



MIND

STRATEGICKÉ PARTNERSTVO ERASMUS+ PRE VYSOKOŠKOLSKÉ

VZDELÁVANIE

ROZVOJ MECHATRONICKÝCH ZRUČNOSTÍ A INOVATÍVNYCH

METÓD UČENIA PRE PRIEMYSEL 4.0

IO6 REPORT

Názov projektu	Rozvoj mechatronických zručností a inovatívnych metód učenia pre Priemysel 4.0 2019-1-RO01-KA203-063153
Výstup	IO6 - Príručka pre SMEs
Dátum	August 2021
Autor	Vedúcim tohto intelektuálneho výstupu je CCE a partnermi, ktorí sa podieľajú na realizácii sú UNI, UPT a MZP
Verzia	V3, 30.08.2021

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





Contents

1. MIND IO6 ciele.....	3
3. Učebné osnovy MIND - výber flexibilnej štruktúry pre kurzy mechatroniky.....	11
4. Podpora kurzu MIND.....	18
5. Platforma MIND a video didaktický materiál ako prípadové štúdie pre dodatočnú podporu efektívneho rozvoja mechatronických zručností v Priemysle 4.0.....	29
6. Záver.....	32

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





1. MIND IO6 ciele

Sprievodca MIND pre MSP a iných poskytovateľov je konečným produktom obsahujúcim všetky predchádzajúce výsledky počas projektu MIND.

Meniaca sa priemyselná krajina vyplývajúca z Priemyslu 4.0 má významné dôsledky pre učebné osnovy mechatroniky, jej akreditáciu a podporný systém vysokoškolského vzdelávania ako celku.

Aby bolo možné čeliť výzvam Industry 4.0, skupiny zainteresovaných strán sa musia pripraviť na digitálnu transformáciu. Univerzity sa musia zamyslieť nad tým, ako prispôbiť svoje učebné osnovy a preskúmať možnosti flexibilnejších, inteligentnejších, modulárnych a rekonfigurovateľných laboratórnych štruktúr, ktoré podporujú a odrážajú plynulú povahu Priemyslu 4.0.

V tomto zmysle táto príručka obsahuje usmernenia pre MSP od mapovania ich vlastných potrieb v mechatronike súvisiacich s Priemyslom 4.0 až po poskytovanie špecifických mechatronických zručností pre ich pracovníkov, ktoré potrebujú na splnenie nových požiadaviek požadovaných Priemyslom 4.0.

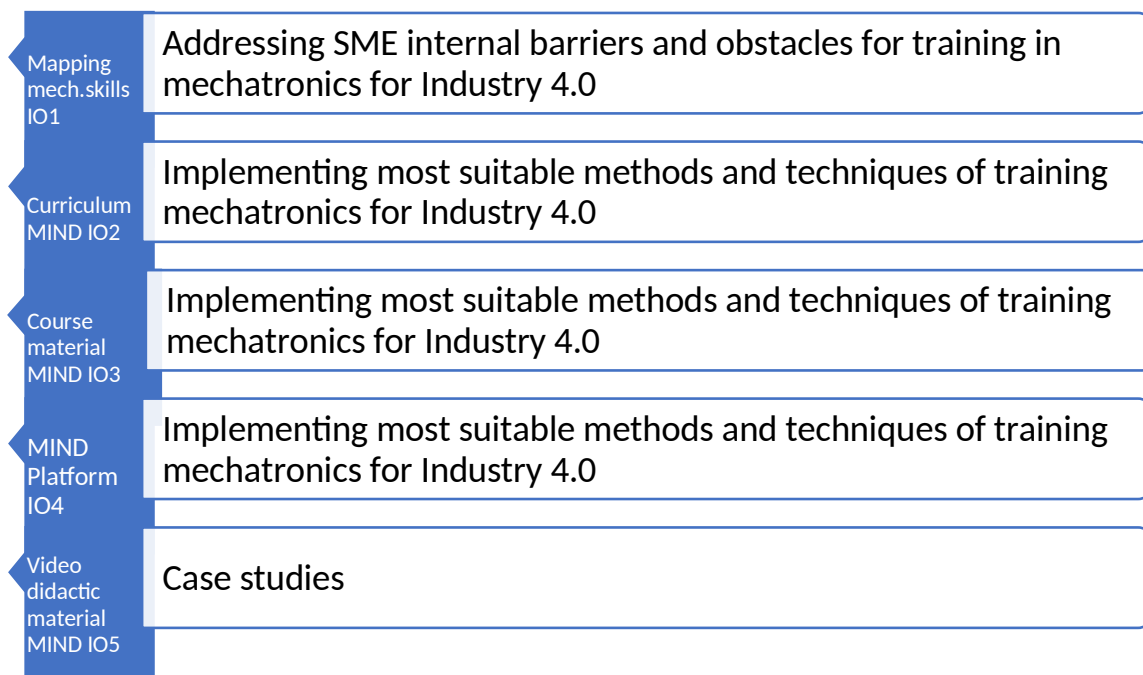
Úlohou tohto materiálu je oboznámiť manažérov s konceptom Industry 4.0 a relevantnosťou nových učebných osnov a e-learningových metód výučby s cieľom rozvíjať u študentov nové zručnosti a kompetencie, aby vyhovovali požiadavkám spoločností. Možno to považovať za nový prístup spolupráce medzi univerzitami (profesormi a študentmi) a podnikateľským sektorom.

Počas projektu MIND boli pripravené školiace materiály z mechatroniky (kurz, učebné osnovy) so zameraním na potreby Industry 4.0 a e-learningová platforma. Táto príručka poskytuje krátky popis pripravovaného školiaceho materiálu MIND a e-learningovej platformy s cieľom usmerniť manažérov MSP pri ich využívaní na vzdelávanie seba a svojich pracovníkov.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Táto príručka poskytuje prehľad výsledkov MIND v porovnaní s potrebami, požiadavkami, výhodami a príležitosťami malých a stredných podnikov, ktoré im prináša prijatie na Industry 4.0.



Obrázok 1. Prehľad IO 6 výsledkov MIND

Táto príručka je tiež založená na výsledkoch IO1, IO2, IO3, IO4 a IO5 projektu MIND. Niektoré časti textu sú z vyššie uvedených IO s príslušnými odkazmi.



2. Identifikácia potrieb MSP, vnútorných prekážok a prekážok pre školenie mechatroniky pre Priemysel 4.0

Prvou otázkou, ktorú treba objasniť, je správna definícia potrieb MSP súvisiacich s rozvojom mechatronických zručností pre Priemysel 4.0. Druhou otázkou je informovanosť manažérov a majiteľov MSP o interných bariérach a prekážkach vo vzdelávaní mechatroniky pre Priemysel 4.0. Na druhej strane univerzitný sektor by mal byť pripravený ponúkať flexibilnejšie, interdisciplinárne a praktické kurzy. Všetky problémy spolu majú len jeden spoločný cieľ – priniesť na trh šikovnejšieho študenta, ktorý bude spĺňať požiadavky a potreby MSP súvisiace s mechatronikou pre Priemysel 4.0.

Hlavnou výzvou vo vzdelávaní mechatroniky je nedostatok štandardizovaných učebných osnov, platforiem, učebných materiálov a iných vzdelávacích výstupov. V tomto zmysle sú v súčasnosti veľmi ťažké a nedosiahnuteľné ciele dosiahnuť konsenzus v rámci univerzitného sektora a medzi univerzitným a podnikateľským sektorom. Zapojenie technológií Industry 4.0 do mechatronického vzdelávania navyše prináša nové výzvy a prekážky pri dosahovaní štandardizovaných učebných osnov a metód učenia [1].

Vzdelávanie v oblasti mechatroniky pre Priemysel 4.0 by malo zohľadňovať všetky nové kľúčové prvky Priemyslu 4.0 a poskytnúť študentom dostatočné znalosti, aby mohli adekvátne reagovať na požiadavky MSP.

