

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
PODNIKOVOHOSPODÁRSKA FAKULTA  
SO SÍDLOM V KOŠICIACH**

Evidenčné číslo: 107002/B/2023/36124048421698308

**NÁKLADY NA KVALITU V OBDOBÍ  
4. PRIEMYSELNEJ REVOLÚCIE**

**Bakalárska záverečná práca**

**2023**

**Anton Vaško**

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
PODNIKOVHOHOSPODÁRSKA FAKULTA  
SO SÍDLOM V KOŠICIACH**

**NÁKLADY NA KVALITU V OBDOBÍ  
4. PRIEMYSELNEJ REVOLÚCIE**

**Bakalárska záverečná práca**

**Študijný program:** ekonomika a manažment podniku  
**Študijný odbor:** ekonómia a manažment  
**Školiace pracovisko:** Katedra kvantitatívnych metód  
**Vedúci záverečnej práce:** Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc.

**Košice 2023**

**Anton Vaško**



Ekonomická univerzita v Bratislave  
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach

---

## ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

**Meno a priezvisko študenta:** Anton Vaško  
**Študijný program:** ekonomika a manažment podniku (Jednoodborové štúdium, bakalársky I. st., denná forma)  
**Študijný odbor:** 8. - ekonómia a manažment  
**Typ záverečnej práce:** Bakalárska záverečná práca  
**Jazyk záverečnej práce:** slovenský  
**Sekundárny jazyk:** anglický

**Názov:** Náklady na kvalitu v období 4. priemyselnej revolúcie  
**Anotácia:** Analyzovať klasické metódy merania nákladov na kvalitu (PAF, COPQ, atď.) z pohľadu najnovších prístupov k riadeniu kvality v zmysle filozofie Industry 4.0. Posúdiť nové možnosti digitalizácie monitorovania nákladov na kvalitu.

**Vedúci:** Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc.  
**Katedra:** KKM PHF - Katedra kvantitatívnych metód  
**Dátum zadania:** 14.10.2022  
**Dátum schválenia:** 14.10.2022

doc. Ing. Silvia Megyesiová, PhD.  
vedúci katedry

## Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracoval samostatne a že som uviedol všetku použitú literatúru.

Dátum:

.....

(podpis študenta)

## **Pod'akovanie**

Ďakujem vedúcemu záverečnej práce Dr. h. c. prof. RNDr. Michalovi Tkáčovi, CSc. za pripomienky a odbornú pomoc pri vypracovaní práce.

## **ABSTRAKT**

VAŠKO, Anton: Náklady na kvalitu v období 4. priemyselnej revolúcie – Ekonomická univerzita v Bratislave. Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach; Katedra kvantitatívnych metód. – Vedúci záverečnej práce: Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc. – Košice: PHF EU, 2023, počet strán 57.

Cieľom záverečnej práce je: navrhnúť postup na zlepšovanie kvality vo vybranom strojárskom podniku pomocou redukcie nákladov na kvalitu zo zameraním na index PPMeq a spracovanie veľkého množstva údajov v zmysle postupov Priemyslu 4.0. Práca je rozdelená do 5 kapitol. Obsahuje 8 obrázkov, 8 tabuliek a 0 príloh. Prvá kapitola je venovaná súčasnému stavu riešenej problematike doma a v zahraničí. V ďalšej časti sa charakterizuje cieľ práce. Tretia kapitola je venovaná metodike práce, metódam skúmania a objektu skúmania. Štvrtá kapitola sa venuje výsledkom práce. Záverečná kapitola sa zaoberá diskusiou.

Výsledkom riešenia danej problematiky je: využitie indexu PPMeq získaného z hromadného spracovania údajov v zmysle metodológie Priemysel 4.0 a použitie Pareto analýzy na identifikovanie kritických dielov v podniku.

### **Kľúčové slová:**

Náklady, kvalita, metóda PPMeq, model COPQ, podnik.

## **ABSTRACT**

VAŠKO, Anton: Costs of quality in the period of the 4th industrial revolution - University of Economics in Bratislava. Faculty of Business Economics with seat in Košice; Department of Quantitative Methods. – Supervisor of the final thesis: Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc. – Košice: PHF EU, 2023, number of pages 57.

The goal of the final thesis is: to propose a procedure for improving quality in a selected engineering company using the reduction of quality costs with a focus on the PPMeq index and the processing of a large amount of data in accordance with Industry 4.0 procedures. The work is divided into 5 chapters. Contains 8 figures, 8 tables and 0 appendices. The first chapter is devoted to the current state of the problem at home and abroad. The next part describes: the goal of the work. The third chapter is devoted to the work methodology, research methods and the object of research. The fourth chapter deals with the results of the work. The final chapter deals with the discussion.

The result of solving the given problem is: the use of the PPMeq index obtained from mass data processing in the sense of the Industry 4.0 methodology and the use of Pareto analysis to identify critical parts in the company.

### **Keywords:**

Costs, quality, PPMeq method, COPQ model, enterprise.

# Obsah

Úvod.....	10
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	11
1.1 Konceptia Priemysel 4.0 a jej budúcnosť .....	11
1.1.1 Cesta vpred k trvalej udržateľnosti .....	15
1.1.2 Ekonomická perspektíva .....	17
1.2 Kvalita .....	20
1.2.1 Historický vývoj zabezpečovania kvality .....	21
1.2.2 Zmeny v paradigme kvality v ére 4. PR.....	22
1.3 Náklady na kvalitu v Priemysle 4.0 .....	27
2 Cieľ práce.....	31
3 Metodika práce a metódy skúmania .....	32
3.1 Modely odhadu nákladov na kvalitu .....	32
3.1.1 Model PAF .....	33
3.1.2 Model COPQ.....	34
3.1.3 Metóda PPM.....	36
3.2 Skryté náklady na kvalitu.....	37
3.3 Objekt skúmania.....	39
4 Výsledky práce .....	41
4.1 Náklady na kvalitu dodávateľa.....	41
4.1.1 Skryté náklady na kvalitu dodávateľa .....	41
4.1.2 Hodnotenie dodávateľov využívajúci náklady na kvalitu.....	42
4.1.3 Všeobecné pravidlá na vyhlásenie nezhodných častí.....	46
4.1.4 Hodnotenie dodávateľov na úrovni podniku prostredníctvom PPMeq.....	47
5 Diskusia .....	48
Bibliografické zdroje.....	53

## Zoznam obrázkov a zoznam tabuliek

Obr. 1 Priemysel 4.0.....	11
Obr. 2 Model kužeľa piesku.....	23
Obr. 3 Kľúčové slová v dôsledku zmien v paradigme kvality.....	25
Obr. 4 Hierarchia pre uprednostňovanie faktorov manažérstva kvality.....	26
Obr. 5 Priemysel kvality (IoQ).....	29
Obr. 6 Prvky zapojené do IoQ.....	30
Obr. 7 Pareto analýza dodávateľov PPMeq.....	47
Obr. 8 Pareto analýza – najporuchovejšie súčiastky.....	50
Tab. 1 Ekonomické potenciály priemyslu 4.0.....	18
Tab. 2 Historický prechod činností v oblasti kvality.....	22
Tab. 3 Kľúčové slová o štúdiách 4.PR.....	25
Tab. 4 Rovnice kvality vs. CoQ.....	28
Tab. 5 Index QCPI.....	43
Tab. 6 Hodnotenie kvality dodávateľov pomocou ekvivalentu ppm.....	43
Tab. 7 Dodávateľské odmietnutie súčiastok.....	45
Tab. 8 Najhoršie hodnotení dodávateľa.....	49

## Úvod

Priemysel 4.0 prináša revolúciu v priemyselnej výrobe vďaka širokému využitiu digitálnych technológií a automatizácie. Tento nový prístup k výrobe prináša mnoho výhod, ale zároveň so sebou prináša aj nové výzvy v oblasti nákladov na kvalitu. Kvalita tovaru a služieb je stále kľúčovým faktorom úspechu každého podniku, a preto je dôležité pochopiť, ako sa náklady na kvalitu v rámci Priemyslu 4.0 menia.

Jednou z hlavných výhod Priemyslu 4.0 je možnosť zhromažďovania a analýzy obrovského množstva dát. Tieto dáta môžu byť využité na sledovanie výrobných procesov, identifikáciu prípadných chýb a zlepšenie kvality výsledných produktov. Vďaka technologickým inováciám je možné monitorovať každý krok výrobného procesu a identifikovať potenciálne problémy ešte predtým, než sa stanú závažnými.

Aj keď zhromažďovanie a analýza dát môžu priniesť veľa výhod, vyžaduje to tiež investície. Podniky musia investovať do moderných senzorov, systémov zhromažďovania dát, softvéru pre analýzu dát a ďalších technológií potrebných na sledovanie a riadenie kvality. Tieto investície môžu byť nákladné, najmä pre menšie podniky. Napriek tomu, ak sú investície správne vykonané a využívané, môžu priniesť výrazné úspory v dlhodobom horizonte.

Ďalším faktorom ovplyvňujúcim náklady na kvalitu v Priemysle 4.0 je nutnosť školenia zamestnancov. Nové technológie a digitálne systémy vyžadujú odborné znalosti a zručnosti pre ich správne ovládanie. Zamestnanci musia byť schopní efektívne pracovať so senzormi, analyzovať dáta a prijímať rozhodnutia na základe informácií získaných z digitálnych systémov. To vyžaduje nielen investície do školenia zamestnancov, ale aj čas a úsilie pri procese prechodu od klasického spôsobu výroby charakteristického pre tretiu priemyselnú revolúciu k digitalizácii, ktorá je charakteristická pre Priemysel 4.0.

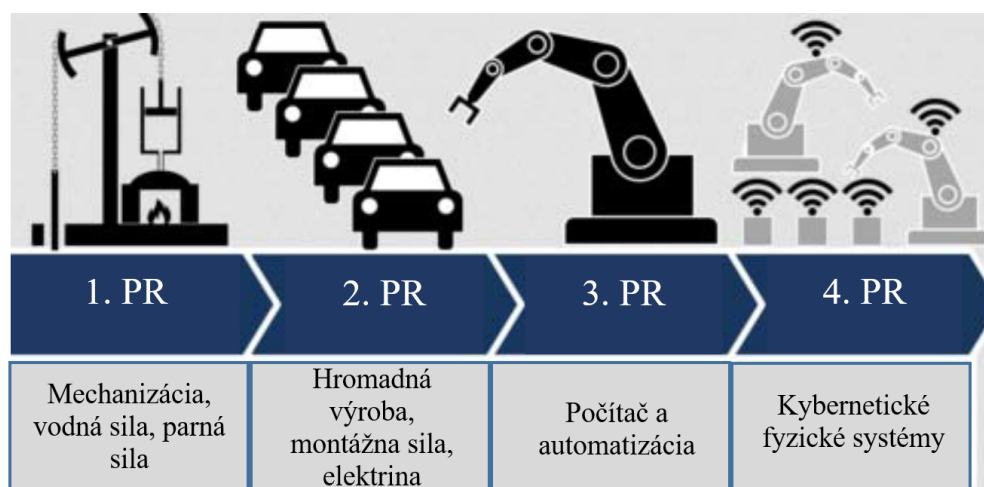
Táto bakalárska práca je zameraná na istú špecifickú časť sledovania nákladov na kvalitu vo vybranom strojárskom podniku. Konkrétne ide o index *PPMeq*, ktorý za pomoci Pareto analýzy dokáže identifikovať kritické diely z hľadiska výskytu nezhôd od konkrétnych dodávateľov.

# 1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

V tejto kapitole si bližšie opíšeme problematiku zameranú na 4. priemyselnú revolúciu (t.j. Priemysel 4.0), Kvalitu 4.0 a ich kombináciu Priemysel kvality (angl. Industry of Quality, IoQ).

## 1.1 Konceptia Priemysel 4.0 a jej budúcnosť

Začiatok 4. priemyselnej revolúcie (4. PR), ktorý je tiež niekedy známy ako Priemysel 4.0, sa vyznačuje zrýchleným nasadením digitalizovaných technológií a kybernetických fyzických systémov (angl. cyber-physical systems, CPS) korporáciami (Liu & Xu, 2016). Koncept 4. PR bol prvýkrát iniciovaný v roku 2016 počas Svetového ekonomického fóra (Peters, 2017). Už viac ako dvesto rokov, od príchodu priemyselnej revolúcie, svetová ekonomika napreduje veľmi rýchlo ako priamy dôsledok nových technologických vynálezov. Každý nový technologický pokrok má pozitívny vplyv na produktivitu, ekonomický rast a príležitosti pre rôzne typy nových podnikov. V skutočnosti 4. PR znamená zmenu všetkých výrobných procesov v rámci organizácie. Takáto zmena je umožnená spojením kybernetiky, kvantitatívnych metód ako aj internetu v oblasti výroby (Stăncioiu, 2017). Nasledujúci Obr. 1 zobrazuje vývoj 4. PR. Inými slovami, súčasná 4. PR je produktom zmesi rôznych technologických inovácií, ako je cloud computing, strojové učenie, nanotechnológia, biotechnológia, veľké dáta a tak ďalej vo výrobných činnostiach (Frederick, 2016).



**Obr. 1 Priemysel 4.0**

Zdroj: Totterdill, 2017

Slovami Schäfera (2018), 4. PR, označovaná aj ako digitálna revolúcia, je výraznou zmesou ľudských schopností a technologických inovácií prostredníctvom algoritmov, ktorými sú samoučiaca sa robotika, samojazdiace autá, veľké dáta, až po rôzne smart riešenia.

Kessler (2020) zastával názor, že 4. PR je fenoménom progresívnej vedeckej bystrosti, ktorá sľubuje zmenu zastaraných metód a prístupov k bezproblémovým výsledkom podporovaných údajmi. Táto zmena, tak ako je koncipovaná, je schopná oslobodiť podniky a pracovníkov od analógového veku. Inak povedané, podniky a pracovníci nesmú byť technikou obmedzovaní ale naopak oslobodení v nasledovaní vývojových smerovaní smerom k ich vlastnému pokroku. Mokyr (1997) poznamenal, že skutočná priemyselná revolúcia nie je len v oblasti technologického pokroku, ale zahŕňa inovácie, ktoré sú schopné výrazne zmeniť organizácie. Je vhodné poznamenať, že pojmy 4. PR a priemysel 4.0 sa vo väčšine prípadov používajú zameniteľne akoby znamenali to isté. Napriek tomu, že tieto dve myšlienky sú úzko spojené, predstavujú dva rôzne pojmy. Zatiaľ čo Industry 4.0 pochádza z Nemecka v rokoch 2011-2015 so zameraním na digitalizáciu vo výrobe, 4. PR, naopak, je symbolom veľkých posunov a zmien v politickej, sociálnej a ekonomickej sfére (Nicholas, 2019) vyvolané technologickými inováciami.

