

INDUSTRY 4.0 IN THE HUMAN CAPITAL OPTICS - EMPIRICAL FINDINGS OF WORK 4.0 COMPETENCIES DEVELOPMENT WITHIN THE SLOVAK AUTOMOTIVE SECTOR

Martina Porubčinová¹

Martin Fero²

Helena Fidlerová³

Ivana Novotná⁴

Abstrakt

Considerable attention is given to the adaptation and use of Internet in Industry recently. In this paper we emphasize the definition of Industry 4.0 in the human capital optics focused on the sustainable development of Industry 4.0, formation of specific Work 4.0 competencies and supporting the implementation of human capital in practice. This paper presents the empirical findings of the importance of Work 4.0 competencies on a sample of experts within automotive sector in Slovakia. The main findings of our work confirm the difference in the assessment of the importance of Work 4.0 in managers and IT experts, the similarity of the assessment of the importance of 4.0 job competencies in the highest and middle levels of the National Qualifications Framework (differences not at a statistically significant level in white and blue collars), as well as the importance of specific Work 4.0 competencies relevant for the lowest qualification groups.

Kľúčové slová

Industry 4.0, National Qualifications Framework of the Slovak Republic, Work 4.0, Innovations 4.0, human capital, work competencies.

I. Úvod

Procesy spojené s akceptovaním a používaním prvkov Industry 4.0 predstavujú podľa časti autorov významnú inovačnú zmenu, resp. pokračovanie doteraz prebiehajúcich inovačných procesov. S ohľadom na vývoj v oblasti automatizácie a jeho dôsledky v oblasti zamestnanosti, ako aj reformné zámery v globálnych ekonomických podmienkach, je potrebné v oboch perspektívach analyzovať procesy akceptovania a využívania inovácií 4.0. Koncept Industry 4.0 otvára priestor pre analýzu technických prvkov, myšlienok, poznatkov a spôsobov práce, keďže komplexnosť procesu Industry 4.0 je možné vnímať vo všetkých základných oblastiach inovačného procesu, kam patrí a) inovácia produktov, b) technologická, procesná inovácia a c) inovácia znalostí, metód.⁵

¹ Centre of Social and Psychological Sciences, SAS, Šancová 56, 811 05 Bratislava, Slovakia. progmpor@savba.sk.

² Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of technology, Jána Bottu 2744/24, 917 24 Trnava, Slovakia. feromartin@gmail.com.

³ Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of technology, Jána Bottu 2744/24, 917 24 Trnava, Slovakia. helena.fidlerova@stuba.sk.

⁴ Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of technology, Jána Bottu 2744/24, 917 24 Trnava, Slovakia. ivana.novotna@stuba.sk.

⁵ Komplexnosť a multidimenzionálnosť inovatívneho charakteru Priemyslu 4.0 reflektuje poňatie inovácií podľa OSLO Manuálu z roku 2005, podľa ktorého inovácia predstavuje „zavedenie nového alebo výrazne vylepšeného produktu

Industry 4.0 ako inovatívna zmena smeruje k rozvoju inteligentných objektov vo výrobnom procese, schopných poskytovať informácie o sebe a svojom okolí prostredníctvom senzorov, mikroprocesorov, zapojenia internetu do priemyselných procesov a prostredníctvom virtualizácie reálnych objektov a procesov (Bartodziej, 2017). Zavedenie prvkov Industry 4.0 umožňuje prepojenie medzi výpočtom, výmenou dát, riadením a realizáciou konkrétnych pracovných úloh.

Ak predchádzajúce etapy rozvoja informačnej spoločnosti boli zamerané skôr na technické inovácie a ich analýzu, v súčasnosti sme svedkami posunu smerom k ľudskému kapitálu a blahobytu pracovníkov v dôsledku vzájomného vzťahu technologických a ľudských pracovných kompetencií, kvalifikácií a zručností. Nielen výskumný, ale i celospoločenský záujem sa sústreďuje na oblasť informatizácie práce, ktorá si vyžaduje zvyšovanie adaptability a stále obnovovanie a zvyšovanie zručností, ako aj na oblasť rozsiahlych zmeny v charaktere a organizácii práce, či predpokladané formovanie spoločnosti voľného času. Odborníci v oblasti IT teórií, psychológie, manažmentu i sociológie analyzujú proces adaptácie Industry 4.0 z rôznych uhlov pohľadu, napr. s dôrazom na bezpečnosť zamestnancov, zvýšenia spokojnosti zamestnancov, podpory pozitívnych emocionálnych postojov k spolupráci v zmiešaných ľudsko-strojových pracovných tímoch a k práci s ďalšími technickými inováciami 4.0, s cieľom identifikovať mechanizmy podpory špecifických skupín pracujúcich (starší pracovníkov, pracovníci zo sociálne znevýhodneného prostredia), kompenzovať nedostatočný digitálneho prístup a podporiť tvorbu optimálnych pracovných podmienok v podmienkach Industry 4.0.

Industry 4.0 je možné vnímať v súčasnosti ako proces, ktorý prináša výzvy, príležitosti a nároky ako každý resocializačný proces spojený s obnovou a rozširovaním obsahu ľudského kapitálu a jeho využívaním v praxi. Vychádzajúc z dôrazu na vzájomný vzťah medzi technologickým inovačným vývojom a premenami v oblasti práce, pracovných kompetencií a sociálnych inovácií sa nazdávame, že charakter procesu Industry 4.0 je potrebné vnímať s dôrazom na jeho komplexné poňatie s cieľom zachytiť a poukázať na udržateľnosť procesu nielen v jeho sociálnej dimenzii.

V práci vychádzame z identifikácie adaptácie procesu Industry 4.0 v optike ľudského kapitálu v pracovnom prostredí s cieľom identifikovať znaky formovania Práce 4.0 v podmienkach adaptácie inovačných prvkov 4.0. Vychádzajúc z teoretického rámca konceptu Industry 4.0 v optike ľudského kapitálu, empirickým cieľom práce je analyzovať pracovné prostredie 4.0 vo vzťahu ku kvalifikačným stupňom Národného kvalifikačného rámca Slovenskej republiky (NKR).

(tovaru alebo služby) alebo procesu, organizačnej, obchodnej praxe alebo novej formy vonkajších vzťahov a vzťahov na pracovisku“. Autori upozorňujú, že povaha inovačného procesu je odlišná od reformného procesu a samotného procesu zmeny – tieto nemusia nevyhnutne obsahovať prvok zavádzania nového prvku, javu, ani automaticky nepredpokladajú aplikáciu kvalitatívne lepších myšlienok či poznatkov.

Prostredníctvom empirického zisťovania na vzorke predstaviteľov firiem v automobilovom sektore a IT odborníkov prinášame údaje o hodnotení významu pracovných kompetencií 4.0 podľa kvalifikačných stupňov NKR. Zámerom práce je prispieť k identifikovaniu podmienok udržateľného procesu akceptácie Industry 4.0 v sledovanej oblasti na Slovensku.

II. Teoretický rámec – Industry 4.0 v optike ľudského kapitálu

Od 60-tych rokov 20. storočia značná časť autorov venuje pozornosť zmenám v kvantitatívnom i kvalitatívnom informačnom prostredí spoločnosti, identifikujúc ukazovatele vzniku a formovania „novej“ spoločnosti, spoločnosti nového informačného typu v rôznych optikách (Webster, 2002). Teórie informačnej spoločnosti pritom ponúkajú viacero špecifických pohľadov pre definovanie ukazovateľov, identifikujúcich merateľným spôsobom proces formovania spoločnosti, v ktorej dochádza k nárastu informačných výmen i k nárastu významu teoretického poznania.

Dimenzia pracovného prostredia v kontexte formovania a realizácie ľudského kapitálu na trhu práce patrí k hlavným oblastiam, v ktorých sa objavujú kvantifikovateľné indikátory formovania špecifickej spoločnosti informačného typu v prácach D. Bella (1960), M. Castellsa (2000), F. Webstera (2001). Inovačné zmeny spojené s vývojom digitálnej spoločnosti (Lupton, 2015), identifikované v koncepte Industry 4.0 (Bartodziej, 2017) vytvárajú rámec adaptácie a používania nových vzorov pracovnej činnosti a vo vzájomne podmienenom vzťahu so širším spoločenským prostredím i rámec vytvárania a realizácie schopností, zručností a kompetencií ako dynamických zložiek ľudského kapitálu, ako základ konceptu Práce 4.0.