Na druhej strane prieskum Svetovej banky ukázal, že nedostatok digitálnych a mechatronických zručností vo výrobných spoločnostiach brzdí „naliehavo potrebné“ investície do technológie Industry 4.0. Priemysel 4.0 vyžaduje, aby tímy ľudí pracovali a mali interdisciplinárne alebo multidisciplinárne kompetencie na riešenie vznikajúcich výziev. Jedna z týchto požiadaviek sa týka konvergencie medzi mechanickými/elektronickými/softvérovými systémami a ako doménu ju predstavuje mechatronika.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





Projekt MIND je zameraný na rozvoj mechatronických zručností a inovatívnych metód učenia pre Priemysel 4.0. Na uspokojenie potrieb zamestnanosti na najbližších 5 – 10 rokov musia univerzity školiť študentov a rozvíjať interdisciplinárne zručnosti, ktoré kombinujú mechatronickú kvalifikáciu s IT znalosťami a vynikajúcimi sociálnymi zručnosťami, aby vytvorili špecialistov 4.0.

Dôležitým aspektom tohto prehľadu je identifikácia definujúcich kompetencií mechatroniky v kontexte predchádzajúcej odbornej prípravy Industry 4.0. Zručnosti v mechatronike sú tvorené moderným prístupom k vzdelávaciemu procesu, ktorý sa vyznačuje kumuláciou kompetencií.

Prieskum „Flash Eurobarometer“ o MSP ukazuje, že 62 % MSP v EÚ čelí prekážkam digitalizácie a 70 % MSP v EÚ tvrdí, že čelia aspoň jednej prekážke, ktorá bráni ich podniku stať sa udržateľným. Okrem toho výsledky potvrdzujú dôležitosť novej stratégie pre MSP pri prispievaní k hospodárskemu oživeniu v Európe po pandémie koronavírusu [2].

Podľa tohto prieskumu jeden z piatich MSP uvádza nedostatok zručností medzi prekážkami zapojenia sa do udržateľnejších postupov, digitalizácie a inovácií. V tomto zmysle je na podporu MSP, aby zvládli dvojité prechod k udržateľnosti a digitalizácii a rástli, potrebné zabezpečiť, aby mali prístup k správnym zručnostiam a odborným znalostiam.

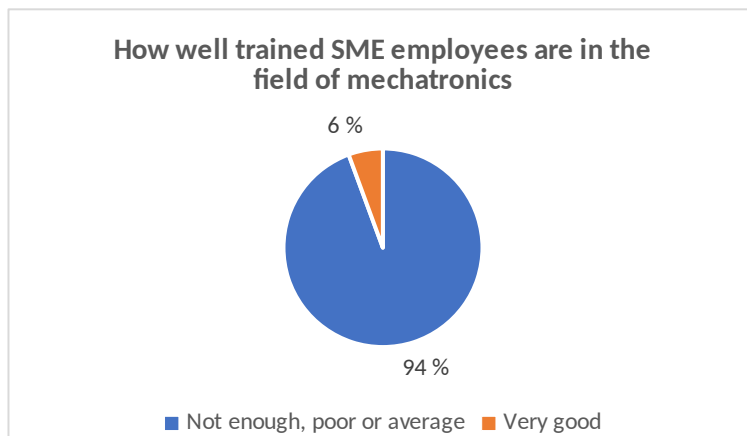
Najviac spomínanou prekážkou digitalizácie je neistota ohľadom budúcich digitálnych štandardov (24 %). Z hľadiska udržateľnosti aj digitalizácie je ďalšou najčastejšie uvádzanou prekážkou nedostatok finančných zdrojov.

Mechatronika ako odbor pokrýva široké spektrum zručností potrebných pre priemysel 4.0. Samozrejme, sú potrebné zlepšenia a doplnenia požadovaných zručností. S cieľom identifikovať zručnosti potrebné pre Industry 4.0 v partnerských krajinách projektu MIND sme vyvinuli formulár na platforme Google Forms, ktorý sme distribuovali spoločnostiam v troch partnerských krajinách (Srbsko, Slovensko, Rumunsko). Tejto formy sa zúčastnilo 55 firiem veľkých, malých a stredných veľkostí; väčšina týchto spoločností sú výrobcovia a malá časť je v oblasti výskumu vývoja a distribútorov. Významná časť firiem pôsobí v oblasti automotive, zvyšok je v oblasti strojárstva, elektroniky.

Podľa tohto prieskumu a odpovedí MSP sú mechatronické zručnosti významné a mimoriadne dôležité pre rozvoj ich spoločností (obrázok 2). Niektoré spoločnosti tvrdia, že mechatronické

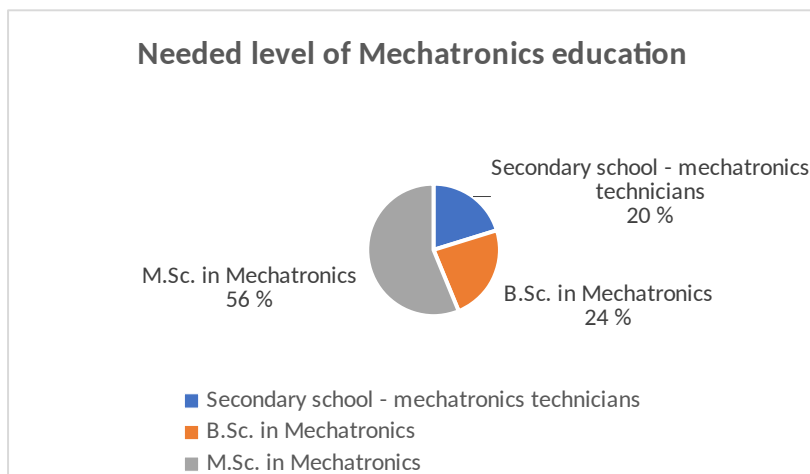


zručnosti nie sú príliš dôležité alebo nie sú dôležité, pretože tieto spoločnosti priamo nespolupracujú s výrobou alebo mechatronikou. Tieto spoločnosti pôsobia v oblasti súvisiacich služieb, ako je poradenstvo, paletizácia, priemyselná výstavba, finančné služby atď.



Obrázok 2. Dôležitosť mechatronických zručností [prieskum MIND]

Na otázku adresovanú firmám, ako dobre sú vyškolení ich zamestnanci v oblasti mechatroniky, väčšina odpovedala, že sú vyškolení v rozsahu 1-50%. Existuje aj malá časť spoločností, ktoré tvrdia, že ich zamestnanci majú veľmi vysoký stupeň vzdelania v oblasti mechatroniky (obrázok 3).

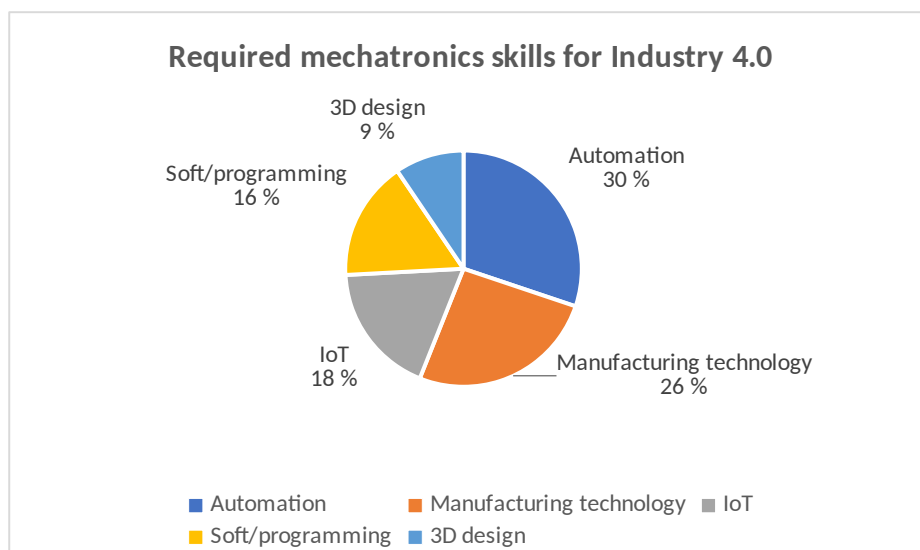


Obrázok 3. Vzdelávanie zamestnancov v oblasti mechatroniky [prieskum MIND]