4. PR má jedinečné vlastnosti, konkrétne prevzatie takmer každého aspektu obchodných aktivít smartfónom. Generovanie znalostí bude možné prostredníctvom veľkých dát. Robotika môže pravdepodobne nahradiť mnohé ľudské rutinné činnosti na pracovisku a pritiahnúť masových spotrebiteľov po celom svete (Hyun Park et al., 2017). Hyun Park et al. (2017) ďalej poznamenal, že 4. PR zaskočila svet. V podobnom duchu Davis (2018) poznamenal, že súčasná revolúcia je významná a predpokladá, že vytvorí nové vyhliadky pre korporácie a ich pracovníkov, a to prostredníctvom využitia umelej inteligencie, internetu vecí a výpočtovej techniky na vysokej úrovni, resp. efektívnej optimalizácii systémov v rámci organizácie (Davis, 2018). Súčasná 4. PR určite ovplyvní spôsob, akým ľudia vykonávajú svoju každodennú rutinu v organizáciách. Medzi kľúčové nové trendy patrí digitalizácia a automatizácia, ktoré nevyhnutne ovplyvnia spôsob, akým ľudia koexistujú so strojmi a zároveň ich zapájajú do svojej práce. To ovplyvní aj to, ako manažéri riadia zamestnancov v organizáciách. Nový trend určite povedie k strate mnohých pracovných miest, ako aj k vytvoreniu nových miest v rámci odvetví (Hirschi, 2018). 4. PR spustí zásadný posun v budúcnosti pracovných úloh v rámci organizácií. Nástup nových pracovných miest v skutočnosti vytlačí staré (Park et al., 2018). Okrem toho sa určite zmení

súbor zručností potrebných pre pracovné miesta a ovplyvní to súčasných a budúcich zamestnancov. Súčasný vývoj určite ovplyvní pracovné vzťahy a riadenie ľudských zdrojov v dôsledku nového vzťahu a interakcie medzi človekom a strojom. To určite vyvolalo novú neistotu v organizáciách, pokiaľ ide o istotu zamestnania (Pereira & Romero, 2017, Nam, 2019).

Je veľkou otázkou, či technologické inovácie v súčasnom 4. PR vedú k zániku pracovných miest alebo masovej nezamestnanosti. Odpoveď na vyššie uvedenú otázku je dosť rôznorodá. Napríklad výskum Kristiny, Matuzeviciute a Karaluite (2017) nenašiel žiadnu súvislosť medzi technologickými inováciami a nezamestnanosťou v krajinách Európy. Vyššie uvedený názor podporili aj Liso a Leoncini (2011), ktorí zistili, že technologické inovácie vytvárajú nové cesty k vyšším zárobkom pre kvalifikovaných zamestnancov v dôsledku rastu dopytu po tovaroch a službách. Ako tvrdí Vivarelli (2014), technologické inovácie vedú k mnohým trhovým kompenzačným mechanizmom, ako sú nové podniky, nové stroje, nižšie ceny a nižšie mzdy. Vyššie uvedené nie je ďaleko od iných teórií (Piva a Vivarelli, 2005), ktoré hovorili o kompenzačných mechanizmoch, ktoré vyplývajú z cien a nových požiadaviek, ktoré v konečnom dôsledku pohlcujú nezamestnanosť. To nie je príliš vzdialené od postoja Saya (2009) a Schumpetera (2017), že pokrok v technológii prináša inovácie produktov a procesov, ktoré v konečnom dôsledku vedú k tvorbe pracovných miest. Tiež zistenia Marcolina et al. (2016), že technologický pokrok má pozitívny vplyv na tvorbu pracovných miest, zrejme posilňuje vyššie uvedené názory, že technologický pokrok vedie k vytváraniu pracovných miest namiesto ich deštrukcie. Medzi protagonistami a antagonistami sú aj odborníci situovaní v strede. Napríklad výskum Harrisona et al. (2008), ako aj Vivarelli (2014) rozlišuje dva hlavné aspekty inovácií, a to inovácie produktov a procesov. Podľa ich názoru, zatiaľ čo produktová inovácia ponúka na trh nové produkty, čo motivuje k novým požiadavkám a prináša pozitívne prepojenie medzi technologickými inováciami a vytváraním pracovných miest (Vivarelli 2014, Marcolin et al. 2016), procesná inovácia vyvoláva nepriaznivý vplyv na pracovnú silu. k náhrade pracovnej sily novými strojmi a nástrojmi, ktoré zvyšujú produkciu a efektivitu v organizáciách (Peters 2004, Pianta 2004, Vivarelli 2014).

Alonso-Borrego a Manuel (2002), zastávajú názor, že technologický pokrok je hlavným zdrojom vytvárania, ako aj deštrukcie pracovných miest. Existuje tiež názor, že technologický pokrok uprednostňuje rozvinuté krajiny v porovnaní s rozvojovými krajinami.

Názorovo na druhej strane sú tí, ktorí sú skalopevne presvedčení o tom, že technologické inovácie v ére 4. PR ničia pracovné miesta, a ako také spôsobujú masovú nezamestnanosť. Napríklad, ako ukázala štúdia Feldmanna (2013), technologické inovácie v krátkom čase zvyšujú nezamestnanosť. V skutočnosti Wood (2004) a Feldmann (2013) ďalej tvrdili, že technologická inovácia má schopnosť zvyšovať nezamestnanosť. V rovnakom duchu Piva et al. (2006) tvrdili, že technologické inovácie majú negatívny vplyv na kvalifikovanú, ako aj nekvalifikovanú pracovnú silu. Podľa marxistického myslenia je nepravdepodobné, že by novovytvorené technológie šetriace prácu vytvorili dostatok pracovných miest na to, aby pohltili množstvo robotníkov vytlačených strojom (Wood 2004). Je teda jednoducho faktom, že technologické inovácie šetriace prácu spúšťajú technologickú nezamestnanosť. Iste, keďže technologické inovácie umožňujú organizáciám vyrábať s nižšími nákladmi, okamžitým efektom inovácie je technologická nezamestnanosť. Zdá sa, že táto pozícia je v rozpore s Schumpeterovským argumentom, že technologický pokrok vedie k inovácii produktov a procesov, čo logicky vedie k vytváraniu pracovných miest (Ziemnowicz, 2013).

Nakoniec väčšinou politici, ekonómovia a technologickí guru jednomyselne uznali, že svet čelí ére technologickej nezamestnanosti. Náhla zmena názorov je spôsobená najmä automatizáciou, ktorá je schopná odstrániť ľudské bytosti ako výrobného faktora. Táto nová pozícia znižuje kompenzačné účinky, ktoré umožnili, aby sa tradičné technológie stali zdrojom tvorby pracovných miest. Klasické myšlienkové smery tvrdiace, že technológie urýchľujú nezamestnanosť, tiež zastávali názor, že technológia nespôsobí v spoločnosti dlhodobú nezamestnanosť (Khan, 2016). Existujú však obmedzenia klasického zmýšľania, že technológia nemôže spôsobiť dlhodobú nezamestnanosť. Pôvodné vnímanie bolo, že technologické inovácie nemôžu spôsobiť dlhodobú nezamestnanosť (The Economist, 2018) na základe teórie „Lump of Labour“. Nedávne vyhliadky rastúcej produktivity vo výrobe, sprevádzané poklesom zamestnanosti v niektorých sektoroch, však túto teóriu spochybňujú (Waters, 2014). Napríklad profesor ekonómie na Stanfordskej univerzite Nick Bloom označil vyššie uvedené za dôvod veľkej zmeny v názore na technológiu ako hlavný zdroj nezamestnanosti. Bývalý americký prezident Barak Obama sa pridal k súčasnej rastúcej diskusii a tvrdil, že technologická inovácia je primárnou hrozbou pre vytváranie pracovných miest. Podľa jeho názoru: „Ďalšia vlna ekonomickej migrácie nepríde zo zámoria. Bude pochádzať z neúprosneho tempa automatizácie, ktorá urobí z veľa dobrých zamestnaní strednej triedy zastaralé“ (citované podľa Rotman, 2017). Na základe vyššie uvedeného je

potrebné, aby spoločnosť uvažovala o nových mechanizmoch na udržanie práce v 4. PR napriek technologickému ničeniu pracovných miest.

### *1.1.1 Cesta vpred k trvalej udržateľnosti*

Od začiatku kapitalizmu je úplne zrejmé, že vlastníci kapitálu majú v úmysle dosiahnuť maximálny zisk pri minimálnych výrobných nákladoch. Od prvej priemyselnej revolúcie až po súčasnosť zostáva kapitalistický spôsob fungovania rovnaký s tou výnimkou, že štvrtá priemyselná revolúcia môže byť svedkom totálneho nahradenia ľudskej práce strojmi. To vyvrcholí koncom práce ako ju poznáme teraz, čo znamená neudržateľnosť práce. Aby bola práca udržateľná, možno stojí za to ponúknuť nasledujúce odporúčania (Ulrich a Gronau, 2020):

#### **1. Existuje naliehavá potreba regulovať tie technológie, ktoré eliminujú prácu najrýchlejšie**

Na to, aby vláda zaručila trvalú zamestnanosť, bude potrebné regulovať niektoré technológie, ktoré rýchlejšie eliminujú pracovné miesta a pôsobia zmätok medzi pracujúcimi. Technológia by mala zvyšovať životnú úroveň zamestnancov a nie ich úplne eliminovať z výrobného reťazca. Inými slovami, mali by sa kontrolovať technológie, ktoré odľudšťujú pracujúceho človeka. Inými slovami, technologické inovácie by mali byť vytvárané na to, aby slúžili a podporovali pracujúcich a nie naopak. Z istého pohľadu je neospravedlňiteľné, aby to, čo je stvorené, ovládalo tvorcov. Vyššie zdanenie technológií, ktoré rýchlejšie ničia pracovné miesta, by mohlo byť jedným zo spôsobov regulácie takýchto technológií. aby ich ceny mohli vyletieť do závratných výšok. Keď sa to stane, ľudská práca by sa stala cennejšou a drahé technológie a automatizácia by sa stali menej ziskovými. Navyše, pred zavedením novej technológie do organizácie sa manažment musí snažiť uistiť sa, že v organizácii existuje alternatíva na nasadenie pracovníkov, ktorí boli vytlačení technológiou. Okrem toho by sa tí, ktorí sponzorujú vývoj technológií, mali snažiť vrátiť spoločnosti späť časť ziskov vo forme sociálnej zodpovednosti podnikania.

#### **2. Politika a záväzok k vytváraniu a udržateľnosti dôstojnej práce pre hospodársky rast verejnými a súkromnými organizáciami na celom svete**

Existuje naliehavá potreba politiky a záväzku k vytvoreniu dôstojnejších pracovných miest prostredníctvom partnerstva verejného a súkromného sektora na celom svete pre

hospodársky rozvoj a rast. V takom prípade by sa namiesto flexibilizácie pracovného pomeru malo usilovať o vytvorenie a udržanie trvalého zamestnania. Verejný sektor preto musí pracovať v súlade so súkromným sektorom, aby sa zabezpečilo, že podstatne viac pracovných miest nebude zničených, ako vytvorených. Zájmy vlád a súkromných organizácií by sa preto mali viac orientovať na istotu a vytváranie pracovných miest. Preto by každá politika, ktorá je v rozpore s vyššie uvedenými ideálmi, mala byť kriticky zhodnotená a do istej miery tiež obmedzená. Namiesto vytlačania pracovníkov späť na trh práce ničením pracovných miest sa mnohí z nich môžu vycvičiť, aby sa stali podnikateľmi a vlastníkami malých podnikov, aby založili svoje vlastné podniky a stali sa zamestnávateľmi pracovnej sily. To určite vyrieši problém rastúcej nezamestnanosti v mnohých krajinách na celom svete a pomôže to podnieť novú fázu trvalo udržateľného hospodárskeho rozvoja a rastu.

### **3. Potreba etickejších vodcov a kapitánov priemyslu**

Etickým lídrom by mal byť niekto, kto sa usiluje nie len o vlastný zisk, ale aj o všeobecné verejné statky. Etický líder by mal byť morálnym vodcom a nie niekým, kto sa uchýli k deštrukcii pracovných miest v čase, keď organizácia ešte stále dosahuje nadnormálny zisk. Etický líder a kapitán priemyslu bude vždy pracovať v prospech širších zainteresovaných strán, ako sú zamestnanci, komunita, dodávatelia, vláda atď., a nie pracovať len v záujme akcionárov. Etický líder je aj emocionálne inteligentný líder, ktorý zväží situáciu zamestnancov skôr, ako prijme rozhodnutie, ktoré ich ovplyvňuje. V súčasnej dobe globalizácie a 4. PR je v organizáciách potrebných viac takýchto vedúcich. Takýmto lídrom sú lídri piatej úrovne, ktorí kladú záujem zamestnancov nad svoj vlastný sebecký záujem a zohľadňujú emócie, pocity a nálady ľudí v organizácii pri všetkom, čo robí. Takíto lídri sa viac spoliehajú na participatívny prístup a pred zavedením akéhokoľvek nového postupu v organizácii sa radia so všetkými stakeholdermi. V skutočnosti vodcovia s empatiou, súcitom, trpezlivosťou, porozumením a láskou k ľuďstvu sú najlepšimi autentickými vodcami a mali by byť žiadaní a podporovaní. Takíto lídri by mali dohliadať na to, aby bola zaručená trvalá udržateľnosť práce.

4. PR môže ponúknuť obrovskú príležitosť na zosúladenie cieľov trvalo udržateľného rozvoja s prebiehajúcou digitálnou transformáciou v priemysle, ktorá zase nesie potenciál stať sa hrozbou pre spoločnosť, ak sa pri implementácii Industry 4.0 nezohľadnia ciele udržateľnosti. V súčasnosti sa tento koncept odvoláva na aspekty

udržateľnosti len veľmi obmedzene (Beier et al., 2020). Tvrdíme, že výskum, ako aj prax a politika sa musia viac zamerať na to, ako môžu aspekty udržateľnosti získať väčší vplyv v 4. PR.

Z hľadiska udržateľnosti Priemysel 4.0 zaostáva za tým, čo je možné a spoločensky žiaduce. V centre pozornosti je internet, umelá inteligencia, cloud alebo analýza veľkých dát, zatiaľ sa však neúmerne zanedbáva holistické – nie technologicky zamerané – udržateľné zohľadňovanie ľudských, technologických a organizačných procesov a štruktúr. To by podľa nášho chápania predstavovalo najlepšiu páku pre prácu orientovanú na budúcnosť a spoločenské spolužitie. Ak sa má využiť sľubný potenciál 4. PR, je potrebná zmena zamerania činnosti.

### *1.1.2 Ekonomická perspektíva*

Podľa trhového pohľadu na výrobu a spotrebu sú kľúčovými aspektmi ekonomickej udržateľnosti zisk, úspory nákladov, hospodársky rast a rozvoj. V tomto zmysle sa ekonomická sféra udržateľnosti vzťahuje na schopnosť podporovať efektívne využívanie zdrojov, čím sa subjektu umožňuje dlhodobo obstať na trhu. Špecifickejší pohľad na ekonomickú udržateľnosť tvrdí, že „ekonomická udržateľnosť sa zameriava na tú časť základne prírodných zdrojov, ktorá poskytuje fyzické vstupy, obnoviteľné (napr. lesy) a vyčerpatel'né (napr. minerály)“ (Goodland, 1995) do výrobných a aplikačných procesov. Ekonomická a sociálna udržateľnosť sa zblížujujú, pokiaľ ide o zvažovanie podnikateľskej etiky, práv pracovníkov alebo spravodlivého obchodu, pričom so všetkými týmito aspektmi sa možno stretnúť vo výskume, praxi a politike.

***4. PR je nevyvážený transformačný proces riadený číslami a založený na KPI, v ktorom sú sociálne a environmentálne ciele sekundárnej povahy.***

Pri zvažovaní projektov implementácie 4. PR v reálnom svete sa ukazuje, že na začiatku takýchto projektov je široká škála rôznych cieľov. Aby sme vymenovali niekoľko cieľových oblastí, hovoríme o zvyšovaní využiteľnosti a výkonnosti na pracovisku, horizontálnej a vertikálnej integrácii prepájaním subjektov, ako aj o obehovom hospodárstve šetriacom zdroje. V podnikateľskom kontexte sa všetci musia preukázať prioritou ekonomickej efektivity. 4. PR mal teda viesť k zníženiu výrobných nákladov o 10-30%, logistických nákladov o 10-30%, nákladov na riadenie kvality o 10-20% (porov. Bauernhansl a kol., 2017, Tab. 1).