S ohľadom na široké poňatie ľudského kapitálu, rozšíreného do komplexnej formy poznania, zručností a osobných vlastností relevantných pre ekonomickú aktivitu, premeny v oblasti najviac žiaducich vedomostí, zručností a osobných kompetencií sú vnímané ako jedny z kľúčových indikátorov prechodu k spoločnosti informačného typu (Porubčinová, 2015). Ľudský kapitál ako pojem v ekonomickej teórii rozvinutý M. Friedmanom, T.W. Schultzom a G Beckerom, odkazuje na oblasť zručností a schopností pracovníka relevantných na trhu práce. Na rozdiel od iných foriem kapitálu, ľudský kapitál má špecifický charakter – je rozvíjaný v procese vzdelávania, ktorý zahŕňa osvojovanie poznatkov a rozvíjanie zručností na jednotlivých vzdelávacích stupňoch, ako i poznanie získané tréningom a pracovnými skúsenosťami v pracovnom i iných prostrediach. Podľa svojej komplexnej definície, ľudský kapitál je „vzdelávaním a kultiváciou vytváraný na základoch prirodzeného nadania a talentu a zušľachtovaný ďalšími osobnými vlastnosťami, ako sú napríklad cieľavedomosť, vytrvalosť, ctížiadosť, schopnosť komunikácie“ (Brožová, 2003, s. 33). Premennivý a flexibilný obsah súbor atribútov ľudského kapitálu v podobe profesiových kvalifikácií

a pracovných kompetencií, získaných nielen v rámci formálneho ale i post-formálneho vzdelávacieho systému, doplneného kodifikovanou akreditáciou je možné identifikovať ako „jeden z kľúčových indikátorov sociálnej pozície v informačnom type spoločnosti“ (Lévy, 2003, s. 229).

Na základe zistení prehľadovej štúdie Piccarozziho a kol. (2018), súčasné poňatia procesu Industry 4.0 úspešne zachytávajú jeho technologicko-procesnú dimenziu, analyzujú hlavné komponenty procesu z technologického pohľadu (využitie kyber-fyzikálnych systémov (CPS), využitie internetu a prepojenie výrobných prvkov v rámci Internetu vecí (IoT), umelej inteligencie, robotiky, 3D tlačiarne, online obchodných aktivít a ďalších). Revolučný charakter Industry 4.0 však prináša potrebu zachytiť i podstatu javu vzájomnej závislosti technologickej dimenzie s ďalšími aspektami procesu. Podstatou inovácie Industry 4.0 je vzájomné prepojenie technologických komponentov a ľudských pracovníkov komunikujúcich navzájom v bezprecedentnej miere.

Viacero komplexných definícií konceptu Industry 4.0 sa sústreďuje na proces komunikácie ako bázu inovácie Industry 4.0, uvádzajúc, že „štvrtá priemyselná revolúcia je založená na rozvoji plne automatizovanej a inteligentnej výroby, schopnej komunikovať autonómne a ... (proces Industry 4.0) je založený na horizontálnej a vertikálnej integrácii výrobných systémov na základe výmeny dát v reálnom čase a flexibilnej výrobe s cieľom dosiahnutia personalizovanej produkcie“ (Piccarozzi a kol., 2018, s. 2). Industry 4.0 možno identifikovať ako proces, ktorý „reprezentuje schopnosť výrobných prvkov komunikovať navzájom“ (Pan, 2015, s. 157) s cieľom flexibilnej na zákazníka orientovanej výroby. Podobne, podstatou konceptu Industry 4.0 je „zavedenie sieťovo prepojeného inteligentného systému, ktorý uskutočňuje sebaregulačnú výrobu: ľudia, stroje, výrobné zariadenia a produkty budú komunikovať navzájom“ (Kovacs - Kot, 2016, s. 122). Medzi-strojová komunikácia ako i komunikácia medzi strojom a človekom bola identifikovaná ako jedna z technológií Industry 4.0 s najvyšším technologickým potenciálom prispieť k celkovej digitálnej integrácii (Bartodziej (2017).

I keď podstata procesu Industry 4.0 je prevažne identifikovaná v „náraste efektívnosti a produktivity s cieľom posilniť konkurenčnú schopnosť spoločností“ (Ustundag – Cevikcan, 2018, s. 20), či dokladaná prechodom k „na služby orientovanému obchodnému modelu“, ktorý zdôrazňuje individualizované produkty, ktoré môžu ponúknuť personalizované služby na základe osvojenia internetu vecí, využitie faktora ľudského kapitálu ako indikátora formovania Industry 4.0 nám umožňuje zachytiť prínosy a výzvy ako i ťažkosti a možné ohrozenia spojené s Industry 4.0 v jeho sociálnej dimenzii. Príkladom tejto optiky je model zrelosti procesu Industry 4.0 vo firme, vypracovaný Univerzitou vo Warwicku, ktorý skúma udržateľnosť prechodu k Industry 4.0 prostredníctvom indikátorov ako analýza dát o zamestnancoch a ich zručnostiach v oblasti Industry

4.0, tréningové možnosti zamestnancov vo firme vrátane virtuálneho prostredia, zdieľanie dát so zamestnancami v reálnom čase v oblasti Industry 4.0, či podpora lídrov pri adaptácii prvkov Industry 4.0. Definície Kovacs a Kota (2016) ako i Piccarozziho a kol. (2018), sledujúce komunikačnú a informačnú výmenu ako jadro procesu Industry 4.0 pokrývajú okrem materiálnej bázy procesu i priestor zručností, pracovných kompetencií, postojov a preferencií v oblasti ľudsko-strojovej a ľudsko-ľudskej komunikácie, ktoré sú predpokladmi využitia možností umožnených adaptáciou prvkov Industry 4.0. S ohľadom na súvislosti adaptácie inovácií 4.0 preto podobne vychádzame z komplexného poňatia procesu Industry 4.0, ktoré v optike ľudského kapitálu a s dôrazom na formovania pracovného prostredia 4.0 charakterizuje Industry 4.0 ako „*inovácie vo výrobe založené na náraste komunikačného toku a komunikačných schopností v rámci ľudsko-ľudskej a ľudsko-strojovej spolupráce všetkých výrobných jednotiek pre dosiahnutie flexibilnej a na-zákazníka orientovanej výroby, sprevádzanej premenami v oblasti ľudského kapitálu v kontexte Práce 4.0, ktorý zdôrazňuje osvojovanie špecifických pracovných kompetencií, zručností a postojov v rámci ľudsko-strojovej spolupráce, osvojovanie nových kompetencií spojených s vysoko kvalifikovanými prácami spojenými s využívaním automatizovaných technológií ako i rozvoj interpersonálnych, komunikačných zručností a kreatívnych zručností, ktoré je náročné automatizovať a v ktorých ľudia (v súčasnosti) dosahujú komparatívnu výhodu voči strojom a umelej inteligencii.*“

Definícia procesu v tomto poňatí vychádza z identifikácie pracovných požiadaviek, ktoré prinášajú hybridné pracovné úlohy rezultujúce v hybridných pracovných kompetenciách, ktoré pokrývajú špecifické technické kompetencie 4.0, ako i prenášateľné pracovné kompetencie, ktoré sú významné pre zapojenie digitálnych technológií do výroby.

Ako dokumentujú zistenia o rozširujúcich sa rolách inžinierov smerom k efektívnej komunikácii, schopnosti presadiť názor a motivovať, tieto kompetencie sa stávajú relevantnými v úvodnej fáze implementácie prvkov Industry 4.0. Príkladom empirických zistení v tejto oblasti sú potvrdené rozdiely v hodnotení dôležitosti schopností písomnej a ústnej komunikácie boli identifikované medzi skupinami zamestnávateľov a študentov, so signifikantne vyššími očakávaniami zamestnávateľov v oblasti aktívneho počúvania, poskytovania spätnej väzby a neverbálnej komunikácie (Božič-Pintarič, 2018). Tak ako sa značná časť pracovných úloh stáva interaktívnou, autori zdôrazňujú, že „pracovné úlohy zahŕňajúce komunikáciu a interpersonálne zručnosti sa stali významnými v rámci rôznych povolání a pracovných sektorov“ (Michalos et al. 2016, p. 194).

