Y
Ultrasonic	Y	S, I	Y	Y*	N	Y*
Eddy Current	Y*	S*	N	N	N	N
Radiographic	Y	S, I	N	S, I	S, I	N
Magnetic Methods	Y	S*	N	N	N	Y*
Liquid Penetrant Test	N	S*	N	N	S*	N
Shearography	N	S, I*	N	N	N	Y*
Acoustic	Y	Y*	Y	Y*	Y*	Y*
Thermography	N	Y*	N	N	N	N

Tabulka 1: Použitelnost různých metod NDT na primární kritéria kvality v aditivní výrobě. (N - nepoužitelné, S - povrchově citlivé, I - vnitřní nebo průchozí, Y - použitelné) [15]

4.1.5 Nejmodernější konstrukce monitorovacích systémů (IWU)

Rozsah možností algoritmů pro analýzu dat již není pro mnoho uživatelů zvládnutelný a optimální postup může být pro každou aplikaci zásadně odlišný. Inteligentní poloautomatický podpůrný systém pro výběr, parametrizaci a propojení algoritmů pro analýzu dat by proto byl pro mnoho lidí velkým přínosem. Vzhledem k vysoké aplikační závislosti problému není možný žádný deterministický algoritmus, zatímco rozmanitost možností a nastavení parametrů vylučuje pokus a omyl všech možností. Odborník řeší tento problém intuitivně použitím předběžného výběru metod v závislosti na aplikaci a omezením prostorů parametrů algoritmů na nejmenší možné smysluplné oblasti [20]. Softwarové řešení se musí naučit, jak si uživatel myslí a postupuje, a aplikovat tyto znalosti na nové problémy. Pro taková řešení jsou předurčeny metody strojového učení. Dosud byly vytvořeny výkonné rámce pro uživatelsky definované aplikace pro zpracování obrazu a jsou komerčně dostupné od společností jako MVTec [21] nebo Octum [22]. Programovací prostředí Xeidana [23], které vyvinula IWU, je dalším takovým rámcem. Zatímco některé z těchto aplikací umožňují rychle a snadno generovat programy pro analýzu dat pro často se vyskytující aplikace, vytváření a parametrizace složitých úkolů v oblasti monitorování a analýzy musí být stále prováděno ručně a vyžaduje spoustu času a zkušeností [24]. Tento hlavní nedostatek je hlavní motivací pro tento projekt. Aplikačním scénářem, který stávající softwarové systémy nesplňují, je automatizované vytváření a optimalizace řetězců zpracování dat pro monitorování komponent. Tento projekt bude tento nedostatek řešit hodnocením různých řešení strojového učení. Vyvinutý monitorovací systém bude schopen (napůl) automaticky generovat vhodné sekvence kroků analýzy specifických pro aplikaci (= řetězce zpracování dat). Za tímto účelem bude vyvinut pomocný systém, který umožní operátorovi vizualizovat a ručně revidovat automaticky generované sekvence zpracování dat a konfiguraci měřicího zařízení.

4.1.6 Nejmodernější metody analýzy dat (IWU)

Je také patrná změna v automatizaci výrobních technik. L. Ribeiro a kol. [25] popisují řízení výrobních technik na základě modelu těchto technik a rozpoznávání prvků v historických datech. Použití historických dat pro řízení a simulaci procesu může být pro obsluhu stroje velmi obtížné. L. Ribeiro a kol. také uvádět, že ukládání a zpracování dat se provádí stále častěji pomocí cloud computingu, což znamená, že data zařízení jsou ukládána a analyzována na výkonném vzdáleném serveru. Zpracování dat z výrobních procesů může být velmi složité. Jedním ze způsobů řešení složitých reprezentací procesů je použití umělé inteligence (AI). Existuje několik výzkumných ústavů, které mají komerční softwarové balíčky pro plnění úkolů AI. Varanon a kol. [26] poskytují přehled nejběžnějších technik umělé inteligence používaných pro monitorování a kontrolu výrobních systémů. Tento poslední krok nabízí širokou škálu možností, jejichž použití závisí na aplikaci a dříve stanovených vlastnostech. Populární techniky používají klasifikátory sousedů [27] [28], neuronové sítě [29] [30] [31], Markovovy modely [32] [33], Bayesovské klasifikátory [34], podporující vektorové stroje [36] a počet dalších metod strojového učení [35]. Vhodné klasifikační metody představují také algoritmy z fuzzy teorie [37]. Strojové učení se obecně týká získávání znalostí ze zkušeností. Tato třída metod souvisejících s dolováním dat je stále aktuálně zaměřena na výzkum a je široce používána v mnoha oblastech od zpracování obrazu [38], rozpoznávání řeči [39], textové