**Tab. 1 Ekonomické potenciály priemyslu 4.0**

<b>Náklady</b>	<b>Účinky</b>	<b>Potenciály</b>
Náklady na sklad (zásoby)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redukcia bezpečnostných zásob</li> <li>• Zabránenie efektu biča na zamestnancov</li> </ul>	-30 – 40%
Výrobné náklady	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zlepšenie OEE</li> <li>• Slučky riadenia procesov</li> <li>• Zlepšenie personálnej flexibility</li> <li>• Používanie inteligentných nositeľných zariadení</li> </ul>	-10 – 30%
Náklady na logistiku	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvýšenie stupňa automatizácie</li> <li>• Inteligentné nositeľné zariadenia</li> </ul>	-10 – 30%
Komplexné náklady	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Predĺženie presahuje čiaru</li> <li>• Zníženie odstraňovania problémov</li> </ul>	-60 – 70%
Náklady na kvalitu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Všetko ako služba (XaaS)</li> <li>• Slučky kontroly kvality v reálnom čase</li> </ul>	-10 – 20 %
Náklady na údržbu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimalizácia skladových zásob náhradných dielov</li> <li>• Údržba orientovaná na stav</li> <li>• Dynamické uprednostňovanie</li> </ul>	- 20 – 30 %

Zdroj: Bauernhansl a kol., 2017

Všeobecnou výhodou 4. PR je teda to, že umožňuje nižšie výrobné a servisné náklady vďaka lepšej alokácii zdrojov a ich využívaniu. Orientácia na zisk a podnikateľská zodpovednosť sa navzájom nevyklučujú. Zodpovedné obchodné praktiky musia byť súčasťou stratégie spoločností, pretože tieto sa spoliehajú na dobre fungujúce prostredie a naopak.

Hoci digitálne riadenie procesov umožňuje očakávať efektívnejšie využitie surovín, energie a vody, zodpovedajúci potenciál na šetrenie zdrojov nie je úplne vyčerpaný, pretože úspora nákladov by zmenila motivačné štruktúry a ovplyvnila by výrobné aj spotrebiteľské správanie (Foit, 2018).

Znižovanie jednotkových nákladov znamená, že recyklácia je menej zisková, teda pozitívne efekty transparentnosti sa nerealizujú. Okrem toho poskytujú silný stimul na zvýšenie produkcie. Výsledná dodatočná spotreba zdrojov je zvyčajne vyššia ako počiatočná úspora. Na druhej strane spotrebiteľ a najviac ovplyvňuje potenciálne nižšia cena (ak úsporu

výrobná spoločnosť prenesie do ceny), potenciálne lepšie vlastnosti pri používaní, ako aj podpora kultúry na jedno použitie. Z ekonomického hľadiska je táto jednorazová kultúra nevyhnutnou podmienkou súčasnej trhovej ekonomiky a umožňuje zvýšenie celkového objemu predaja. Aj keď súčasné ekonomické a finančné systémy, a teda aj spoločnosti, sa spoliehajú na rast, zdroje sú obmedzené, a preto vzácne. Tento rast je vo veľkej miere založený na využívaní zdrojov. Okrem vyššie diskutovaného zvýšenia efektívnosti je potrebné rozšíriť pozornosť aj na efektívnosť transformačného procesu a opatrení.

V rámci takýchto transformačných procesov riadených zhora nadol sa zvyčajne vykonávajú zmeny, ktoré pozitívne riešia KPI spoločnosti. Samozrejme, čísla sú v centre pozornosti manažmentu, pretože umožňujú holistickú diagnostiku a riadenie spoločnosti. Tieto čísla zvyčajne informujú o stave výroby, nákupu, predaja, čiže sú ekonomického charakteru. Údaje a správy o životnom prostredí získavajú v súčasnosti na význame. Schéma ekologického manažmentu a auditu (EMAS) ako nový nástroj environmentálnej politiky hodnotí vplyv spoločnosti na životné prostredie s cieľom zlepšiť jej trvalo udržateľný rozvoj. Jeho aplikácia je skôr samoúčelná a účasť firiem je stále rozširiteľná.

Medzinárodná norma environmentálneho manažérstva ISO 14001 kladie dôraz na neustály proces zlepšovania environmentálneho správania spoločnosti a rieši skôr externé požiadavky. Vidíme teda, že existuje tendencia k podnikateľskej zodpovednosti voči životnému prostrediu a zamestnancom. Iniciatívy 4. PR a transformačné projekty teda tiež musia zahŕňať vplyvy na životné prostredie a zamestnanci musia byť viac integrovaní do svojich projektov. Ak sa zameriame na zamestnancov, môže to v konečnom dôsledku viesť k zníženiu nákladov na personálnu neprítomnosť a nižším nákladom na zdravotnú starostlivosť, keď sa môžu napríklad aktívne podieľať na transformačných procesoch spoločným navrhovaním pracovných procesov a úloh. Okrem toho by zohľadnenie environmentálnych cieľov, napr. zahrnutím a kompenzáciou negatívnych externých nákladov, umožnilo medzigeneračnú spravodlivosť.

***Artefakty IT nie sú same osebe dostatočne udržateľné, a preto same o sebe skôr určujú náklady ako by realizovali udržateľnosť.***

V literatúre o udržateľnosti sú technológie a IT artefakty charakterizované ako nástroje na dosiahnutie trvalo udržateľného rozvoja (porov. Orr et al., 2014, Stuermer et al., 2017).

Stuermer a kol. (2017) tvrdia, že digitálne artefakty by sa mali považovať za podnikové zdroje, ktoré by mali byť navrhnuté podľa charakteristík udržateľnosti. Krátkodobá nákladová efektívnosť je však často primárnou zastrešujúcou paradigmou pri navrhovaní nových technológií. Namiesto toho by pri navrhovaní a vytváraní udržateľných informačných technológií mali byť orientačnými bodmi charakteristiky ako dlhovekosť, opätovná použiteľnosť alebo recyklovateľnosť a princípy udržateľného dizajnu, ako je škálovateľnosť, modularita, rekonfigurovateľnosť alebo redundancia.

Životný cyklus technológie ako celku je potrebné brať do úvahy tak pri navrhovaní, ako aj pri nákupe technológie. V súčasnosti okrem aspektov interoperability a konektivity až príliš často pri nákupe nových technológií spoločnosti zohľadňujú najmä počiatočné náklady na akvizíciu a údržbu. Okrem toho sú prekážkou najmä pre malé a stredné podniky náklady a neistota, pokiaľ ide o dlhovekosť a dlhodobú použiteľnosť. V posledných rokoch bolo možné pozorovať, že nákup nových technológií sa buď odkladá, alebo sa získavajú iba nové doplnujúce technológie. Ide o senzory, merače alebo pomocné zariadenia, ktoré majú istú pridanú hodnotu pre rôzne špecifické prípady použitia, a dovoľujú parciálne digitalizovať existujúce zariadenia.

Životné prostredie je nezriedka zbytočne zaťažované technologickým a elektronickým odpadom, ktorý je často ťažko ďalej spracovateľný, a preto si vyžaduje finančné náklady na špeciálne zneškodňovanie odpadu. Okrem toho sa často nedoceňuje zvýšenie efektívnosti, pri nahrádzaní existujúcej technológie. Nové technológie je potrebné získať aj z dôvodu zvýšenia interoperability s modernými technológiami alebo systémami.

Akceptovanie takýchto nedostatkov je nezriedka pomerne vysoká cena za dosiahnutie krátkodobej efektivity, ktorá je samozrejme nevyhnutná na zabezpečenie prežitia spoločnosti. Tie IT artefakty, ktoré boli navrhnuté a zrealizované doteraz sú však z dlhodobého hľadiska skôr hnacou silou nákladov. Artefakty IT sú prostriedkom na dosiahnutie udržateľnosti (čo okrem zvýšenia energetickej efektívnosti nie sú), ale samotné nie sú udržateľné, to znamená, že zatiaľ dostatočne nevyužívajú ekonomický potenciál, ktorý spočíva v ich životnosti, adaptabilite a opätovnej využiteľnosti.

## **1.2 Kvalita**

Podniky doteraz zdôrazňovali dôležitosť kvality ako stratégie prežitia a budúcnosti a vďaka tomu viedli k jej neustálemu zlepšovaniu. Obdobie 4. PR je však podnikateľským prostredím neistých a deštruktívnych zmien, ktoré sú úplne odlišné od minulosti. V rýchlo

sa meniacej výrobe sa musí zodpovedajúcim spôsobom zmeniť aj kvalitatívna paradigma prežitia a budúceho rastu. Dôležitý je vývojový proces od minulých aktivít kvality k moderným aktivitám kvality podľa okolností doby, čo mení paradigmu kvality.

### *1.2.1 Historický vývoj zabezpečovania kvality*

Novodobý koncept zabezpečovania kvality začal v knihe *The Wealth of Nations* britského ekonóma Adama Smitha, ktorá opísala „zvýšenie produkcie na zamestnanca prostredníctvom del'by práce“. Potom F. W. Taylor odvodil vedecky riadenú výrobnú metódu z minulej pracovnej metódy, ktorá závisela od individuálnej zručnosti alebo dobrovoľného úsilia pracovníka.

Práca bola klasifikovaná do úloh, časových analýz, výskumu pohybu, ergonómie atď. Boli použité postupy na elimináciu nepotrebných pohybov a boli použité vedecké techniky riadenia s cieľom nájsť najefektívnejšiu výrobnú metódu. Na základe týchto výsledkov sa techniky vedeckého riadenia etablovali ako inovatívne metódy orientované na výkon, ktoré zlepšili produktivitu a zvýšili mzdy pracovníkov. Boli však časti, ktorým sa vyčítalo, že ignorujú schopnosti a slobodnú vôľu robotníkov, riadia sa len pokynmi a sledujú len maximálnu produkciu.

Význam manažérstva kvality sa ako taký menil spolu so zmenami doby. Mystica et al. (2015) tvrdili, že kontrola kvality v modernom zmysle by sa mala považovať za začatú v období zavedenia továrenského systému po útlme domáceho remeselného priemyslu t.j. po priemyselnej revolúcii. Povedali, tiež že kontrola kvality zdieľa históriu s vývojom priemyslu. Zmeny v manažmente kvality sa rozvinuli do štádia kontroly kvality, štádia externého zabezpečenia kvality, štádia manažérstva kvality a štádia kultúry kvality.

Pred tým bola užitočnosť produktov zdôrazňovaná z pohľadu výrobcov, no teraz sa vyzdvihuje užitočnosť produktov alebo služieb z pohľadu zákazníkov. Tab. 2 sumarizuje historický proces zmien prístupov ku kvalite podľa jednotlivých období.

**Tab. 2 Historický prechod činností v oblasti kvality**

Činnosť kvality	Obdobie	Rozlíšenie	Predmet kontroly kvality
Kontrola kvality operátora	Koniec 1900	Ručná výroba	Operátor
Kontrola kvality majstra	1900-te roky	Hromadná výroba	Predák
Kontrola kvality inšpekcie	50-te roky 20. storočia	Segmentácia procesov a zvýšené náklady na kontrolu	Inšpektor
Štatistická kontrola kvality	Objavená v 20. rokoch 20. storočia	Použitie štatistických metód	Inšpektor
Totálna kontrola kvality	80-te roky 20. storočia	Celofiremná expanzia	Všetci členovia
Totálny riadenie kvality (TQM)	Koniec 80-tych rokov	Nová manažérska filozofia	Všetci členovia

Zdroj: Chong et al., 2018

### 1.2.2 Zmeny v paradigme kvality v ére 4. PR

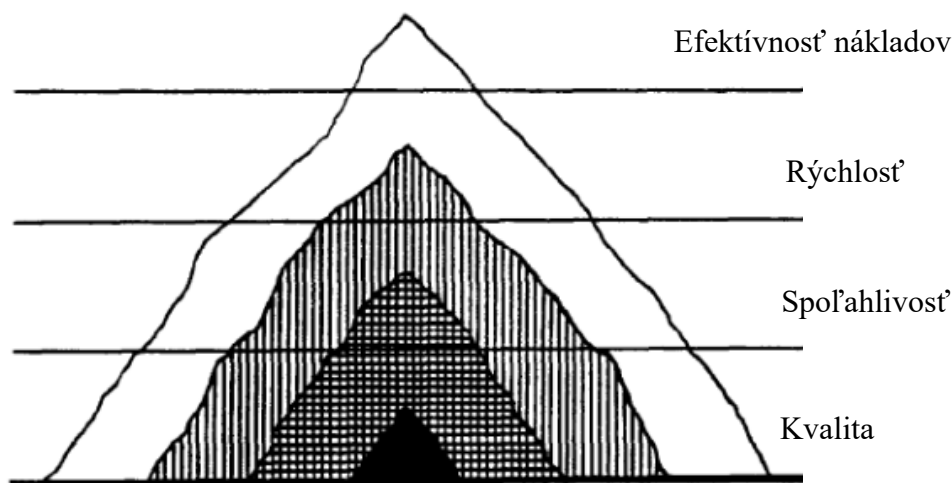
V 20. storočí, keď sa systém drobného ručného priemyslu zmenil na továrenský systém, sa musela zrodiť kontrola kvality ako nezávislý odbor, aby bolo možné stabilne riadiť systém hromadnej výroby. Najväčšou súčasťou tradičnej kontroly kvality bolo zabezpečenie „konzistencie“ a „opakovateľnosti“ riadením rozsahu variácie. Bola to éra, v ktorej sa informácie analyzovali logickejšie a systematickejšie v snahe byť lepší, ako konkurencia a uspokojovali sa v maximálnej miere potreby zákazníkov. Bola tiež spravidla orientovaná na producenta a zameriavala sa na znižovanie defektov, čo bolo predpokladom stabilného riadenia systému hromadnej výroby. Ako sa však prostredie menilo, vyvinul sa systémový dizajn zameraný na zákazníka počas celého obdobia a v celej službe, ktorá sa zameriava na spokojnosť zákazníka. Spoločnosti, ktoré uspeli v kvalite, majú spoločné to, že si ako najvyšší cieľ stanovili ciele orientované na zákazníka. Tieto spravidla prijali politiku, podľa ktorej je zákazník na prvom mieste pri zabezpečovaní kvality, Ree (2017).

Pojem kvalita v užšom zmysle sa zmenil na pojem kvalita v širšom zmysle a rozsah kvality sa rozširuje o zákazníkov a partnerov so širším pojmom partnerov. Pojem kvalita sa

tiež rozširuje z kvality výroby na kvalitu služieb, kvalitu dizajnu a kvalitu značky. Tvrdilo sa, že koncepty a techniky kvality sa nezdokonaľujú, ale menia sa na vhodné koncepty podľa zmien v spoločnosti a sú potrebné súvisiace nové techniky a školenia, Juran a Defeo (2010).