Väčšina spoločností potrebuje vysokú úroveň vzdelania v oblasti mechatroniky, a preto väčšina spoločností potrebuje magisterské štúdium, po ktorom nasleduje bakalárske štúdium. Značný počet spoločností potrebuje aj technikov, ktorí poznajú oblasť

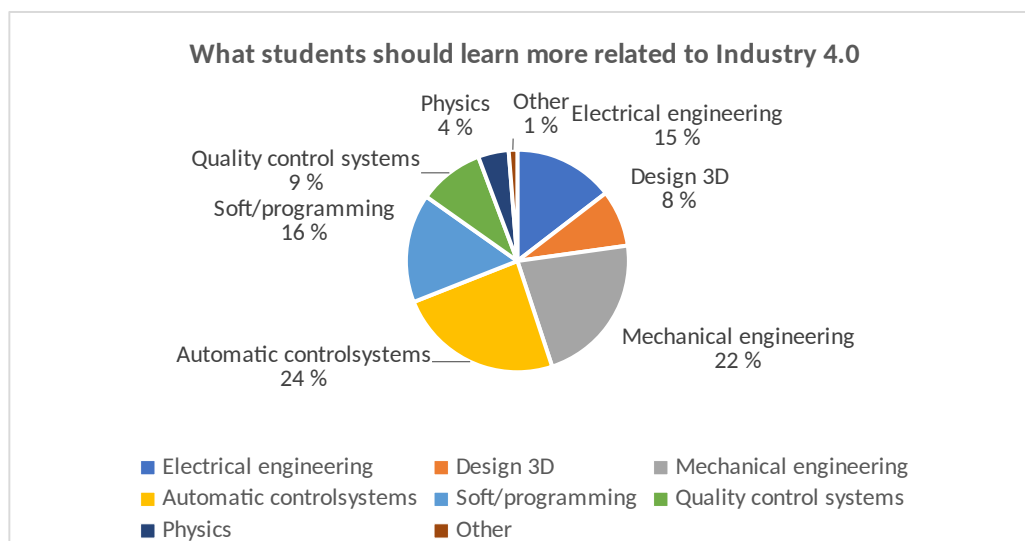
This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

mechatroniky na nižšej úrovni, ale majú potenciál rastu v rámci spoločnosti v určitých odvetviach (obrázok 4).



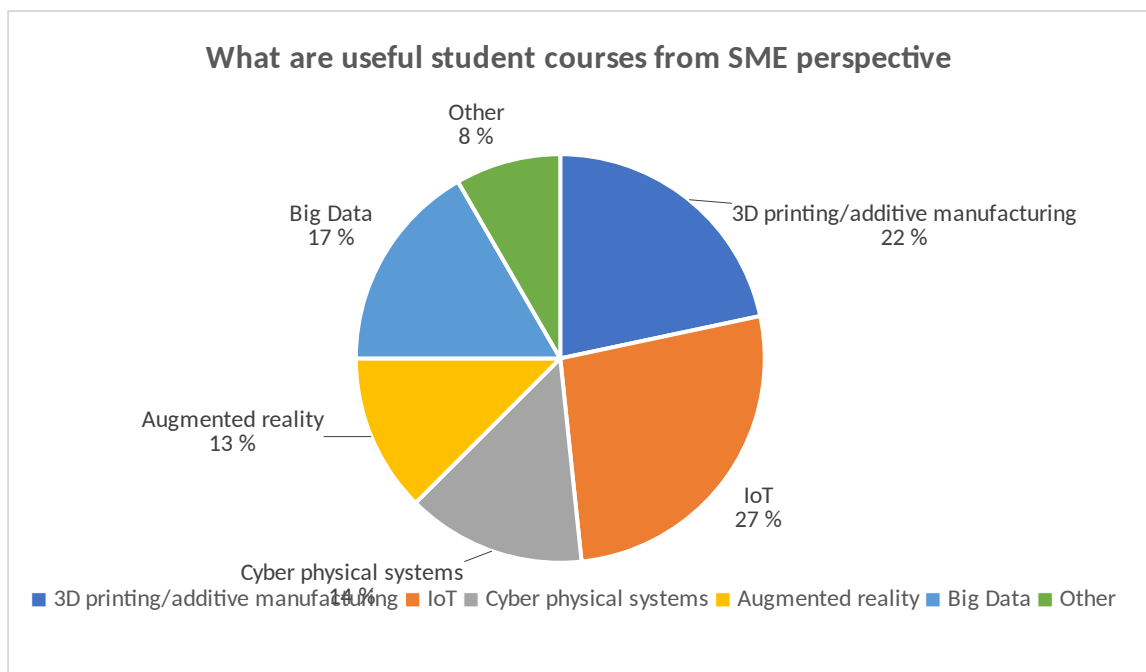
Obrázok 4. Úroveň vzdelania [prieskum MIND]

V prípade kompetencií, ktorými sa špecializovaný ľudský zdroj musí vyrovať s výzvami Industry 4.0, si spoločnosti vybrali kompetencie automatizácie a kompetencie výrobných technológií. Tieto dve zložky tvoria väčšinu preferencií zamestnávateľov, pokiaľ ide o kompetencie potrebné pre jednotlivca v odvetví 4.0. Ďalšou kompetenciou preferovanou spoločnosťami bol internet vecí, a to vďaka vzájomnej prepojenosti, ktorú ponúka medzi spoločnými prvkami priemyselného procesu (obrázok 5).



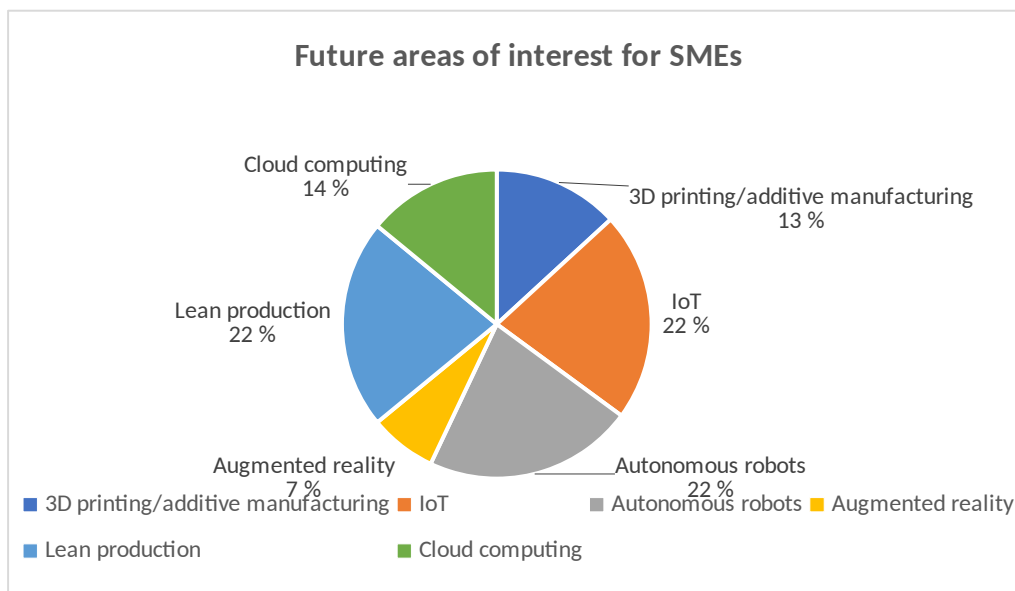
Obrázok 5. Požadované zručnosti v priemysle 4.0 [Prieskum MIND]

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Obrázok 6. Dôležité otázky, ktoré musia študenti brať vážne [Prieskum MIND]