Otázky formovania postojov k ľudsko-strojovej spolupráci, prístupnejšej komunikácie a identifikovania stavu stroja a emocionálnych postojov k práci v zmiešaných pracovných tímoch

patria „k najdôležitejším a najmenej preskúmaným oblastiam v rámci literatúry v oblasti informačných štúdií“ (You, 2018, s.397). V rámci modelov akceptácie a používania technologických inovácií možno sú sledované faktory, ktoré podporujú osvojovanie a používanie technologických inovácií (Venkatech, 2003), ktoré zdôrazňujú očakávania zlepšenia výkonnosti, očakávania v oblasti náročnosti osvojovania nových technológií či mieru sociálnej podpory. Faktor emocionálnych postojov k spolupráci s robotmi ako i k práci vo virtuálnej a zmiešanej realite možno zahrnúť medzi neformálne atribúty obsahu ľudského kapitálu pri adaptácii Industry 4.0. Pri analýze predpokladov spolupráce vo virtuálnych a hybridných tímoch autori predpokladajú dôveru, trpezlivosť a schopnosť efektívne komunikovať ako jeden zo základných faktorov úspešnej ľudsko-strojovej spolupráce (Richertová a kol., 2018), Porubčinová-Fidlerová, 2020).

Azda kľúčové pre zdôraznenie optiky ľudského kapitálu pri analýze Industry 4.0 je skúsenosť, podľa ktorej i keď inteligentné továrne sú vybavené vysokým stupňom automatizácie, „táto významná inovácia plne neeliminuje potrebu ľudských pracovníkov – naopak – požaduje od nich spoluprácu so strojmi a výkon zmiešaných (hybridných) pracovných úloh“ (Askapour a kol., 2019, s. 456).

Koncept Industry 4.0 prináša významné výzvy pre formovanie ľudského kapitálu a je reflektovaný v koncepte Práca 4.0. V Pri analýze pracovného prostredia 4.0 vychádzame z rozpoznania vzájomného vzťahu ľudskej osobnosti a sociálneho systému s jeho ekonomickou a technologickou dimenziou, keďže proces osvojovania potrebných pracovných kompetencií, je založený na rozpoznaní aktuálne žiadaných a chýbajúcich pracovných kompetencií a zručností. Vychádzajúc z teoretickej analýzy konceptu Práca 4.0 v štúdiách (Frey, Osborne, 2013, Martinák, 2017, Arntzová a kol., 2016) je možné identifikovať hlavné dimenzie pracovného prostredia 4.0 v podobe a) premien v obsahu ľudského kapitálu a b) zmien v štruktúre trhu práce, identifikovaných v kontexte adaptácie inovačných prvkov 4.0 v podobe polarizácie na trhu práce, ktorá predstavuje trend pracovného prostredia 4.0 v dôsledku diferencovanej miery substitúcie ľudskej práce strojovou prácou v rámci pracovných pozícií s rôznou kvalifikačnou úrovňou, ako i v rámci špecifických pracovných úloh u daných prác.

Pojem Práca 4.0 reflektuje požiadavky spojené s akceptáciou a používaním inovácií 4.0. Pojem označuje prostredie práce, v ktorom sa odráža dynamika meniaceho sa obsahu ľudského kapitálu, reflektujúc kľúčové znaky pracovných úloh 4.0 a organizačných foriem práce v rámci požiadaviek Industry 4.0 ako polarizačný vývoj v pracovnej oblasti smerom k prácam realizovaným prevažne ľuďmi a k prácam realizovaným prevažne strojmi (Fidlerová at al., 2019, s. 72).

Polarizačný trend v oblasti Práce 4.0 odráža odlišnú mieru potenciálu automatizácie v rámci jednotlivých pracovných náplní. Spolu s diverzifikáciou pracovnej sily, formovaním neskorej kariéry, štruktúrnymi posunmi v oblasti hospodárstva je polarizačný trend jedným zo znakov trhu práce v podmienkach adaptácie Industry 4.0. Keďže substitúcia ľudských pracovníkov robotmi a počítačmi sa objavuje v prípade explicitne kodifikovateľných pracovných úloh, k nahradzovaniu ľudských pracovníkov strojovou prácou dochádza predovšetkým na stredných kvalifikačných stupňoch a v prípade rutinných pozícií. V dôsledku možno sledovať nárast dopytu po vysoko kvalifikovaných pracovníkoch, ktorých práce sú najmenej ohrozené automatizáciou, avšak podobne i nárast dopytu po pracovníkoch s nižšou kvalifikáciou v pozíciách s nerutinným charakterom, ktoré je náročné automatizovať (Berger – Frey, 2016).

Substitučný efekt digitálnych technológií tak možno sledovať prevažne v rámci pozícií na strednom stupni náročnosti a v prípade rutinných úloh (see Martinák, 2017, Berger, Frey 2016).

Koncept Práce 4.0, vychádzajúc z analýz trendov na trhu práce reflektuje špecifické požiadavky Industry 4.0:

- Proces polarizácie práce smerom k ľudsko-intenzívnym pracovným úlohám a počítačovo-intenzívnym pracovným úlohám, v dôsledku odlišnému rozsahu rutinizovateľných a automoatizovateľných úloh
- Dopyt po nových pracovných kompetenciách spojených s prácou s kolaboratívnymi robotmi a inými inteligentnými objektami s dôrazom na pracovné miesta s nižšou a strednou kvalifikáciou
- Dopyt po nových pracovných kompetenciách spojených s vysoko kvalifikovanými pracovnými pozíciami (v oblasti práce v rozšírenej a virtuálnej realite, práce s inteligentnými objektmi, digitálne kompetencie na základnej a pokročilej úrovni, napr. v oblasti data mining a simuláciách)

Odhady stupňa rutinizácie a substitúcie práce digitálnymi technológiami s ich dôsledkami v oblasti technologickej nezamestnanosti sú identifikované prostredníctvom viacerých metodologických postupov. Frey and Osborne (2013) sledovali možnosť substitúcie povolání podľa miery ich možnej automatizovateľnosti a možnosti prenosu obsahov pracovnej náplne jednotlivých povolání do rutinných a kodifikovateľných súborov pracovných úloh (na-povolání založený prístup). Autori pritom pozorovali substitúciu pracovných pozícií v podobe nahradenia ľudskej práce robotmi a počítačmi, ktorá sa objavuje špecificky v prípade pracovných pozícií s explicitne kódovateľnými pracovnými úlohami.

V prístupe Arntzovej a kol. (2016) boli použité dáta PIAAC štúdie pre rovnaký výskumný zámer v oblasti substitučného potenciálu pracovných miest, a to prístupom, ktorý umožňuje sledovať

vzťah medzi špecifickými pracovnými úlohami a pracovnými pozíciami v rôznych oblastiach pracovnej aktivity (na pracovných úlohách založený prístup). Arntzová a kol. analyzujú súbor pracovných úloh v rámci pracovných náplní, ktoré sa môžu líšiť v rámci jednotlivých pracovných miest s ohľadom na možnosť ich kodifikácie a substitúcie strojovými a digitálnymi technológiami. I keď Arntzová a kol. prinášajú odhad substitučného potenciálu pracovných miest na nižšej úrovni ako štúdia Freya a Osborna, Slovensko je zaradované ku krajinám s najvyššou mierou rizika substitúcie pracovných miest po zohľadnení konkrétneho obsahu ich pracovných úloh, podobne ako i Nemecko, Rakúsko a Španielsko (Arntzová a kol., 2016, s. 14). Podľa oboch prístupov, kľúčovým cieľom je identifikácia tých pracovných úloh, ktoré je náročné automatizovať a nahradiť strojovou prácou, teda nerutinných úloh a prác vyžadujúcich sociálnu interakciu a úlohy spojené s vnímaním a manipuláciou v neštruktúrovaných prostrediach. Tieto možno označiť ako možný budúci priestor pre pracovné uplatnenie v podmienkach Práce 4.0.

III. Výskumný zámer a metódy

Východiskovú tézu nášho výskumného zámeru predstavuje predpoklad, že osvojovanie špecifických pracovných kompetencií 4.0 - ako sú práca vo virtuálnej a rozšírenej realite, práca v zmiešaných ľudsko-strojových tímoch, rozvoj pracovných kompetencií transverzálneho charakteru, v ktorých ľudia dosahujú komparatívnu výhodu nad strojmi - sa uskutočňuje v kontexte jednotlivých prác, ktorých pracovné úlohy podporujú a podnecujú osvojovanie nových kompetencií a zručností v rôznych stupňoch. Nadväzujúc na zistenia (Veľšic, 2018, Porubčinová, 2017) reflektujúce prelínanie online a offline sociability nielen v zmysle pracovných aktivít v online a offline prostrediach, v mertonovskom duchu tak reflektujeme pracovné požiadavky v kontexte štruktúry pracovných pozícií, ktoré – ak sledujeme predpoklady udržateľného fungovania sociálneho systému – sa snažíme naplniť socializáciou v meniacom sa prostredí.

