

Referat

Vladimir Simić : Quality 4.0 - izazovi budućnosti unapređenja kvaliteta

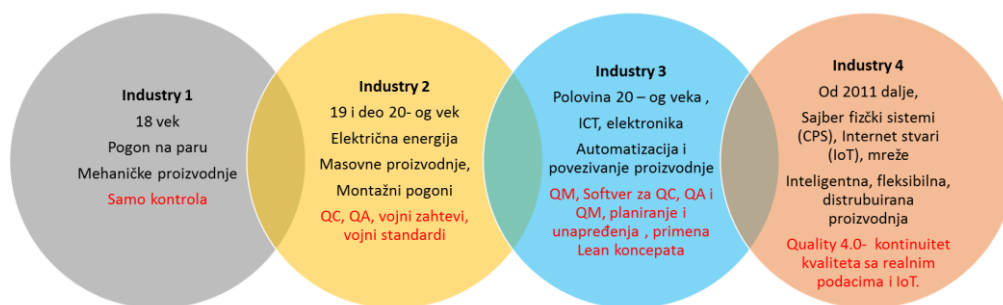
„Opseg, obim i složenost kako tehnološka revolucija utiče na naše ponašanje i način života, biće različito od bilo čega što je čovečanstvo doživelo.“ Klaus Schwab, Engineer and Economist; Founder and Executive, Chairman of the World Economic Forum 2016.

Od 2011, od Havoveskog sajma, kada se prvi put pojavio termin četvrte industrijske revolucije - Industry 4.0, postaje tema koju se nalazi na svim skupovima širom sveta, kako na posebnim specijalizovanim skupovima, tako i na svim ostalima. Broj radova na ove teme je ogroman, što ukazuje na značaj i izazove koje nudi. Pregled literature koju je uradilo nekoliko autora¹, to samo potvrđuje.

Sada više nego bilo kada u svim industrijskim revolucijama, organizacije se suočavaju sa brojnim izazovima vezanim za kvalitet:

- održavanje visokog nivoa kvaliteta usred visokih očekivanja i promena u zahtevima kupaca
- neophodnost ulaganja u resursa za inovacije i istraživanje novih metoda poboljšanja kvaliteta
- povećanja stešena usklađenost sa promenama u zakonskim propisima na svim nivoima
- brzina reagovanja na povećanje potrošnje i izmene strukture korisnika
- uloga globalnih standardizacija – internog karaktera za kompanije koje proizvode sa brojnih lokacija moraju ponuditi stalni kvalitet proizvodnje bez obzira na razlike u standardima lokalnih sirovina i uslovima proizvodnje i eksterne standardizacije u primeni sve većeg broja internacionalnih i nacionalnih standarda.

Ovaj rad se neće baviti istoriskim prikazima i teorijama o Industry 4.0 i Quality 4.0 u detalje, već ukazati na zavisnosti unapređenja kvaliteta generalno i osnovnih postavki Industry 4.0.



Istorijski razvoj programa unapređenja kvaliteta od prve industrijske revolucije u 18 veku podrazumeva prolazak kroz faze samo kontrolisanja, kontrole kvaliteta, obezbeđenja kvaliteta i menadžment kvaliteta, ispunjenje posebnih uslova i kontrola kao za vojske, TQM, TQL, CWQC, Lean koncepte, Automatizovane kontrole do Quality 4.0 koji bi trebalo da obezbedi kontinuitet razvoja programa unapređenja kvaliteta sa upotrebom realnih podataka, uz IoTⁱⁱ i cloud tehnologije.

A šta se to, u svetlu interesa za ulogu kvaliteta, ustvari menja ili očekuje u Industry 4.0:

- Nastajanje, proizvodnja i dostupnost informacija:

Više informacija je dostupno jer ih ljudi i uređaji proizvode brže nego ikad ranije. To omogućava i pad troškova novo razvijenih tehnologija poput senzora i startera, i drugih uređaja koji ubrzavaju inovacije u industriji. Prošireni obim informacija koje se odnose na kvalitet je znači veoma bitna realnost i Industry 4.0 i Quality 4.0. Termin BIG dataⁱⁱⁱ je nezaobilazan i za podatke iz konteksta kvaliteta u najširem smislu.

