

Digitalna transformacija i kvaliteta 4.0

Vasić, Tara

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:805793>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported](#)/[Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-03**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

**Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Poslovne ekonomije, smjer
Trgovina i međunarodno poslovanje**

DIGITALNA TRANSFORMACIJA I KVALITETA 4.0

Diplomski rad

TARA VASIĆ

Zagreb, svibanj, 2023.

Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

**Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Poslovne ekonomije, smjer
Trgovina i međunarodno poslovanje**

DIGITALNA TRANSFORMACIJA I KVALITETA 4.0

DIGITAL TRANSFORMATION AND QUALITY 4.0

Diplomski rad

Tara Vasić, 0067556278

Mentorica: izv. prof. dr. sc. Ines Dužević

Zagreb, svibanj, 2023.

TARA VASIĆ
Ime i prezime studenta/ice

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je DIPLOMSKI RAD
(vrsta rada)
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Student/ica:

U Zagrebu, 26. 04. 2023.

Tara Vasić
(potpis)

SAŽETAK

Danas živimo u svijetu koji se mijenja nezapamćenom brzinom upravo zbog ubrzanog razvoja digitalne tehnologije koja dovodi do značajnih promjena, kako u poslovnom tako i u privatnom okruženju svakog pojedinca. Svakim se danom tehnologija razvija sve više i upravo takav ubrzani razvoj iste dovodi do razvoja 4. industrijske revolucije. Industriju 4.0 karakterizira automatizacija poslovnih procesa upravo kroz korištenje različitih tehnologija. Ključna za adekvatnu primjenu 4. industrijske revolucije je digitalna transformacija. Shodno tome, od poduzeća se traži da osmišljavaju nove poslovne procese i prekvalificiraju svoju radnu snagu kako bi ostvarili digitalnu transformaciju.

Digitalna transformacija podrazumijeva povezivanje svih čimbenika proizvodnih procesa u umreženi lanac vrijednosti prikupljajući i analizirajući podatke u svrhu unaprjeđenja procesa uključenih u proizvodnju, optimizacije troškova, stvaranja konkurentske prednosti i na kraju ispunjavanja želja i očekivanja samih kupaca.

Industrija 4.0 dovodi do razvoja novog koncepta kvalitete nazvanog kvaliteta 4.0. Kako danas na tržištu vlada sve veća konkurencija, poduzeća su jednostavno primorana adekvatno upravljati sustavom svoje kvalitete kako bi na taj način ostvarili konkurentsku prednost i izvrsnost u poslovanju. Adekvatno upravljanje kvalitetom dovodi do povećanja zadovoljstva kupaca, povećanja produktivnosti poduzeća te dugoročno dovodi do uštede u vremenu i troškovima proizvodnje.

Ključne riječi: Industrija 4.0, digitalna transformacija, sustavi upravljanja kvalitetom, kvaliteta 4.0

SUMMARY

We live in a world that is changing rapidly because of the fast change of digital technology which leads to important changes in the lives of everyone, both professionally and privately. Technology develops every day and its rapid development leads to the development of the 4th industrial revolution. Industry 4.0 is characterised by automatization of business processes that are used in different technologies. Digital transformation is the key for adequate application of the 4th industrial revolution. Therefore, companies must think of new business processes and requalify their workforce in order to achieve digital transformation.

Digital transformation implies connecting all the factors of production process into the networked value chain, collecting and analyzing data in order to improve processes that are included in manufacturing, cost optimization, competitive advantage and lastly fulfilling buyers' needs and expectations.

Industry 4.0 leads to development of a new quality concept named quality 4.0. Competition in today's market is enormous, therefore companies must adequately control their quality system so that they could have a competitive advantage and excellence in business. Adequately managed quality increases buyers' satisfaction, business' productivity which, in the long run, leads to savings in time and production costs.

Key words: *Industry 4.0, digital transformation, quality management systems, quality 4.0*

Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada	1
1.2. Izvori i metode prikupljanja podataka	1
1.3. Sadržaj i struktura rada	1
2. DIGITALNA TRANSFORMACIJA	2
2.1. Faze razvoja digitalne tehnologije.....	2
2.2. Obilježja industrije 4.0.....	7
2.3. Digitalna transformacija.....	13
3. SUSTAVI UPRAVLJANJA KVALITETOM I DIGITALIZACIJA	20
3.1. Razvoj sustava upravljanja kvalitetom.....	20
3.2. Sustavi upravljanja kvalitetom i digitalna transformacija.....	23
3.3. Model sustava kvalitete 4.0	26
4. OČEKIVANJA KORISNIKA I KVALITETA 4.0	35
4.1. Očekivanja korisnika i suvremeni sustavi kvalitete	35
5. ZAKLJUČAK.....	49
LITERATURA	50
POPIS SLIKA	55
POPIS TABLICA.....	55
POPIS GRAFIKONA	55
POPIS PRILOGA	56
Prilog 1. Popratno pismo uz anketni upitnik.....	56
Prilog 2. Anketni upitnik	57
ŽIVOTOPIS	63

1. UVOD

1.1. Predmet i cilj rada

Predmet ovog diplomskog rada je utjecaj digitalne transformacije na sustav upravljanja kvalitetom nazvan kvaliteta 4.0.

Cilj je ovog rada objasniti ulogu digitalne tehnologije te objasniti kako je iz industrije 4.0 nastao novi koncept upravljanja kvalitetom, kvaliteta 4.0.

Nadalje, ovim se radom nastoje objasniti i očekivanja korisnika u modelu kvalitete 4.0 te kako istu percipiraju koristeći primarne izvore podataka.

1.2. Izvori i metode prikupljanja podataka

Za potrebe pisanja ovog diplomskog rada bit će korišteni primarni i sekundarni izvori podataka. Za teorijski dio rada koristit će se znanstvena i stručna literatura iz područja industrije, kvalitete i digitalnih tehnologija, a u istraživačkom dijelu rada koristit će se anketni upitnik čiji će odgovori poslužiti u daljnjoj analizi građe.

Metode kojima će se provesti istraživanje uključuju indukciju, dedukciju, analizu i sintezu, deskripciju, komparaciju na temelju sekundarnih podataka te metode deskriptivne i inferencijalne statistike na prikupljenim primarnim podacima.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Rad je strukturiran u 5 poglavlja. U uvodu se navodi predmet i cilj rada, izvori i metode prikupljanja podataka te sadržaj i struktura rada.

Drugo se poglavlje odnosi na digitalnu transformaciju i započinje s pregledom povijesnog razvoja digitalnih tehnologija, navode se obilježja četvrte industrijske revolucije kao i općenito o digitalnoj transformaciji.

Treće poglavlje govori o sustavima upravljanja kvalitetom i digitalizaciji. Shodno tome, opisuje se razvoj sustava upravljanja kvalitetom, sustavi upravljanja kvalitetom u kontekstu digitalne transformacije, a poglavlje završava opisom modela kvalitete 4.0.

Četvrto se poglavlje odnosi na očekivanja korisnika u modelu kvalitete 4.0 te se opisuju dobiveni rezultati provedenog istraživanja.

Rad završava petim poglavljem i donesenim zaključkom o temi diplomskog rada.

2. DIGITALNA TRANSFORMACIJA

Kako bi se razumjela digitalna transformacija, potrebno je istražiti povijesni kontekst razvoja i nastanka digitalnih tehnologija, obilježja digitalnih tehnologija i čimbenika koji utječu na digitalnu transformaciju poduzeća.