Výskumným cieľom bolo na základe expertných hodnotení zachytiť charakter pracovného prostredia 4.0 v sledovanom priemyselnom sektore a špecifikovať jeho podobu vo vzťahu k pracovným pozíciám na rôznych kvalifikačných stupňoch. Výskumné otázky, stanovené s cieľom overiť významnosť rozdielov pri hodnotení dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 a prenášateľných pracovných kompetencií a zručností v rámci automobilového sektora SR, sledovali: 1. Aká je dôležitosť vybraných pracovných kompetencií v kontexte akceptácie prvkov Industry 4.0? 2. Je rozdiel medzi hodnotením dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 štatisticky významný z hľadiska jednotlivých kvalifikačných stupňov v rámci Národného kvalifikačného rámca SR (NKR, Tab.1)?

Predpokladali sme, že „odhad dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 je diferencovaný podľa jednotlivých stupňov NKR“ (Hyp.1). Na základe dostupných zistení (Velšic, 2018, Porubčinová, 2017) bolo možné predpokladať existenciu odlišných typov pracovnej aktivity v kontexte rozvoja spoločnosti informačného typu, keď významnosť pracovných kompetencií špecifických pre pracovné prostredie informačnej spoločnosti bola signifikantne vyššie pre vyššie kvalifikačné stupne vo všetkých sledovaných položkách s výnimkou kompetencie schopnosť sa učiť.

V priebehu novembra a decembra 2020 bol online dotazníkovou metódou uskutočnený zber empirických dát na vzorke manažérov ľudských zdrojov spoločností zo sektora automobilového priemyslu a na vzorke IT expertov venujúcich sa inováciám 4.0. Do základného súboru boli zahrnutých 562 spoločností automobilového sektora, na ktorých kontakty sme získali v spolupráci so spoločnosťou Finnstat a v spolupráci so Zväzom automobilového priemyslu SR6 ako i s podporou spoločnosti SOVA digital, a.s.

Výberový súbor, na ktorom bol realizovaný online dotazníkový zber dát tvorilo 43 expertov z oblasti ľudských zdrojov a IT. Získané dáta boli spracovávané softvérom IBM SPSS Statistics.

Základný súbor pracovných kompetencií NKR (Tab. 1 Príloha) bol rozšírený o súbor pracovných kompetencií a zručností, ktoré sme identifikovali na základe analýzy konceptu Práce 4.0 ako významné pre pracovné prostredie v kontexte adaptácie prvkov Industry 4.0. V spolupráci so Zväzom automobilového priemyslu SR boli identifikované pracovné kompetencie a zručnosti signifikantné v oblasti automobilového sektora s ohľadom na pracovné pozície s vysokoškolským vzdelaním. Súbor sledovaných pracovných kompetencií s dôrazom na pracovné prostredie 4.0 zahŕňal pracovné kompetencie a zručnosti: a) Súbor A: Pracovné kompetencie a zručnosti 4.0 obsahujúci kompetencie: ovládanie a dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci s využitím internetu, práca s údajmi a ich spracovaním modelovacími, simulačnými a programovacími softvérovými prostriedkami, spolupráca s robotmi a inými kolaboratívnymi zariadeniami, predchádzajúce skúsenosti s prácou s robotmi, senzormi, modelovaním, programovaním a simuláciami týchto zariadení, spracovanie dát, práca v rozšírenej a virtuálnej realite, Súbor B: Transverzálne kompetencie a zručnosti obsahujúci kompetencie a zručnosti identifikované ako dôležité pre oblasť automobilového sektora: znalosť ekonomiky produktu, ovládanie základov konštrukcie a technológie, znalosť cudzích jazykov, prezentačné schopnosti, zodpovednosť, samostatnosť, presnosť, výkonnosť, schopnosť sa učiť, komunikačné schopnosti, schopnosť sa rozhodovať a analytické schopnosti

⁶ <https://www.zapsr.sk/english/>

Empirické zistenia dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 na Slovensku s ohľadom na kvalifikačné stupne NKR uvádzame v nasledujúcej časti.⁷

IV. Empirické zistenia dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 podľa NKR SR

Je potrebné zdôrazniť, že priestor pre analýzu pracovných kompetencií a zručností je terminologicky pestrý, osobitne v súvislosti s inovačným vývojom sú používané pojmy ako kľúčové kompetencie, kritické, univerzálne a prenášateľné (transverzálne) kompetencie a zručnosti. Pojem kompetencia sa vzťahuje k schopnosti použiť (používať) dosiahnuté poznanie a zručnosti. Ak pojem profesiovej kvalifikácie indikuje dosiahnutý a certifikovaný súbor poznatkov, kompetencia predstavuje širší koncept, charakterizujúci stupeň pripravenosti použiť tieto poznatky v praxi. Možno preto predpokladať, že nové pracovné požiadavky v oblasti dopytu po pracovných kompetenciách 4.0 budú zahŕňať nielen nové typy profesiových kvalifikácií (napríklad požiadaviek v oblasti digitálnej gramotnosti), ale i nárast významu niektorých špecifických kompetencií a prenášateľných zručností ako neformálnych zložiek dynamicky sa meniaceho obsahu ľudského kapitálu.

Podľa získaných odhadov manažérov ľudských zdrojov v nami realizovanom zbere dát, u najvyšších a stredných kvalifikačných stupňov, najvyššia mieru dôležitosti v oblasti prenášateľných pracovných kompetencií bola potvrdená v prípade kompetencie schopnosť učiť sa. Zodpovednosť, samostatnosť, presnosť, analytické schopnosti, komunikácia v cudzom jazyku a rozhodovacie schopnosti v oblasti cudzích jazykov možno zaradiť medzi pracovné kompetencie s najvyššou hodnotou pre kvalifikačné stupne na prvom, druhom a treťom stupni vysokoškolského vzdelávania (kvalifikačné stupne 6, 7, 8 NKR (Tab. 2)).

⁷ Súbor zručností definovaných ako vysoko žiadané v automobilovom priemysle možno doplniť aktuálnymi zisteniami strategickej štúdie, ktorá zdôrazňuje analytické myslenie a inovácie, kritické myslenie a analýzu, komplexné riešenie problémov, odolnosť, toleranciu a flexibilitu voči stresu, aktívne učenie, tvorivosť, originalitu a iniciatívu, dôslednosť, spoľahlivosť, ovládanie technológie, kompetencie monitorovania a kontrola, práca s programovacími technológiami, presvedčanie a vyjednávanie, inštalácia a údržba technológie a riadenie personálu. Future of Jobs Report 2020.

Tabuľka 2: Dôležitosť prenášateľných kompetencií a zručností pri zavádzaní a používaní Industry 4.0 v oblasti automobilového sektora v SR

Ot.: Uvedte, prosím, do akej miery sú podľa Vás dôležité nasledujúci pracovné kompetencie u technických pracovných pozícií pri zavádzaní a využívaní digitalizovanej výroby? (M=priemer z expertných hodnotení na stupnici od 1 do 10, min, max hodnota a smerodajná odchýlka SD)

	Pracovné pozície na najvyšších kvalifikačných stupňoch (úrovne NKR 6-8)	Pracovné pozície na stredných kvalifikačných stupňoch (úrovne NKR 3-5)	Pracovné pozície na najnižších kvalifikačných stupňoch (úrovne NKR 1-2)
Komunikačné zručnosti	M=7,38 (3-10) SD=2,080	M=6,54 (2-10) SD=2,083	M=5,21 (2-10) SD=2, 694
Analytické schopnosti	M=8,00 (4-10) SD=1,720	M=6,15 (3-10) SD=2,080	M=3,00 (1-6) SD=1, 664
Rozhodovanie schopnosti	M=7,69 (4-10) SD=1,644	M=6,04 (3-9) SD=1,865	M=3,00 (1-6) SD=1, 664
Zodpovednosť	M=8,42 (4-10) SD=1,528	M=7,58 (3-10) SD=2, 023	M=6,93 (3-10) SD=2, 556
Samostatnosť	M=8,27 (4-10) SD=1,511	M=7,35 (3-10) SD=1, 979	M=4,80 (2-10) SD= 1, 956
Presnosť	M= 8,15 (5-10) SD = 1, 317	M=7,65 (4-10) SD=1, 548	M=6,71 (3-10) SD=2,054
Výkonnosť	M=8,19 (5-10) SD = 1, 357	M=7,58 (4-10) SD=1, 701	M=6,50 (2-10) SD=1,951
Schopnosť sa učiť	M=8,62 (5-10) SD = 1, 299	M=8,08 (3-10) SD=1, 521	M=6,36 (2-9) SD=2, 023
Prezentačné schopnosti	M=7,38 (5-10) SD = 1,577	M=5,46 (1-10) SD=2, 253	M=2,00 (1-6) SD=1,468
Komunikačné schopnosti v cudzom jazyku	M=7,85 (2-10) SD = 1, 826	M=6,12 (2-10) SD=2, 264	M=2,07 (1-5) SD=1,542