- Povezivanje sistema:

U mnogim situacijama i sa mnogih lokacija, ove informacije su trenutno dostupne putem interneta. Poboljšana mrežna infrastruktura proširuje obim povezanosti, čineći je dostupnijom svima i svakako robusnijom. I za razliku od 80-ih i 90-ih, daleko je manje komunikacionih protokola koji se koriste, pa je mnogo lakše povezati jedan uređaj za „razgovor“ sa drugim uređajem u mrežama organizacija širom sveta. Teme i pitanja vezana za kvalitet (unapređenja, sistemi, razvoj) se tako prenose veoma brzo i reakcije su munjevit

- Inteligentna^{iv} obrada (Intelligence^v processing):

Sada su dostupne pristupačne kompjuterske mogućnosti, u raznim pogledima, za obradu tih informacija, te se one mogu ugrađivati u donošenje odluka. Biblioteke softvera visokih performansi za naprednu obradu i vizualizaciju podataka lako se pronalaze i lako koriste. U prošlosti su se morala pisati kodna rešenja za svaku situaciju i slučaj posebno, a sada se mogu koristiti otvorena kodna rešenja koja su testirana u mnogobrojnim i različitim izazovima i rešenjima.

- Novi načini interakcija okruženja:

Načini dobijanja i obrade informacija takođe se menjaju, naročito kroz nove međuzavisnosti koje pružaju proširene stvarnosti (AR- Augmented Reality)^{vi} i virtuelne stvarnosti (VR)^{vii}, koje proširuju mogućnosti i olaksavaju razne oblike interakcija sa okruženjem.

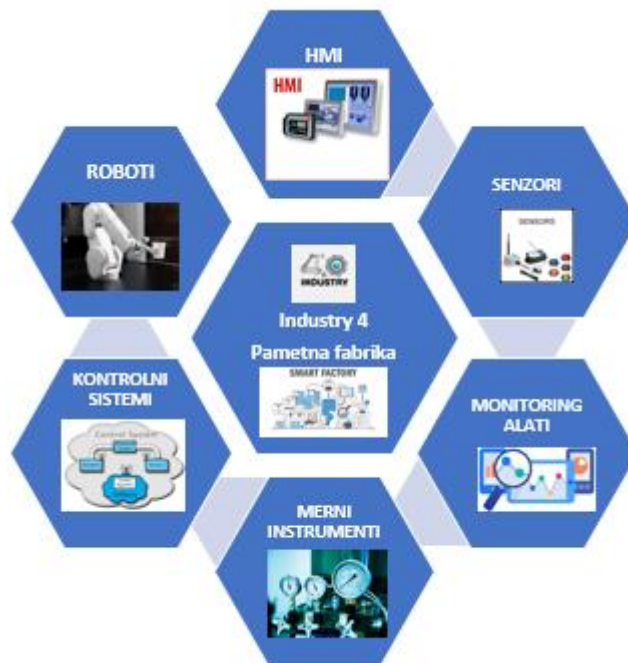
- Novi načini proizvodnje:

3D štampanje, nanotehnologija i uređivanje gena (CRISPR^{viii}) spremni su promeniti prirodu i načine proizvodnje u nekoliko industrija i usluga. Tehnologije za poboljšanje ljudskih performansi (npr. interfejs mozga i računara, pa čak i autonomna vozila) takođe će otvoriti nove mehanizme za inovacije u proizvodnji.

Ima mnogo teoretskih prikaza Industry 4.0 sa različitim sastavnim elemenata, neka su prikazani u radu na Nedelji kvaliteta ove godine^x, ali se oni u smislu posmatranja kvaliteta i njegove uloge u Industry 4.0. mogu grupisati na sledeći način:



Prva grupa elemenata koje možemo nazvati **Realna sadašnjost** a čine je kapaciteti monitoringa i merenja kvaliteta u realnom vremenu i integracija svih mernih i ostalih sistema u organizaciji i lancu snabdevanja. Ako uzmemo primer neke proizvodne organizacije i pokušamo da o njoj razmišljamo kao „smart“ fabrici, onda je svakako veoma značajno da ta realna sadašnjost svih merenja i monitoringa koji postoje u njoj, budu povezani na novim osnovama, kao na slici.