2.1. Faze razvoja digitalne tehnologije

Digitalna tehnologija odnosi se na elektroničke alate, sustave, uređaje i resurse koji generiraju, pohranjuju ili obrađuju podatke. Ista se pojavljuje u obliku društvenih medija, online igara, multimedije, mobilnih telefona te sličnih informacijsko tehnoloških rješenja (Victoria State Government, 2021). Također, digitalna se tehnologija definira i kao tehnologija koja generira, pohranjuje i obrađuje podatke kao niz znamenki ili bitova – jedinica i nula. Svoje mjesto u svijetu našla je od sredine 20. stoljeća, vremenu poznatom pod nazivom „digitalna revolucija“, a važnost iste najbolje se očituje u svojevremenoj usporedbi digitalne tehnologije s ulogom željeznice tijekom industrijske revolucije (Techwalla, 2015).

Drugim riječima, digitalna tehnologija ima nezaobilaznu ulogu u današnjem svijetu. Dolazeći u obliku računala i računalnih programa, interneta, web stranica, društvenih medija i slično, nalazi svoje mjesto u životu svakog pojedinca. Omogućuje bolju povezanost osoba, njihovu međusobnu komunikaciju i umrežavanje. Nadalje, brzi i jednostavni pristup internetu olakšava pojedincu dolazak do željenih informacija o nekom proizvodu, kvaliteti istog ili drugih željenih obilježja u svega nekoliko koraka.

Digitalna tehnologija zauzima veliku važnost i u poslovnom svijetu gdje poduzeća, shvativši njezinu ulogu i važnost, za istu odvajaju značajni udio svojih resursa kako bi ne samo automatizirali svoje poslovne procese, već i otvorili puteve novim načinima poslovanja. Poduzećima omogućuje uspješnije poslovanje, lokalnim poduzećima otvara pristup svjetskim tržištima, a svijet postaje jedno veliko globalno selo orijentirano prema digitalnoj tehnologiji. Također, digitalna tehnologija doprinosi uspješnom ostvarivanju zajedničkih ciljeva zaposlenika, unapređuje njihovu sposobnost i produktivnost, a samim time i zadovoljstvo (Ravlić i Ivančević, 2020). Od svojih početaka do danas, digitalna tehnologija bilježi ubrzani razvoj i velike promjene koje iz temelja mijenjaju živote ne samo ljudi, već i poduzeća.

Njemački filozof, Gottfried Leibniz, 1689. godine svojim izumom i usavršavanjem binarnog brojevnog sustava postavlja temelje za razvoj moderne tehnologije. Osmišljava sustav za

predstavljanje brojki, teksta ili druge informacije koristeći različite kombinacije simbola 0 i 1. Takav sustav uspio se održati sve do danas i postao je temelj za razvoj digitalnih računala, računalnih programa i digitalne tehnologije općenito (Dascal, 2008).

Daljnji razvoj tehnologije obilježen je već spomenutom digitalnom revolucijom (20. st.) koja predstavlja prijelaz s mehaničkih i analognih tehnologija na elektroniku. Upravo u tom razdoblju razvija se i prvo digitalno računalo kao i sustav za pohranu informacija u digitalnom obliku. Elektronički numerički integrator i računalo, ENIAC, bilo je prvo funkcionalno digitalno računalo opće namjene. Prvotno je osmišljen za izračunavanje tablica topničkih paljbi koje su koristili laboratoriji za balistička istraživanja vojske SAD-a kao pomoć američkim trupama tijekom Drugog svjetskog rata. Tablice topničkog gađanja pomogle su u predviđanju gdje će topnička granata pogoditi, omogućujući vojnicima da preciznije pogode svoje ciljeve ili pak izbjegnu nadolazeće granate. ENIAC je dizajniran kao modularno računalo koje se sastoji od pojedinačnih panela koji obavljaju zasebne funkcije i bilo je to prvo veliko računalo koje je radilo isključivo na elektroničkim komponentama bez mehaničkih dijelova. Iako je u početku bio dizajniran za vojne primjene, ENIAC se također koristio za rješavanje složenih matematičkih, inženjerskih i fizičkih problema. ENIAC je postavio temelje za daljnji razvoj digitalne tehnologije i modernih računala pa se tako u narednim godinama pojavljuje tranzistor, dolazi do upotrebe silicija u poluvodičima te dolazi do pojave mikročipova (Techopedia, 2016).

Godina 1969. značajna je u digitalnom svijetu jer se po prvi puta pojavljuje ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), poznat kao preteča modernog interneta. ARPANET je bio projekt financiran od strane američke vlade tijekom Hladnog rata s ciljem izgradnje pouzdane komunikacijske mreže. ARPANET označava mrežu koja na napredni i pouzdani način povezuje više računala, odnosno omogućuje slanje podataka između više računala. Upravo je preko spomenute mreže poslana prva poruka s jednog računala na drugo unutar iste mreže te taj sustav postaje preteča današnjeg interneta (Techopedia, 2017).

Godina 1970. sa sobom donosi pojavu prvog osobnog računala. Iako su prvotno bila većih dimenzija i cjenovno izazovna, tada postaju dostupna većem broju ljudi pa su tako računala ušla u škole, domove, poduzeća i industrije. Na samom početku, osobna računala nisu imala pretjerane mogućnosti i više su bila namijenjena računalnim tehničarima ili "ovisnicima" o tehnologiji. Međutim, svojim razvojem, ubrzo su poprimila puno veće mogućnosti. Tako je dobivanjem grafičkog sučelja, tipkovnice i miša omogućeno lakše korištenje samog računala, a još ih je krasila i mogućnost poput pohrane podataka, rješavanja složenih matematičkih problema i naposljetku korištenja raznih aplikacija te igranja računalnih igara.

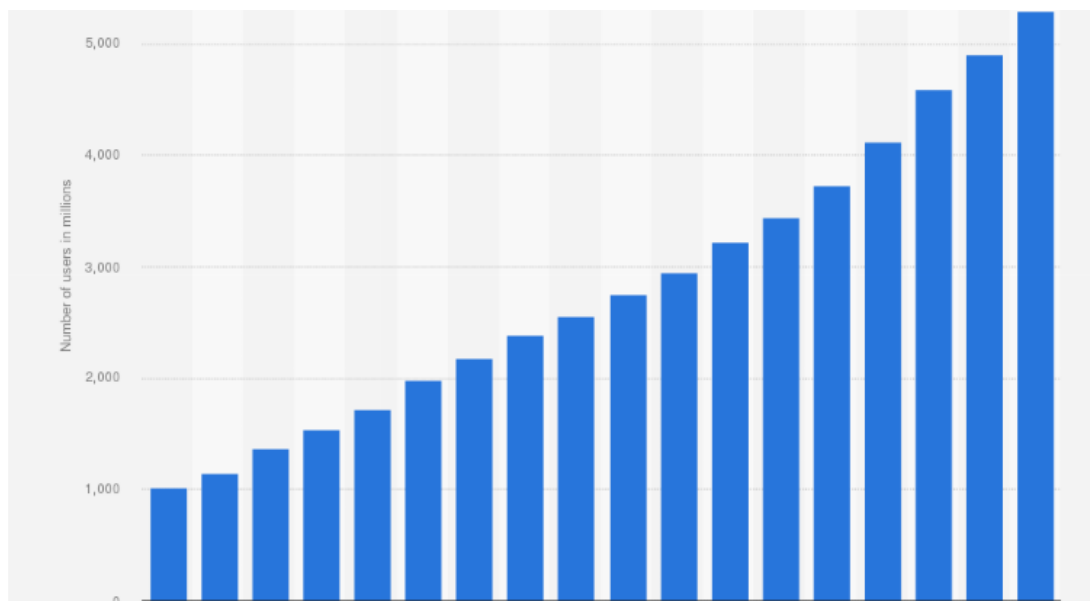
S godinama se upotreba interneta sve više raširila, a britanski informatičar Tim Bernes Lee nastojao je riješiti problem razmjene informacija. Spomenuti je informatičar diplomirao na sveučilištu Oxfordu te se odmah iza svoje diplome zaposlio kao softverski inženjer u CERNU. Upravo na svom radnom mjestu, prilikom suradnje s drugim znanstvenicima, primijetio je problem razmjene informacija. Smatrao je da se spomenuti problem može riješiti te da se informacije mogu dijeliti iskorištavanjem tehnologije u nastajanju zvanom HyperText. Do listopada 1990. godine, Tim Bernes Lee napisao je tri temelja tehnologije koje su ostale temelj današnjeg weba:

- HTML (HyperText Markup Language) – jezik za oblikovanje weba,
- URI (Uniform Resource Identifier) – jedinstvena adresa koja se koristi za identifikaciju svakog izvora na webu (poznata i kao URL),
- HTTP (HyperText transfer Protocol) – omogućuje dohvaćanje izvora sa cijelog weba.

Ipak, najznačajniji ostaje po izumu World Wide Web-a, informacijskog sustava koji omogućuje da se svakom računalu pristupi podacima, dokumentima i drugim sadržajima putem interneta. Isti se koristi i danas. Upravo se pojava WWW-a uzima kao početak globalne povezanosti i integracije korisnika diljem svijeta (Encyclopaedia Britannica, 2023).

Sljedeće su godine obilježile rast popularnosti interneta koji postaje dostupan još većem broju ljudi, također, i velik broj poduzeća proširio je svoje poslovanje na internet. Upravo u tom razdoblju razvile su se jedne od najvećih digitalnih kompanija u svijetu, Amazon (1994. godine) i Google (1998. godine), koje su već tada svoje cjelokupno poslovanje bazirale u potpunosti na internetu (Insider, 2020).

Slika 1. Internetski korisnici u svijetu u razdoblju 2005. – 2022.

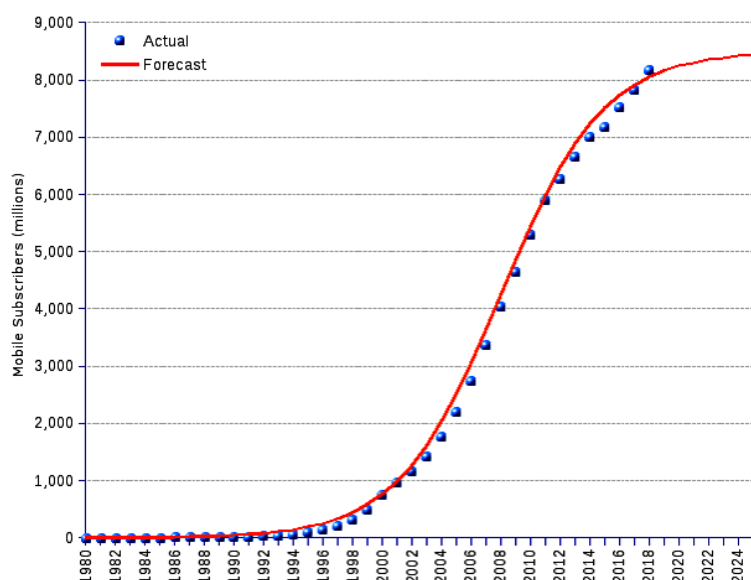


Izvor: <https://www.statista.com/statistics/273018/number-of-internet-users-worldwide/>
(preuzeto: 18.04.2023.)

Ubrzani razvoj digitalne tehnologije i interneta najbolje se očituje na slici 1 koja prikazuje broj internetskih korisnika u svijetu u razdoblju od 2005. do 2022. godine. Prva milijarda dosegnuta je 2005. godine, druga 2010., a treća 2015. godine. Godine 2022. procijenjeni broj korisnika interneta u svijetu iznosio je 5,3 milijarde što čini više od 60% svjetske populacije.

Veliki iskorak u razvoju digitalne tehnologije svakako je bila i mobilna revolucija započeta početkom 21. stoljeća. Mobilni telefoni sa sobom su donijeli velike promjene u društvu omogućujući ljudima međusobnu komunikaciju sa bilo koje lokacije, u bilo koje doba putem poziva ili poruka. Ova tehnologija svoj je vrhunac dosegla pojavom pametnih mobilnih telefona. Pametni telefoni vrsta su mobilnih telefona koja korisnicima pruža višestruku namjenu pa su tako uz osnovne mogućnosti omogućili i pretraživanje interneta, korištenje multimedije, raznih aplikacija za zabavu te sve veću upotrebu društvenih mreža. U nadolazećim godinama tržište pametnih mobilnih telefona raslo je sve brže, konkurencija je postajala sve jača, mobilni su uređaji postali napredniji omogućujući svojim korisnicima da budu na internetu u svakom trenutku, neovisno o tome gdje se nalazili (Areppim, 2019).

Slika 2. Broj korisnika mobilnih uređaja u svijetu od 1980. do 2018.



Izvor: https://stats.areppim.com/stats/stats_mobilex2019.htm (preuzeto: 30.01.2023.)

Na slici 2 uočava se eksponencijalni rast broja mobilnih pretplatnika. Sredinom 90-ih godina prošlog stoljeća svega nekoliko posto svjetskog stanovništva posjedovao je mobilni uređaj da bi se taj broj u nešto više od 20 godina popeo na 8,2 milijardi mobilnih pretplatnika što procjenjuje da 95% svjetskog stanovništva danas posjeduje mobilni uređaj.

Naposljetku, unatoč brojnim pozitivnim učincima koje je digitalna tehnologija donijela današnjem svijetu, treba napomenuti i one negativne koji pak upućuju na to da se digitalnoj tehnologiji treba pristupati s određenim oprezom.

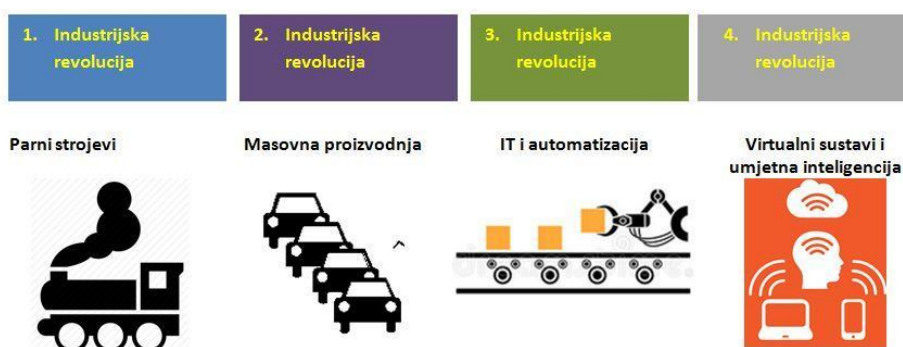
Naime, sve veća upotreba digitalnih tehnologija dovodi do ugrožavanja privatnosti pojedinca. Dijeljenjem sve većeg broja privatnih podataka putem društvenih medija pojednostavljuje se dolazak do informacija o nekom pojedincu. Također, svakodnevnom upotrebom digitalnih tehnologija, pojedinci se izlažu i mogućim hakerskim napadima koji provaljuju u računalne sustave instalirajući opasni softver bez pristanka pojedinca. Takvi napadi mogu dovesti do problema poput krađe privatnih podataka kao što su lozinke, njihove promjene, otvaranje kredita na ime pojedinca, krađa novaca i slično (Webroot, 2019). Na kraju, ne tako česti, ali svejedno nezaobilazni nedostatak digitalnih tehnologija je i stvaranje ovisnosti kod pojedinaca, posebno kod osoba mlađe životne dobi. Digitalne tehnologije u obliku društvenih mreža ili online igara postaju sve popularnije, služe pojedincima za svojevrsno opuštanje i, uz nedostatak samokontrole i opreza, vrlo lako mogu dovesti do ovisnosti.