analýzy [40] po automobily s vlastním pohonem [41]. Podtypy strojového učení jsou např. školení pod dohledem, učení bez dozoru nebo učení o posílení [42]. V supervidovaném učení se pro trénink modelů používají páry vstupních / výstupních dat. Jsou poskytnuty například problémy a jejich řešení, ze kterých se algoritmus učí strategii řešení. Algoritmus je poté testován a vyhodnocen na základě nových problémů, které se dosud nenaučily. Unsupervised Learning vytváří modely, které popisují vstupní data a generují z nich předpovědi [43]. Příkladem je shlukování dat pro klasifikaci do různých kategorií. Učení zesílení je modelováno po zvířecím království, ve kterém jsou akce a chování hodnoceny odměnou nebo trestem. Algoritmus se tedy učí iterativně správný postup [44]. Neuronové sítě se často používají pro strojové učení a existuje již řada softwarových aplikací, které podporují jejich implementaci [45] [46] [47] [48].

4.1.7 Špičkový výpočetní hardware pro monitorovací úkoly (VŠB-TUO)

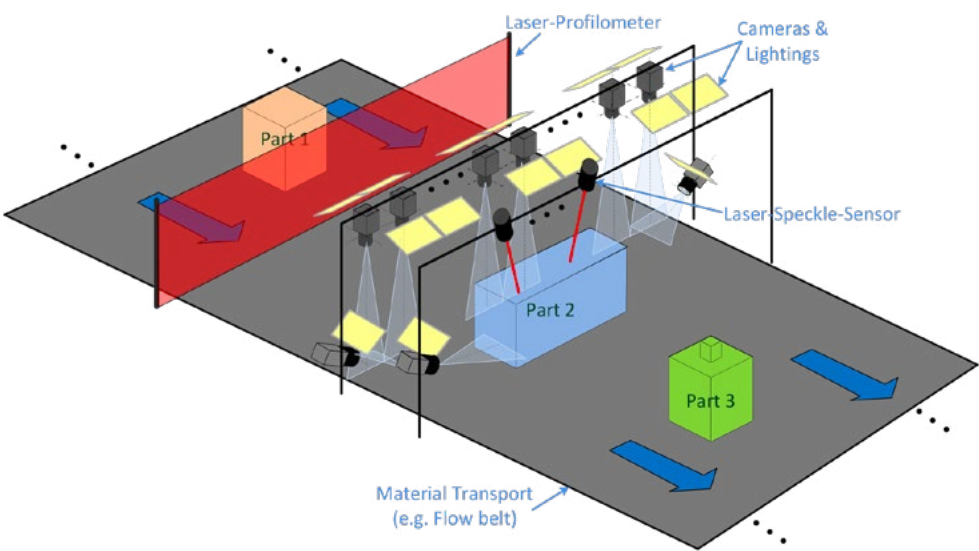
V oblasti průmyslového zpracování obrazu je analýza dat obvykle centralizovaná. K tomuto účelu se používají vysoce výkonná, nákladná průmyslová PC nebo kompaktní regulátory. Příklady jsou kompaktní regulátory pro strojové vidění od Keyence [49], Vision & Control [50] a National Instruments [51] a pro monitorování stavu IFM [52] a Autinity Systems [53]. Kromě toho existují průmyslové kamery s integrovaným systémem zpracování obrazu pro skenování kódů sloupců a datových matic nebo pro jednoduché úkoly s krátkými řetězci zpracování obrazu. Mezi typické fotoaparáty patří fotoaparáty Festo [54] a Cognex [55]. Společně pro všechny tyto systémy je to, že neumožňují samoučení řetězců zpracování obrazu ani spolupráci v inteligentních senzorových sítích. Systémy kontroly kvality se používají častěji v situacích, kdy konvenční senzory poskytují nedostatečné informace. Systémy Vision získávají na popularitě díky vylepšenému hardwaru (např. FPGA), softwaru (algoritmy) a firmwaru, které umožňují rychlejší zpracování [56] [57]. V poslední době se již systémy vizi používají ke sledování a řízení výrobních procesů, jak ukazuje řada mezinárodních výzkumných ústavů.