MHI označava povezanost mašine i čoveka (**H**uman **M**achine **I**nterface), koje imamo i danas na skoro svim mernim mestima gde su prisutni kompjuteri, automatika i digitalizacija u bilo kom obliku.

Druga grupa elementa koju se može nazvati **Veliki bum** a čine je analitika Big Data, mašine koje uče^x i veštačka inteligencija^{xi}, koja je tek krenula ka ozbiljnijem razvoj u oblastima povezanim sa kvalitetom kvaliteta.

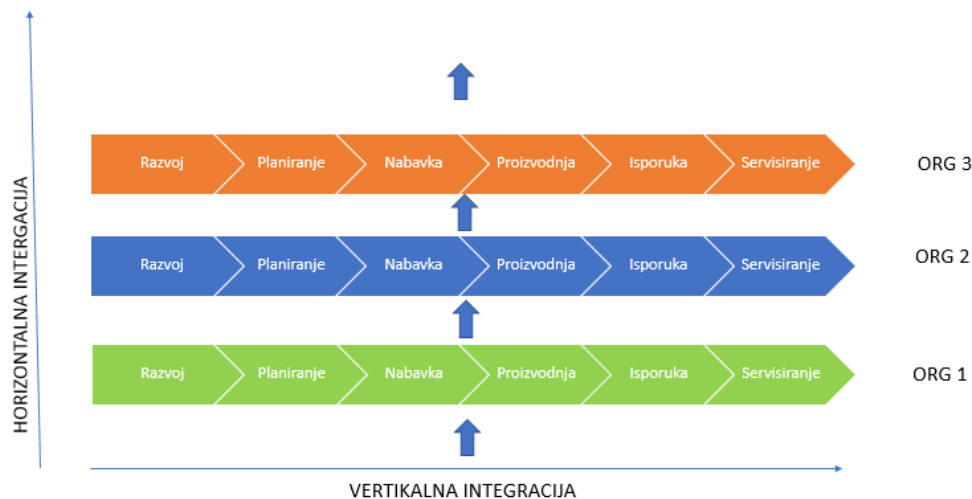
Ako samo kao primer uzmemo veoma značajnu karakteristiku Big Data 3V (obim, raznolikost i brzina) i podsetimo se recimo jedne pogonsku sveske kontrole kvaliteta neke fabrike, onda ćemo videti lako značaj obrade svih podataka a ne samo jednoga ili jedne manje grupe, u smislu donošenja odluke da li proizvod prolazi ili ne i analiziranja i predviđanja mogućih situacija kada će se to desiti.

Ili kao drugi primer, situacija sa primenom SIPOC ili KanBan metodologije i procesi kontrole promena koji su nekada, pa i danas, traju mesecima, mogu da traje samo nekoliko dana uz Big Data i veštačku inteligenciju uključenu u kvalitet.