Zdroj: Vlastné zistenia

V prípade pracovníkov na stredných kvalifikačných stupňoch (úrovne 3, 4 a 5 NKR), najvyššia miera dôležitosti v oblasti prenášateľných pracovných kompetencií bola odhadnutá v prípade schopnosti učiť sa, zodpovednosti, presnosti, výkonnosti a komunikačných zručností. Pre pracovníkov na pozíciách požadujúcich ukončenie prvého a druhého stupňa základnej školy (úrovne 1 a 2 NKR), odhady najviac dôležitých prenášateľných kompetencií zahŕňali schopnosť sa učiť, presnosť, výkonnosť a komunikačné schopnosti, v prípade ktorých bola zistená najvyššia variabilita odpovedí (SD=2, 694). Dôležitosť komunikačných zručností bola hodnotená s nadpriemernou variabilitou i v prípade pracovníkov na najvyšších a stredných kvalifikačných stupňoch.

V prípade pracovných kompetencií 4.0, najvyššia úroveň dôležitosti bola odhadnutá podľa expertných odhadov IT pracovníkov a pracovníkov ľudských zdrojov v prípade kompetencie

ovládanie a dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci s využitím internetu (Tab. 3). Základné opisné štatistiky sú uvedené v prílohe v Tab.7.

Pri hodnotení dôležitosti pracovných kompetencií podľa jednotlivých kvalifikačných stupňov hodnotili IT experti pracovné kompetencie a ich dôležitosť významne vyššie ako manažéri LZ, s výnimkou kompetencie ovládanie a dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci s využitím internetu na nižšej a strednej kvalifikačnej úrovni. Prostredníctvom Mann-Whitneyho U testu boli potvrdené významné vyššie odhady dôležitosti IT expertov oproti manažérom LZ v prípade položky skúsenosti s prácou s robotmi, senzormi, modelovaním, programovaním a simuláciami u všetkých kvalifikačných stupňov a v prípade kompetencie práca v rozšírenej a virtuálnej realite a kompetencie spolupráca s robotmi a inými kolaboratívnymi zariadeniami v prípade nižších kvalifikačných stupňov.

Tabuľka 3: Porovnanie dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 pri zavádzaní a používaní Industry 4.0 v oblasti automobilového sektora v SR podľa hodnotení IT expertov a manažerov LZ (Mann-Whitneyho U test, $\alpha=0.05$, významnosť rozdielov označená *)

Ot.: Uvedte, prosím, do akej miery sú podľa Vás dôležité nasledujúci pracovné kompetencie u technických pracovných pozícií pri zavádzaní a využívaní digitalizovanej výroby? (priemer z expertných hodnotení na stupnici od 1 do 10)

	Pracovné pozície na najvyšších kval. stupňoch (NKR 6-8) podľa IT expertov	Pracovné pozície na najvyšších kval. stupňoch (NKR 6-8) podľa manažerov v LZ	Mann-Whitney U p=0.05	Pracovné pozície na stredných kval. stupňoch (NKR 3-5) podľa IT expertov	Pracovné pozície na stredných kval. stupňoch (NKR 3-5) podľa manažerov v LZ	Mann-Whitney U p=0.05	Pracovné pozície na najnižších kval. stupňoch (NKR 1-2) podľa IT expertov	Pracovné pozície na najnižších kval. stupňoch (NKR 1-2) podľa manažerov v LZ	Mann-Whitney U p=0.05
ovládanie a dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci s využitím internetu	7.82	7.42	193,000 p=0.05	7.00	7.58	67,000 p=0.174	5.24	5.50	110,000 p=0.712
práca s dátami a ich spracovanie modelovacími, simulačnými a programovacími softvérmi	7.65	6.92	173,500 p=0.023	6.35	5.77	196,000 p=0.526	3.59	3.29	107,000 p=0.628
spolupráca s robotmi a inými kolaboratívnymi zariadeniami	6.47	6.27	211,000 p=0.801	6.47	5.58	177,000 p=0.268	5.35	3.14	58,500 p=0.015*
skúsenosti s prácou s robotmi, senzormi, modelovaním, programovaním a simuláciami	7.18	5.65	130,500 p=0.023*	6.41	4.81	129,000 p=0.021*	4.12	2.43	68,000 p=0.037*
práca v rozšírenej a virtuálnej realite	5.76	5.13	57,500 p=0.538	5.53	4.50	49,500 p=0.275	3.76	1.67	19,000 p=0.023*

Zdroj: Vlastné zistenia

Pri porovnaní významnosti rozdielov pri hodnotení dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 manažermi LZ u jednotlivých kvalifikačných stupňov NKF (1-2 vs 3-5 and 1-2 vs 6-8), štatisticky významné rozdiely boli potvrdené u všetkých sledovaných kompetencií okrem kompetencie spolupráca s robotmi a inými kolaboratívnymi zariadeniami v prípade porovnania najvyšších a najnižších kvalifikačných stupňov (Wilcoxonov test, $p=0,080$) (Tab.4).

V prípade expertov z IT oblasti boli potvrdené štatisticky významné rozdiely pri hodnotení dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 pri porovnaní stredných a nižších kvalifikačných stupňov (3-5 vs 1-2). Štatisticky významný rozdiel medzi najvyššími a strednými kvalifikačnými stupňami možno identifikovať podľa IT odborníkov len v prípade kompetencie práce s dátami a ich spracovanie modelovacími, simulačnými a programovacími softvéri. V prípade ostatných sledovaných pracovných kompetencií 4.0, rozdiel medzi najvyššími a strednými kvalifikačnými stupňami NKR nebol potvrdený na štatisticky významnej úrovni.

Keďže rozdiely v dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 neboli potvrdené na štatisticky významnej úrovni medzi najvyššími (úrovne 6, 7, 8) a strednými kvalifikačnými stupňami NKR (úrovne 3, 4, 5) s výnimkou kompetencie práca s údajmi a ich spracovanie modelovacími, simulačnými a programovacími softvéri, na základe získaných výsledkov možno predpokladať, že vývoj pracovných kompetencií 4.0 sa dotýka nielen tzv. bielych ale i modrých golierov. Pracovná kultúra informačnej spoločnosti – i keď rozčlenená do rozličných pracovných úloh - presahuje v oblasti formovania pracovných kompetencií 4.0 za najvyššie kvalifikačné stupne, zahŕňajúc významne i stredné kvalifikačné stupne.

Hoci rozdiely dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 boli potvrdené u najnižších kvalifikačných stupňov v porovnaní s najvyššími ako i strednými kvalifikačnými stupňami, formovanie pracovného prostredia 4.0 v prípade najnižších kvalifikačných stupňov možno identifikovať v prípade kompetencie spolupráca s robotmi a inými kolaboratívnymi zariadeniami. Podľa expertných hodnotení i kompetencia ovládanie a dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci s využitím internetu bola hodnotená ako dôležitá v prípade kvalifikačných stupňov 1-2 (Tab.3).

Tabuľka 4: Významnosť rozdielov v odhadoch dôležitosti pracovných kompetencií podľa NKR pri zavádzaní a používaní Industry 4.0 v oblasti automobilového sektora v SR podľa odhadov IT expertov a manažérov (Wilcoxonov test, $\alpha=0.05$, významnosť rozdielov označená *)

Ot. Uvedte, prosím, do akej miery sú podľa Vás dôležité nasledujúci pracovný kompetencie u technických pracovných pozícií pri zavádzaní a využívaní digitalizovanej výroby? (priemer z expertných hodnotení na stupnici od 1 do 10)

Významnosť rozdielov	IT experti 6-8 vs 3-5	IT experti 3-5 vs 1-2	IT experti 1 6-8 vs 1-2	Man. EZ 6-8 vs 3-5	Man EZ 3-5 vs 1-2	Man EZ 6-8 vs 1-2
ovládanie a dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci s využitím internetu	0.052*	0.005	0.002	z=-0.49	0.014	0.000
práca s dátami a ich spracovanie modelovacími, simulačnými a programovacími softvérmi	0.006	0.000	0.001	0.006	0.002	0,001
spolupráca s robotmi a inými kolaboratívnymi zariadeniami	0.545*	0.031	0.080*	0.038	0.001	0.004
skúsenosti s prácou s robotmi, senzormi, modelovaním, programovaním a simuláciami	0.142*	0.002	0.008	0.014	0.002	0.002
práca v rozšírenej a virtuálnej realite	0.234*	0.002	0.006	z=-0.94	*	*

Zdroj: Vlastné zistenia

Na základe odhadov dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 a žiaducich pracovných kompetencií v kontexte Industry 4.0 sme vytvorili rozšírenie obsahu pracovných kompetencií podľa kvalifikačných stupňov NKR v kontexte sledovanej oblasti (Tab. 5).