Kvalita sa uznáva ako základný faktor pre konkurencieschopnosť podnikov a zohráva dôležitú úlohu pri zvyšovaní podielu na trhu a ziskovosti. Väčšina spoločností sa snaží zlepšiť kvalitu, aby zvýšila svoju konkurencieschopnosť, ale výsledky sú často neuspokojivé. Je to spravidla preto, že nebola stanovená stratégia kvality na základe pochopenia vzťahu medzi nákladmi, dodávkami, flexibilitou a kvalitou. Ako vyplýva z historického vývoja procesu manažérstva kvality, hľadisko kvality sa postupne presúva od inšpekcie k prevencii, od produktu k procesu a od technológie k manažmentu. Ako typ produkčnej stratégie sa vyvinuli v poradí: model konfliktu - kumulatívny model - model hradu z piesku - situačný model - model stratégie konkurenčnej výhody.

Obr. 2 Teória hradu z piesku: v poradí kvalita-spol'ahlivosť-flexibilita-nákladová efektívnosť. Kvalita by mala byť základom pre budovanie základnej konkurencieschopnosti spoločnosti, Chong et al. (2018).



**Obr. 2 Model kužel'a piesku**

Zdroj: Chong et al., 2018

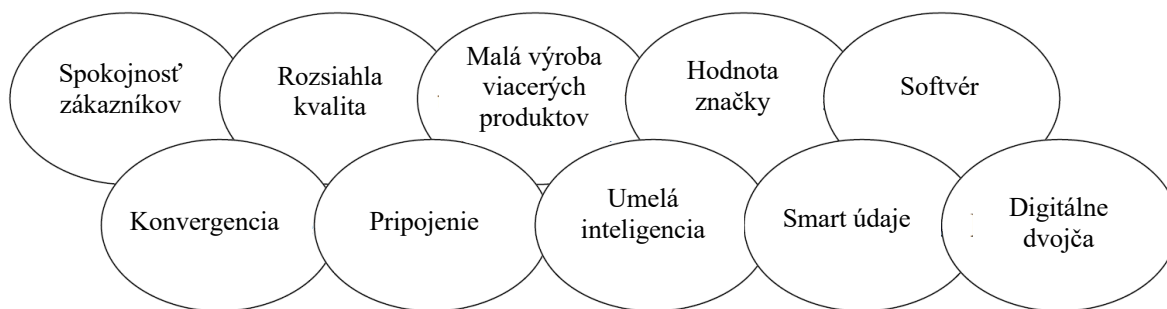
Najmä v ére 4. PR sa mení spôsob výroby z éry veľkovýroby podobných predmetov na malovýrobu mnohorakých produktov. S vývojom technológií, ako sú senzory, internet a využitie veľkých dát, nastala éra, v ktorej kvalita produktov predpokladá nulové chyby a

zabezpečenie kvality služieb a budovanie kvality značky. Podľa toho sa musí zmeniť aj paradigma kvality. V ére manažérstva kvality je moderná spoločnosť dobou, kedy je nevyhnutná remeselná zručnosť v kvalite produktov a služieb. A aj keď je produkt vyrobený, aktivity kontroly kvality neustávajú. Napríklad v segmente výroby luxusného tovaru, ale nielen pri ňom, sú aktivity v súlade s aspektom neustáleho sledovania kvality hodnoty značky a hodnoty pre zákazníka, nevyhnutnou súčasťou riadenia modernej spoločnosti. Iba tak je možné zabezpečiť aby sa výrobok, alebo služba stali globálne konkurencieschopnými produktami. Taktiež v ére 4. PR je veľmi dôležitá rýchlosť kvalitnej prestavby spôsobom, ktorý vyhovuje vkusu zákazníka. 4. PR je evolúciou informačných technológií a vstavaný softvér sa používa v rôznych systémoch. Vstavaný softvér je technológia, ktorá je nainštalovaná v produkte alebo technologickom riešení a vo všeobecnosti vykonáva špecifickú funkciu nezávisle bez ľudského zásahu. Podporuje spracovanie v reálnom čase a vyžaduje vysokú spoľahlivosť bez poruchy alebo zastavenia. Napríklad používanie virtualizovaných digitálnych dvojčiat ako softvéru namiesto fyzických aktivít môže zlepšiť efektivitu a kvalitu inteligentných tovární alebo digitálnych výrobných procesov, Quan and Park (2017).

Paradigma kvality sa mení na takú, v ktorej sa vyžaduje správa objektov, ako napríklad výkonné digitálne dvojča, ktoré optimalizuje fyzický svet. Okrem toho je potrebné nepretržite produkovať energiu, aby tieto technológie a služby fungovali.

Závislosť na elektrine sa zvyšuje a dostupnosť elektriny, ktorá poskytuje nepretržitú energiu aj pri rôznych zmenách prostredia, ako sú prírodné katastrofy, atď., bude priťahovať pozornosť.

Obr. 3 sumarizuje zmeny v paradigme kvality v ére 4. priemyselnej revolúcie. Je vidieť, že s orientáciou na zákazníka ako najvyšším cieľom sa rozsah kvality rozširuje o partnerov, zákazníkov a subdodávateľov a koncept sa rozširuje z kvality výroby na kvalitu služieb, kvalitu dizajnu a kvalitu značky. Na tento účel možno očakávať zmeny ako digitálne dvojča, vývoj vstavanej softvérovej technológie, inteligentné získavanie a využitie dát a spôsob výroby viacerých produktov v malom množstve. Ako stratégiu kvality na tento účel je potrebné odvodiť a navrhnuť stratégiu miesta kvality konvergencie, symbiózy, kvality softvéru a kvality veľkých dát medzi trhom a zákazníkmi.



**Obr. 3** Kľúčové slová v dôsledku zmien v paradigme kvality

Zdroj: Chong et al., 2018

Tab. 3 sumarizuje hlavné kľúčové slová predchádzajúcich štúdií o 4. PR o kvalite. Orr et al. (2014) študovali prípad vybudovania inteligentnej továrne v systéme výroby viacerých produktov v malom množstve. Quan a Park (2017) študovali aplikáciu technológie digitálneho dvojčaťa na riadenie kvality a Kwon a kol. (2018) predpovedal zmeny v každej fáze 6 Sigma DMAIC počas 4. PR. Chong et al.(2017) študovali faktory manažérstva kvality v ére 4. PR a Ree (2017) navrhol koncept manažérstva kvality v ére 4. PR.

**Tab. 3** Kľúčové slová o štúdiách 4.PR

Predmet	Kľúčové slová	Autor
Prípadová štúdia výstavby inteligentnej továrne v systéme malosériovej výroby	Inteligentná továreň, malé množstvo vysokošpecializovaných výrobkov. Systém dávkovej výroby	Riew a Lee (2018)
Budúce vyhlídky na zmenu v každom kroku Six Sigma DMAIC počas 4. priemyselnej revolúcie	Six Sigma, DMAIC, 4. priemyselná revolúcia, veľké údaje, analýza údajov	Kwon et al. (2018)
Riadenie kvality v 4. PR	Národná cena Malcolma Baldridgea za kvalitu, Riadenie kvality, 4. PR	Chong et al. (2017)
Návrh manažérstva kvality v 4. PR	Kvalita, TQC, CWQC, TQM, KQM	Ree (2017)
Prehľad o aplikácii technológie digitálneho dvojčaťa Priemysel 4.0 v manažérstve kvality	Priemysel 4.0, digitálne dvojča, manažérstvo kvality, Smart továreň, digitálna výroba	Quan and Park (2017)

Zdroj: Chong et al., 2018

V ére 4. PR sa očakávajú veľké zmeny vo výrobných metódach vďaka rozvoju technológií. Okrem toho bude dôležitým kľúčom k zabezpečeniu konkurencieschopnosti firiem flexibilný spôsob výroby procesu podľa digitalizačnej technológie, produkcie a získavaniu dát a využitiu veľkých dát.

Flexibilita a kvalita procesu by mala byť základným prvkom zabezpečenia trhovej a zákaznícky orientovanej konvergenčnej kvality v procese vývoja hodnotového systému formou kombinácie produktov a služieb v ére 4. PR.

Chong et al. (2017) prostredníctvom diskusií s približne 20 členmi výskumnej skupiny manažerstva kvality 4. PR rozdelili položky kategórie Malcolma Baldridgea do hlavných kategórií, stredných kategórií a malých kategórií a boli odvodené podrobnosti a aplikačné oblasti a hlavné jadrá 4. PR. Z pohľadu technológie a štyroch prvkov manažerstva kvality sa priority faktorov kvality skúmali prostredníctvom viacrozmernej analýzy a mapovania, ako je znázornené na Obr. 4.

Cieľ	Faktory manažerstva kvality 4. PR					
Všeobecne	Vedenie	Strategické plánovanie	Zameranie na zákazníka	Meranie, analýza	Zameranie prac. sily	Riadenie procesov
Sekundárne	<p>Vyššie vedenie</p> <p>Rozvíjajte partnerstvá a budujte partnerstvá</p> <p>Sociálna zodpovednosť</p> <p>Hľadanie príležitosti na inováciu obchodného modelu</p> <p>Získavanie a využívanie nových technológií</p> <p>Stratégia kvality s nulovými chybami</p> <p>Vytváranie konvergenčné hodnoty zákazníka</p> <p>Identifikujte potreby zákazníkov a ich získavanie</p> <p>Zlepšenie spokojnosti zákazníkov</p> <p>Využitie veľkých dát</p> <p>Kvalita softvéru</p>	<p>Štandardizácia informačných technológií</p> <p>Stabilita a bezpečnosť ochrany informácií</p>	<p>Systematické riadenie pracovnej sily</p> <p>Technológia a systém zdieľania znalosti</p> <p> Dizajn a kvalita dizajnu</p>	<p>Kvalita simulácie</p> <p>Kvalita flexibility procesu</p> <p>Riadenie kvality dát</p> <p>Prediktívne riadenie kvality údržby</p>		

**Obr. 4 Hierarchia pre uprednostňovanie faktorov manažerstva kvality**

Zdroj: Chong et al (2018)

Je vidieť, že Chong et al (2017) uprednostňujú tzv. internú a externú spokojnosť zákazníka prostredníctvom zabezpečenia kvality ako najpodstatnejší faktor pre realizáciu 4.

priemyselnej revolúcie. So zavedením inteligentných tovární prostredníctvom internetu a vývojom senzorov a informačných technológií je kontrola odberu vzoriek nahradená celkovou kontrolou a je zrejmé, že meranie a analýza sú nutne dôležité. Prostredníctvom rôzneho strojového učenia a umelej inteligencie využívajúcej veľké dáta je možné predvídať a udržiavať zariadenia spoločností funkčné. Manažment znalostí sa stáva aktívnejší, keďže dáta sa dajú využiť v rôznych oblastiach. Vývoj týchto technológií predznamenáva vznik nových produktov a služieb, ktoré nikdy predtým neexistovali. Aj keď nie je ľahké predpovedať nové hodnoty, ktoré predtým neexistovali, vývoj súvisiacich technológií sa už vážne využíva v autách s vlastným pohonom, včasnej predpovedi prírodných katastrof, inteligentných továrňach a inteligentných farmách. IT, umelá inteligencia a roboty nie sú len technologickou evolúciou, ale menia aj samotný ľudský život a majú veľký vplyv na podnikanie.

Bude rozhodujúcou hybnou silou pri určovaní konkurencieschopnosti spoločností a krajín. Na základe obsahu technologickej úrovne éry 4. priemyselnej revolúcie sú dôležité aj stratégie kvality pre predikčnú údržbu zariadení, presnosť a bezchybnú kvalitu technológie a stabilitu, či bezpečnosť, resp. informačnú bezpečnosť. Dôležitá je tiež kvalita softvéru, kvalita veľkých dát a stratégia kvality orientovaná na zákazníka.

### **1.3 Náklady na kvalitu v Priemysle 4.0**

Bol to Joseph Juran, kto prvýkrát diskutoval o nákladoch na analýzu kvality v roku 1951 v prvom vydaní „Príručky kontroly kvality“. A bol to Armand Feigenbaum, ktorý v roku 1956 identifikoval štyri kategórie nákladov na kvalitu v „Total Quality Control“ v Harvard Business Review, Vol. 34. Výbor pre náklady na kvalitu bol zriadený vtedajším ASQC v roku 1961.

„Náklady na kvalitu“ (angl. Cost of Quality, CoQ) nie sú „náklady na výrobu kvalitného produktu“. V skutočnosti sú to náklady, ktoré vznikli z dôvodu „nevyrobenia kvalitného produktu“. To znamená, že koľko vás bude stáť, ak nevyrobíte kvalitu. Ak je napríklad práca prerábaná, náklady na kvalitu sa zvyšujú. Ich zníženie spôsobuje naopak kvalitná služba, či výrobok a ak počas výroby alebo používania nedošlo k žiadnym poruchám. Náklady na kvalitu možno klasifikovať ako náklady na zhodu a náklady na nezhdodu. Náklady na nesúlad sú náklady, ktoré vznikli v dôsledku toho, že sa veci neurobili správne na prvýkrát. Náklady na interné zlyhanie a náklady na externé zlyhanie sú výsledkom požiadaviek na nesúlad. Na druhej strane, náklady na zhodu sú náklady

vynaložené na zabezpečenie toho, aby sa veci urobili správne na prvýkrát. Náklady na prevenciu a náklady na posúdenie sú náklady na splnenie uvedených požiadaviek.

Koncept CoQ sa skôr používa vo výrobnom sektore ako v službách. Je tiež zrejmé, že náklady na kvalitu majú veľký vplyv na cenu produktu a celkovú spokojnosť zákazníkov. Ako je opísané vyššie, náklady na kvalitu možno klasifikovať ako náklady na zhodu a náklady na nezhodu. Keďže spoločnosť vynakladá značnú sumu na činnosti súvisiace so zhodou, môže znížiť náklady vynaložené na činnosti v oblasti nesúladu. Dá sa to dosiahnuť spravidla až do určitej hranice, po prekročení ktorej sa náklady na produkt zvýšia. Tiež kvalita produktu a náklady na produkt sú dva významné faktory, ktoré závisia hlavne od pracovníkov (zamestnancov), strojov a procesov. Teda náklady na súlad sú náklady vynaložené na zamestnancov, procesy a stroje, nevyhnutne nutné na to, aby bolo všetko v poriadku. Ak sa v týchto fázach urobí nejaká chyba, môže to mať za následok zvýšenie buď nákladov na interné zlyhanie, alebo nákladov na externé zlyhanie. Tab. 4 ukazuje súhrn rovníc kvality a nákladov na kvalitu, ktoré naznačujú, že prvé políčko a štvrté políčko sú len nevyhnutné na to, aby sa veci dali do poriadku a aby sa predišlo chybám.