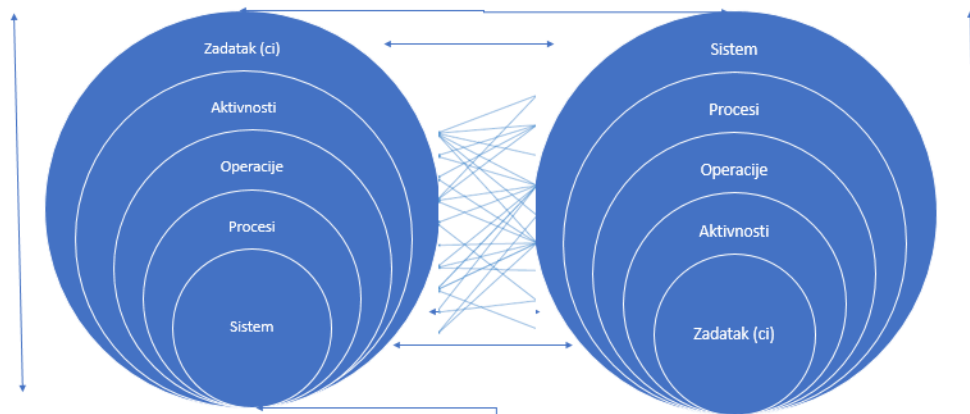


Treća grupa elemenata se može nazvati **Odlučivanje**, u svome sastavu imaju sisteme za podrške donošenju odluka i automatsko donošenje odluka povezanim sa kvalitetom. Ovde Big Data i veštačka inteligencija imaju opredeljujuću ulogu. Gospodin Deming bio u pravu kada je odavno rekao „ u Boga verujemo-svo ostali moraju da donose podatke“^{xii}. U ovoj grupi elemenata, svakako radi se na procesima decentralizacije odlučivanja kako na vertikalnim tako i na horizontalnim pravcima, što svakako usložava situaciju kod kompleksnih i velikih sistema. Jasno se može reći da će ovo biti najveći izazov, jer kompleksne decentralizovane odluke smanjuju mogućnost „krivudanja“ u odlučivanju a time se i rizici značajno povećavaju.

A četvrta grupa elemenata - **Integracije**, sa vertikalnim i horizontalnim integracijama procesa unutar samih organizacija, lancu snabdevanja i okruženju i Sajber fizički sistemi (CPS)^{xiii}, gde elementi koji su vezani za kvalitet tek počinju da se razvijaju. Te međuzavisnosti su danas jako razvijene ali se ne uključuju dovoljno u putanja vezana za kvalitet, osim u slučajevima reklamacija i problema vezanih za promene uglavnom nenejavljene ili nedovoljno objašnjene. Kod Industry 4.0 odnosno Quality 4.0 ovo stanje mora da se menja.



Kvalitet 4.0 Hijerahije



Pravci integracija, i vertikalnih i horizontalnih, su veoma široki i podrazumevaju svakako, do detalja, specificirane uloge i odgovornosti za sve elemente koji su uključuju u Quality 4.0 u svakoj organizaciji.

Kvalitet 4.0 koristi podatke u realnom vremenu iz tehnologija Industry 4.0. Oni uključuju povezane uređaje i pokreću profesionalne inicijative za stalno unapređenje kvaliteta. Ako se pogledaju osnovne postavke Industry 4.0 i Quality 4.0 i njihove zavisnosti, može se doći do sledećih međuzavisnosti:

Osnovni parametri Industry 4.0	Osnovni parametri – pretpostavke Quality 4.0
Integracija CPS (cyber physical systems) i automatizacija radnih opterećenja.	Široka primena digitalizacije a prvenstveno u optimizaciji povratnih informacija, senzorskih signala, sa procesa monitoringa i merenja i prilagođavanja procesa i adaptivno učenje- izvlačenje potrebnih podataka sa primenu sistema samo-indukovanih korekcija.

Automatizacija procesa podrazumeva punu automatizaciju – od početka do kraja procesa ili u što većem procentu.	Kvalitet menja svoj fokus sa kontrole procesa od strane izvršioca na projektante- dizajnere procesa.
Ljudi se koriste samo u onim pozicijama gde donošenje odluka se ne može automatizovati i nije moguća simulacija ljudskog ponašanja i rada.	Da, ali ljudsko učešće je neophodno a posebno za prelazak pažnje sa proizvodnje na konstruisanje i razvoj sistema i Integracije sa poslovnim sistemom.
Mašine, oprema koje uče (veštačka inteligencija).	Razvoj mašine uče kako da same regulišu i upravljaju sopstvenom produktivnost i kvalitetom.

Poseban izazov bilo je razmatranje povezanosti postojećih modela unapređenja kvaliteta koji se najviše primenjuju kao menadžment sistemi zasnovani na ISO Aneks SL koncepciji, Lean koncept i TQM. U ovome sasvim jasno, teorijskom posmatranju, urađene su dve jednostavne analize odnosa ovih koncepcija i opredeljenja Industry 4.0 i Quality 4.0 polazeći od napred opisanih karakteristika i date su u sledećim tabelama.