4.2 INOVAČNÍ CÍL

Komerční výrobní technologie vyžadují další zlepšení v oblasti kontroly kvality a monitorování procesů. Bez toho jsou procesy nebezpečné a příliš nákladné. Projekt IQZeProd tyto problémy řeší, a tak činí velký krok k rozsáhlejšímu průmyslovému využívání in-line technologie řízení kvality.

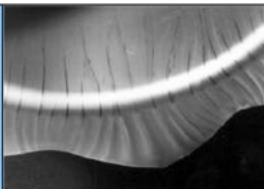
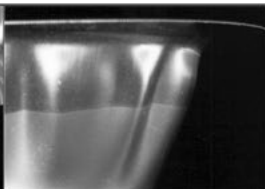
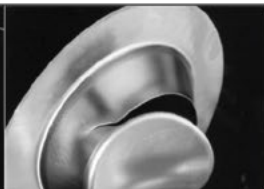
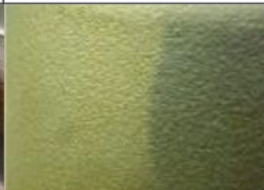
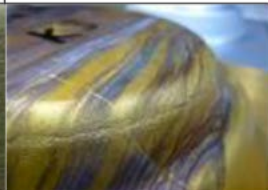
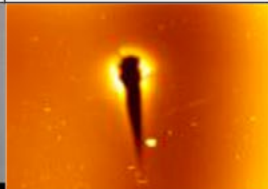
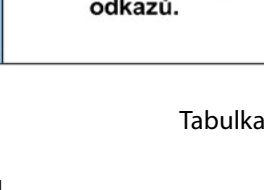
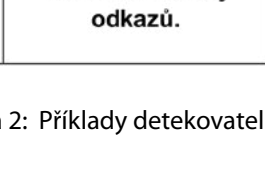
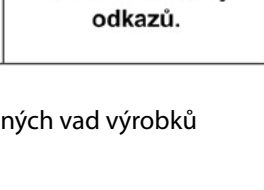
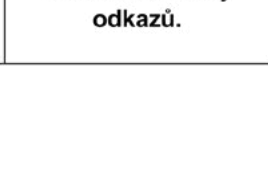
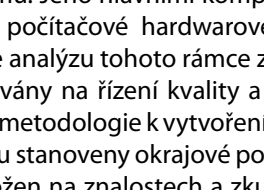
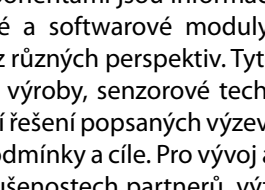
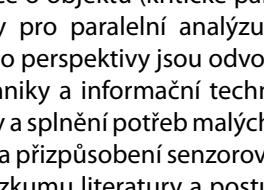
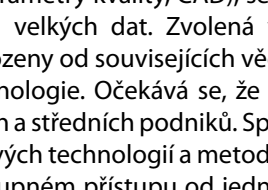
Jedním z hlavních inovačních cílů IQZeProd je vývoj robustního vícesenzorového inspekčního systému pro hromadnou výrobu mechanických dílů, např. plechové automobilové díly (detekce trhlin, defektů povlaku, topologie povrchu a lokální krk) a dřevěné díly (detekce textur, trhlin, škrábanců, změna barvy). Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. znázorňuje ukázkovou konfiguraci takového monitorovacího systému s více senzory integrovaného do existujícího výrobního řetězce.