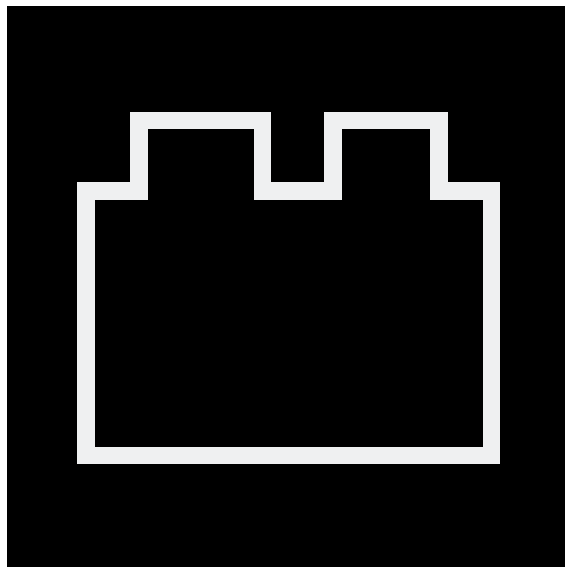
Internet vecí a 3D tlač / aditívna výroba sú preferované kurzy väčšiny spoločností pre študentov magisterského štúdia. MSP sa domnievajú, že tieto kurzy by boli užitočné pre študentov magisterského štúdia, pretože sú kľúčovým prvkom pri dosahovaní priemyselnej hranice 4,0 (obrázok 7).



Obrázok 7. Užitočné kurzy pre magisterských študentov [Prieskum MIND]

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Posledná otázka adresovaná malým a stredným podnikom sa týka budúcej vízie firmy, pričom väčšina z nich je zameraná na implementáciu princípov štíhlej výroby, ako aj vybavenie firmy autonómnymi robotmi či internetom vecí (obrázok 8).



Obrázok 8. Budúce oblasti záujmu pre MSP [prieskum MIND]

Podľa výsledkov prieskumu MIND a iných porovnávacích štúdií, prieskumov a záverov prezentovaných v správe IO1 by mal každý jednotlivý MSP zvážiť svoje vlastné potreby a spolupracovať s univerzitným sektorom obojsmerne: na výber študentov so špecifickými znalosťami mechatroniky po ukončení štúdia v súlade s MSP potrebuje alebo si vybrať adekvátne kurzy mechatroniky pre ďalšie vzdelávanie a rozvoj chýbajúcich mechatronických zručností pre zamestnancov MSP.

Na zabezpečenie tejto spolupráce by sa manažérom MSP a osobám s rozhodovacou právomocou mali poskytnúť jasné, transparentné a jednoduché učebné osnovy pre predmety a kurzy mechatroniky. V tomto zmysle bola počas projektu MIND vytvorená a prezentovaná štruktúra inovátnych, flexibilných a moderných učebných osnov.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



3. Učebné osnovy MIND - výber flexibilnej štruktúry pre kurzy mechatroniky

Ako bolo uvedené vyššie, kurikulum MIND by malo poskytnúť MSP rýchly prehľad o tom, aká moderná, inovatívna a časovo efektívna je štruktúra predmetov a kurzov realizovaných univerzitným sektorom. Vzhľadom na to, že do projektu MIND boli zapojené 4 univerzity z 3 rôznych krajín, táto štruktúra kurikula musí byť dostatočne flexibilná, aby spĺňala minimálne podmienky týkajúce sa individuálnych pravidiel a postupov každej univerzity. Na druhej strane poskytnutie takejto flexibilnej štruktúry učebných osnov otvára potenciál pre budúcu spoluprácu pri výmene študentov za odbor Mechatronika vo všeobecnosti.

V modernom vzdelávacom systéme existujú štyri základné princípy, ktoré by sme mali mať na pamäti. Tieto štyri princípy sú: žiak sa stáva ústredným subjektom celého systému, využívanie moderných vyučovacích prostriedkov, moderné prostriedky vyučovania, učenia sa, hodnotenia (učenie na základe projektu, učenie sa medzi sebou, problematizácia, atď...), rozvíjanie kritické myslenie a riešenie problémov. Zmeny vo vzdelávacom systéme nastali v dôsledku vývoja spoločnosti a univerzity museli prispôbiť svoje metódy požiadavkám priemyslu, ekonomiky atď.

Podstatnou výhodou Industry 4.0 je, že ponúka vysokú úroveň flexibility. Pod flexibilitou rozumieme schopnosť systému prispôbiť sa rôznym zmenám výrobného toku, a to tak z pohľadu zmeny tvaru a rozmerov výrobku, ako aj výrobného procesu. Koncept flexibility je zložitý a je dosť ťažké ho definovať, analyzovať alebo kvantifikovať. Vysoká flexibilita MSP môže byť rozhodujúcim faktorom v porovnaní s inými spoločnosťami, ktoré vysokú mieru flexibility nemajú. Sociálny a ekonomický kontext prinútil priemyselné prostredie prispôbiť sa novým požiadavkám a výzvam, aby bolo možné čeliť ekonomickému trhu [3].

V tomto zmysle musia byť aj kurzy, moduly a predmety súvisiace s rozvojom mechatronických zručností dostatočne flexibilné, aby mohli sledovať permanentné zmeny a nové trendy vynútené Priemyslom 4.0 a trhom všeobecne.

Rozvoj a zdokonaľovanie technických zručností a zvyšovanie kompetencií pre Priemysel 4.0 sa stáva najdôležitejšou náročnou úlohou a primárny cieľ MIND je plne v súlade.

Vzhľadom na to, že priemyselné odvetvia sú značne odlišné a vzdelávací systém nedokáže pokryť všetky jeho oblasti, je dôležité, aby boli zamestnanci školení na pracovisku alebo v

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





akademickom jazyku pracovného vzdelávania (WBL). Samozrejme, učenie sa prácou je len vzdelávacia metóda, pomocou ktorej jednotlivci hromadia zručnosti a sú špecifickejší v priemyselnom prostredí. Na druhej strane vo vzdelávacom prostredí na univerzite existujú moderné metódy akumulácie kompetencií, ktoré možno úspešne aplikovať pri dosahovaní navrhovaných cieľov. Project based learning (PBL), peer-to-peer learning (P2PL) sú len niektoré z moderných metód, pomocou ktorých jednotlivci získavajú zručnosti, ktoré sú také dôležité pri ich integrácii do sociálneho a priemyselného prostredia. Tento nový prístup k vzdelávaciemu systému je súčasťou moderného vzdelávania, ktoré sa vyznačuje postavením študenta ako subjektu vzdelávacieho procesu, akumuláciou kompetencií, rozvojom kritického myslenia a riešením problémov, ako je vysvetlené v MIND IO2. správa.

Jedinec študujúci mechatroniku vo vzdelávacom procese získava rad základných kompetencií v oblastiach 3D dizajnu, automatizácie, softvéru, pokročilého riadenia elektromechanických systémov, databáz, nekonvenčného riadenia procesov a pod.

Vypracovanie učebných osnov pre mechatroniku musí brať do úvahy súčasné priemyselné štandardy a budúce trendy v Priemysle 4.0; musí byť zameraná na študenta, s dôrazom na to, čo sa učia v problémovom učení; je dôležité brať do úvahy integrovaný prístup, aby sa zmazali hranice medzi rôznymi disciplínami, keďže scenáre zo skutočného života sa neriešia len pomocou jedného poľa. Je tiež dôležité, aby sa študenti učili riešiť problémy, ktoré viac súvisia s potrebami komunity a sú menej didaktické. Učebné osnovy musia umožniť študentom vybrať si vlastný predmet, ktorý je najrelevantnejší pre ich osobný rast a výber kariéry. V ideálnom prípade by kurikulum založené na učňovskom vzdelávaní umožnilo vyššie uvedené body [4].