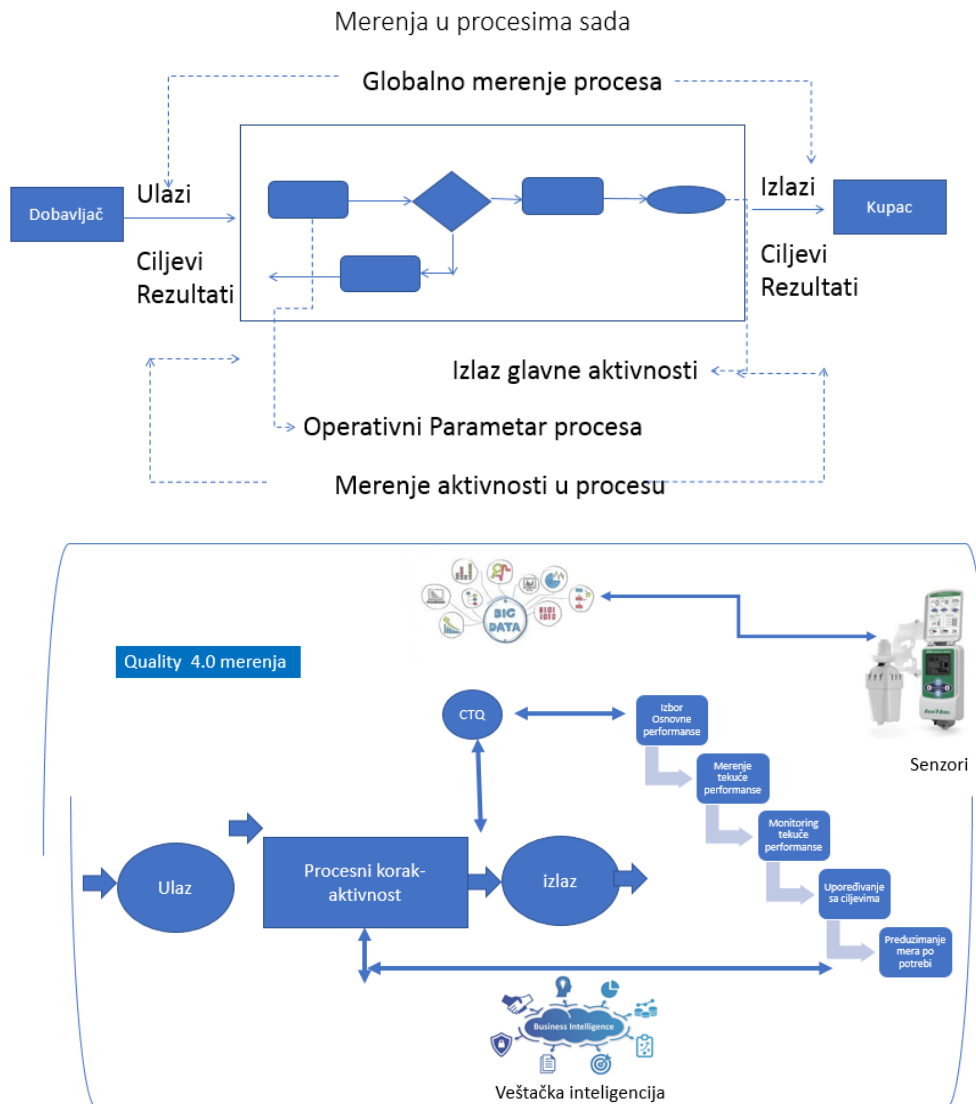
ANNEX SL zahtevi (1)	Lean Principi (2)	TQM elementi (3)	Adaptivne proizvodnje (3 –D Printing)	Argumentovana realnost	Simulacije & Virtualizacija	Robotzika	IoT	Cloud tehnologije
4.1	Identifikacija vrednosti	Kupac u fokusu	1,2,3	1,2	2	1,2	1,2,3	1,3
6.1	Mapiranje vrednosti toka procesa	Totalna uključenost zaposlenih	1,2,3	1,2	1,3	1,2	1,2,3	1,2,3
6.2	Kreiranje toka procesa	Procesi u centru pažnje	1,2,3	1,2,3	1	1,3	1,3	1,2,3
8.1	Uspostavljanje lanca kupaca	Integracija svih sistema	1,3	1,2,3	1,2,3	1,3	1,3	1,3
9.1	Traženje perfekcije	Strateški i sistemski pristup	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2	1,2	1,2,3
10.2		Kontinualno unapređenje	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
		Donošenje odluka na bazi činjenica	3	3	3	3	3	3
		Komunikacije	3	3			3	3