Škálovatelná síť senzorů umožní novému systému pokrýt velké části nebo součásti komplikovanými povrchy. V kombinaci s algoritmy strojového učení povede tento postup k rychlejšímu a přesnějšímu provedení kontroly kvality. Cílem projektu je vyvinout robustní algoritmy schopné analyzovat data z několika optických senzorů s využitím metod fúze dat ze senzorů a samoučící se nadstavby pro rychlé a flexibilní přizpůsobení inspekčních metod pro různé typy součástí.



Obrázek 3: Příklad sestavení monitorovacího systému s více senzory integrovaného do přenosu materiálu průmyslového výrobního řetězce

Tím IQZeProd zpřístupní potenciál inovativních sensorových technologií, moderních metod zpracování velkých dat (fúze dat senzorů, strojové učení a adaptace) a paralelních výpočtů pro aplikace řízení kvality v průmyslové výrobě. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. uvádí typické závady různých typů součástí, které bude předpokládané monitorovací řešení schopno detekovat. Takový systém může být integrován do existujícího transportu materiálu (např. namontováním systému na dopravní pás) nebo integrován do výrobního stroje (např. 3D tiskárna, CNC stroj). Díky modulární konstrukci softwaru a hardwaru lze počet a typ senzorů přizpůsobit monitorovanému procesu.

sheet metal parts				
	wrinkles (flange)	wrinkles (skirt)	rupture	crack
				
	scratch	roughness	global necking	local necking
(coated) 3D-parts				
	wrinkles Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	bubbles Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	pinholing Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	scratch Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.
				
	cracks Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	knobs + cracks Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	knobs Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	figure defects Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.
wooden parts				
	cracks Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	knobs + cracks Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	knobs Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	figure defects Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.
				
	cracks Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	knobs + cracks Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	knobs Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.	figure defects Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.

Tabulka 2: Příklady detekovatelných vad výrobků

4.3 Metoda výzkumu

Jádrem vědecké metodologie je škálovatelný obecný rámec pro flexibilní integraci různých sensorových technologií a analytických algoritmů. Jeho hlavními komponentami jsou informace o objektu (kritické parametry kvality, CAD), sensorové systémy a vestavěné počítačové hardwarové a softwarové moduly pro paralelní analýzu velkých dat. Zvolená vědecká metodologie vyžaduje analýzu tohoto rámce z různých perspektiv. Tyto perspektivy jsou odvozeny od souvisejících vědeckých disciplín a jsou aplikovány na řízení kvality a výroby, sensorové techniky a informační technologie. Očekává se, že to bude nejvhodnější vědecká metodologie k vytvoření řešení popsaných výzev a splnění potřeb malých a středních podniků. Společně s komisí uživatelů budou stanoveny okrajové podmínky a cíle. Pro vývoj a přizpůsobení sensorových technologií a metod analýzy dat bude výzkum založen na znalostech a zkušenostech partnerů, výzkumu literatury a postupném přístupu od jednotlivých komponent k aplikačně orientovaným testům, což usnadňuje stanovení proveditelnosti vyvinutých technologií kontroly kvality a zkontrolovat dokončení milníků.

4.3.1 Návrh optimálního kamerového a světelného systému pomocí experimentální analýzy (VŠB-TUO)

- Hardware:
- Výběr vhodného výpočetního hardwaru a použitelných vývojových nástrojů.
 - Návrh zkušební stolice pro optické systémy obsahující kamery, čočky a osvětlení s plošným nebo lineárním snímáním. Pro typické varianty kontrolovaných částí je třeba vzít v úvahu vlnovou délku osvětlení, výběr vhodného použití filtru, úhlové osvětlení a kamery, rozlišení kamery a geometrické uspořádání součástí.
 - Navržené optické systémy budou porovnány z hlediska rychlosti pohybu kontrolovaných částí a složitosti povrchu dílů. Podle rozměrů kontrolovaných částí a jejich rychlosti bude vybrán počet použitých kamer a osvětlení a design jejich vhodného prostorového rozložení. Zohledněny budou také 3D kamery nebo profilometry vhodné pro vybrané typy součástí.