Tabuľka 5: Rozšírenie pracovných kompetencií podľa kvalifikačných stupňov NKR of NQF v oblasti pracovných kompetencií 4.0 významných pri osvojovaní Industry 4.0.

Ot: Podľa Vášho názoru, ktoré kompetencie budú najviac požadované u zamestnancov (podľa ich dosiahnutého stupňa vzdelania)?

Pracovné pozície vyžadujúce kvalifikáciu na 1 a 2 stupni NKR	Pracovné pozície vyžadujúce kvalifikáciu na 3-5 stupni NKR	Pracovné pozície vyžadujúce kvalifikáciu na 6-8 stupni NKR
zodpovednosť znalosť technológií pochopenie základných fyzikálnych javov vo výrobe manuálne a remeselné zručnosti základné počítačové zručnosti základy spracovania údajov ovládanie hardvéru presnosť schopnosť učiť sa systematickosť zodpovednosť	ovládanie bezpečnosti v digitálnom svete základy programovania základné znalosti CAD (simulačné a modelovacie programy) práca s dátami a práca vo virtuálnej a rozšírenej realite znalosť technológie samostatnosť pri riešení problémov zodpovednosť ochota a schopnosť učiť sa záujem o vzdelávanie	invencia, kreativita, vizionárstvo prehľad v oblasti inovácií softvérové kompetencie, práca s modulačnými a simulačnými programami znalosť komunikačných protokolov a rozhraní schopnosť spracovávať veľké dáta schopnosť pracovať vo virtuálnej a rozšírenej realite znalosť technológií širšia znalosť vzťahov medzi výrobnými procesmi schopnosť aplikovať vedomosti v praxi zodpovednosť schopnosť učiť sa

Zdroj: Vlastné zistenia

Pri otázke smerujúcej k “chýbajúcim” pracovným kompetenciám (Tab. 6) možno zdôrazniť chýbajúci, resp. nedostatočný obsah poznania a celkového prehľadu v oblasti Industry 4.0, nedostatok schopnosti presvedčiť a prezentovať tému a problém, nedostatok skúseností a nedostatok schopností pracovať s dátami, ako i nedostatočný prienik technických a softvérových schopností. Technické a softvérové kompetencie, spolu so záujmom o inovácie a zručnosťami v oblasti projektového manažmentu, možno zahrnúť do súboru tzv. „fusion skills“, relevantných pri akceptácii a používaní inovácií 4.0

Tabuľka 6: Chýbajúce pracovné kompetencie relevantné pri zavádzaní prvkov Industry 4.0 v oblasti automobilového sektora

Ot: Podľa Vášho názoru, ktoré dôležité pracovné kompetencie najviac chýbajú zamestnancom pri zavádzaní prvkov Industry 4.0?

Podľa IT expertov	Podľa manažérov IZ
znalosti a skúsenosti s priemyslom 4.0 komplexný pohľad na automatizáciu a digitalizáciu - znalosť podstaty Industry 4.0 praktické technologické znalosti interdisciplinárne znalosti o výrobe softvérové a IT zručnosti, prehľad architektúry IT systému a vízia jeho zmien orientácia v inováciách, záujem o nich schopnosť spracovať dáta	kombinácia znalostí - technických a IT zručností skúsenosti s prácou s robotmi, simuláciou a spracovaním údajov prehľad priemyslu 4.0 a inovácií v tejto oblasti záujem a schopnosť učiť sa nové veci schopnosti projektového manažmentu prezentačné schopnosti, schopnosť presvedčiť o téme, predstaviť výhody Industry 4.0 v oblasti podnikania komunikatívnosť, kvalitatívne a analytické myslenie tímová práca práca s dátami

Zdroj: Vlastné zistenia

V. Záver

Východiskom tejto práce je definícia Industry 4.0 v optike ľudského kapitálu, ktorá sa sústreďuje na udržateľný rozvoj Industry 4.0, spojený s formovaním pracovných kompetencií a podporujúci realizáciu ľudského kapitálu v praxi. Otázky bezpečnosti, ochrany zdravia spolu s oblasťou postojov k ľudsko-strojovej spolupráci a spokojnosťou pracovníkov vystupujú do popredia pri analýze Industry 4.0 konceptu v tomto kontexte.

Výskumný zámer v oblasti analýzy práce 4.0 v empirickej rovine sledoval formovanie pracovných kompetencií 4.0 vo vzťahu k špecifickým kvalifikačným stupňom Národného kvalifikačného rámca SR. Zistenia odhadov dôležitosti pracovných kompetencií špecifických pre pracovné prostredie 4.0 realizované na vzorke IT odborníkov a pracovníkov ľudských zdrojov z oblasti automobilového sektora na Slovensku potvrdzujú, že rozvoj pracovných kompetencií sa dotýka nielen pracovných pozícií požadujúcich najvyššie kvalifikačné stupne. Významnosť špecifických pracovných kompetencií, potvrdená bez štatisticky významných rozdielov medzi najvyššími a strednými pracovnými pozíciami naznačuje, že pracovné prostredie 4.0 presahuje i k stredným kvalifikačným stupňom NKR a dotýka sa nielen tzv. bielych golierov. I v prípade najnižších kvalifikačných

stupňov (1-2) možno reflektovať vývoj pracovného prostredia 4.0 na príklade kompetencie spolupráce s robotmi a inými kolaboratívnymi zariadeniami v zmiešanom tíme a v prípade kompetencie ovládanie zásad bezpečnosti práce na internete.

Na základe analýzy odhadov najviac využívaných a chýbajúcich pracovných kompetencií v automobilovom sektore sme prezentovali rozšírenie modelu pracovných kompetencií podľa kvalifikačných stupňov NKR SR v kontexte akceptácie prvkov Industry 4.0 (Tab 5).

Podľa odhadov expertov v sledovanej oblasti, k najviac žiaducim pracovným kompetenciám 4.0 vo vzťahu k akceptovaniu inovácií 4.0 možno zaradiť i kompetencie zo súboru prenášateľných kompetencií. Hybridné pracovné úlohy, ktoré vyúsťujú do hybridných pracovných kompetencií zvyšujú význam technických a digitálnych kompetencií, ako i pozitívnych postojov k ľudsko-strojovej komunikácii v rámci akceptácie prvkov Industry 4.0. K najvyššie hodnotených prenášateľným kompetenciám respondenti zaradili schopnosť sa učiť, zodpovednosť, samostatnosť, výkonnosť, presnosť, analytické schopnosti, komunikáciu v cudzom jazyku a rozhodovacie kompetencie. Podľa nami uvedených zistení boli komunikačné schopnosti pracovníkov na všetkých kvalifikačných stupňoch hodnotené s najvyššou mierou variability.

V rámci analýzy formovania pracovných kompetencií ako súčasť ľudského kapitálu v podmienkach Industry 4.0 možno zaradiť i dôraz na procesy adaptácie a faktorov akceptácie a používania inovácií 4.0. K významným faktorom adaptácie na inovácie 4.0 je potrebné zaradiť príprava podnikov a najmä manažérov na tieto zmeny. V rámci súboru kľúčových manažérskych kompetencií, akými sú strategický prístup k rozvoju ľudských zdrojov, efektívne zdieľanie informácií či angažovanosť pri vytváraní inovatívnej organizačnej kultúry v podnikoch pôsobiach na Slovensku badať podľa autorov za posledných päť rokov pozitívny trend (Stacho a kol., 2020). Podobne, psychologické a socio-demografické faktory práce vo virtuálnom prostredí predstavujú oblasti spoločensko-vedného záujmu, ako dokumentujú napríklad zistenia v oblasti vekovo-podmienenej situačnej pozornosti vo virtuálnom prostredí, či zistenia týkajúca sa spolupráce s robotmi u rôznych psychologických typov pracovníkov.