Razvoj digitalnih tehnologija promijenio je i nastavlja mijenjati život iz temelja, mijenja način funkcioniranja ljudi, komunikaciju i poslovanje poduzeća. Od početne faze razvoja tehnologija, Gottfried Leibniza i binarnog sustava, preko prvog osobnog računala, do razvoja interneta i Barnesovog World Wide Web-a, danas su tehnologije postale nezaobilazan dio svakog društva. Budućnost digitalnih tehnologija jako je svijetla jer će se nastavljati razvijati tehnologije koje će olakšavati život pojedinaca. To se može vidjeti i po nekim tehnologijama koje su tek u svojem začetku poput umjetne inteligencije, blockchaina, tehnologija virtualne i proširene stvarnosti i sličnih, koje će predviđati ponašanje potrošača i na temelju toga odabirati proizvode koji najbolje odgovaraju njihovim preferencijama.

2.2. Obilježja industrije 4.0.

Industrijska revolucija odnosi se na revoluciju u proizvodnoj tehnologiji koja je uzrokovana izumom i primjenom novih radnih strojeva, omogućujući na taj način organizaciju proizvodnje u velikim razmjerima. Tehnološke promjene koje je sa sobom donijela iz temelja su promijenile kako način rada tako i način funkcioniranja cjelokupnog društva (Encyclopaedia Britannica, 2023).

Slika 3. Tok industrija



Izvor: <https://strojarskaradionica.wordpress.com/2018/05/30/prilagodimo-odrzavanje-4-industrijskoj-revoluciji/> (preuzeto 18.04.2023.)

Od 1760. godine do danas, svijet su obilježile četiri velike industrijske revolucije prikazane na slici 3. Prva industrijska revolucija veže se uz izum parnog stroja. Njega je izumio James Watt 1764. godine. Prva industrijska revolucija odnosi se na mehaničku proizvodnju, odnosno na prijelaz s ručnih metoda proizvodnje na korištenje strojeva koji se pokreću snagom pare i vode. Tekstilna industrija prva je industrija koja prihvatila spomenute promjene da bi je potom

slijedile i ostale poput željezne industrije, poljoprivrede i rudarstva. Glavne tehnološke promjene ovog razdoblja bile su uporaba pogonske sile poput ugljena te novih izvora energije i goriva za proizvodnju pare. Također, u spomenutom su se razdoblju izumili novi strojevi, izgradile tvornice, a kao jedan od najvećih iskoraka do tada vidi se u izumu parne lokomotive i parobroda čime se dodatno unaprijedila komunikacija i prijevoz (De Souza, Corsi, Negri Pagani, 2021).

Ubrzo nakon završetka prve industrijske revolucije, svijet je zahvatila druga industrijska revolucija. Ista započinje 1890. godine i traje do Drugog svjetskog rata. Druga industrijska revolucija doba je znanosti i masovne proizvodnje kao i gospodarskog rasta i povećanja produktivnosti. To je početak korištenja električne energije kao novog izvora energije, dolazi do početka korištenja nafte kao pogonskog goriva te se uvelike razvija promet kao i prometna infrastruktura (De Souza, Corsi, Negri Pagani, 2021).

Široka primjena računalnih i komunikacijskih tehnologija započinje sa pojavom treće industrijske revolucije. Strojevi polako počinju ukidati potrebu za ljudskom snagom, a računalne i komunikacijske tehnologije implementiraju se u proizvodni proces. Spomenuta revolucija naziva se i digitalnom revolucijom koja je ujedno označila početak informacijskog doba koje se nastavilo i do danas (De Souza, Corsi, Negri Pagani, 2021).

Naposljetku, 1995. godine, počela je i četvrta industrijska revolucija, takozvana industrija 4.0 koja traje i danas. Četvrta industrijska revolucija povezuje se s unaprijeđenom digitalizacijom i robotizacijom, a kao temeljni cilj postavlja se poboljšanje industrijskih procesa uključenih u proizvodnju, inženjering, upotreba materijala i opskrbnog lanca te upravljanje životnim ciklusom proizvoda. Industrija 4.0 svojim novitetima u informacijskoj i mrežnoj tehnologiji potiče inteligentne autonomne proizvodne pogone suočene s izazovima poslovnog tržišta. Temelji industrije 4.0 zasnivaju se na inovativnosti, primarno u području upravljanja proizvodnim procesima, inovativnim proizvodima i proizvodnim linijama, pametnim tvornicama, odnosima međusobne povezanosti dobavljača i potrošača i slično. Koncept industrije 4.0 predstavljen je na sajmu u Hannoveru u Njemačkoj kao inicijativa njemačke vlade za povećanje konkurentnosti korištenjem inovativnih alata i tehnologije poput velikih podataka, interneta stvari (IoT), računalstva u oblaku, aditivne proizvodnje, umjetne inteligencije (AI), blockchaina, proširene (AR) i virtualne (VR) stvarnosti, kibernetičko-fizičkih sustava za digitalno povezivanje proizvoda (CPS) i slično (Chiarini, 2020).

Četvrta industrijska revolucija nudi sveobuhvatniji, međusobno povezaniji i holistički pristup proizvodnji, povezuje fizičko i digitalno i dovodi do bolje suradnje i pristupa između odjela, partnera, dobavljača, proizvoda i ljudi. Industrija 4.0 organizacija je proizvodnih procesa baziranih na tehnologiji i uređajima za autonomno međusobno komuniciranje, omogućuje vlasnicima bolju kontrolu i razumijevanje njihovog poslovanja te im omogućuje da trenutne podatke koriste za povećanje produktivnosti i poboljšanje procesa.