- Software:
- Klasifikace vhodných analytických metod. Pro dosažení požadované rychlé analýzy dat rychle se pohybujících mechanických částí budou použity především statistické metody pro výpočet, včetně algoritmů pro omezení hodnocených pseudo-chyb.
 - Vývoj softwaru pro fúzi a paralelní zpracování dat.

4.3.2 Návrh víceúrovňové sensorové analýzy funkčních povlaků na 3D tiskových částech (CRM)

- Hardware:
- V závislosti na kontrolních vlastnostech povlaku bude definována optimální sada senzorů (impulsní termografie pro přilnutí povlaku, online bezkontaktní měření drsnosti, kontrola makroskopickou kamerou, online mikroskopie).
 - Návrh zkušebního stavu, včetně prostředků pro umístění a pohyb senzorů, komunikační kanály mezi senzory a centrální zpracování. Potřebné osvětlení bude optimalizováno z hlediska homogenity, vlnové délky a intenzity.

- Software:
- Vývoj algoritmů předběžného zpracování obrazu a statistického zpracování dat z neoptických senzorů pro rychlý přenos do algoritmů strojového učení a fúzí senzorů.
 - Ověření kvality povlaků pomocí alternativních konvenčních offline metod k vyhodnocení výkonnosti navrhovaného přístupu.

4.3.3 Vývoj nepřímých optických sensorových technologií pro měření povrchové topologie (BIMAQ)

- Hardware:
- Definujte příslušnou konfiguraci senzoru / osvětlení v závislosti na tvaru a specifických vlastnostech povrchu různých částí.
 - Prozkoumejte možnost kombinovat konfiguraci s požadavky na osvětlení / kameru od partnerů.
 - Realizovat zkušební stolicí s nezbytným polohovacím systémem senzoru pro přizpůsobení se různým tvarům a rozměrům součástí a možností jeho integrace pro testování v demonstraátoru realizovaném na IWU, včetně nezbytného komunikačního hardwaru.

- Software:
- Klasifikace a výběr vhodných metod analýzy pro data senzoru
 - Vývoj měřících a vyhodnocovacích algoritmů s vhodnými vstupně / výstupními parametry pro software pro práci s rámy.

4.3.4 Vývoj obecného programového rámce a demonstračního systému (IWU)

- Hardware:
- IWU realizuje demonstrační systém, který lze integrovat do modelových procesních řetězců „tváření kovů“, „dřevěných dílů“ a „pevných 3D dílů / 3D tiskových dílů“ ve vlastních testovacích polích. Na základě podrobné analýzy požadavků částí ostatních výzkumných partnerů a zkušebních vzorků poskytnutých členy uživatelské komise bude navržen a realizován demonstrační systém.
 - V první fázi bude IWU vyvíjet a realizovat kontrolní systém založený na kameře. Návrh musí zohlednit pozdější integraci dalších pokročilých sensorových technologií (vyvinutých CRM, BIMAQ) a softwarových modulů (vyvinutých VŠB-TUO). Výsledkem je vylepšený heterogenní systém s více sensorovými technologiemi a otevřenými rozhraními.
 - Vyhodnocení vyvinutého systému v průmyslově orientovaných podmínkách.

Software:

- Sběr a kategorizace různých aplikací pro zpracování obrazu a velkých dat a výběr nejvhodnějších variant strojového učení pro použití v plánovaném obecném softwarovém rámci.
- Sběr vzorků datových souborů pro vzorové aplikace a školení modelů s odbornou podporou k dosažení poloautomatizovaného generování řetězců zpracování dat.
- Definice požadavků v reálném čase a softwarových rozhraní, výběr a testování vhodných komunikačních rozhraní a standardů pro obecný softwarový rámec.