ANEKS SL (1)	Lean principi (2)	TQM elementi (3)	Proizvodnja i dostupnost informacija	Povezivanje	Inteligentna obrada	Novi načini interakcija	Novi načini proizvodnje
4.1	Identifikacija vrednosti	Kupac u fokusu	1,2,3	1,3	1	1,3	1,2,3
6.1	Mapiranje vrednosti toka procesa	Totalna uključenost zaposlenih	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3
6.2	Kreiranje toka procesa	Procesi u centru pažnje	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,3	2,3
8.1	Uspostavljanje lanca kupaca	Integracija svih sistema	1,2,3	1,2,3	1,2,3	2,3	1,3
9.1	Traženje perfekcije	Strateški i sistemski pristup	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
10.2		Kontinualno unapređenje	1,3	1,3	1,3	1	1,3
		Donošenje odluka na bazi činjenica	3	3	3	3	3
		Komunikacije	3	3	3	3	3

I ako se iz ovih pregleda može reći da sve postojeće metode mogu na nađu svoje mesto i u Industry 4.0 i Quality 4.0 u skoro svim elementima, ipak je neophodno ukazati na drugačije pristupe primeni ovih principa.

Na jedostanom primeru kontrole i merenja u procesima može se uočiti ta razlik. Postoji pre svega u obuhvatnosti realnih podataka, njihovoj obradi, primeni veštačke inteligencije na uspostavljanju i upoređivanju dobijenih rezultata i ostvarivanja ciljeva a posebno mera sprečavanja odstupanja. Dok se danas uglavnom mere elementi kritični za kvaliteta (CTQ^{xiv}) na izlazima i upoređuju sa ciljevima, kod Quality 4.0 bi trebalo da su merenja mnogo dublja, proširenija i analize CTQ indikatora mnogo

detaljnije, uz sve savremene elemente obrade Big Data i veštačke inteligencije i mašina koje misle, u oblastima koje se odnose na kvalitet.



Znači kvalitet 4.0 je u osnovi, se može posmatrati kao digitalizacija procesa kvaliteta uz unapređenje tradicionalnih metoda kvaliteta.

Inovativne kompanije širom sveta od robe široke potrošnje do kozmetike i hemikalija - prihvataju tehnologiju kvaliteta 4.0 zasnovanu na „cloud“ tehnologijama. Digitalizacijom i povezivanjem svojih operativnih podataka oni proaktivno upravljaju rizikom baveći se svim problemima vezanim za kvaliteta čak i pre nego što se pojave, i sprovodeći analizu kvaliteta u realnom vremenu, radi povećanja produktivnost i da bi bolje iskoristili resurse.

Kao i Industrija 4.0, kvalitet 4.0 nije termin zatvorenog tipa koji definiše samo jednu tehnologiju ili aktivnost. Kvalitet 4.0 opisuje novi pristup poslovnom delovanju (proizvodnji i uslugama) usmeren na podatke, pri čemu se rezultati proizvodnje ili pružanja usluga ne meri samo na osnovu izlazne stope i troškova, već na kvalitetu proizvoda ili usluga, kvalitetu procesa i kvalitetu pruženih usluga koje okružuju proizvod.

Tehnologije povezane sa IoT, Big Data, mašinama koje uče i ostale - mogu se sigurno iskoristiti za unapređenje kvaliteta. Međutim, metode za unapređenja kvaliteta ipak za sada zaostaju za razvojem drugih tehnologija za unapređenje proizvodnje.