Prema Kagermannu, Wahlsteru i Helbigu (2013), postoji osam važnih preuvjeta koje je potrebno ispuniti za uspješnu implementaciju industrije 4.0:

- Standardizacija i referentna arhitektura – industrija 4.0 uključuje umrežavanje i integraciju nekoliko različitih poduzeća kroz vrijednost mreže. Potrebna je i referentna arhitektura kako bi osigurala tehničke opise standarda i olakšala njihovu provedbu. Za uspostavljanje standardizacije vrlo je važna međusobna suradnja svih poduzeća.
- Upravljanje složenim sustavima – proizvodi i proizvodni sustavi postaju sve složeniji. Inženjeri trebaju biti opremljeni metodama i alatima potrebnim za upravljanje složenim sustavima.
- Sveobuhvatna širokopojasna infrastruktura – visokokvalitetne komunikacijske mreže ključan su preuvjet za implementaciju industrije 4.0.
- Sigurnost sustava i baze podataka – sigurnost i zaštita ključni su za uspjeh pametne proizvodnje. Važno je osigurati tu proizvodnju i potrebno je zaštititi podatke i informacije od zlouporabe i neovlaštenog pristupa.
- Organizacija rada i dizajn – u pametnim tvornicama promijenit će se uloga zaposlenika. Provedba socio-tehničkog pristupa u organizaciji rada dovest će do veće odgovornosti radnika i unaprijediti njihov osobni razvoj.
- Obuka i kontinuirani profesionalni razvoj – od radnika se očekuje posjedovanje adekvatnog znanja za rad u digitaliziranom poduzeću stoga je potrebno kontinuirano ulaganje u iste.
- Uspostava zakonodavnog okvira – novi proizvodni procesi i horizontalne poslovne mreže morat će se uskladiti sa zakonom.
- Učinkovito iskorištavanje resursa – smanjenje troškova jedan je od glavnih uvjeta za implementaciju industrije 4.0. Učinkovito iskorištavanje resursa dovodi do bolje produktivnosti, a samim time i povećanja konkurentnosti.

Slika 4. Tehnologije koje opisuju industriju 4.0



Izvor: <https://www.dataversity.net/industry-4-0-make-data-driven-decisions-immediately/>

(preuzeto 01.02.2023.)

Industrija 4.0 implementira se uz pomoć naprednih tehnologija. Slika 4 prikazuje devet tehnoloških rješenja na kojima se temelji industrija 4.0 i koja su glavna za uspješno usvajanje iste (Fonseca, Amaral, Oliveira, 2020):

- Podaci i analitika – podrazumijevaju veliku količinu nestrukturiranih podataka koji se prikupljaju s raznih izvora sa svrhom rješavanja relevantnih problema tijekom proizvodnje te će poduzećima i kupcima postati standard pri donošenju odluka. Veliki podaci dovode do postizanja konkurentskih prednosti jer preispituju temeljne probleme poput odstupanja tijekom procesa, diskriminaciju kvalitete i rasipanje energetske učinkovitosti u procesu proizvodnje.
- Autonomni roboti - očekuje se da će s vremenom isti komunicirati jedni s drugima te raditi zajedno sa ljudima.
- Simulacija – odnosi se na tehnologije koje koriste računalo za imitaciju procesa ili sustava iz stvarnog svijeta. Namijenjena je što intenzivnijem korištenju u postrojenjima kako bi se operaterima omogućilo testiranje i optimiziranje postavki stroja prije nego

što isti stupi na proizvodnu liniju što će posljedično dovesti do smanjenog vremena potrebnog za postavljanje stroja kao i do povećanja kvalitete.

- Vertikalna i horizontalna komunikacija – poduzeća, odjeli, funkcije i mogućnosti postat će kohezivnije kako bi se postigli automatizirani lanci vrijednosti.
- Internet stvari (engl. *Internet of Things – IoT*) – naziv za viziju koja proširuje vidike samog interneta na fizičko okruženje, odnosno na strojeve i opremu u proizvodnji koja povezivanjem na internet dobije sasvim drugi aspekt kontrole, povezanosti, efikasnosti i upotrebljivosti. Podrazumijeva brzo rastuću tehnologiju koja se veže uz industriju 4.0. IoT povezuje “fizičko” s digitalnim, odnosno omogućuje povezanost ljudi, stvari i uređaja preko interneta bilo kada, bilo gdje i s bilo kim. IoT se sastoji od uređaja povezanih u mrežu preko interneta koji omogućuju prikupljanje informacija te analiziranje i korištenje istih u rješavanju određenih problema. U kontekstu industrijske proizvodnje, IoT podrazumijeva povezivanje IT sustava s proizvodnim procesima, unutarnjim i vanjskim objektima, povezivanje s mrežom dobavljača i kupaca, komunikaciju između strojeva kao i komunikaciju među zaposlenima. Industrija 4.0 i IoT pružaju mnoštvo suvremenih rješenja, aplikacija i usluga koje dovode do poboljšanja kvalitete života te donose značajne osobne i ekonomske prilike i koristi u bliskoj budućnosti.
- Kibernetička sigurnost (engl. *Cybersecurity*) – odnosi se na preventivne metode koje se koriste za zaštitu informacija i industrijskih sustava od krađe ili prijetnji.
- Računalstvo u oblaku – tehnologija koja omogućuje pohranu i brzu razmjenu podataka putem interneta. Poboljšane mogućnosti *cloud* tehnologije dovest će do toga da će podaci stroja i funkcionalnost biti sve više implementirani u *cloud* sistem omogućujući više podatkovnih usluga za proizvodne sustave.
- Aditivna proizvodnja (3D printanje) – proizvodna tehnologija koja stvara trodimenzionalne čvrste objekte.
- Virtualna stvarnost – odnosi se na sustave koji podržavaju usluge poput odabira dijelova u skladištu i slanja uputa za popravak preko mobilnih uređaja.
- Proširena stvarnost - poboljšava ljudske performanse pružajući informacije potrebne za određeni zadatak.

Uz spomenutih devet tehnoloških rješenja na kojima se temelji industrija 4.0, postoji još nekolicina važnih pojmova koji se vežu uz industriju 4.0 te predstavljaju njezine bitne elemente.

Tako je jedan od pojmova koji se često spominje u svakodnevnom životu “robotizacija” koja nastoji zamijeniti ljudski rad u proizvodnji. Odnosi se na industrijske robotske ruke kojima upravlja centralni IT sustav. Pojam usko povezan s robotikom je i umjetna inteligencija. Umjetna inteligencija podrazumijeva područje računalne znanosti koja naglašava stvaranje intelektualnih strojeva koji rade i reagiraju kao ljudi. Nadalje, autonomna vozila povezuju robotiku i umjetnu inteligenciju te su učestali u industrijskoj proizvodnji.

U kontekstu industrijske proizvodnje, spominju se pojmovi poput industrijskog interneta, napredne proizvodnje, kibernetičko-fizičkih proizvodnih sustava te pametne tvornice. Dok industrijski internet nadilazi proizvodnju kako bi pokrilo šire usvajanje interneta u drugim ekonomskim aktivnostima, napredna se proizvodnja odnosi na opisivanje inovacija u tehnologiji u svrhu poboljšanja nekog proizvoda ili procesa. Kibernetičko-fizički proizvodni sustavi (CPS) sastoje se od softvera ugrađenog u hardver senzora, procesora i komunikacijskih uređaja i osposobljeni su da sami razmjenjuju informacije, pokreću akcije i kontroliraju uređaje. Naposljetku, pametna tvornica ili “tvornica budućnosti” podrazumijeva integraciju informacijsko-komunikacijskih tehnologija u proizvodni proces, stvaraju se pametni proizvodi koji znaju kako se trebaju proizvesti te pamte tu informaciju i nakon proizvodnje. Također, daju informacije o znakovima istrošenosti koje omogućuje kupcu da prepozna kvar (Bai et al., 2020).