4.4 Očekávané výstupy projektu

Projekt IQZeProd poskytne cílové skupině následující vědecké/technologické výhody:

- Vývoj monitorovacího systému s algoritmy fúze dat ze senzorů a rychlých, statistických algoritmů založených na metodách pro rychle se pohybující mechanickou kontrolu součástí.
- Vývoj samoučícího se adaptivního systému pro zpracování dat ze senzorů.
- Vývoj optického inspekčního systému s alespoň 25% zkrácením doby technického a nastavovacího času pro inline kontrolu kvality při změně kontrolovaného dílu.
- Snížení šrotu kontinuálním sledováním kritických kvalitativních parametrů hromadně vyráběných výrobků.
- Vývoj samoučících metod pro použití ve vícerozměrném heterogenním sensorovém přístupu pro řízení různých vlastností 3D částí a jejich povlaků.
- Vývoj metod s nechráněnými a škálovatelnými rozhraními v kontextu předkonkurenčního výzkumu. Navrhovaný přístup vytvoří nové aplikace a posílí trhy pro společnosti spojené s projektem. Lze realizovat následující potenciály:

4.4.1 Výrobci / OEM

Pro uživatele nové technologie vyplývají následující potenciály:

- Zvýšená spolehlivost procesu a snížený šrot díky včasné detekci selhání
- Zkrácení doby nastavení pro systémy kontroly kvality
- Vyšší potenciál pro optimalizaci procesů a lepší koordinaci s dodavateli a zákazníky (OEM) díky shromážděným a analyzovaným procesním datům

4.4.2 Systémoví integrátoři a vývojáři softwaru

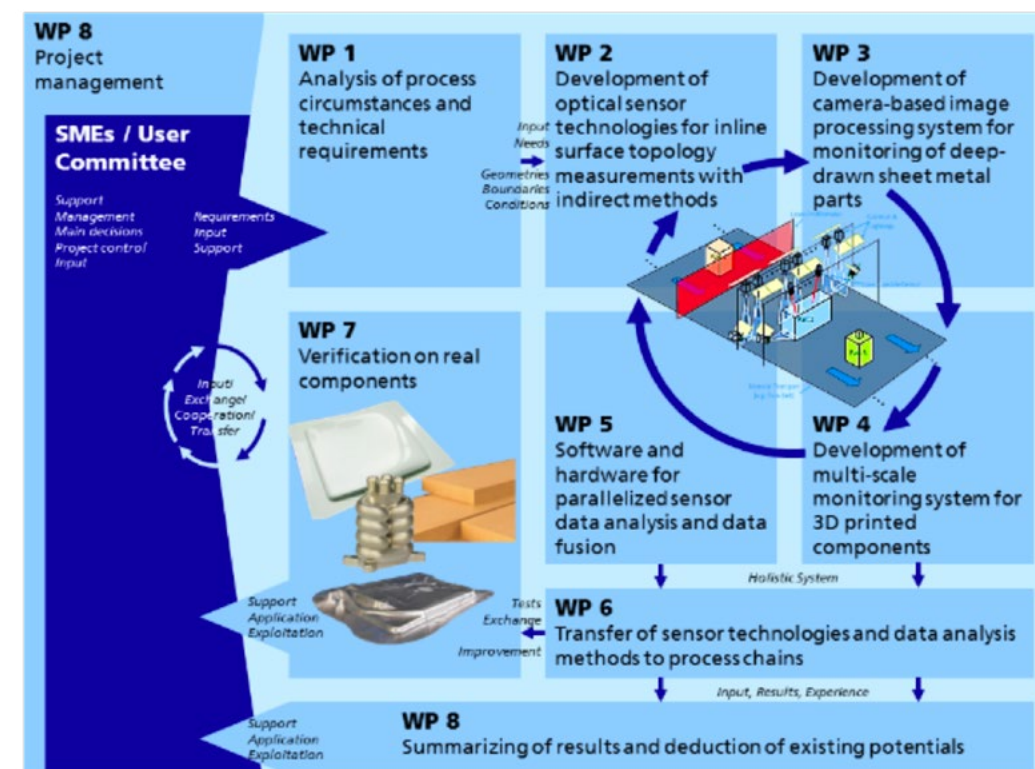
Většina systémových integrátorů v Evropě jsou malé a střední společnosti. Na základě výsledků projektu budou tyto společnosti schopny nabídnout nové monitorovací technologie s výrazně vyšší spolehlivostí a nižšími náklady na nastavení. Software vyvinutý v projektu pro generování řetězců zpracování dat slibuje významnou úsporu času a přinese ještě lepší výsledky, než by systémový integrátor dosáhl ve své omezené pracovní době inteligentním testováním. Výsledné snížení nákladů zvyšuje konkurenceschopnost společností a automatizované zpracování dat pro zákazníky. Nový softwarový rámec lze také považovat za atraktivní aktivátor nových aplikací Industry 4.0 v malých a středních podnicích.