Kvalitatívne vyjadrenia expertov v oblasti automobilového priemyslu na Slovensku naznačujú potrebu intenzívnejšie komunikácie a šírení informácií o Industry 4.0 v kontexte akceptácie a používania inovácií 4.0. Faktory adaptácie nových inovácií si v tomto kontexte zaslúžia špecifickú pozornosť.

Hlavné zistenia našej práce potvrdzujú rozdiel v hodnotení dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 u manažérov a u IT expertov, podobnosť hodnotenia dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 u

najvyšších a stredných stupňov NKR bez štatisticky významných rozdielov, ako i význam špecifických pracovných kompetencií 4.0 relevantný i pre najnižšie kvalifikačné skupiny. Trendy v oblasti formovania pracovného prostredia 4.0 bude možné sledovať so zámerom zachytiť, do akej miery presiahnu vzory pracovných kompetencií 4.0 k nižším pracovným kvalifikáciám, či do akej miery bude možné pozorovať substitučný efekt v prípade nižších i vyšších kvalifikačných stupňov a vývoj polarizácie v oblasti práce.

Pod'akovanie / Financovanie

Táto práca bola realizovaná s podporou projektu VEGA č. 2/0077/19 Pracovné kompetencie v kontexte rozvoja priemyslu 4.0. Autori týmto vyjadrujú poďakovanie Zväzu automobilového priemyslu SR, spoločnosti SOVA Digital, a.s. a pánovi Martinovi Morháčovi za podporu a spoluprácu. Autori vyjadrujú poďakovanie recenzentom za ich cenné pripomienky a rady.

Literatúra

- ARNTZ, M., GREGORY, T., ZIEHRAN, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers. Dostupné z <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en> (10. 11. 2021).
- ASKAOUR, M., MANDRIOLI, D., ROSSI, M., VINCENTINI, F. (2019). Formal model of human erroneous behavior for safety analyses in collaborative robotics. *Robotics and computer-integrated Manufacturing*, 57, 456-476. ISSN: 0736-5845.
- BARTODZIEJ, Ch., J. (2017). *The Concept Industry 4.0 – An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics*. Springer Gabler. 150 s., ISBN 978-3-658-16501-7.
- BELL, D. (2008). The Coming of Post-Industrial Society. *The Educational Forum*, 40(4), 574-579. DOI: 10.1080/0013172760933650.
- BERGER, T., FREY, C., B. (2016). *Structural Transformation in the OECD: Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of Work*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 193. Dostupné z <http://dx.doi.org/10.1787/5jlr068802f7-en> (10. 11. 2021).
- BOŽIĆ, L., PINTARIĆ, L. (2018). Comparison of employers' and students' perception regarding communication skills. *The Journal of teaching English for specific and academic purposes*, 6(1), 63-82.
- BROŽOVÁ, D. (2003). *Společenské souvislosti trhu práce*. Praha: Sociologické nakladatelství, 140 s. ISBN 80-86429-16-4.
- CASTELLS, M. et al. (2004). *The Network Society A Cross-cultural Perspective*. Northampton: Edward Elgar Publishing, Inc., 464 s. ISBN 1 84376 505 5.
- DÁVIDEKOVÁ, M., MJARTAN, M., GREGUŠ, M. (2017). *Utilization of Virtual Reality in Education of Employees in Slovakia*. *Procedia Computer Science*. The 8th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2017), 253–260. 10.1016/j.procs.2017.08.365.

- FIDLEROVÁ, H., PORUBČINOVÁ, M., FERRO, M., NOVOTNÁ, I. (2019). Identification of Challenges and Opportunities for Work 4.0 Competences Developing in Slovakia. In: *Human Capital Formation for the Fourth Industrial Revolution*. IGI Global, 44-72. DOI: 10.4018/978-1-5225-9810-7.ch003, ISBN: 1522598103.
- World Economic Forum (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. Dostupné z http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf (10. 11. 2021).
- FREY, C., B., OSBORNE, M. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?* Working Paper, Oxford Martin School. Dostupné z <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/future-of-employment.pdf> (10. 11. 2021).
- Koncepcia inteligentného priemyslu pre Slovensko*. Dostupné z <https://www.mhsr.sk/inovacie/strategie-a-politiky/smart-industry> (10. 11. 2021).
- LÉVY, P. (2000). *Kyberkultura, Zpráva pro Radu Evropy v rámci projektu „Nové technologie: Kulturní spolupráce a komunikace“*. Praha: Karolinum, 229 s. ISBN 80-246-0109-5.
- LUPTON, D. (2015). *Digital Sociology*. Routledge, 236 s. ISBN 9781138022775.
- MARTINÁK, D. (2017). *Povolanie robot*. Dostupné z <https://www.minedu.sk/data/att/11077.pdf> (10. 11. 2021).
- MICHALOS, G., KOUSI, N., KARAGIANNIS, P., GHOURNELOS, CH. et al. (2018). Seamless human robot collaboration assembly – An automotive case study. *Mechatronics*, 55, 194-211. ISSN: 0957- 4158.
- Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky. *Národný kvalifikačný rámec Slovenskej Republiky a prepojenie na úrovne Európskeho kvalifikačného rámca pre celoživotné vzdelávanie*. Dostupné z https://www.minedu.sk/data/files/289_Narodny%20kvalifikacny%20ramec%20SR_final.pdf (10. 11. 2021).
- PAN, M. et al. (2015). *Applying Industry 4.0 to the Jurong Island Eco-industrial Park*. *Energy Procedia* 75:1536–1541.
- PICCAROZZI, M., AQUAILLANI, B., GATTI, C. (2018). *Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review*. *Sustainability* 2018, 10(10), 3821. Dostupné z <https://doi.org/10.3390/su10103821> (10. 11. 2021).
- PORUBČINOVÁ, M. (2015). Work competencies of white and blue collar workers in the context of information society development. *Prognostické práce*, 7(2), 115-133. ISSN 1338-3590.
- PORUBČINOVÁ, M. (2017). Digital Literacy Development in a Context of the Overlapping of Online and Offline Sociability. *Fórum manažéra*, 13(2), 55-66. ISSN 1339-9403.
- PORUBČINOVÁ, M., FIDLEROVÁ, H. (2020). Determinants of industry 4.0 technology adaption and human - robot collaboration. *Vedecké práce Materiálovotechnologickej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave so sídlom v Trnave*, 28(46), 10-21. ISSN 1336-1589.
- RICHERT, A., et al. (2018). Anthropomorphism in social robotics: empirical results on human–robot interaction in hybrid production workplaces. *AI & Society*, 33, 413–424. Dostupné z <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0756-x> (10. 11. 2021).
- OECD Skills Studies (2016). *Skills Matter: Further Results from the Survey of Adult Skills*. Paríž: OECD Publishing. Dostupné z <https://doi.org/10.1787/9789264258051-en> (10. 11. 2021).
- USTUNDAG, A., CEVIKCAN, E. (2018). *Industry 4.0: Managing the Digital Transformation*. Springer Series in Advanced Manufacturing, 294 s. ISSN 2196-1735.

STACHO, Z., STACHOVÁ, K., CAGÁŇOVÁ, D., BLŠTÁKOVÁ, J. (2020). The Key Managerial Competencies Tendencies Application in the Business Environment in Slovakia within the Context of Industry 4.0. In EAI Endorsed Transactions on Energy Web, online first, 28. august (2020), s. 1-9. ISSN 2032-944X.

VELŠIC, M. (2018). *Digitálna gramotnosť na Slovensku – Zaoštréné na robotiku*. Bratislava: IVO. Dostupné z http://www.ivo.sk/buxus/docs/vyskum/subor/Digitalna_gramotnost_2018.pdf (10. 11. 2021).

VELŠIC, M. (2020). *Digitálna gramotnosť na Slovensku*. Bratislava: IVO. Dostupné z http://www.ivo.sk/buxus/docs/publikacie/subory/Digitalna_gramotnost_2020.pdf (10. 11. 2021).

WEBSTER, F. (2002). *Theories of the Information Society*. New York: Routledge, 304 s. ISBN 0-415-28200-4.

YOU, R., 2018: Emotional Attachment, Performance, and Viability in Teams Collaborating with Embodied Physical Action (EPA) Robots. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(5), 377-407. doi: 10.17705/1jais.00496, ISSN 1536-9323.