Hermann, Pentek i Oto (2015) napominju kako postoji šest glavnih značajka odnosno trendova industrije 4.0:

- Interoperabilnost – povezuje kibernetičke i fizikalne proizvodne sustave koji se sastoje od radnih podloga, mjesta za sastavljanje i same proizvodnje te omogućuju ljudima i pametnim tvornicama međusobnu komunikaciju.
- Vizualizacija – povezivanjem senzorski dobivenih podataka s virtualnim modelom tvornice i simulacijskim modelima kreirana je virtualna kopija pametne tvornice.
- Decentralizacija - uključuje sposobnost kibernetičko-fizičkog sustava za donošenje samostalnih odluka i lokalnu proizvodnju, zahvaljujući tehnologijama poput 3D modeliranja i printanja.
- Sposobnost u realnom vremenu – odnosi se na sposobnost prikupljanja i analiziranja podataka te istovremenog uvida u proces.
- Orijentiranost na usluge – usluge koje su omogućene automatiziranim pogonom i koje efikasno dolaze do korisnika.

- Modularnost - uključuje fleksibilnu prilagodbu pametnih tvornica zahtjevnim promjenama kroz proširenje ili zamjenu pojedinačnih modula.

Iz svega navedenog dolazi se do zaključka kako je industrija 4.0 orijentirana na kupce odnosno na nuđenje individualnog proizvoda istima, podrazumijeva korištenje tehnologije do razine gdje robot brže i bolje obavlja poslove, posebice one opasnije, uvode se pametne tvornice kojima se lakše koncentrira na produktivnost i efikasnost, a tvornice ujedno postaju spremne i na nove izazove i ekološke standarde.

Međutim, uz mnogobrojne prednosti vezane uz industriju 4.0 treba napomenuti i poneke nedostatke poput neadekvatne zaštite podataka prilikom korištenja interneta, hakerski napadi, skupa infrastruktura i standardi koje industrija 4.0 zahtjeva, potrebna konstantna edukacija zaposlenika te problem nedostatka interneta na područjima sa slabom pokrivenošću (Sustainability success, 2023).

Svaka je industrija sa sobom donijela promjene i novitete. Najveći iskorak napravila je upravo četvrta industrijska revolucija koja je svijet najviše okrenula informatizaciji i digitalizaciji, još više unaprijedila značajke koje su donijele njezine prethodnice te svojim novitetima olakšala poslovanje poduzeća i funkcioniranje društva. Tehnologije industrije 4.0 dovode do razvoja digitalne transformacije koja će detaljnije biti objašnjena u nadolazećem poglavlju.

2.3. Digitalna transformacija

U današnjem svijetu velike konkurencije poduzeća moraju biti spremna na promjene koje će poboljšati njihovo poslovanje i efikasnost, a samim time i osigurati konkurentnost na tržištu.

Postoji nekoliko načina na koji su autori definirali pojam digitalna transformacija. Prema Spremić (2017), digitalna transformacija podrazumijeva intenzivnu primjenu digitalne tehnologije i resursa upravo kako bi se ti resursi pretvorili u nove prihode, poslovne modele i načine poslovanja. Naime, poduzeća u kratkom vremenskom razdoblju dolaze do odluke za mijenjanjem svojih procesa, strategija, aktivnosti, hijerarhijske i organizacijske strukture, a sve kako bi si omogućilo bolju konkurentsku prednost na tržištu.

S druge strane, digitalna transformacija poslovanja podrazumijeva promjenu strategije poslovanja s konstantnim tehnološkim napretkom koji posljedično dovodi do smanjenja troškova, povećanja profitabilnosti, a samim time i zadovoljstva kupaca (Fitzgerald et al., 2014).

Nadalje, digitalna se transformacija odnosi na integraciju digitalne tehnologije u sva područja poslovanja te iz temelja mijenja način na koji se pruža vrijednost kupcima (The Enterprisers Project, 2016).

Prema gore navedenom, zaključuje se kako digitalna transformacija podrazumijeva povezivanje svih čimbenika proizvodnje u umreženi lanac vrijednosti prikupljajući i analizirajući podatke u svrhu unapređenja procesa uključenih u proizvodnju, optimizacije troškova, zatim stvaranja konkurentске prednosti te ispunjavanja želja i zahtjeva samih kupaca.

U svojim počecima, digitalna tehnologija podrazumijevala je primjenu tehnologija poput računalstva u oblaku (engl. *Cloud computing*), velikih podataka (engl. *Big Data*), interneta stvari (engl. *Internet of Things*), dok je danas ista svedena na još napredniju razinu te se u kontekstu digitalne tehnologije govori i o primjeni robota, umjetne inteligencije (AI), 3D printanju, odnosno uključuje sve one tehnologije koje su posljedica industrije 4.0 Jedan je od glavnih ciljeva digitalne transformacije napraviti da zaposlenici nekog poduzeća budu u stalnom kontaktu s kupcima, odnosno da tehnologija omogući kupcima da traže ono što žele onda kada, i kako to žele. Upravo je razvoj novih tehnologija, softvera i aplikacija omogućio da se poduzeća povežu s kupcima na različitim razinama, od samog početnog informiranja o kupnji i pomoći pri odlučivanju pa sve do razmjene informacija o njihovom zadovoljstvu (Krmptić, 2022).

Od ranije je poznato kako svaki proizvod ima svoj životni ciklus koji počinje od samog istraživanja i dizajna proizvoda preko proizvodnje istoga i konačne završne faze, odnosno reciklaže gdje digitalno pohranjene informacije mogu pomoći u prepoznavanju dijelova za ponovnu uporabu.

Upravo je digitalna transformacija ovdje napravila promjenu i sa sobom donijela novi pristup nazvan “digitalna nit” koji bilježi sve parametre vezane uz životni ciklus proizvoda. Pa su tako za uspješno upravljanje digitalnom niti potrebne aktivnosti poput (Basara, 2018):

- Skupljanja i snimanja informacija – podrazumijeva prikupljanje relevantnih podataka, automatsko snimanje putem senzora u realnom vremenu te snimanje i pohranjivanje novih i starih podataka u jedinstveni informacijski sustav.
- Prijenosa informacija – digitalni prijenos podataka kroz proizvodne pogone, ali i izvan samih granica poduzeća.
- Analize informacija – odnosi se na identifikaciju relevantnih podataka i analizu istih.

- Pretvaranja informacija u rezultat – dobiveni rezultati pretvaraju se u preporuke za radnike sugerirajući određene akcije.

Čest je slučaj da ljudi poistovjećuju pojmove digitizacije, digitalizacije i digitalne transformacije pa će se u nastavku teksta spomenuti razlike između navedenih pojmova. Digitizacija se odnosi na uzimanje analognih informacija i njihovo kodiranje u nule i jedinice kako bi računala mogla pohranjivati, obrađivati i prenositi takve informacije. I dok su kod digitizacije u središtu informacije, kod digitalizacije su u središtu podaci, a odnosi se na omogućavanje, poboljšanje i transformaciju poslovnih funkcija, modela, procesa i aktivnosti iskorištavanjem digitalnih tehnologija i korištenjem digitaliziranih podataka. Na kraju, digitalna transformacija, mnogo širi pojam od digitalizacije, obuhvaća sve aspekte poslovanja te se odnosi na stratešku poslovnu transformaciju vođenu klijentima koja zahtijeva organizacijske promjene kao i implementaciju digitalnih tehnologija. Dolazi se do zaključka kako je svaka bitna, ali je svaka i različita. Digitiziraju se informacije, digitaliziraju se procesi i uloge važne za poslovanje poduzeća te se digitalno transformira poslovanje poduzeća i strategija istoga. Digitizacija i digitalizacija odnose se na tehnologiju, a digitalna transformacija na kupca te njegove želje i potrebe (Forbes, 2018).