4.4.3 Výrobci měřících zařízení a senzorů

V této oblasti existuje řada malých a středních společností, které mohou na základě výsledků výzkumu tohoto projektu otevřít své produkty zcela novým oblastem aplikace. Po vyhodnocení profilů požadavků shromážděných v tomto projektu mohou společnosti dále vyvíjet své produkty a přilákat nové zákazníky.

5. STRUKTURA A NÁPLŇ PROJEKTU

Referenční případy povedou vývoj směrem k výsledkům, které může průmysl snadno přijmout, a vytvoří tak nové aplikační příležitosti pro systémy kontroly kvality. Případy implementované u vývojových partnerů a v aplikačních laboratořích ve spolupráci s komisí uživatelů se budou postupně zvyšovat složitost podle výzev. Tento přístup zahrnuje vývojáře s průmyslově relevantními výzvami a umožňuje členům uživatelské komise experimentovat a ověřovat technologii na příslušných aplikacích od raného stadia. Pracovní balíčky jsou strukturovány podle výše uvedených průmyslových výzev malých a středních podniků (viz Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.):



Obrázek 4: Schématická struktura projektu

- WP1 vybere průmyslové referenční případy v koordinaci s uživatelskou komisí, které jsou reprezentativní pro průmyslové potřeby cílových skupin. Budou stanoveny všechny okrajové podmínky, technické požadavky a specifikace, které se používají jako vstup pro WP2, WP3, WP4 a WP5.
- WP2 vyvine technologie optických senzorů pro měření topologie povrchu pomocí nepřímých optických metod. Vybraná hardwarová a softwarová řešení budou vhodná pro pozdější integraci (WP6).
- WP3 je věnován vývoji kamerového systému pro sledování hlubokotažených plechových dílů. Návrh softwaru bude také brát v úvahu pozdější integraci (WP6) řešení vyvinutých ve WP2, WP4 a WP5.
- WP4 je věnována hlavně aplikaci obecného přístupu projektu k vícerozměrné charakterizaci pevných 3D částí vybavených funkčními povlaky, a to kombinací optických a neoptických senzorů.
- WP5 se zaměřuje na výběr vhodného výpočetního hardwaru a vývoj softwaru pro paralelní analýzu dat senzorů a fúzi dat.
- WP6 bude kombinovat výsledky předchozích WP integrací do obecného softwarového rámce a kombinovaného demonstračního systému.
- Ve WP7 budou vyvinuté systémy hodnoceny v testovacím prostředí. Pro pokrytí široké škály aplikací je prováděno průmyslové ověřování skutečnými součástmi nebo testovacími kampaněmi ve výrobních závodech členů UC. Nakonec jsou vyvinuty obecné technické pokyny pro systémy kontroly kvality.
- WP 8 se zabývá řízením projektu.



VYDAVATEL:

NÁRODNÍ DŘEVAŘSKÝ KLASTR, z.s.
Otakara Jeremiáše 6235/38
708 00 Ostrava – Poruba

Telefon: +420 558 272 429
E-mail: info@wood-cluster.cz
www.wood-cluster.cz

E-MAGAZÍN je vydáván za finančního přispění Evropské unie v rámci projektu „Podpora a rozvoj činností NDK“, číslo projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/17_149/0011809.