**Tab. 4 Rovnice kvality vs. CoQ**

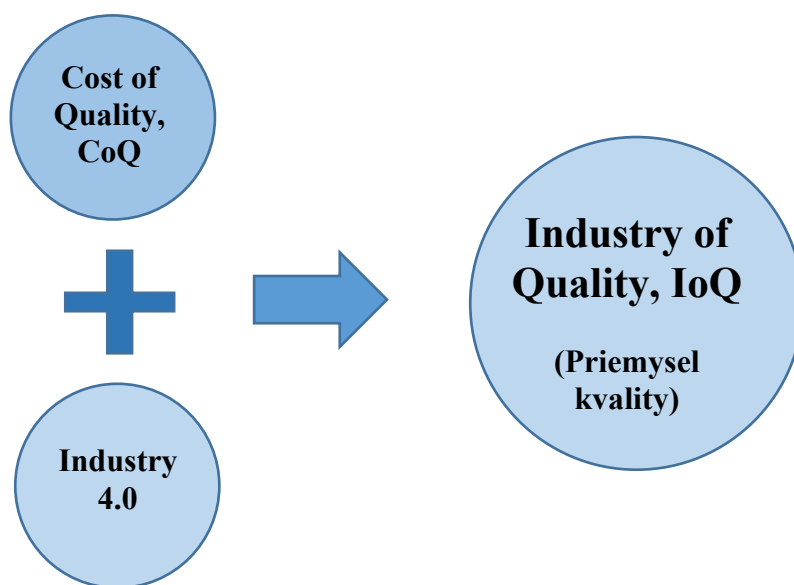
	<b>Správne</b>	<b>Nesprávne</b>
<i>Robiť</i>	Kvalita podľa autority Kvalita nič nestojí	Náklady na kvalitu v dôsledku prepracovania, odmietnutia, opravy, šrotu, odpadu a prevencie
<i>Nerobiť</i>	Náklady na kvalitu v dôsledku kontroly, inšpekcie, testovania, bdlosti a hodnotenia	Kvalita podľa zodpovednosti Náklady na kvalitu sú spôsobené dohľadom, údržbou a kontrolou

Zdroj: Kumar et al., 2020

Ako kľúčový bod je možné poznamenať, že kvalitný produkt je možné vyrobiť a dodať len so zapojením všetkých ľudí v organizácii (od top manažmentu až po dielenských robotníkov), správne plánovanie procesov a fáz návrhu, prevádzky a údržby strojov.

Stručne povedané, Industry 4.0 je fungovanie odvetvia s interakciou medzi strojmi, ktorá môže zahŕňať CPS, digitálne dvojčky internetu vecí atď., V priemysle 4.0 budú rozhodnutia robiť stroje na základe uložených údajov. Fungovanie priemyslu môže vyžadovať oveľa menej ľudskej sily. Mnohé aspekty výroby boli vypracované s využitím

pokročilých technológií, ale zároveň by sa mala rovnako brať ohľad aj na kvalitu. Priemysel kvality (angl. Industry of Quality, IoQ) znamená vývoj plánov, návrhov a procesov s cieľom realizovať 4. PR, ako aj vyrábať kvalitný produkt. V Priemysle 4.0 sa hlavný dôraz kladie na výrobu produktu pomocou pokročilých technológií. V IoQ by sa mala dosiahnuť rovnováha medzi technológiou a kvalitou, aby priemyselné odvetvia mohli využiť výhody prijatia nových technológií (Priemysel 4.0). Keďže priemysel smerujúci k 4. PR si vyžaduje veľmi málo ľudskej sily, existuje väčšia šanca na výrobu bezchybného produktu a v konečnom dôsledku na uspokojenie spokojnosti zákazníka. Obr. 5 ukazuje, že CoQ a Priemysel 4.0 znamenajú IoQ (angl. Industry of Quality).

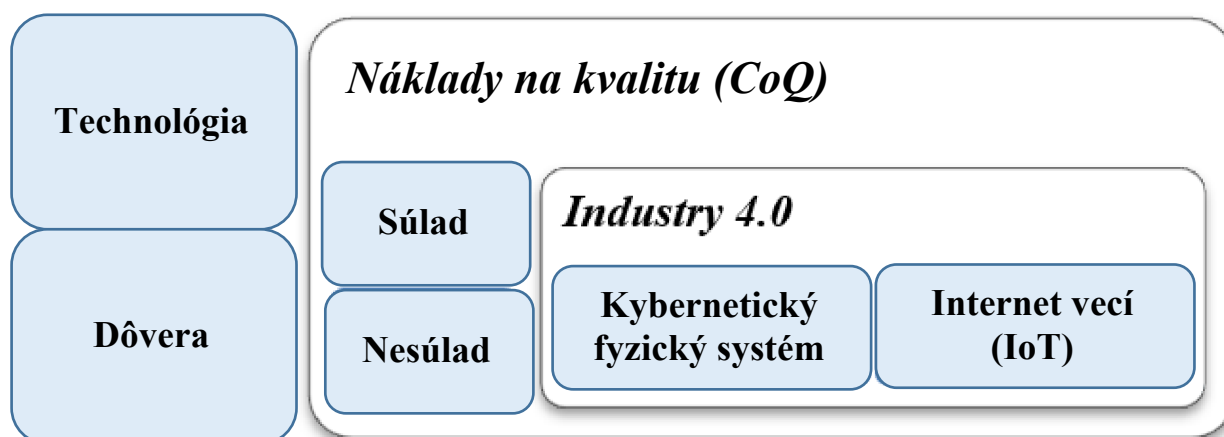


*Obr. 5 Priemysel kvality (IoQ)*

Zdroj: Kumar et al., 2020

Odvetvie kvality, ktoré zahŕňa priemysel 4.0, by malo vynaložiť veľmi nízke náklady na zhodu za cenu toho, že nehoda bude skoro nulová, potom sa môžu minimalizovať celkové náklady na produkt. Keďže celé odvetvie je vybavené komunikáciou medzi strojmi a sieťovým prepojením, je potrebné, aby do scenára vstúpil aj ďalší prvok, t. j. dôvera.

Obr. 6 ukazuje, že IoQ zahŕňa dva hlavné prvky, **technológiu a dôveru**. Ak priemysel má v rovnováhe technológiu a dôveru, potom je možné dosiahnuť kvalitné celé odvetvie.



*Obr. 6 Prvky zapojené do IoQ*

Zdroj: Kumar et al., 2020

Kvalita je základným faktorom každého produktu za každých okolností. Celé odvetvia nemusia odolať konkurencii, ak nedodávajú kvalitné produkty. Na druhej strane cena je tiež dôležitým faktorom, ktorý zákazník zvažuje predtým, ako sa rozhodne pre svoj výber. Koncept náklady na kvalitu, sa opiera o obidva tieto faktory. Vo všeobecnosti organizácie vynakladajú viac na náklady na zhodu, aby minimalizovali náklady na nezhody a tiež na kvalitný výstup. To môže značne znížiť náklady vynaložené na výrobu kvalitného produktu, ale nemusí to dosiahnuť blízkosť nuly. S príchodom najnovších technológií si priemyselné odvetvia osvojujú nové mechanizmy výroby produktu. Súčasná revolúcia „Priemysel 4.0“ posúva výrobný sektor na inú úroveň so zapojením CPS, IoT, dátovej analýzy, digitálnych dvojčiat atď. V týchto situáciách by sa manažment kvality mal považovať za dôležitý faktor, inak by odvetvia mohli zlyhať. Pojem Industry of Quality (IoQ) znamená, že všetci ľudia v priemysle, stroje a ďalšie prvky zapojené do priemyslu by mali byť poháňané pri dosahovaní kvalitného produktu spolu s prijímaním pokročilých technológií.

## 2 Cieľ práce

Cieľom tejto bakalárskej práce je navrhnúť postup na zlepšovanie kvality vo vybranom strojárskom podniku pomocou redukcie nákladov na kvalitu so zameraním na index *PPMeq* a spracovanie veľkého množstva údajov v zmysle postupov Priemyslu 4.0.

Na dosiahnutie tohto cieľa je potrebné dosiahnuť nasledovné čiastkové ciele:

1. Štúdiom vedeckej, odbornej literatúry posúdiť silné a slabé stránky ako aj vývojové trendy strojárskych podnikov v ére Priemyslu 4.0.
2. Analyzovať vhodné metódy modelovania nákladov na kvalitu v podmienkach Priemyslu 4.0 vo vybranom strojárskom podniku.
3. Implementovať výsledky analýz v konkrétnych podmienkach vybraného podniku.
4. Stručne popísať prínosy práce tak v teoretickej ako aj praktickej oblasti.

### 3 Metodika práce a metody skúmania

Kvalita nie je lacná záležitosť, preto je veľmi dôležité efektívnym spôsobom vynakladať, ale aj monitorovať a riadiť všetky náklady spojené so zabezpečovaním kvality produkcie, ale aj procesov či služieb. Aj samotné monitorovanie kvality je zložitý proces, preto bolo vyvinutých niekoľko metód – modelov zameraných na odhad nákladov na kvalitu.

#### 3.1 Modely odhadu nákladov na kvalitu

##### Náklady na dobrú kvalitu

Ide o náklady spojené so zlepšovaním kvality produktu, procesu, či služby:

- **Náklady na prevenciu** - Tieto náklady sú spojené s predchádzaním vzniku defektov a nedokonalostí. Účelom nákladov na prevenciu je zabezpečiť kvalitu a minimalizovať alebo zabrániť pravdepodobnosti vzniku udalosti s nepriaznivým vplyvom na tovary, služby alebo každodenné operácie spoločnosti. To zahŕňa aj náklady na vytvorenie systému kvality. Systém kvality by mal obsahovať tieto tri prvky: vzdelávanie, procesné inžinierstvo a plánovanie kvality. Mal by byť konkrétne zameraný na preskúmanie nového produktu, plánovanie kvality, prieskumy spôsobilosti dodávateľov, hodnotenia spôsobilosti procesov, podpory tímovej práce, neustále zlepšovanie kvality, projekty na zlepšenie kvality, vzdelávanie a školenia v oblasti kvality.
- **Náklady na hodnotenie (meranie)** - Tieto náklady sú priamymi nákladmi na meranie kvality. V tomto prípade je kvalita definovaná ako zhoda s očakávaniami zákazníka. To zahŕňa: laboratórne testovanie, inšpekciu, testovacie vybavenie a materiály. Bežným príkladom nákladov na hodnotenie sú výdavky z kontrol. Organizácia by mala zaviesť kontrolu svojich výrobkov a tovaru prichádzajúceho od dodávateľa predtým, ako sa dostane k zákazníkovi. Toto je tiež známe ako akceptačné vzorkovanie, technika používaná na overenie, či produkty spĺňajú normy kvality.

Model COPQ (angl. Cost of Poor Quality) a PAF (angl. Prevention, Appraisal, Failure) sú dva štandardné modely používané na meranie a riadenie nákladov spojených s kvalitou v podnikovom prostredí.

### 3.1.1 Model PAF

Pri hodnotení nákladov na kvalitu existujú štyri činnosti súvisiace s kvalitou, ktoré spôsobujú náklady (Rigdon 1994):

#### 1. Náklady na prevenciu

Tieto náklady sú vynaložené na predchádzanie vzniku problémov. Toto zahŕňa:

- školenie personálu,
- certifikácia,
- údržba strojov,
- zabezpečenie kvality,
- plánovanie kvality,
- kompetentné manažérske riešenia.

#### 2. Náklady na hodnotenie

Ide o náklady vynaložené na zabezpečenie zhody produktu s požadovanou kvalitou. Príklady zahŕňajú veci ako:

- hodnotenie dodávateľa,
- audity kvality,
- overenie.

#### 3. Náklady na interné chyby

Ide o náklady, ktoré vznikajú pri riešení problémov, ktoré sú zaznamenané pred dodaním produktu zákazníkovi, ako napríklad:

- plytvanie,
- znehodnotenie,
- nepodarkovosť,
- náklady zlyhania.

#### 4. Náklady na externé chyby

Ide o náklady vynaložené na opravu chýb alebo problémov zistených koncovými používateľmi po dodaní produktu, ako napríklad:

- servis a opravy,
- záručné nároky,
- sťahovanie produktov od zákazníkov,
- sťažnosti.

Pri pohľade na náklady nízkej kvality môžu manažéri a výrobcovia identifikovať príčiny nízkej kvality na výrobnéj linke aj v dodávateľskom reťazci.

Rozdelenie hodnôt môže určiť oblasti, v ktorých vznikajú problémy. Náklady na nízku kvalitu zvyčajne pochádzajú z nasledujúcich oblastí:

- Nesprávna manipulácia s výrobnými materiálmi.
- Nesprávne označenie obsahu na produkte aj na produktovom balení.
- Nesprávna montáž dielov počas výroby.
- Vo výrobnom procese sa používajú chybné diely.
- Nesprávne identifikované diely sú nesprávne označené a používané vo výrobe.

Rovnako ako v každej oblasti, predchádzanie chybám pred, počas a po výrobnom procese pomáha znižovať náklady na nízku kvalitu.

Cieľom modelu PAF je dosiahnuť vyváženú investíciu do prevencie a odhadu, aby sa minimalizovali náklady spojené s zlyhaním.

#### 3.1.2 Model COPQ

Model COPQ sa zameriava na identifikáciu a kvantifikáciu nákladov spojených s nedostatočnou kvalitou výrobkov alebo služieb. Tieto náklady môžu vzniknúť v rôznych oblastiach, ako sú zle vyrobené výrobky, reklamácie, opravy, náhradné diely, strata zákazníkov, straty produktivity, sankcie a iné náklady súvisiace s nedostatočnou kvalitou (Intriligator, 2003).

Náklady na nekvalitnú výrobu – najjednoduchší kalkulačný vzorec je odvodený z definície COPQ. COPQ výrobnéj spoločnosti je celkový súčet všetkých nákladov

súvisiacich a vzniknutých v dôsledku zlyhania – môžu byť externé alebo interné. Najjednoduchší vzorec pre výpočet nákladov na nízku kvalitu je teda:

$$\text{Náklady na nízku kvalitu} = \text{interné náklady na zlyhanie} + \text{náklady na externé zlyhanie} \quad (1)$$

Tieto náklady sa však v čase menia. Preto pri výpočte COPQ musíme určiť časové obdobie vyhodnocovania. Následne môžeme do výpočtu zahrnúť celkovú variabilitu/plytvanie a vynásobíme svoj celkový čas časom stráveným riešením problému. Výsledkom by mali byť náklady výroby na nízku kvalitu:

$$\text{COPQ} = (\text{odpad} + \text{chyby} + \text{náklady práce}) \text{za jednotku času} * \text{Čas strávený opravou} \quad (2)$$

### **Príklad odhadu ceny nízkej kvality (COPQ)**

Ak máme spustený projekt a potrebujete určiť COPQ, bude musieť podnik definovať, čo identifikuje ako chybu. Bude musieť tiež merať, koľko defektov vyprodukuje počas výrobného procesu.

Napríklad, ak podnik vyrába nejaký produkt. Z každého 1 milióna vyrobených produktov vyjde asi 5 % poškodených – na základe podnikovej definície poškodenia. To robí 50 000 produktov. Ak sa tieto nedajú opraviť a výroba jednej jednotky stojí približne 40 EUR, to znamená, že podnik by to stálo  $50\,000 * 40 \text{ EUR} = 2 \text{ milióny EUR}$ .

Cena za detailne (presné) meranie je 3 EUR za jednotku, aby sa zistilo, či a prečo je produkt chybný. Pri 50 000 jednotkách to znamená, že sa celkovo minie ďalších 150 000 EUR.

Potom je celková COPQ:

$$\text{COPQ} = 2 \text{ milióny USD} + 150\,000 \text{ USD} = 2,15 \text{ milióna EUR}$$

Toto sú hrubo odhadnuté náklady podniku na nízku kvalitu.

Bez ohľadu na prirážku ide o veľkú časť kapitálu a možného príjmu, ktorý nemožno získať späť. Tomu sa dalo predísť poznaním príčin vzniku nezhôd a ich prípadnou elimináciou aby sa žiadaná kvalita dodržiavala od začiatku výrobného procesu.