Počas realizácie projektu MIND navrhované osnovy pokrývajú hlavné aspekty priemyslu 4.0: projekty založené na PLC, ktoré umožňujú pochopenie automatizačných technológií, technológie počítačového videnia, ktorá pripravuje budúcnosť pre plne autonómnych agentov umelej inteligencie, internet vecí, ktorý umožňuje ad hoc vytváranie sietí medzi inteligentnými zariadeniami, virtuálna realita, ktorá umožňuje jednotlivcovi inovovať a učiť sa novým spôsobom, inteligentná výroba a implementácia nových výrobných technológií, ktoré poskytujú nástroje na vývoj inteligentných ekologických produktov, a digitalizácia, všetky tieto témy tvoria solídny základ pre výučbu hlavných aspektov priemyslu 4.0.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





Nasledujúce kritériá boli zvažované a podrobne vysvetlené v správe MIND IO2:

- rastúce potreby flexibility,
- spolupráca medzi univerzitami a priemyslom,
- Otvorenie vzdelávacích systémov,
- Posun v komunikačných procesoch.

Povolacie normy v mechatronike sú štandardizované podľa európskych noriem. „Kvalifikácia je formálnym výsledkom procesu hodnotenia a validácie, ktorý sa získa, keď príslušný orgán určí, že jednotlivец dosiahol výsledky vzdelávania podľa daných noriem“

<https://ec.europa.eu/esco/portal/qualification> and

<https://ec.europa.eu/esco/portal/occupation?resetLanguage=true&newLanguage=en>.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Universitatea
Politehnica
Timisoara

COMING
COMPUTER ENGINEERING

STU
SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



integra™

mechatronics engineer

2.1 Code

2144.1.11

2.2 Description

Mechatronics engineers design and develop intelligent systems, such as robotic devices, smart home appliances, and aeroplanes, through combining technologies from mechanical, electronic, computer, and control engineering. They create blueprints or design documents for parts, assemblies or finished products using software programs, and also oversee and manage projects.

2.3 Alternative label

- mechanical systems engineer
- mechatronic engineering specialist
- engineer in mechatronics
- robotics engineer
- electromechanical engineer
- cybernetics engineer
-
-
-

engineer of mechatronics
mechatronics systems designer
specialist mechatronic engineer
advanced mechatronics engineer

2.4

Regulatory aspect

To see if and how this occupation is regulated in EU Member States, EEA

V súlade s vyššie uvedenými analýzami a kritériami sa univerzity musia zamyslieť nad tým, ako prispôbiť svoje učebné osnovy a preskúmať možnosti flexibilnejších, inteligentnejších, modulárnych a rekonfigurovateľných laboratórnych štruktúr, ktoré podporujú a odrážajú plynulú povahu Priemyslu 4.0.

Nižšie je uvedený len popis jedného vybraného kurzu MIND. Je sylabusom pre MIND prednášku 6 – „Implementácia nových výrobných technológií a systémov pre Priemysel 4.0“. Sylabusy pre všetky vyvinuté moduly MIND nájdete v správe MIND IO2.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1 Špecializácia

1.1 University	Politehnica University of Timisoara
1.2 Faculty	Mechanical Engineering
1.3 Department	Mechatronics
1.4 Field of study	Mechatronics and Robotics
1.5 Degree level	Bachelor
1.6 Specialization	Mechatronics and Robotics

2 Informácie o predmete

2.1 Course title	?				
2.2 Year of study	4	2.3 Semester	1	2.4 Evaluation method	Exam
2.5 Course type	Formative category				Yes
	Optionality				No

3 Čas

3.1 Number of hour / week	2	divided in:	3.2 Lecture	2	3.3 Seminary	0	3.3 Laboratory	1	3.3 Project	1
3.4 Number of hour / semester	42	divided in:	3.5 Lecture	28	3.6 Seminary	0	3.6 Laboratory	14	3.6 Project	14
3.7 Time budget distribution (hours / semester) for individual activity:										
(a) Individual study (course, obligatory bibliography, etc.)										3
(b) Additional documentation (recommended bibliography, etc.)										2
(c) Preparation for seminary/laboratory/project activities										14
(d) Peer learning										2
(e) Exam preparation										6
(f) Other activities										1
3.8 Total individual study (sum (3.7(a)...3.7(f)))					28					
3.9 Grand total (3.4+3.8)					70					
3.10 ECTS credits					4					

4 Podmienky

4.1 curriculum	Project MIND, lectures 1...5
4.2 competences	-

5 Požiadavky

5.1. for lecture	Notebook
5.2. for seminary/ laboratory/ project	3D printer, PC, notebook, printer access, Internet access

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

6 Požadované zručnosti

Professional competences	<ul style="list-style-type: none"> - Understanding of rapid prototyping – state of the art - Integration of rapid prototyping in smart manufacturing in an efficient way - Designing of parts according to selected 3D printing technology - Knowledge base enlargement regarding additive technology - Responsible professional tasks approach, in an autonomous way, without qualified assistance
Transversal competences	<ul style="list-style-type: none"> - Efficient management for conceiving, designing, planning and organizing specific activities. - Development of research projects, scientific studies or articles, BSc. Thesis. - Efficient use of IT, scientific and special resources, regarding the professional road - Applying efficient communication techniques within professional relation, with individual particularities.

7 Obsah

7.1 General objective	<ul style="list-style-type: none"> - Formation of notions related to the concept of rapid prototyping, - Formation of ideas on the advantages of new manufacturing technologies and systems, - Understanding the relatively complex topics about learning and prototyping with the help of rapid prototyping.
7.2 Specific objectives	<ul style="list-style-type: none"> -To know and understand main 3D printing technologies, -Knowledge of the steps required for rapid prototyping, -To prepare CAD model for specific 3D printing technology, -To know how it works, -To identify the causes of a possible problem.

8 Obsah

8.1 Lecture	Hours	Teaching methods	Observation
Introduction in rapid prototyping	2	Presentation, demo videos, dialogue, examples	
Types of 3D printing	4		
Specifics of 3D printing – support structure, slicer	4		
FDM	4		
SLA	2		
SLS	2		
Other 3D printing technologies	2		
Examples of 3D printing in industry	4		
Bibliography As per references in Lecture 6			
8.2 Seminary / Laboratory / Project	Hour	Teaching	Observation

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



	s	methods	n
Project thematic selection	2	Dialogue, argumentation, documentation, 3D printing, pre and post processing of 3D printed parts, presentation	
State of the art exposal	2		
Proposed solution selection	2		
3D printing of selected projects	12		
Bibliography As per references in Lecture 6			

9 Hodnotenie

Activity	10.1 Evaluation criteria	10.2 Evaluation method	10.3 % of final grade
10.4 Lecture	Ability to express notions and make correct decisions, related to Rapid prototyping	Written Exam, 2h, 5 items, max. 9 points.	60% (max. grade=10)
10.5 Seminary/ Laboratory/ Project	Ability to carry out 3D printing	Content check, max. 6 points; Presentation 10 min., max. 3 points;	40% (max. grade=10)
10.6 Minimum performance:			5.0/10

Z pohľadu SME sú tri mimoriadne dôležité časti sylabov. Prvým je získanie kompetencií. V tejto časti môžu manažéri MSP vidieť, aké odborné a prierezové kompetencie sa budú rozvíjať počas realizácie tohto kurzu. Manažéri MSP však môžu porovnávať a analyzovať, či tieto kompetencie spĺňajú vopred definované potreby a očakávania MSP od potenciálnych zamestnancov (študentov) alebo od existujúcich zamestnancov prostredníctvom ďalšieho vzdelávania.

Druhou dôležitou časťou je cieľ kurzu. Oba typy cieľov sú veľmi dôležité. Dosiachnutie všeobecných cieľov poskytuje silný teoretický základ a jasný obraz pre riešenie zložitých problémov. Na druhej strane dosahovanie špecifických cieľov a ich napĺňanie špecifických potrieb a plánov MSP je mimoriadne dôležité v zmysle výberu vhodných kurzov pre študentov.

Tretou dôležitou časťou je samozrejme obsah. Služi manažerom MSP, aby detailne videli, aký je konkrétny program vybraného kurzu a aká metóda výučby bude použitá. V

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





tomto zmysle je veľmi dôležité chápať moderný prístup v metódach učenia, ktoré študenti Mechatroniky využijú na uspokojenie potrieb MSP a konkurencieschopnosti na trhu.