Prílohy**Tabuľka 1: Pracovné kompetencie podľa pracovných pozícií vo vzťahu ku kvalifikačným stupňom Národného kvalifikačného rámca SR**

1. Pracovné pozície vyžadujúce ukončenie prvého stupňa základnej školy, ukončenie posledného ročníka základnej školy pri žiakoch s mentálnym postihnutím, nedokončenie vzdelávania na základnej škole	vie komunikovať v materinskom jazyku, súvisle a výstižne písomnou aj ústnou formou a prenášať informácie v rámci pracovného kolektívu vie participovať pri jednoduchých zodpovedných činnostiach, uvedomovať si svoj podiel zodpovednosti (komunikácia, zodpovednosť)
2. Pracovné pozície vyžadujúce ukončenie druhého stupňa základnej školy, absolvovanie tretieho ročníka vzdelávacieho programu praktickej školy, ukončenie dvojročného vzdelávacieho programu v strednej odbornej škole;	vie logicky myslieť v jednoduchých konkrétnych úlohách, ktoré sú od neho požadované v jednoduchých situáciách vie nájsť problém v rutinných situáciách, sformulovať základné informácie o probléme a jeho riešení pre ostatných a uvedomuje si miesto v tíme (základy logického myslenia,
3. Pracovné pozície vyžadujúce ukončenie vzdelávacieho programu v odbornom učilišti, ktorý sa ukončuje záverečnou skúškou, ukončenie trojročného a najviac štvorročného vzdelávacieho programu v strednej odbornej škole	dokáže vykonávať úlohy a prispôsobovať vlastné správanie podľa súboru smerníc v bežných pracovných podmienkach dokáže prijímať a prevziať zodpovednosť za výkon samostatných úloh v práci a v rámci štúdia dokáže riadiť menší kolektív ľudí s určitým stupňom samostatnosti v bežných podmienkach (zodpovednosť, riadenie)
4. Pracovné pozície vyžadujúce ukončenie štvorročného a najviac osemročného vzdelávacieho programu v gymnáziu, ukončenie štvorročného a najviac päťročného vzdelávacieho programu v strednej odbornej škole	vie vykonávať a prevziať čiastočnú zodpovednosť za komplexné úlohy a prispôsobovať vlastné správanie podľa súboru smerníc v kontexte práce alebo štúdia v predvídateľných alebo meniacich sa podmienkach vie riadiť seba samého a kolektív ľudí s určitým stupňom samostatnosti v podmienkach, ktoré sú zvyčajne predvídateľné, ale môžu sa meniť (zodpovednosť za riadenie, hodnotenie, rozvoj výkonnosti)
5. Pracovné pozície vyžadujúce ukončenie najmenej dvojročného a najviac trojročného vzdelávacieho programu pomaturitného, nadstavbového štúdia v strednej odbornej škole špecializačného štúdia alebo vyššieho odborného štúdia, ukončenie šesťročného vzdelávacieho programu v konzervatóriu, ukončenie súvislého osemročného vzdelávacieho programu v tanečnom konzervatóriu	dokáže vykonávať a riadiť komplexné úlohy vrátane dozoru v kontexte pracovných alebo študijných činností, pri ktorých sa nedajú predvídať zmeny vie prijímať a prevziať úplnú zodpovednosť za riadenie, limitovanú zodpovednosť za hodnotenie a rozvoj činností, hodnotiť a rozvíjať svoju vlastnú výkonnosť a výkonnosť druhých v kontexte práce alebo štúdia v nepredvídateľných podmienkach (zodpovednosť, rozvoj výkonnosti)
6. Pracovné pozície vyžadujúce ukončenie štúdia študijného programu prvého stupňa	dokáže riešiť odborné úlohy a koordinovať čiastkové činnosti a niesť zodpovednosť za výsledky tímu vie identifikovať a zhodnotiť etické, sociálne a ďalšie súvislosti

vysokoškolského vzdelávania	riešených problémov, vie samostatne získať nové poznatky a aktívne rozširovať svoje vedomosti (zodpovednosť, schopnosť sa učiť)
7. Pracovné pozície vyžadujúce ukončenie štúdia študijného programu druhého stupňa vysokoškolského vzdelávania	dokáže riešiť problémy, koordinovať postupy v tímoch a samostatne a zodpovedne rozhodovať v meniacom sa prostredí je pripravený niest zodpovednosť za svoju činnosť a rozhodnutia s prihliadnutím na širšie spoločenské dôsledky, vie formulovať informácie o postupe a výsledkoch riešenia úloh, komunikovať o odborných názoroch s odborníkmi (koordinačné kompetencie, zodpovednosť, komunikácia o názoroch s odborníkom)
8. Pracovné pozície vyžadujúce ukončenie štúdia študijného programu tretieho stupňa vysokoškolského vzdelávania	dokáže plánovať a iniciovať riešenie komplexných problémov/projektov, vrátane formulovania cieľov, prostriedkov a metód v oblasti vývoja v odbore vie posudzovať a modifikovať vlastnú odbornú činnosť v širšom kontexte, vo vzťahu na dlhodobý dopad v danej oblasti a z hľadiska sociálnych, etických, environmentálnych a ďalších kritérií je pripravený formulovať informácie o výstupoch a záveroch vedeckej, výskumnej a vývojovej práce na medzinárodnej úrovni a riadiť rozsiahle výskumné úlohy a tímy (schopnosť riešenia problémov, stanovovať ciele, prehľadová kompetencia)

Zdroj: Národný kvalifikačný rámec Slovenskej Republiky a prepojenie na úrovne Európskeho kvalifikačného rámca pre celoživotné vzdelávanie

Tabuľka 7: Opisná štatistika premennej Odhad dôležitosti pracovných kompetencií 4.0 u pracovníkov s VŠ, SŠ a ZŠ podľa odhadu manažérov LZ (N=26) a IT expertov (N=17, M=priemer hodnotenia na 10 bodovej škále)

	Pracovné pozície na najvyšších kval. stupňoch (NKR 6-8) podľa IT expertov	Pracovné pozície na najvyšších kval. stupňoch (NKR 6-8) podľa manažérov LZ	Pracovné pozície na stredných kval. stupňoch (NKR 3-5) podľa IT expertov	Pracovné pozície na stredných kval. stupňoch (NKR 3-5) podľa manažérov LZ	Pracovné pozície na najnižších kval. stupňoch (NKR 1-2) podľa IT expertov	Pracovné pozície na najnižších kval. stupňoch (NKR 1-2) podľa manažérov LZ
ovládanie a dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci s využitím internetu	M= 7,82 (Min=4-Max=10) SD=2,270	M=7.42 (Min=2-Max=10) SD=2,230	M=7.00 (Min=5 -Max=10) SD=1,803	M= 7.58 (Min=2-Max=10) SD=1,901	M=5.24 (Min=1-Max=10) SD=1, 954	M= 5.50 (Min=1 -Max=10) SD=2,929
práca s dátami a ich spracovanie modelovacími, simulačnými a programovacími softvéri	M=7.65 (Min=5-Max=10) SD=1,455	M= 6.92 (Min=2-Max=10) SD=1,958	M= 6.35 (Min=4-Max=10) SD=1, 498	M=5.77 (Min=2-Max=8) SD=1,818	M=3.59 (Min=1 - Max=6) SD=1, 622	M=3.29 (Min=1-Max=7) SD=2,199
spolupráca s robotmi a inými kolaboratívnymi zariadeniami	M=6.47 (Min=1-Max=10) SD=2, 322	M=6.27 (Min=1 -Max=10) SD=2,237	M=6.47 (Min=5 -Max=10) SD=1,505	M=5.58 (Min=1 -Max=9) SD=2,248	M=5.35 (Min=3-Max=10) SD=2,206	M=3.14 (Min=1-Max=7) SD=2,179
skúsenosti s prácou s robotmi, senzormi, modelovaním, programovaním a simuláciami	M=7.18 (Min=5-Max=10) SD=1,811	M= 5.65 (Min=1-Max=10) SD=2,226	M=6.41 (Min=3-Max=10) SD=2, 123	M=4.81 (Min=1-Max=8) SD=1,960	M= 4.12 (Min=1-Max=10) SD=2, 176	M=2.43 (Min=1-Max=6) SD=1,828
práca v rozšírenej a virtuálnej realite	M=5.76 (Min=1-Max=9) SD=2,437	M=5.13 (Min=1-Max=10) SD=3,004	M=5.53 (Min=1 - Max=9) SD=2,267	M=4.50 (Min=2-Max=8) SD=2,138	M=3.76 (Min=2-Max=9) SD=2, 137	M=1.67 (Min=1 - Max=2) SD=0,516