V súčasnosti majú náklady na kvalitu (COQ) strategickejšiu a ekonomickú dôležitosť, než sa v minulosti pôvodne predpokladalo. Zatiaľ čo predtým sa aplikovali COQ spravidla iba ako interné, či externé meranie výkonnosti v rámci podniku, zameraním tejto práce je prezentovať COQ s použitím ekvivalentov chybných dielov na milión vyrobených kusov (*PPMeq*). Ide o postup, pri ktorom pomocou určenia odmietnutých dielov a ich súvisiacich výrobných nákladov zvyšujeme kvalitu dodávaných dielov. So zvyšujúcou sa kvalitou dodávateľa, kvalitou vstupov a dodávkami sa zlepšia aj produkty a služby pre zákazníka. Účelom je oznámiť naše očakávania našim dodávateľom. Ide o základnú sadu nástrojov, procesov a systémov, ktoré sa majú použiť pri výrobe, navrhovaní a vývoji dielov, produktov a služieb dodávaných zákazníkom. Proces nákupu a získavania zdrojov, často v spolupráci s inými funkčnými skupinami, má možnosť vytvoriť konkurenčnú výhodu z efektívnych postupov riadenia kvality dodávateľov. Získanie týchto výhod si vyžaduje vynaloženie času, zdrojov a odborných znalostí. V ďalšom sa sústredíme na rastúci význam nákladov na kvalitu dodávateľov, najmä pri podpore kvality produktov a služieb. Položíme si tiež niekoľko otázok, ktoré si musia výkonní manažéri klásť v súvislosti s tým, ako dobre ich procesy nákupu a získavania zdrojov prispievajú k celkovým nákladom na kvalitu dodávateľa. Stručne tiež načrtneme postup, ako dohodnúť úroveň PPM na stanovenie minimálneho štandardu pre dodávanú kvalitu a na povzbudenie dodávateľov, aby vyvinuli nové spôsoby práce na zabezpečenie prevencie nezhôd a ich základných príčin implementovaných výrobcami pri riadení kvality dodávateľov.

### 3.1.3 Metóda PPM

Hodnotenie dodávateľov pomocou metódy Part Per Million (PPM) je jedným z prístupov k meraniu a hodnoteniu kvality dodávok od dodávateľov. PPM je metrika, ktorá meria počet chybných jednotiek v miliónoch vyrobených alebo dodaných jednotiek. Používa sa na kvantifikáciu a porovnanie výkonnosti rôznych dodávateľov vzhľadom na kvalitu ich výrobkov alebo služieb (Mystica et al., 2015).

Hodnotenie dodávateľov pomocou PPM môže prebiehať nasledovne:

- 1. Výber relevantných kritérií:** Organizácia určuje kritériá, ktoré sú pre ňu dôležité z hľadiska kvality. Môže to zahŕňať počet chybných jednotiek, odchýlky od špecifikácií, počet reklamácií alebo iné kvalitatívne ukazovatele.
- 2. Získavanie údajov:** Organizácia získava údaje o kvalite dodávok od jednotlivých dodávateľov. Tieto údaje môžu pochádzať z interných zdrojov organizácie, ako sú

testovacie protokoly, auditné zistenia, reklamácie alebo môžu byť poskytnuté samotnými dodávateľmi.

3. **Výpočet PPM:** Na základe získaných údajov sa vypočíta miera chybovosti pomocou vzorca PPM. Tento vzorec vyjadruje počet chybných jednotiek na milión vyrobených alebo dodaných jednotiek. Napríklad, ak dodávateľ dodal 10 chybných jednotiek z 100 000 vyrobených, PPM by bol 100 ( $10/100,000 * 1,000,000$ ).
4. **Porovnanie a hodnotenie:** Organizácia porovnáva výsledky PPM pre jednotlivých dodávateľov. Nižšie hodnoty PPM znamenajú vyššiu kvalitu dodávok, pretože sa predpokladá, že dodávateľ má nižší podiel chybných jednotiek vo svojej výrobnéj alebo dodávateľskej činnosti. Na základe týchto výsledkov môže organizácia hodnotiť a porovnávať výkonnosť dodávateľov a identifikovať tých, ktorí dosahujú najlepšie výsledky v oblasti kvality.
5. **Vedenie dialógu s dodávateľmi:** Na základe výsledkov hodnotenia organizácia môže komunikovať s jednotlivými dodávateľmi. Tým sa zabezpečí vzájomný prenos informácií o kvalite, identifikujú sa príčiny výskytu chýb a diskutuje sa o zlepšovacích opatreniach. Cieľom je spoločne pracovať na zlepšení kvality dodávok a dosiahnutí lepších výsledkov PPM.
6. **Sledovanie a zlepšovanie:** Hodnotenie dodávateľov pomocou PPM nie je jednorazový proces, ale kontinuálny cyklus. Organizácia by mala pravidelne sledovať a zhodnocovať výkonnosť dodávateľov a implementovať zlepšovacie opatrenia. Sledovanie PPM a reagovanie na zistené nedostatky umožňuje organizácii udržiavať vysokú kvalitu dodávok a neustále zlepšovať svoj dodávateľský reťazec.

Hodnotenie dodávateľov pomocou Part Per Million (PPM) poskytuje organizáciám mieru kvality dodávok od jednotlivých dodávateľov. Tento prístup umožňuje organizáciám identifikovať a spolupracovať s dodávateľmi, ktorí dosahujú vyššiu kvalitu a minimalizovať riziko nedostatočnej kvality vo svojom dodávateľskom reťazci.

### 3.2 Skryté náklady na kvalitu

Skryté náklady celkovo v podnikaní predstavujú dôležitý aspekt, ktorý často zasahuje do finančnej výkonnosti a ziskovosti organizácií. Tieto náklady nie sú okamžite viditeľné alebo evidentné v bežných finančných záznamoch a často sa prehliadajú pri výpočte celkových nákladov na výrobu alebo poskytovanie služieb. Avšak, ich vplyv a dôsledky

môžu byť vážne a môžu mať negatívny dopad na konkurencieschopnosť a ziskovosť organizácií.

Skryté náklady sa môžu objaviť v rôznych oblastiach podnikania a ich výskyt je často spojený s chybami, nedostatkami alebo nedokonalosťami v rôznych procesoch a systémoch organizácie. Tieto náklady môžu byť skryté v nasledujúcich oblastiach (Rigdon, 1994):

- 1. Kvalita:** Skryté náklady na kvalitu sú spojené s chybnými produktami, zlyhaním produktov alebo služieb a ich následnou opravou alebo reklamáciou. Tieto náklady môžu zahŕňať opravy, výmenu výrobkov, straty v dôsledku reklamácií a negatívne dopady na povesť značky alebo spoločnosti.
- 2. Logistika a dodávateľský reťazec:** Skryté náklady v logistike a dodávateľskom reťazci môžu vzniknúť v dôsledku oneskorenej dodávky, nesprávneho skladovania, straty materiálu, nadmerných nákladov na dopravu a nesprávneho riadenia zásob. Tieto náklady môžu mať vplyv na celkovú efektivitu a spoľahlivosť dodávateľského reťazca.
- 3. Ľudské zdroje:** Skryté náklady súvisiace s ľudskými zdrojmi môžu zahŕňať nadmerné absencie, fluktuáciu zamestnancov, nízku produktivitu, školenie nových zamestnancov a náklady na nábor. Tieto náklady môžu byť dôsledkom nedostatočného riadenia a motivácie zamestnancov alebo nevhodných pracovných postupov.
- 4. Technológie a informačné systémy:** Skryté náklady v tejto oblasti môžu vzniknúť v dôsledku nedostatočnej kompatibility systémov, výpadkov IT infraštruktúry, nedostatočnej bezpečnosti dát, nesprávneho využitia softvéru alebo zastaraných technológií. Tieto náklady môžu mať negatívny dopad na efektivitu, výkonnosť a bezpečnosť organizácie.

Hoci skryté náklady sú ťažko odhaliteľné a nemožno ich zahrnúť do bežných finančných záznamov, je dôležité, aby organizácie venovali pozornosť ich identifikácii a riadeniu. Existuje niekoľko opatrení, ktoré organizácie môžu prijať na znižovanie skrytých nákladov:

- Zlepšenie kvality a prevencie chýb prostredníctvom dôkladného riadenia kvality, nákladov na kvalitu a implementácie systémov ich kontroly.
- Optimalizácia logistických procesov a dodávateľského reťazca, vrátane zlepšenia riadenia zásob a komunikácie s dodávateľmi.

- Investície do rozvoja a školenia zamestnancov s cieľom zlepšiť ich produktivitu a znalosti.
- Aktualizácia a vylepšenie informačných systémov a technológií s cieľom zabezpečiť ich efektívne fungovanie a kompatibilitu.
- Implementácia systémov sledovania a merania skrytých nákladov a ich pravidelné hodnotenie.

Zameranie sa na riadenie a minimalizáciu skrytých nákladov je kľúčové pre zlepšenie finančnej výkonnosti organizácií a zabezpečenie ich konkurencieschopnosti na trhu. Identifikácia a riadenie týchto nákladov si vyžaduje systematický prístup a spoluprácu rôznych funkčných oblastí v organizácii.

### 3.3 Objekt skúmania

Strojársky podnik MAS, a. s. je kvalifikovaným výrobcou strojárenských produktov. Prevažujúcu časť produktov exportuje do štátov EÚ. Podnik má prevádzky v Bratislave a Liptovskom Mikuláši. Disponuje certifikátmi systému manažérstva kvality podľa certifikačnej organizácie TÚV a ďalšími oprávneniami dokumentujúcimi personálnu a technologickú spôsobilosť vyrábať technicky náročné produkty pre rôzne priemyselné odvetvia.

Jeho činnosť je zameraná na:

- Zvarance – výroba ocelových zvaraných komponentov s povrchovou úpravou pre stavebné a cestné mechanizmy.
- Výroba a montáže – výroba zariadení a dielov vrátane demontážnych a montážnych prác.
- Riadenie investičných projektov – poskytuje komplexné riadenie investičných projektov a stavieb pre stálych nových zákazníkov.
- Údržba a opravy – realizácia bežnej údržby, opráv a generálnych opráv na základe požiadaviek odberateľa.

Pracuje s týmito technológiami:

- defektoskopiou,
- delením materiálu,
- návrhom a spracovaním výkresovej dokumentácie,

- ohýbaním materiálu,
- povrchovou úpravou,
- tepelným spracovaním,
- trieskovým opracovaním,
- zakrúžením plechov,
- zváraním.

## 4 Výsledky práce

### 4.1 Náklady na kvalitu dodávateľa

Dnes je na trhu nemálo produktov buď skopírovaných z pôvodného originálneho produktu svojho typu, reprodukovaných s nekvalitnými materiálmi, alebo oboje. To, čo robí tieto produkty neštandardnými, sú predovšetkým nízka kvalita materiálov, z ktorých boli vyrobené. Tieto produkty bývajú veľmi nespoľahlivé a akonáhle sa pokazia alebo zlyhajú, nie je možné ich opraviť. Kvalita produktu zvyčajne závisí aj od postupov dodávateľa.

Z tohto dôvodu si väčšina spoločností starostlivo vyberá svojich dodávateľov. Vedia, že normy a operatívne postupy dodávateľa majú významný vplyv na zisky kupujúcich, pretože určujú kvalitu produktu a ovplyvňujú vývoj a rýchlosť výrobných procesov. Náklady na kvalitu dodávateľa sú významnými a dobrými ukazovateľmi problémových oblastí. Systém riadenia a sledovania nákladov na kvalitu dodávateľa sa kategorizuje ako nákladové prvky prevencie, ale aj náklady na prieskum kvality dodávateľa, nákladové prvky hodnotenia, ako sú náklady na príjem a kontrolu zdroja a nákladové prvky pri poruche, ako sú náklady na šrot a prepracovanie.

#### 4.1.1 Skryté náklady na kvalitu dodávateľa

V akomkoľvek systéme nákladov na kvalitu sú skryté náklady na kvalitu dodávateľa. Skryté náklady na kvalitu dodávateľa sú rozdelené do troch častí:

- Tie, ktoré vznikli dodávateľovi v zariadení dodávateľa.
- Tie, ktoré vzniknú kupujúcemu pri riešení problémov v prevádzke dodávateľa.
- Tie, ktoré sa zvyčajne nepridávajú dodávateľom, ale vznikajú kupujúcemu v dôsledku potenciálnych alebo skutočných problémov s dodávateľmi.

Náklady na kvalitu, ktoré vzniknú dodávateľovi v jeho prevádzke, nie sú kupujúcemu známe, a preto sú skryté. Aj keď je ich veľkosť skrytá, ide o rovnaké druhy nákladov na kvalitu, ktoré znáša kupujúci.

Druhý typ skrytých nákladov, ktoré vznikajú kupujúcemu pri riešení problémov v zariadení dodávateľa, zvyčajne nie sú špecificky pridelované dodávateľom. Okrem informovanosti o problémových dodávateľoch sú príkladom náklady kupujúceho na vyslanie inžiniera kvality k dodávateľovi, aby vyriešil krízu.

Posledný typ skrytých nákladov na kvalitu sa vyskytuje v zariadení kupujúceho. Tento typ nákladov môže zahŕňať:

- Špecifikovanie a navrhovanie meradiel, ktoré musí použiť prijímacia kontrola kupujúceho a prípadne aj dodávateľ pred odoslaním.
- Navrhnutie vhodných špecifikácií, ktoré musí dodávateľ dodržiavať pri výrobe produktu alebo poskytovaní služby.
- Pridanie špeciálnych kontrolných operácií a úsilia o kontrolu kvality u kupujúceho.
- Výrobná linka týkajúca sa konkrétne dodávateľského produktu.
- Kontrola údajov o skúškach a kontrolách materiálu dodávateľa na určenie prijateľnosti na spracovanie v zariadení kupujúceho.
- Kalibrácia a údržba zariadení potrebných na kontrolu kvality dodávateľského materiálu.
- Strata výrobného času v dôsledku nedostupnosti dobrého materiálu.
- Technika potrebná na analýzu a nápravu problému spôsobeného dodávateľom.

Vzhľadom na certifikačný program musí dodávateľ dodržiavať pokyny, ktoré sú prospešné pre zlepšenie kvality produktu a zníženie nákladov na kvalitu.

#### *4.1.2 Hodnotenie dodávateľov využívajúci náklady na kvalitu*

Podnik, ktorý je predmetom nášho výskumu využíva duálny systém hodnotenia dodávateľov. Prvá časť je tradičná v tom, že sleduje cenu a doručenie. V druhej časti vyhodnocuje kvalitu nákladov dodávateľa pre každého dodávateľa pomocou indexu opísaného nasledujúcou rovnicou:

$$QCPI = \frac{\text{Dodávateľské náklady na kvalitu} + \text{Nákupné náklady}}{\text{Nákupné náklady}} \quad (3)$$

Poznamenávame, že počas nášho výskumu sa neuskutočnil sa žiadny prípad zahrnutia nákladov na kvalitu dodávateľa z administratívnych dôvodov.

Pri použití hodnotenia bolo prvoradou prioritou spoločnosti dosiahnuť okamžité nápravné opatrenia pre dodávateľov s najnižším hodnotením.

Škála hodnotenia dodávateľov dodávajúcich diely podľa indexu kvality nákladov a výkonu sú zobrazené v Tab. 5.

**Tab. 5 Index QCPI**

<b>Index (QCPI)</b>	<b>Význam</b>
1 000 - 1 009	Excelentný – zjednodušená kontrola
1,010 - 1,039	Veľmi dobrý– bežná kontrola
1,040 - 1,069	Dobrý – sprísnená kontrola
1,070 - 1,099	Vyhovujúci - 100% kontrola
Nad 1,100	Nevyhovujúci - okamžité nápravné opatrenie

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tab. 6 zobrazuje hodnotenie dodávateľov dodávajúcich podobné diely podľa indexu kvality nákladov a výkonu.