4. Podpora kurzu MIND

Projekt MIND poskytuje podporný materiál pre 7 vybraných prednášok, ktoré majú veľký význam pre rozvoj špecifických mechatronických zručností pre Priemysel 4.0. Tento materiál sa primárne zameriaval na učiteľov a študentov, ale napokon by sa obsah a akceptované znalosti mali použiť na zvýšenie flexibility MSP a schopnosti vysporiadať sa s Priemyslom 4.0. Podpora kurzu je minimálne 160 a počet hodín školenia je minimálne 18 hodín. Rozdiel od tých existujúcich sú zručností, ktoré je možné získať v kratšom čase v rôznych situáciách. Tieto príklady budú sprevádzané tradičnými predmetmi mechatroniky, ako sú vstavané programovanie, elektrické alebo mechanické technológie.

Zahrnutím všetkých týchto aspektov do školiaceho programu to zabezpečuje prístup zdola nahor pri uplatňovaní konceptu Industry 4.0 v podnikoch. Cieľom podpory tohto kurzu je rozvíjať systémy kritického myslenia, rozvíjať mäkké zručnosti tímovej práce, učiť sa afektívne prístupom založeným na praxi.

Cieľovou skupinou tohto výstupu sú profesori a príjemcami budú študenti ochotní dozvedieť sa viac o Mechatronike 4.0, ale napokon poskytnúť adekvátnu spätnú väzbu potrebám a očakávaniam MSP. V tabuľke nižšie nájdete prednášky, ktoré budú súčasťou kurzu.





Lecture 1	PLC based Project on Mechatronics System for Industry 4.0
Lecture 2	Vision Technology
Lecture 3	Internet of Things, Digitalization, Industry 4.0, Cyber Physical Systems and Mechatronics
Lecture 4	Virtual reality as a new trend in mechatronics engineering education
Lecture 5	Smart Manufacturing and Automation with Industry 4.0
Lecture 6	Implementation of new manufacturing technologies and systems for Industry 4.0
Lecture 7	Digitalization and Industry 4.0

S cieľom pomôcť malým a stredným podnikom uvedomiť si, aké špecifické zručnosti je možné rozvíjať prostredníctvom vhodných prednášok a poskytnúť praktický náhľad na podporný materiál pre každú z prednášok, bola predložená špecifická tabuľka. V týchto tabuľkách sú popísané základné potreby MSP, ktoré sú pokryté prednáškou, ako aj niekoľko názorných príkladov.



PLC based Project on Mechatronics System for Industry 4.0	
MSP treba naplniť	Nedostatok kompetencií v riadení inteligentných tovární, automatizácia riadenia rôznych procesov v MSP, potreba zabezpečiť adaptabilitu výrobných procesov súvisiacich s novými riadiacimi úlohami, riešenie komunikačných problémov súvisiacich s PLC v prostredí inteligentnej továrne
Všeobecné ciele	Znalosť PLC ako jadra priemyselnej automatizácie; Princípy znovuoobjavenia a prekonfigurovania PLC ako najlepšej možnosti pre priemyselnú automatizáciu na splnenie požiadaviek Industry 4.0; znalosť komunikácie medzi PLC a inými zariadeniami v zmysle Industry 4.0; Znalosť používania PLC od rôznych výrobcov PLC.
Špecifické ciele	Zahrnúť schopnosť analyzovať funkčné vzťahy v

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



	<p>mechatronických systémoch; Poskytovať plne integrované školenia v oblasti automatizácie, ktoré kombinujú mechaniku, pneumatiku, elektrotechniku, riadenie PLC a komunikačné rozhrania; Nadviazať komunikáciu PLC pomocou protokolov priemyselnej siete a internetu; Znalosť krokov potrebných na zabezpečenie komunikácie PLC cez portál TIA; Znalosť nadviazania komunikácie a prepojenia PLC so simulačným softvérom ako je MATLAB</p>
<p>Praktické príklady učenia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prototypová implementácia s ovládačmi Phoenix Contact a programovacím nástrojom PC WORX • Didaktické učebné stanovišťa FESTO PLC riadenie rôznych procesov, vzdialené monitorovanie, komunikačné protokoly... • 6 DOF Mitsubishi RV-2SDB a riešenie rôznych úloh riadenia kombinovaním robota a PLC • nadviazanie komunikácie a prepojenie PLC so simulačným softvérom MATLAB a LabView – ukážkové príklady • Riadenie priemyselného robota FANUC LR Mate 200iD 4S – ukážkové príklady 	   

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

	
<p>žiadosť pre MSP</p> <ul style="list-style-type: none"> • ovládanie stroja • riadenie priemyselného robota • riadenie procesu zvárania <ul style="list-style-type: none"> • rôzne operácie, ktoré zahŕňajú skladovanie, manipuláciu a vrecovanie • rafinácia sirupu, ktorá zahŕňa skladovacie nádrže produktu, čerpanie, filtráciu, čírenie, odparky a všetky systémy distribúcie tekutín <ul style="list-style-type: none"> • Spracovanie tukov a olejov, ktoré zahŕňa skladovacie nádrže produktov, čerpanie, filtráciu, čírenie, výparníky a všetky systémy distribúcie tekutín <ul style="list-style-type: none"> • prevádzky mliekarenských závodov, ktoré zahŕňajú kontrolu celého procesu od surového mlieka dodávaného až po hotové mliečne výrobky • produkcia a rafinácia ropy a plynu od vrtných čerpadiel na poliach až po hotový produkt dodávaný zákazníčkovi • pekárske aplikácie od suroviny až po hotový výrobok • spracovanie piva a vína vrátane požadovaných postupov kontroly kvality a dokumentácie 	

Vision technology	
MSP treba naplniť	Nedostatok kompetencií v riadení inteligentných tovární, nedostatok kompetencií v spracovaní obrazu a fúzii senzorov, inovácia vo vizuálnej kontrole, detekcia prekážok a defektov, nové prístupy v údržbe
Všeobecné ciele	Pochopenie pojmov súvisiacich s obrazom, umelým videním a spracovaním obrazu. Naučiť sa a používať

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

	<p>metódy spracovania obrazu a navrhovať špecifické aplikácie.</p>
<p>Špecifické ciele</p>	<p>Znalosť, hodnotenie a používanie konceptov, algoritmov a metód špecifických pre spracovanie obrazu: formáty digitálnej reprezentácie obrazu, model kamery, štatistická analýza, filtrovanie, zlepšovanie / obnova kvality, segmentácia, merania. času a zdrojov</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rozvoj kapacít pre kvalitatívne a kvantitatívne hodnotenie výsledkov, algoritmov a systémov založených na spracovaní obrazu ▪ Znalosť a používanie špecifických programovacích / spracovateľských nástrojov (MATLAB, OpenCV)
<p>Praktické príklady učenia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementácia vizuálnej technológie pomocou MATLABu • Spracovanie obrazu v Simulinku 	 
<p>Sžiadosť pre MSP</p> <ul style="list-style-type: none"> • palubný systém detekcie prekážok pre lokomotívy a autonómne vlaky • spracovanie obrazu založené na AI 	 


This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

<ul style="list-style-type: none"> • drony na detekciu prekážok a videomonitorovanie • rozpoznávanie defektov pri úlohách vizuálnej kontroly 	 <p>Example: static camera-flying drone</p> 
--	--

Internet of Things, Digitalization, Industry 4.0, Cyber Physical Systems and Mechatronics	
MSP treba naplniť	Nedostatok kompetencií v riadení inteligentných tovární, nedostatok kompetencií v zručnostiach na riadenie M2M komunikácie, RFID, IoT, IIoT... v prostredí inteligentnej továrne
Všeobecné ciele	Rozvíjať zručnosti súvisiace s používaním internetu vecí a jeho častí v kontexte Industry 4.0
Špecifické cielePraktické príklady učenia	Naučte sa implementovať niektoré z kľúčových prvkov Industry 4.0: <ul style="list-style-type: none"> • špecifické kybernetické fyzické systémy • Internet vecí • problémy kybernetickej bezpečnosti • poznať hlavné zariadenie, s ktorým interagujú, • Znalosť krokov potrebných na vytvorenie modelov virtualizácie, • vytvoriť model a aplikáciu robota SCARA, • vedieť, ako robot SCARA funguje, • programovať a vizualizovať robota online.
Praktické príklady učenia <ul style="list-style-type: none"> • Virtualizácia robotického systému 	