Kako digitalizacija tako i digitalna transformacija svojim djelovanjem imaju veliki utjecaj na poduzeće jer iste ne mijenjaju samo sadržaj, već i način rada fokusirajući se na krajnjeg korisnika (Pihir, Križanić, Kutnjak, 2019). Kupci ne očekuju da poduzeća reagiraju na njihove zahtjeve, već da predviđaju i kreiraju buduće potrebe kojih možda trenutno ni oni sami nisu svjesni. Također, danas je sve manje prisutna lojalnost samo jednom poduzeću. Učestala praksa postala je dobro informiranje i razmjenjivanje iskustva prije kupovine željenog proizvoda. Slijedom navedenog, poduzeća digitalnu transformaciju moraju usmjeriti na zadovoljenje želja i potreba kupaca i na nastojanje da se kreira što bolji odnos s njima.

Iako se implementacija digitalne transformacije razlikuje od poduzeća do poduzeća u ovisnosti o izazovima i zahtjevima, postoji nekoliko osnovnih elemenata koji su ključni za uspješno implementiranje digitalne transformacije:

- Kultura i vodstvo – podrazumijeva promjenu organizacijske kulture na sustavan i profitabilan način. Adekvatnom provedbom kulture i vodstva iskorištava se potencijal digitalne transformacije.
- Iskustvo korisnika – digitalna transformacija ima veliki utjecaj na iskustvo korisnika koje je važno za profitabilnost pa čak i opstanak poduzeća. Poduzeća trebaju razviti

odgovarajuću strategiju i politiku za što bolju provedbu digitalne transformacije kako bi poboljšali korisničko iskustvo.

- Operativna agilnost – podrazumijeva brzo reagiranje i prihvaćanje neočekivanih promjena u dinamičnom okruženju kroz učinkovito korištenje resursa i brzo donošenje odluka. Također, temeljni je mehanizam poduzeća za potpuno korištenje i uključivanje svoje radne snage i poslovanja u proces digitalne transformacije.
- Integracija digitalne tehnologije – podrazumijeva integraciju inovativnih tehnologija za poboljšanje uspješnosti poslovanja.
- Uključivanje radne snage – uključivanje radne snage i suradnja između odjela ključni su za uspješno provođenje digitalne transformacije.

Postoji 8 područja digitalne transformacije poslovanja (I-SCOOP, 2022):

- 1) Poslovne aktivnosti - uključuju marketing, poslovanje, ljudske resurse, administraciju, korisničku službu itd.
- 2) Poslovni procesi – uključuju jednu ili više povezanih operacija, aktivnosti ili skupova za postizanje određenog poslovnog cilja pri čemu dolazi do upravljanja poslovnim procesima te optimizacije i automatizacije istih. Upravo je optimizacija poslovnih procesa ključna u strategijama digitalne transformacije.
- 3) Poslovni modeli – podrazumijevaju kako poduzeća funkcioniraju, od prvotnog pristupa kako izlaze na tržište i prijedloga vrijednosti do načina na koji poduzeće ostvaruje zaradu i učinkovito transformira svoju osnovnu djelatnost.
- 4) Poslovni ekosustavi – podrazumijevaju mreže partnera i dionika kao i kontekstualnih čimbenika koji utječu na poslovanje kao što su regulatorni ili ekonomski prioriteti i evolucija.
- 5) Upravljanje poslovnom imovinom – fokus je na tradicionalnoj imovini, ali sve više na manje opipljivoj imovini kao što su informacije i korisnici. Poboljšati korisničko iskustvo postavlja se kao vodeći cilj mnogih projekata digitalne transformacije, a informacije su od nepresušne važnosti poslovanja, tehnološkog razvoja i bilo kojeg ljudskog odnosa. Kupci i informacije moraju se tretirati kao stvarna imovina u svim perspektivama.
- 6) Organizacijska kultura – mora postojati jasan, agilan i svjestan cilj usmjeren na kupca koji se postiže stjecanjem temeljnih kompetencija na svim područjima kao što je

digitalna zrelost, vodstvo, kvaliteta znanja radnika i slično što dovodi do veće spremnosti za budućnost. Kultura se također preklapa s procesima, poslovnim aktivnostima, suradnjom i IT stranom digitalne transformacije.

- 7) Modeli ekosustava i partnerstva - među kojima je porast suradničkih, zajedničkih i potpuno novih pristupa poslovnom ekosustavu što dovodi do novih poslovnih modela i izvora prihoda. Ekosustavi će biti ključni u ekonomiji kao i usluge u postizanju uspjeha digitalne transformacije.
- 8) Pristup kupcima, radnicima i partnerima – digitalna transformacija stavlja ljude i strategiju ispred tehnologije te istima služi kao dodatni pokretač za zadovoljavanje njihovih želja i potreba.

Digitalna transformacija proces je koji započinje onog trenutka kada poduzeće počinje razmišljati o uvođenju digitalnih tehnologija u svoje poslovanje te traje do trenutka njihove potpune integracije. Veliku ulogu ima i kod optimizacije troškova. Danas je velika pažnja usmjerena na reorganizaciju poslovanja na način da se analiziraju pojedini segmenti proizvodnih procesa kao i materijali koji se koriste u proizvodnji kako bi se smanjili ulazni troškovi.

S napretkom digitalizacije dolazi do pojave novih digitalnih trendova koji polako zamjenjuju tradicionalne oblike poslovanja. Automatizacija poslovnih procesa i uvođenje novih tehnologija u poslovanje poduzeća poput interneta stvari, velikih podataka ili računalstva u oblaku, osim što dugoročno dovode do smanjenja troškova samog poslovanja, nude i veće mogućnosti prilikom stvaranja proizvoda poput stvaranja personaliziranih proizvoda koji poduzeće nudi. S ubrzanim razvojem tehnologije došlo je do promjene u poslovnom okruženju, konkurencija se povećala i poduzeća su jednostavno primorana slijediti taj napredak te digitalno transformirati svoje poslovanje. Prilikom transformacije, od izrazite je važnosti u središte staviti kupce koji će se uključivati i u kreiranje samog proizvoda kako bi se dobio njima svojstven, personaliziran proizvod koji će zadovoljiti njihove želje i preferencije, a samim time i poboljšati tržišnu poziciju poduzeća.

Slika 5. Strateški elementi digitalne transformacije



Izvor:

<https://www.nicholasdevans.com/assessing-your-organizations-digital-transformation-maturity/> (preuzeto 10.03.2023.)

Digitalna transformacija poslovanja dugotrajan je proces koji zahtjeva strateško planiranje koje će poduzeće okrenuti ka izazovima koje budućnost donosi. Slika 5 pokazuje četiri bitna elementa na koja poduzeća trebaju usmjeriti pažnju prilikom kreiranja strategije za digitalno poslovanje. Jedan od bitnih elemenata jesu strategija i vizija koju će prilagoditi novom, digitalnom načinu poslovanja. Nadalje, trebaju obratiti pažnju na ljude i kulturu te prepoznati kakve su vještine i sposobnosti potrebne za uvođenje digitalnog poduzeća, zatim kakav je odnos između zaposlenika i rukovodećih pozicija te kakva je nova kultura organizacije. Naposljetku, trebaju obratiti pažnju i na procese i upravljanje u poduzeću kao i na tehnologiju i sposobnosti.