**Tab. 6 Hodnotenie kvality dodávateľov pomocou ekvivalentu ppm**

<b>Dodávateľ</b>	<b>Dodávateľské NNK</b>	<b>Nákupne N</b>	<b>Index QCPI</b>	<b>Hodnotenie podniku</b>
D1	9 410	129938	1,072419154	Splňujúci
D2	2 050	38 000	1,053947368	Dobrý
D3	2 001	40123	1,049871645	Dobrý
D4	1 890	65640	1,028793419	Veľmi dobrý
D5	3 054	50364	1,060638551	Dobrý
D6	850	93 250	1,009115282	Excelentný
D7	9 000	19531	1,460805898	Dobrý

Zdroj: Vlastné spracovanie

RPPM dodávateľa (odmietnuté časti na milión) sa vypočítava na základe množstva nezhodných materiálov oproti celkovému množstvu materiálov prijatých v danom fiškálnom mesiaci. Tento výpočet sa potom normalizuje tak, aby odrážal konštantný základ jeden milión prijatých jednotiek.

$PPMeq$  za obdobie sa vypočíta pomocou rovnice:

$$PPMeq = \frac{N_{rej} + N_{rew} + 0,5N_{dew} + 0,5N_{conc} + 0,5N_{rejatF.A.}}{N_{Total}} \times 1000000, \quad (4)$$

,kde  $N_{rej}$  je celkové odmietnuté množstvo (kontrola, linka).  $N_{rew}$  je celkové množstvo prepracovaného (kontrola a linka).  $N_{dew}$  je celkové množstvo akceptované v rámci odchýlky (kontrola, linka a na záverečnej montáži).  $N_{conc}$  je celkové množstvo prijaté na základe koncesie (kontrola, linka).  $N_{rejat F.A.}$ , je celkové množstvo zamietnuté na záverečnom hodnotení.  $N_{Total}$  je celkové prijaté množstvo. V ďalšom predstavíme význam jednotlivých pojmov tak, ako sú definované v podnikových dokumentoch a prezentované v Tab. 7.

**Tab. 7 Dodávateľské odmietnutie súčiastok**

Kód dodávateľa	Názov súčiastky	Prijaté množstvo N <sub>Total</sub>	Celkovo odmietnuté N <sub>rej</sub>	Celkovo prepracované N <sub>rew</sub>	C. množstvo akceptované v rámci odchýlky N <sub>dew</sub>	C. množstvo prijaté ako koncesia N <sub>coen</sub>	PPMeq	Priemery po dodávateľoch
D1	Hnací hriadeľ	1380	3				2174	5050
	Alternátor	2100		3			1429	
	Zadné puzdro	1320	19		2		15152	
	Nosný hriadeľ	864	5				5787	
	Pastorok	1777	4			2	2814	
	Príruba	2206	2		9		2947	
D2	Kardan	380	1				2632	2918
	Kľukový hriadeľ	6020	10				1661	
	Zostava ozubeného kolesa	1785	4		8		4482	
	Kovanie bočného prevodu	12600	32			9	2897	
D3	Upínací pás	22000	55				2500	1869
	Syn. Rukáv	4050	10			2	2716	
	Rotačné čerpadlo	8000		5			625	
	Varná doska na tvár	2671	7				2621	
	Dištančné ložisko	10200				18	882	
D4	Vodné čerpadlo	3528		1			283	756
	Rám so štítom	713				1	701	
	Odpružený pedál	780	1				1282	
D5	Kryt termostatu	4950	7	1	12	3	3131	3235
	Ložisko kolesa	5022	27				5376	
	Vreteno Zadné puzdro	4080	2	7			2206	
	Krúžok sedla ventilu	98000	90				918	
	Kĺbový hriadeľ	2091	4		5	6	4543	
D6	Vretenové koleso	2124	5				2354	1327
	Ložisko	6510		1			154	
	Kotúčová brzda	2420	7				2893	
	Podložka	240500	32				133	
	Zadný náboj	16348	18				1101	
D7	Zadné puzdro	12865	20				1555	1767
	Vstrek paliva čerpadlo	3590	3			2	1114	
	Predné puzdro	7817	18				2303	
	Montážny pedál	5280	22				4167	
	Vystuženie blatníka	5460	4			4	1099	
	Piest	19142	5	2			366	

Zdroj: Vlastné spracovanie

## **Odmietnutie**

Akékoľvek vyhlásenie o súčiastke, ktorá nerešpektuje technické špecifikácie, nemôže byť zachránená a skončí v šrote, sa označuje ako odmietnutie

## **Prepracovanie**

Akákoľvek menšia oprava vykonaná na konkrétnom diele tak, aby bol vhodný na použitie, sa nazýva prepracovanie. Prepracovanie sa musí vykonať po konzultácii s personálom zabezpečenia kvality (QA) v danej oblasti.

## **Odchýlka**

Akýkoľvek súhlas vyžiadaný od vývojárov produktu pre dodávateľa, súčiastka ktorej kritické rozmery a/alebo parametre alebo špecifikácie materiálu nemožno prepracovať/opraviť, sa označuje ako odchýlka. Odchýlka pre použitie nezhodného dielu dodávateľa má byť schválená vývojom produktu a príslušným vedúcim kvality závodu.

## **Koncesia**

Ak vývojári produktu nezohľadnili drobné nezhody, ktoré nie sú špecifikované na výkrese a ktoré neovplyvňujú kvalitu produktu, označuje sa to ako koncesia. Koncesiu udeľuje oddelenie kvality výroby a schvaľuje príslušný vedúci kvality závodu.

## **Segregácia**

Oddelenie zhodných/nezhodných častí vykonané so súhlasom personálu QA danej oblasti je známe ako segregácia.

## **Odmietnutie pri konečnej montáži**

Akékoľvek odmietnutie dielov dodávateľa, ktoré spôsobí odmietnutie celej montáže, sa označuje ako odmietnutie pri konečnej montáži.

### *4.1.3 Všeobecné pravidlá na vyhlásenie nezhodných častí*

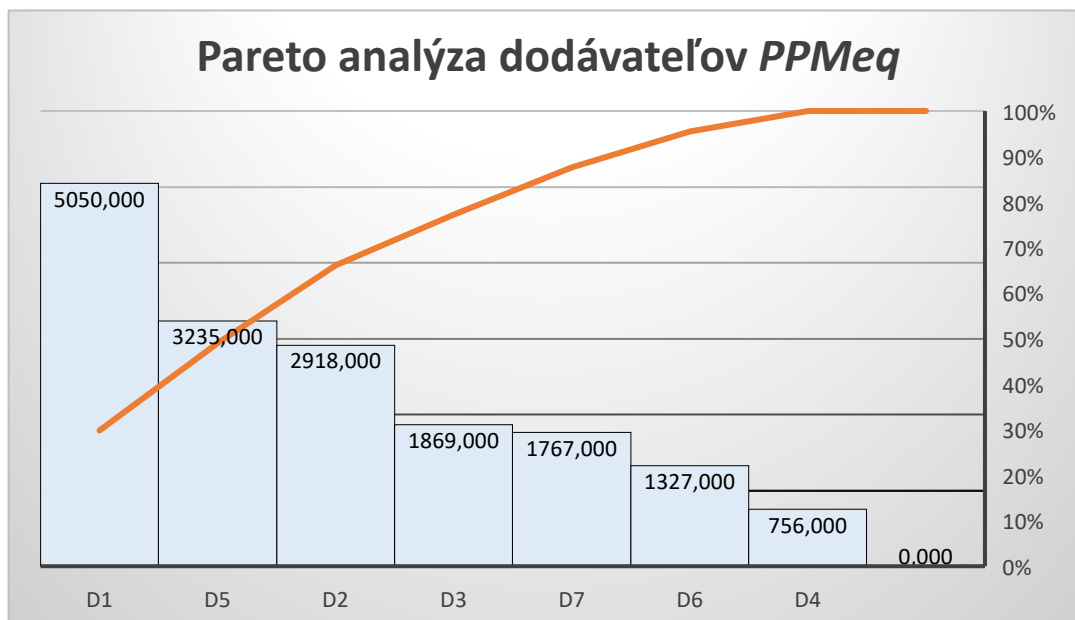
Diel bol vyhlásený za odmietnutý iba vtedy, ak nespĺňa technické špecifikácie a nie je možné ho zachrániť. Diel považujeme za odmietnutý až po vykonaní riadneho vyšetrovania. Príklad: V prípade korózie, ak dodávateľ nerešpektoval špecifikované ošetrovanie alebo ochranu, vyhlásenie by sa vykonalo. Ak dodávateľ rešpektuje špecifikácie, vyhlásenie sa nevykoná a príslušnému technickému oddeleniu je zaslaný akčný plán na zlepšenie týchto špecifikácií.

Prepracované produkty budú vyhlásené za nezhodné iba v prípade, ak je zodpovedný dodávateľ. Šetrenie schválené dodávateľom určí zodpovednosť za prepracovanie (dodávateľ), dodávateľ sa môže zúčastniť vyšetrovania v závislosti od produktu. Záznamy obsahujú údaje o odchyľkach, koncesiách a segregácii. Manuálne sa vykonáva zaznamenávanie množstiev prepracovania po dieloch.

Množstvo nezhodných dielov je deklarované so súhlasom dodávateľa a zákazníka. Na vyhlásenie nezhody sa nepoužil odhad založený na vzorke. Opätovné prevzatie dielu je možné v rámci toho istého mesiaca od odmietnutia tohto dielu, aby sa zabezpečilo správne plnenie dodávateľa na mesačnej báze.

#### 4.1.4 Hodnotenie dodávateľov na úrovni podniku prostredníctvom PPMeq

Tab. 7 prezentuje jednotlivé typy nezhôd v zmysle vnútorných predpisov podniku. Z Obr. 7 je zrejmé, že dodávateľ D1 získal vysoké PPMeq v porovnaní s inými dodávateľmi. Pareto analýza však upozornila aj na ďalších dvoch dodávateľov zodpovedných za 80% nezhôd v zmysle Lorenzovej krivky vzhľadom na index PPMeq, ktoré sú kritické v porovnaní s ostatnými. Dodávatelia s kódom D5 a D2 by mali byť tiež predmetom ďalšieho posudzovania.



**Obr. 7 Pareto analýza dodávateľov PPMeq**

Zdroj: Vlastné spracovanie

## 5 Diskusia

Priemysel 4.0 vedie k radikálnej zmene, ktorá postupne napreduje. Nové informačné a komunikačné technológie poskytujú množstvo mysliteľných príležitostí na ich uplatnenie v kontexte trvalo udržateľného podnikového manažmentu. Spojenie nových digitálnych technológií s ekologickými a sociálnymi cieľmi podnikov ponúka množstvo nepredstaviteľných potenciálov a výziev. Hoci spoločnosti už vidia potrebu konať, v minulosti a v súčasnosti stále chýbali konkrétne opatrenia, ktoré by využili potenciál Priemyslu 4.0 pre riadenie udržateľnosti.

Ekonomický potenciál, ktorý prináša Priemysel 4.0, nie je zatiaľ dostatočne využívaný. Zdá sa, že technológie na realizáciu tohto potenciálu majú v súčasnosti aj negatívny ekonomický účinok. Pri nákupe sú väčšinou nákladovo náročné a keďže sú koncipované skôr ako prostriedky na realizáciu trvalej udržateľnosti, než aby boli samy udržateľne navrhnuté, sľubujú, že budú z dlhodobého hľadiska nákladným motorom. Spomínané aspekty sme opísali v teoretickej časti práce.

Na druhej strane správne pochopený a riadený systém nákladov na kvalitu pomôže organizáciám pri realizácii úspor nákladov a zároveň sa vyhne niektorým vážnym nástrahám, ktoré môžu sprevádzať znižovanie nákladov, zníženie kvality produktov alebo služieb, zvýšená nespokojnosť zákazníkov, zvýšené náklady na prepracovanie alebo jednoduché presuny nákladov z jednej oblasti do druhej. Inštalácia a používanie programov hodnotenia dodávateľov, ako neoddeliteľná súčasť nákladov na kvalitu umožní vedeniu urobiť riadený prechod zo súčasných prevádzkových nákladov organizácie na stav minimálnych nákladov na kvalitu. Zníženie problémov zistených zákazníkmi je zároveň jedným zo spôsobov, ako zvýšiť výnosy prostredníctvom udržania predaja.

V predchádzajúcej časti sme použili model *PPMeq* na hodnotenie dodávateľov vybraného strojárskoho podniku. Na základe vykonanej Pareto analýzy boli identifikovaní traja dodávatelia s najväčším podielom nezhodných produktov. Keďže ide o dodávateľov dodávajúcich rôzne často aj významne odlišné produkty čo do ceny i zložitosti, v ďalšom sa budeme detailne venovať analýze konkrétnych dodávaných dielov.

Tab. 8 prezentuje hodnotenie jednotlivých dodávaných dielov dodávateľov D1, D5 a D2, ktorí sa v najväčšej miere podieľali na dodávaní nezhodných dielov.

**Tab. 8 Najhoršie hodnotení dodávateľa**

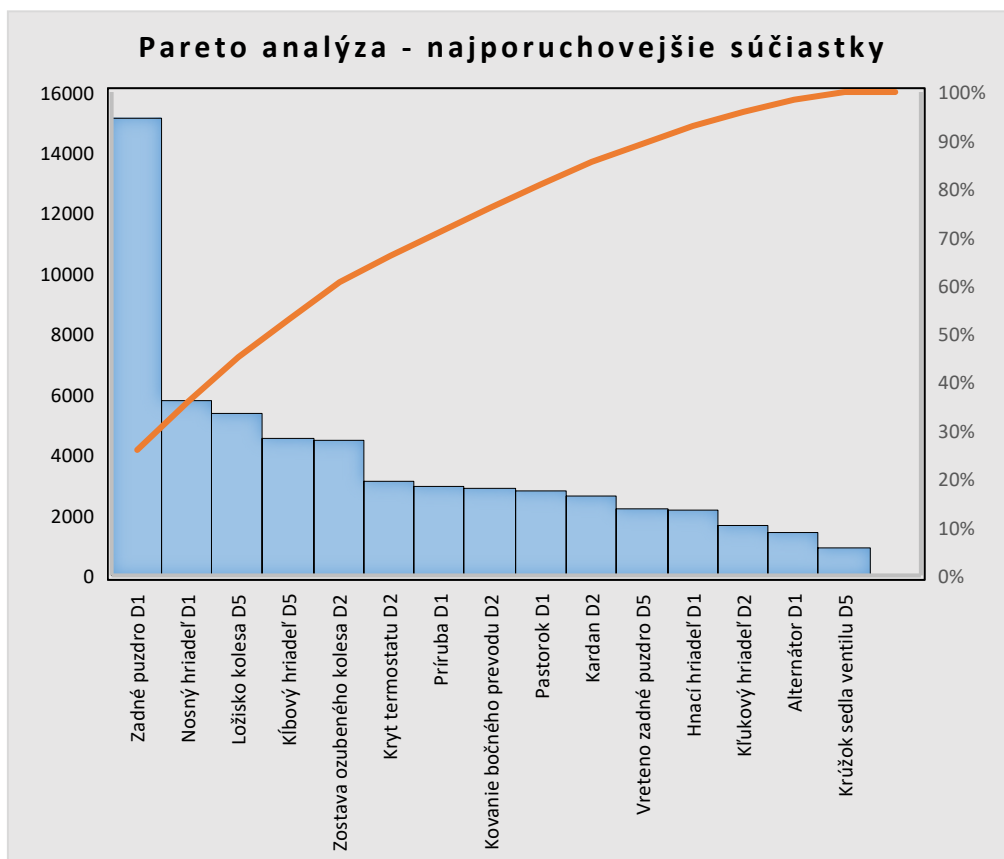
Kód dodávateľa	Názov súčiastky	Prijaté množstvo $N_{Total}$	Celkovo odmietnuté $N_{rej}$	Celkovo prepracované $N_{rew}$	C. množstvo akceptované v rámci odchýlky $N_{dew}$	C. množstvo prijaté ako koncesia $N_{cocc}$	$PPMeq$	Priemery po dodávateľoch
D1	Hnací hriadeľ	1380	3				2174	5050
	Alternátor	2100		3			1429	
	Zadné puzdro	1320	19		2		15152	
	Nosný hriadeľ	864	5				5787	
	Pastorok	1777	4			2	2814	
	Príruba	2206	2		9		2947	
D2	Kardan	380	1				2632	2918
	Kľukový hriadeľ	6020	10				1661	
	Zostava ozubeného kolesa	1785	4		8		4482	
	Kovanie bočného prevodu	12600	32			9	2897	
D5	Kryt termostatu	4950	7	1	12	3	3131	3235
	Ložisko kolesa	5022	27				5376	
	Vreteno Zadné puzdro	4080	2	7			2206	
	Krúžok sedla ventilu	98000	90				918	
	Kľbový hriadeľ	2091	4		5	6	4543	

Zdroj: Vlastné spracovanie

Na základe indexov  $PPMeq$  bola opäť zostavená Pareto analýza (Obr. 8), tento krát však z konkrétnych dielov dodávaných spomínanými tromi dodávateľmi. Z Pareto analýzy jednotlivých dielov vyšiel ako diel s najväčším indexom  $PPMeq$  zadné puzdro od dodávateľa D1. Ďalšími v poradí sú nosný hriadeľ od dodávateľa D1, ložisko kolesa a kľbový hriadeľ od dodávateľa D5 a zostava ozubeného kolesa od dodávateľa D2.