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

<ul style="list-style-type: none"> • simulačný a online softvér na programovanie robotov 	
<p>žiadosť pre MSP</p> <ul style="list-style-type: none"> • virtualizácia výroby 	

Virtual reality as a new trend in mechatronics engineering education	
MSP treba naplniť	Nové zručnosti v príprave výroby a vo fázach návrhu vizualizácie produktu a diaľkového sledovania technologických procesov
Všeobecné ciele	<ul style="list-style-type: none"> • formovanie predstáv súvisiacich s pojmom virtuálna realita, • vytváranie myšlienok o výhodách interaktívnych metód učenia, • Pochopenie pomerne zložitých tém o učení sa pomocou virtuálnej reality
Špecifické cielePraktické príklady učenia	<ul style="list-style-type: none"> • poznať hlavné zariadenia, s ktorými interagujú, • znalosť krokov potrebných na vytvorenie virtuálnych modelov, • Vytvoriť modely virtuálnej reality, • Ak chcete vedieť, ako to funguje, • Identifikovať príčiny možnej poruchy
<p>Praktické príklady učenia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Príklady VR pomocou MATLABu 	

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

<p>žiadosť pre MSP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Virtualizácia robota • Údržba / inteligentná údržba <ul style="list-style-type: none"> • Monitorovanie / monitorovanie založené na stave 	
--	--

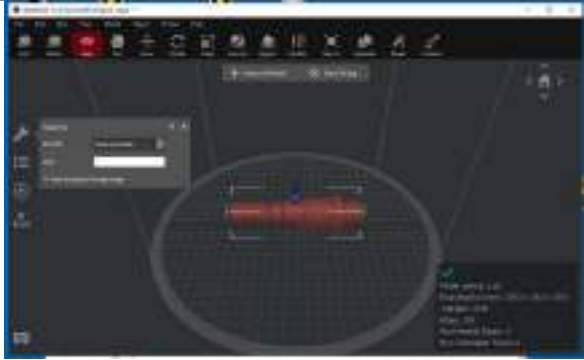





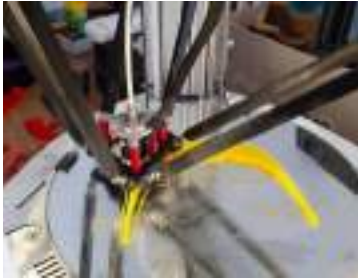
Smart Manufacturing and Automation with Industry 4.0	
MSP treba naplniť	Nedostatok nových zručností pre inteligentnú výrobu, potreba rozvoja zručností pre implementáciu inteligentnej údržby
Všeobecné ciele	<ul style="list-style-type: none"> • formovanie predstáv súvisiacich s konceptom inteligentnej výroby a automatizácie, • vytváranie predstáv o výhodách implementácie Industry 4.0, • Pochopenie relatívne zložitých tém o inteligentnej výrobe a automatizácii s Industry 4.0
Špecifické cielePraktické príklady učenia	<ul style="list-style-type: none"> • poznať hlavné paradigmy Industry 4.0, s ktorými interagujú, • znalosť krokov potrebných na vývoj inteligentných výrobných riešení, • Pochopiť koncepty inteligentnej výroby pre manuálne procesy, • vedieť, ako inteligentná výroba pomáha energetickej efektívnosti, • Identifikovať príležitosti pre možnú optimalizáciu výroby
Praktické príklady učenia <ul style="list-style-type: none"> • Demonštračné príklady simulácie inteligentného prostredia 	
žiadosť pre MSP	

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

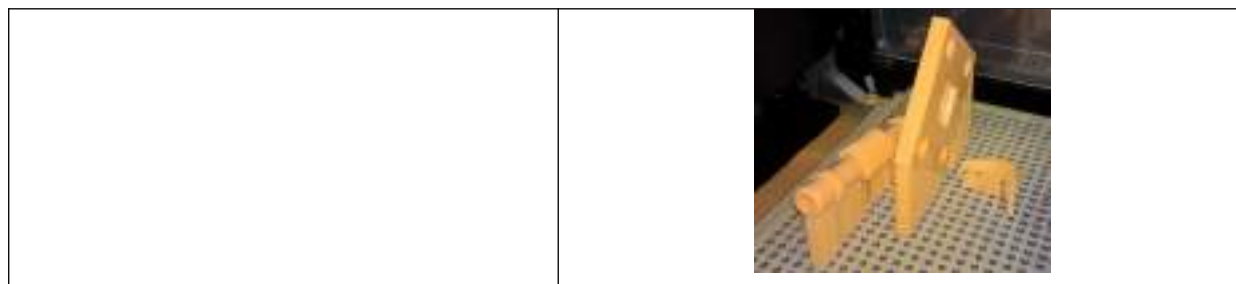
<ul style="list-style-type: none"> • Inteligentná továreň • Inteligentná údržba • Monitorovanie na základe podmienok 	
---	--

Implementation of new manufacturing technologies and systems for Industry 4.0	
MSP treba naplniť	Lzískanie nových zručností pre rýchle prototypovanie, potreba rozvoja zručností pre implementáciu metód 3D tlače
Všeobecné ciele	<ul style="list-style-type: none"> • formovanie pojmov súvisiacich s konceptom rýchleho prototypovania, • vytváranie predstáv o výhodách nových výrobných technológií a systémov, • Pochopenie relatívne zložitých tém o učení a prototypovaní pomocou rýchleho prototypovania
Špecifické cielePraktické príklady učenia <ul style="list-style-type: none"> • Poznať a pochopiť hlavné technológie 3D tlače, <ul style="list-style-type: none"> • znalosť krokov potrebných na rýchle prototypovanie, • Pripraviť CAD model pre konkrétnu technológiu 3D tlače, <ul style="list-style-type: none"> • Ak chcete vedieť, ako to funguje, • Identifikovať príčiny možného problému 	Poznať a pochopiť hlavné technológie 3D tlače, <ul style="list-style-type: none"> • znalosť krokov potrebných na rýchle prototypovanie, • Pripraviť CAD model pre konkrétnu technológiu 3D tlače, • Ak chcete vedieť, ako to funguje, • Identifikovať príčiny možného problému
Praktické príklady učenia <ul style="list-style-type: none"> • Používanie rôznych CAD softvéru na modelovanie a prípravu na 3D tlač • Používanie rôznych metód 3D tlače a rôznych 3D tlačiarň • Ukázkové príklady s použitím 3D skenerov 	 

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

	 
<p>žiadosť pre MSP</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D tlačéné produkty • Rapídne prototypovanie 	    

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Digitalization and Industry 4.0	
MSP treba naplniť	Nedostatok nových zručností na zvládanie a riešenie zložitých problémov digitálnej transformácie MSP v súlade s požiadavkami Industry 4.0
Všeobecné ciele	<ul style="list-style-type: none">• Úvod do konceptov a charakteristík veľkých dát• Pochopenie rôznych technológií na získavanie, analýzu a spracovanie údajov• Úvod do technológie Blockchain• Pochopenie základných funkcií Blockchainu: bezpečnosť, decentralizácia, ťažba, hašovací funkcie, súkromie a autentifikácia• Získanie vedomostí o typoch strojového učenia bežne používaných v analytike
Špecifické cielePraktické príklady učenia	<ul style="list-style-type: none">• Pochopenie požiadaviek na poskytovanie optimálneho analytického prostredia; Úvod do deskriptívnej, prediktívnej a preskriptívnej analýzy; Prezentácia reálnych aplikácií v doménach veľkých dát, blockchainov a analýzy poháňanej strojovým učením
Praktické príklady učenia <ul style="list-style-type: none">• Aplikácia analýzy veľkých dát pomocou MATLABu a Pythonu• Aplikácie ML v reálnom svete a analytické prístupy v Industry 4.0 využívajúce MATLAB a Python	
žiadosť pre MSP Aplikácia Big Data	

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





<ul style="list-style-type: none">• Prediktívna údržba, Prediktívna kvalita• Detekcia defektov/anomálií, Počítačové videnie• Prognóza výroby, riadenie dodávateľského reťazca, optimalizácia pracovných buniek• Riadenie životného cyklu produktu	
--	--

5. Platforma MIND a video didaktický materiál ako prípadové štúdie pre dodatočnú podporu efektívneho rozvoja mechatronických zručností v Priemysle 4.0

Platforma pre e-learning je zameraná na získavanie vedomostí praktickým riešením problémov a vysvetľovaním reálnych priemyselných aplikácií, nie však klasických metódik výučby memorovaním vedomostí.