Kvalitet 4.0 je još uvek u ranoj fazi usvajanja. U stvari, većina organizacija još uvek se oslanja na tradicionalne metode ocenjivanja kvaliteta. Kompanije koje ne zauzmu inovativni stav u pogledu kvaliteta, za trenutne i nove proizvodne procese, teško će opstati, a kamoli voditi, na budućim tržištima.

Tehnologije Industry 4.0 pokreću transformaciju u čitavoj industriji. Kvalitet podataka i međusobno povezani sistemi za deljenje podataka imaju velike efekte na upravljanje kvalitetom, od povećanja brzine poboljšanja i smanjenja troškova kvaliteta do promene veština upravljanja. Profesionalci kvaliteta moraju naučiti, podržati i ugraditi sebe u taj razvoj.

Kao i do sada, pitanja kompetentnosti eksperata unapređenja kvaliteta su veoma značajna a kada uzmemo u obzir sve već specificirane i utvrđene zahteve i mogućnosti koje Industry 4.0 i Quality 4.0 pružaju organizacijama, mislim da posebnu pažnju zaslužuju i sledeće osobine kompetentnost, u najširem smislu posmatranja: kreativnost, preduzetničko razmišljanje, rešavanje problema, rešavanje konflikata, donošenje odluke, analitičke veštine, istraživačke veštine i orijentacija na efikasnost. Organizacije i eksperti koji pretenduje da se uključuje u Quality 4.0 svakako da moraju da posveti pažnju i na znanja i veštine koje su potrebne za ovo.

Ponovo je potrebno podsetiti na pitanja razvoja kulture kvaliteta i uloge u programima razvoja u Srbiji. Čak mnogo više nego do sada, imajući u vidu proširenje stepena digitalizacije svih aktivnosti u organizacijama, kultura kvaliteta dobija znatno veći i dublji značaj.

Kada razmišljamo o razvoju programa unapređenja kvaliteta kroz sve 4 industrijske revolucije, onda imam u vidu ulogu kvaliteta kao **inspekcija** u prvoj, koja odvaja loše proizvode od dobrih, kvalitet kao **dizajn** u drugoj, pojavom koncepta obezbeđenja i projektovanja kvaliteta sa ciljem sprečavanja problema sa kvalitetom, kvalitet kao **pokretač razvoja** u organizacijama kroz koncepte TQM, 6 Sigma, QM, Lean u trećoj, i na kraju u kao **rudnik- nalazište- otkriće** razvoja programa unapređenja kvaliteta, u četvrtoj industrijskoj revoluciji.

Dani kvaliteta u zadnjim vagonima voza unapređenja organizacije i digitalne transformacije moraju se završiti. Vreme je da se kvalitet postavi u prednje vagone u organizacijama, pored IT-a i zajedno krenu ka uspehu u Industry 4.0.


Da, na kraju, mislim da se radi o pokretu koji će značajno promeniti i kanalisati budućnost unapređenja kvaliteta. Ipak mislim da se radi o evoluciji a ne revoluciji u programima unapređenja kvaliteta. Takođe sve je jasnije da će programi u okviru Quality 4.0 biti mnogo individualniji, specifičniji za svaku organizaciju, tako da će teško moći da prođu rešenja da se prepisu tuđa dokumenta ili kopira aplikacija i primeni, što sada imamo veoma često u praksi. Šta tek čeka potvrđivanja usaglašenosti, svih profila i tipova, svakako je tema o kojoj će morati da se započne ozbiljna priča i rad.

ⁱ Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems V. Alcácer a,c,† , V. Cruz-Machado , Engineering Science and Technology, an International Journal 22 (2019) 899–919 i

IOT and Industry 4.0: The Industrial New Revolution, Marcelo T Okano, Marcelo.okano@fatec.sp.gov.br, CEETEPS na International Conference on Management and Information Systems September 25-26, 2017

ⁱⁱ IoT- Internet of things- je sistem međusobno povezanih računarskih uređaja, mehaničkih i digitalnih mašina, predmeta, životinja ili ljudi koji se karakterišu jedinstvenim identifikatorima i mogućnostima prenosa podataka preko mreže bez zahteva čoveka-čoveka, ili interakcija između čoveka i računara.