Na základe indexov  $PPMeq$  a Pareto analýzy boli vybrané jednotlivé diely od konkrétnych dodávateľov, ktoré v danom mesiaci, v ktorom bolo vykonané predmetné hodnotenie, predstavovali najväčšie problémy.

Vykonaná analýza dala podnet na vytvorenie spoločného tímu zlepšovania a to tak u dodávateľa ako aj odberateľa so zameraním na intenzívne zlepšenie kvality analýzou určených dielov. Ich následné zníženie totiž v budúcnosti predznamenáva najefektívnejšiu redukciu nezhôd v rámci celého spektra posudzovaných dodávateľov.



**Obr. 8 Pareto analýza – najporuchovejšie súčiastky**

Zdroj: Vlastné spracovanie

## Záver

Zlepšením kvality produktov alebo služieb sa zlepšia aj ďalšie opatrenia organizácie ako sú podiel na trhu, spokojnosť zákazníkov, udržanie zákazníkov, rýchlosť uvedenia na trh. To ešte zvyrazňuje dôležitosť neustáleho monitorovania nákladov na kvalitu v podniku. Dôležitou súčasťou zabezpečovania kvality sú dodávatelia. Kvalita na výstupe totiž jednoznačne predpokladá kvalitu na vstupe. Hodnotenie kvality dodávaných dielov od jednotlivých dodávateľov je teda neoddeliteľnou súčasťou monitorovania nákladov na kvalitu.

Mnohé podniky sa spoliehajú na medzifunkčné tímy, ktoré spolupracujú a zapájajú dodávateľov. Tieto tímy sú spravidla zodpovedné za rozvoj stratégií získavania zdrojov, ktoré priamo ovplyvňujú kvalitu dodávateľa. Nákupcovia na úrovni závodu však nezriedka jednoducho nemajú zdroje ani čas na vykonávanie externe zameraných a intenzívnych činností potrebných na podporu celkovej kvality u dodávateľov.

Výrobcovia svetovej triedy si uvedomujú potrebu udržiavať konzistentný a systematický proces kvality, aby získali údaje z kontrol v reálnom čase pomocou analýzy trendov.

Len málo podnikov má efektívny, štruktúrovaný proces zlepšovania dodávateľov s pridanou hodnotou. Použitím štruktúrovaného procesu môžu mať podniky konzistentnejší spôsob určovania stavu alebo vyspelosti dodávateľského systému kvality. Na základe neho môžu efektívnejšie vypracovávať organizované plány na zlepšenie, čo by mohlo byť prínosné aj pre dodávateľov.

Použitie ekvivalentu časti na milión (*PPMeq*) na monitorovanie výkonu dodávateľov naznačuje kritický význam pravidelného hodnotenia dodávateľov v súvislosti s konkrétnymi dodávkami dielov a ich kvalitou. Moderné princípy Priemyslu 4.0, resp. Lean Sigma vyžadujú vyrábať produkty vysoko kvalitne bez následných opráv, či prepracovaní. V tomto duchu je použitá i metóda identifikácie kritických dielov pomocou indexu *PPMeq* a Pareto analýzy. Ide teda o spojenie dvoch známych metód, ktoré sú však v praxi použiteľné iba za predpokladu, že podnik je schopný v zmysle princípov Priemyslu 4.0 spracovať a analyzovať veľké množstvá údajov v reálnom čase.

V tejto práci sme na konkrétnom príklade vybraného strojárskoho podniku ukázali realnosť takeého to prístupu.

Teoretický prínos práce spočíva vo využití indexu *PPMeq* získaného z hromadného spracovania údajov v zmysle metodológie Priemysel 4.0. Pomocou Pareto analýzy boli identifikované kritické diely, ktoré na mesačnej báze tvorili podnet na ďalšie efektívne zlepšovanie kvality dodávaných dielov.

Praktický prínos práce spočíva v tom, že prípadová štúdia, ktorá je v práci obsiahnutá, vychádza z konkrétnych podmienok vybraného strojárského podniku.

## Bibliografické zdroje

- ALONSO-BORREGO, César – MANUEL, Arellano. 2002. *Symmetrically Normalized Instrumental Variable Estimation Using Panel Data*. *Journal of Business & Economic Statistics* 17: 36–49.
- BAUERNHANSL, Thomas – KRÜGER, Jörg – REINHART, G. – SCHUH, Gunther. 2016. *Wgp-Standpunkt Industrie 4.0*. Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik Wgp e. V.
- BEIER, Grischa – ULLRICH, André – NIEHOFF, Silke – REIBIG, Malte – HABICH, MATTHIAS. 2020. *Industry 4.0: How it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes – A literature review*. *Journal of cleaner production*, 120856.
- CHONG, H. Ran – HONG, S. Hoon – LEE, M. Koo – KWON, H. Moo. 2017. *Quality management on the 4th industrial revolution*. *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 45(4), 629-648.
- CHONG, H. Ran – HONG, S. Hoon – LEE, M. Koo – KWON, H. Moo. 2018. *Quality Strategy in the Age of the 4th Industrial Revolution by Technological Evolution*. *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 46(3), 483-496.
- DAVIS, T. Nicholas. 2018. *The Fourth Industrial Revolution: Shaping a New Era*. *Journal of Internal Affairs*, 72(1), 17-22.
- FELDMAN, Horst. 2013. *Technological Unemployment in Industrial Countries*. *Journal of Evolutionary Economics* 23, 1099–126.
- FOIR, Daniel. 2018. *Industry 4.0 and sustainability – Digitalization as part of the big transformation?* Discussion paper.
- FREDERICK, D. Ellen. 2016. *Libraries, data and the fourth industrial revolution (Data Deluge Column)*. *Library Hi Tech News*, 33(5), 9-12.
- GOODLAND, Robert. 1995. *The concept of environmental sustainability*. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26, 1–24.
- HARRISON, Rupert – JORDI Jaumandreu – JACQUES Mmaïresse – BETTINA Peters. 2008. *Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable*

- Micro Data on Four European Countries*. NBER Working Paper 14216; Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- HIRSCHI, Andreas. 2018. *The Fourth Industrial Revolution: Issues and Implications for Career Research and Practice*. *Career Development Quarterly*, 66(3), 192 - 201.
- HYUN PARK, Sung – SEON SHIN, Wan – HYUN PARK, Young – LEE, Youngjo. 2017. *Building a new culture for quality management in the era of the Fourth Industrial Revolution*. *Total Quality Management and Business Excellence*, 28(9–10), 934–945.
- INTRILIGATOR, Michael. 2003. *Globalisation of the world economy: Potential benefits and costs and a net assessment*. Milken Institute Policy Brief, February.
- JURAN, M. Joseph – DE FEO, Joseph. A. 2010. *Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence*. McGraw-Hill Education.
- KESSLER Benjamin. 2020. *Why the 'Fourth Industrial Revolution' looks much like the First*. [Online] Dostupné na: <https://knowledge.insead.edu/leadership-organisations/why-the-fourthindustrial-revolution-looks-much-like-the-first-14221>.
- KHAN, Mynul. 2016. *Robots Won't Just Take Jobs, They'll Create Them*. Tech Crunch.
- KRISTINA, Matuzeviciute – MINDAUGAS, Butkus – AKVILE, Karaliute. 2017. *Do Technological Innovations Affect Unemployment? Some Empirical Evidence from European Countries*. *Economies* 5 (48): 1-19.
- KUMAR, M. Pradeep – SAHITHI, Pee. – REVANTH, S. Sai. 2020. *Industry of quality (IoQ)–An industry 4.0 perspective*. *International Journal of Applied Research*, 6(4), 109-114.
- KWON, H. Moo – HONG, S. Hoo – LEE, M. Koo. 2018. *A Future Prospect for Change in each Step of Six Sigma DMAIC under the 4th Industrial Revolution*. *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 46(1), 1-10.
- LISO, Nicola – RICCARDO, Leoncini. 2011. *Internationalization, Technological Change and the Theory of the Firm*. New York: Routledge.
- LIU, Yongkui – XU, Xun. 2016. *Industry 4.0 and Cloud Manufacturing: A Comparative Analysis*. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 139(2), 1.

- MARCOLIN, Luca – MIROUDOT, Sébastien – SQUICCIARINI, Mariagrazia. 2016. *Routine Jobs, Employment and Technological Innovation in Global Value Chains*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers No. 01, Paris: OECD iLibrary.
- MOKYR Joel. 1997. *Are We Living in the Middle of an Industrial Revolution? Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Forum*. Second Quarter. 31-43
- MYSTICA, Duke – BAI, Joe. – SUGANTHI, Mary. 2015. *STATISTICAL PROCESS CONTROL*. Clear International Journal of Research in Commerce & Management, 6(1).
- NAM, Taewoo. 2019. *Technology usage expected job sustainability, and perceived job security*. Technology Forecasting and Social Change, 138(1), 155 - 156.
- NICHOLAS, T. Davis. 2019. *The Fourth Industrial Revolution: Shaping a New Era*. Journal of International Affairs, 72(1), 17.
- ORR, W. David – PRUGH, Tom – RENNER, Michael – SEYLE, Conor – KING, M. Wilburn. 2014. *State of the world 2014: governing for sustainability*. Island Press.
- PARK, S. Chul. 2018. *The Fourth Industrial Revolution and implications for innovative cluster policies*. AI and Society, 33(3), 433–445.
- PEREIRA, Ana – ROMERO, Fernando. 2017. *A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept*. Procedure Manufacturing, 13(1), 1206 - 1214.
- PETERS M. Adrian. 2017. *Technological unemployment: Educating for the fourth industrial revolution*. Educational Philosophy and Theory, 49:1, 1-6.
- PETERS, Bettina. 2004. *Employment Effects of Different Innovation Activities: Micro econometric Evidence*. ZEW—Centre for European Economic Research Discussion Paper 04-073, Mannheim: Centre for European Economic Research (ZEW).
- PIANTA, Mario. 2004. *The impact of innovation on jobs, skills and wages*. *Economia e Lavoro* 1. 7–26.
- PIVA, Mariacristina – VIVARELLI, Marco. 2005. *Innovation and Employment: Evidence from Italian Microdata*. Journal of Economics 86: 65–83.
- PIVA, Mariacristina – SANTARELLI, Enrico – VIVARELLI, Marco. 2006. *Technological and Organizational Changes as Determinants of the Skill Bias: Evidence from the Italian Machinery Industry*. Managerial and Decision Economics 27: 63–73.

- QUAN, Ying – PARK, Sangchan. 2017. *Review on the application of industry 4.0 digital twin technology to the quality management*. Journal of the Korean Society for Quality Management, 45(4), 601-610.
- REE, Sangbok. 2017. *Proposal of Korean Quality Management in the 4th Industrial Revolution*. Journal of the Korean Society for Quality Management, 45(4), 739-760.
- RIEW, M. Charn – REE, M. Koo. 2018. *A Case Study of the Construction of Smart Factory in a Small Quantity Batch Production System: Focused on IDIS Company*. Journal of the Korean Society for Quality Management, 46(1), 11-26.
- RIGDON, E. Joan. 1994. *Retooling lives: technological gains are cutting costs, and jobs, in services*". Wall Street Journal, pp. 1.
- ROTMAN, David. 2017. *The Relentless Pace of Automation*. MIT Technology Review, 13 Feb. 2017.
- SAY, Jean Baptiste. 2009. *A Treatise on Political Economy or the Production, Distribution and Consumption of Wealth*. New York: Biblio Bazaar. vol. 2. ISBN 9781110312887.
- SCHÄFER, Matthias. 2018. *The fourth industrial revolution: How the EU can lead it*. European View, 17(1), 5-12.
- SCHUMPETER, A. Joseph. 2017. *The Theory of Economic Development*. New York: Routledge. ISBN 978-0-06-156161-0.
- STĂNCIOIU, Alin. 2017. *The Fourth Industrial Revolution Industry 4.0*. Fiabilitate si Durabilitate - Viability & Durability, 1. 74-78.
- STUERMER, Matthias – ABU-TAYEH, Gabriel – MYRACH, Thomas. 2017. Digital sustainability: basic conditions for sustainable digital artifacts and their ecosystems. Sustainability Science, 12(2), 247-262
- THE ECONOMIST, 2018. Economics A-Z. Dostupné na: [www.economist.com/economics-a-to-z/1](http://www.economist.com/economics-a-to-z/1).
- TOTTERDILL, Peter. 2017. *The corporate response to the fourth industrial revolution*. European Journal of Workplace Innovation, 3(2).
- ULLRICH André – GRONAU, Norbert. 2020. *Time to Change: Considering the 4th Industrial Revolution from Three Sustainability Perspectives*. Proceedings of the

International Conference on Innovative Intelligent Industrial Production and Logistics (IN4PL 2020), pages 109-116 ISBN: 978-989-758-476-3

VIVARELLI, Marco 2014. *Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature*. Journal of Economic Issues 48: 123–54.

WATERS, Ri. 2014. *Technology: Rise of the Replicants*. Financial Times, 4 Mar. 2014. Dostupné na: [www.ft.com/content/dc895d54-a2bf-11e3-9685-00144feab7de](http://www.ft.com/content/dc895d54-a2bf-11e3-9685-00144feab7de).

WOOD, C. John. 2004. *Karl Marx's Economics: Critical Assessments*. London and New York: Routledge, vol. IV. ISBN 0-415-06510-0.

ZIEMNOWICZ, Christopher. 2013. *Joseph A. Schumpeter and Innovation*. In Encyclopedia of Creativity, Invention.