„Učiť sa praxou“ je kľúčom k úspechu v nových trendoch v mechatronike a technológiách, ktoré sa vyvíjajú v súlade s Industry 4.0.

Hlavným cieľom platformy MIND bolo vytvoriť prístupnú a užívateľsky príjemnú vzdelávaciu platformu s cieľom povzbudiť a podporiť študentov, ktorí sa chcú naučiť nové zručnosti pre mechatroniku, ktoré sú vhodné pre Industry 4.0. Vďaka prístupu na platformu môžu študenti nájsť dobré, štruktúrované kurzy založené na požiadavkách priemyselných partnerov, môžu sa učiť kdekoľvek a vo svojom vlastnom rytme. Na upevnenie nadobudnutých vedomostí môžu študenti absolvovať kvíz, aby zistili, kde sa dajú zlepšiť alebo aké majú medzery vo vysvetľovaných materiáloch.

Každodenné školenie na platforme MIND môže študentov naviesť na správnu cestu, aby sa naučili mechatroniku a technológie používané v Industry 4.0.

Čo sa týka MSP, platforma MIND môže byť využitá zo strany manažérov MSP na definovanie špecifických potrieb MSP v oblasti mechatroniky a spolupráce s univerzitným sektorom obojsmerne.

Online vzdelávacia platforma v mechatronike pre Priemysel 4.0 ponúka nasledovné požiadavky:

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





- Veľká databáza tém didaktických a multimediálnych kurzov mechatroniky, ktorá boli vytvorené všetkými partnerskými univerzitami.
- Možnosť učiť sa akúkoľvek tému záujmu a mať online overovacie nástroje.
- Možnosť sledovania pokroku študentov vyplnením dotazníka po dokončení modulu.

Platforma je hostovaná na webovej stránke projektu:

<https://www.project-mind.eu/index.php/platform> .

Platforma MIND pokrýva nasledujúce témy:

- Modelovanie fyzických systémov, inteligentná výroba a automatizácia s Priemyslom 4.0
- Senzory a akčné členy, Digitalizácia a Priemysel 4.0
- Signály a systémy, Implementácia nových výrobných technológií a systémov pre Priemysel 4.0
- Počítače a softvér, Virtuálna realita ako nový trend vo vzdelávaní mechatroniky, VR modely v MATLAB/Simulink
- Zber údajov, technológia Vision (VT)
- Príklady mechatronického hardvéru zahŕňajúce hardvér Arduino a Raspberry Pi s integráciou MATLAB/Simulink
- Projekt mechatronického systému pre Priemysel 4.0 založený na PLC
- Internet vecí, digitalizácia, Priemysel 4.0, kybernetické fyzické systémy a mechatronika

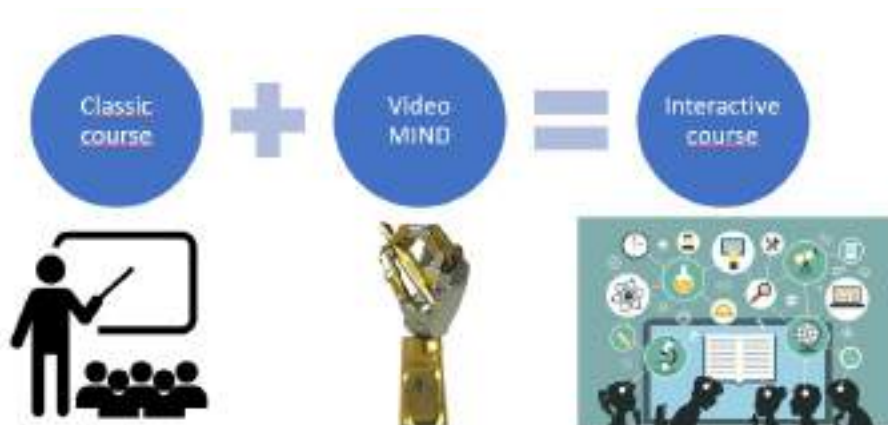
This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Obrázok 9. Platforma MIND na učenie sa nových zručností

S cieľom zabezpečiť efektívnosť rozvoja mechatronických zručností pre Priemysel 4.0 je náprotivkom podpory kurzu video didaktický materiál. Povaha mechatroniky ako multidisciplinárnej a komplexnej disciplíny prinútila učiteľov MIND rozširovať vyučovacie metódy systematickým zavádzaním videodidaktického materiálu do vyučovacieho procesu. V tomto zmysle je hlavným dôvodom využívania didaktických videí na rozvoj mechatronických zručností to, že médiá oslovia všetky zmysly študentov a pomôžu im lepšie spracovať informácie, ktoré dostanú. Video obsah pomáha učiteľom motivovať študentov, pretože prináša skutočný život do triedy a úplný komunikačný kontext predstavuje jazyk. A namiesto toho, aby zaberali viac hodín (tradičná starostlivosť o profesora), pomáhajú zachrániť učiteľskú úlohu.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Obrázok 10. Pojem MIND videodidaktického materiálu

Videá pokrývajú modelovanie a simuláciu mechatronických systémov, senzorov a akčných členov používaných v mechatronike, softvér a získavanie údajov zo senzorov a príklady mechatronického hardvéru zahŕňajú hardvér Arduino a Raspberry Pi. Všetky tieto videá sú dobre vysvetlené v správe MIND IO5 a sú dostupné na webovej stránke MIND.

6. Záver

Hlavnou myšlienkou tohto sprievodcu bolo oboznámiť manažérov s konceptom Industry 4.0 a relevantnosťou nových učebných osnov a e-learningových vyučovacích metód navrhnutých v projekte MIND s cieľom rozvíjať nové zručnosti a kompetencie pre študentov, aby splnili požiadavky spoločností. .

Toto možno považovať za nový prístup spolupráce medzi univerzitami, (profesormi a študentmi) a podnikateľským sektorom.

Príručka pre MSP obsahujúca krátky popis školiaceho materiálu v mechatronike (kurz, učebné osnovy) so zameraním na potreby Industry 4.0 a e-learningovej platformy vyvinutej počas realizácie projektu MIND.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Bibliografia

- [1] Vasiliki Liagkou, Chysostomos Stylios, Introducing VR technology for increasing the digitalization of SMEs, IFAC-PapersOnLine, Volume 52, Issue 13, 2019, Pages 451-456, ISSN 2405-8963, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.101>.

- [2] Andrea Benesova, Martin Hirman, Frantisek Steiner, Jiri Tupa, Requirements for Education 4.0 and Study Programs within Industry 4.0, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Pilsen, Czech Republic, July 23-26, 2019

- [3] Reichlin L., Watson M. (2003), "Big Data: Dynamic factor models for macroeconomic measurement and forecasting", Advances in Economics and Econometrics, Theory and Applications, Eighth World Congress, pp 115-122.

- [4] Alsubaie, M.A. (2016) Curriculum Development: Teacher Involvement in Curriculum Development, Journal of Education and Practice, 7(9), pp.106-107.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