ⁱⁱⁱ BIG data - Big Data je fraza koja se koristi kako bi značila ogroman broj strukturiranih i nestrukturiranih podataka koji je toliko velik da je teško obraditi tradicionalnim tehnikama baza podataka i softvera. - https://www.webopedia.com/TERM/B/big_data.html

^{iv} -  Intelligence processing - proces obaveštavanja, proces kojim se informacije pretvaraju u inteligenciju i stavljaju na raspolaganje korisnicima. Proces se sastoji od šest međusobno povezanih obaveštajnih operacija: planiranje i usmeravanje, prikupljanje, obrada i eksploatacija, analiza i proizvodnja, širenje i integracija te evaluacija svih a posebno povratnih informacija.

^v Intelligence - Sposobnost sticanja i primene znanja i veština, <https://www.lexico.com/en/definition/intelligence>

^{vi} Augmented Reality (AR)- poboljšana verzija stvarnosti stvorena korištenjem tehnologije za povezivanja digitalnih informacija sa slikama nečega što se promatra kroz uređaj (poput kamere pametnog telefona)- kada se recimo koristi mobilni telefon da snimajući i šetajući kroz magacin nekih roba, traga za pogrešno postavljenim artiklima. - <https://www.merriam-webster.com/dictionary/augmented%20reality#h1>

^{vii} Virtual Reality (VR)- Virtualna stvarnost (VR) je simulirano iskustvo koje može biti slično ili potpuno različito od stvarnog svijeta. To je veštačko okruženje koje se stvara sotverom i prezentira korisniku na način da korisnik suspendira vjerovanje i prihvati ga kao stvarno okruženje. Na računalu se virtualna stvarnost prvenstveno doživljava kroz dva od pet osjetila: vid i zvuk. Najjednostavniji oblik virtualne stvarnosti je 3 D slika koja se može interaktivno praviti na računaru, obično rukovanjem mišem tako da se sadržaj slike pomiče u nekom smeru ili zumira ili smanjuje.- https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality

^{viii} CRISPR -clustered regularly interspaced short palindromic repeats-jedan od do sada najpoznatijih mehanizama imene gena - <https://en.wikipedia.org/wiki/CRISPR>

^{ix} Referat Nedelja kvaliteta 2019, Kvalitet 4.0 – Da li je samo digitalna revolucija?, <http://www.euro-quality.com/events>

^x Machine learning- (ML) je skup algoritama i statističkih modela koje računarski sistemi koriste za obavljanje određenog zadatka bez korišćenja eksplicitnih uputstava, oslanjajući se na obrasce i zaključke

^{xi} artificial intelligence - veštačka inteligencija- grana računarske nauke koja se bavi simulacijom inteligentnog ponašanja u računaru, ili sposobnost mašine da imitira inteligentno ljudsko ponašanje

<https://www.merriam-webster.com/dictionary/artificial%20intelligence>
^{xii} [https://quotes.deming.org/authors/W. Edwards Deming/quote/3734](https://quotes.deming.org/authors/W._Edwards_Deming/quote/3734)

^{xiii} A cyber-physical system (CPS) - je mehanizam koji se kontroliše ili nadgleda računarskim algoritmima, usko integrisan sa Internetom i njegovim korisnicima. U ciber-fizičkim sistemima, fizičke i softverske komponente su duboko isprepletene, svaka deluje na različitim prostornim i vremenskim razmerama, ispoljavajući višestruke i različite modalitete ponašanja i međusobno deluju na mnogo načina koji se menjaju sa kontekstom. Primeri CPS-a su autonomni automobilske sistemi ili automatski pilot u avionima. https://en.wikipedia.org/wiki/Cyber-physical_system

^{xiv} CTQ – critical to quality- sastavni deo Lean, 6SIGMA, SIPOC metodologija.