Ipak, brojna se poduzeća susreću s izazovima i preprekama na putu prema digitalnoj transformaciji svojeg poslovanja. Apsolon, vodeća hrvatska konzultantska kuća, 2020. je godine provela istraživanje između 300 velikih i malih poduzetnika s ciljem dobivanja uvida u najčešće prepreke s kojima se poduzeća suočavaju prilikom provođenja digitalne transformacije svojeg poslovanja. Prema dobivenim rezultatima, najčešće prepreke s kojima se hrvatska poduzeća suočavaju prilikom provođenja digitalne transformacije su (Apsolon, 2020):

- Veliki financijski troškovi
- Preveliki fokus na postojeće prioritete poslovanja
- Nedostatak vremena za provođenje digitalne transformacije
- Potencijalna neusklađenost s postojećim zahtjevima poslovanja
- Nedostatak iskustva
- Strah od radikalnih promjena
- Otpor postojećih struktura (menadžmenta poduzeća)

- Previše razina odlučivanja
- Nedovoljno fleksibilno poslovanje

Digitalna transformacija uključuje sve tehnologije koje je sa sobom donijela industrija 4.0. Poduzeća se u ovoj velikoj konkurenciji okreću budućnosti i nastoje kroz dobro razvijenu strategiju digitalno transformirati svoje poslovanje. Usmjeravaju se na kupce te na njihove želje i potrebe.

3. SUSTAVI UPRAVLJANJA KVALITETOM I DIGITALIZACIJA

3.1. Razvoj sustava upravljanja kvalitetom

Upravljanje kvalitetom sastavni je dio funkcije upravljanja čiji je cilj da neka organizacija, proizvod ili usluga konstantno ispunjavaju zahtjeve kupca kroz četiri glavne komponentne: planiranje kvalitete, osiguranje kvalitete, kontrola kvalitete i poboljšanje kvalitete (Skoko, 2000). Upravljanje kvalitetom nije usredotočeno samo na kvalitetu proizvoda i usluga već i na način postizanja iste. Shodno tome, Američko udruženje za kvalitetu istu definira kao primjenu formaliziranih sustava s ciljem postizanja maksimalnog zadovoljstva kupaca uz minimalne ukupne troškove i postizanje kontinuiranog unapređenja. S druge strane, Lazibat (2009) navodi kako upravljane kvalitetom zahtjeva dokumentiranu strukturu organizacije, odgovornost djelatnika te procedure potrebne za postizanje učinkovitog napretka u pogledu kvalitete. Da bi se ostvarili zahtjevi kvalitete, kvalitetom treba svjesno upravljati. Sustav upravljanja kvalitetom podrazumijeva organizacijsku strukturu, odgovornosti, postupke, procese i resurse za ostvarivanje ciljeva nekog poduzeća na efikasan i učinkovit način koji je prije svega usredotočen na želje i potrebe kupaca (Funda, 2010). Kako se sustav upravljanja odnosi na utvrđivanje adekvatne politike i ciljeva poduzeća tako svako poduzeće prilagođava svoje sustave upravljanja u skladu sa svojim ciljevima te uspostavlja organizaciju u kojoj svatko zna što, kada, gdje i na koji način radi. Unatoč činjenici da postoje i pojedinačni sustavi upravljanja, danas je sve češći slučaj gdje poduzeća, prepoznajući važnosti samog sustava upravljanja, u svoje poslovanje implementiraju integrirani sustav upravljanja, odnosno skup dva ili više različitih pojedinačnih sustava upravljanja spojenih u jedan, međusobno usklađeni sustav. Jedan od takvih primjera implementiranih integriranih sustava upravljanja upravo je i sustav upravljanja kvalitetom (Britvić, 2011).

Iako sami pojam kvalitete seže u daleku prošlost i vrijeme babilonskog kralja Hamurabia koji je želio zaštititi kupce i male poduzetnike te je u svojem zakoniku propisivao minimalnu kvalitetu građevinskih materijala kako bi se osigurala trajnost i uporabljivost građevina te smanjio rizik njihovog korištenja za stanare, koncept kvalitete kakav je poznat danas pojavljuje se tek u srednjem vijeku. Prema tome, razvoj kvalitete odvija se kroz nekoliko razdoblja.

U razdoblju predindustrijske revolucije obrtnici su se organizirali u cehove koji su bili odgovorni za uspostavljanje pravila vezanih za kvalitetu proizvoda. Inspekcija je kontrolirala proizvode obrtnika te je koristila inspekcijske znakove koji su bili dokaz kvalitete samog proizvoda.

U 19. stoljeću dolazi do izgradnje velikih tvorničkih sustava gdje obrtnici postaju radnici u tvornicama koji svojim znanjem i vještinom osiguravaju kvalitetu proizvoda, a vlasnici su kontrolori kvalitete koji kontroliraju ispravnost i kvalitetu proizvoda kako bi osigurali da takav proizvod dođe do krajnjeg kupca. To je i razdoblje prve industrijske revolucije koja dovodi do pojave parnih strojeva koji, uz mogućnost djelomične automatizacije proizvodnih procesa, dovode do povećanja produktivnosti rada i kapitala te početka masovne proizvodnje. Takav pristup nastavlja se i početkom 20. stoljeća kada dolazi do otkrića nafte i električne energije. Upravo se 20. stoljeće uzima kao početak razvoja modernih praksi kvalitete u poslovnim organizacijama (Hoover i Kolb, 2012).

Rane faze razvoja kvalitete vežu se uz metode mjerenja, kontrole i detekcije kvalitete. Cilj spomenutih metoda je eliminacija loših proizvoda s ključnim problemom koji leži u tome da se ne analizira proizvodni proces i ne traže se uzroci loše kvalitete već je naglasak na rješavanju trenutnih problema. Kontrola kvalitete podrazumijeva inspekciju s proizvodnih linija, a u slučaju da proizvod ne zadovoljava propisanu razinu kvalitete, isti se popravljaju ili pak baca. Takvi postupci dovode do visokih troškova proizvodnje te pojave posebnih odjela unutar poduzeća koja se bave otklanjanjem kvarova.

Nakon Drugog svjetskog rata, organizacije se usmjeravaju na kontrolu i optimiziranje samih proizvodnih procesa nastojeći ukloniti uzroke različitih defekata kvalitete prije nego uopće dođe do pojave istih. Kontrola kvalitete temelji se na statističkim osnovama te omogućuje analizu svih faza određenog poslovnog procesa te identifikaciju onog dijela procesa u kojem dolazi do pojave greške koja utječe na razinu kvalitete proizvoda ili usluge (Lazibat, 2009). Niz znanstvenika i menadžera iz ovog perioda postavljaju temelje razvoju moderne znanosti kvalitete. Tako je jedan od najvažnijih trenutaka spomenutog razdoblja svakako i razvijena statistička kontrola procesa i PDCA krug (Plan-Do-Check-Act) od strane statističara Walter A. Shewharta. Shewhartovi principi upravljanja kvalitetom danas su poznati pod nazivom SQC (Statistical Quality Control). Nadalje, statističar W. E. Deming nastavio je slijediti Shewhartovu SQC metodu. Deming je izrazito naglašavao važnost zadovoljavanja želja i potreba kupaca te je uz dva američka stručnjaka, J. Jurana i A. Feigenbauma, radio na primjeni triju fundamentalnih menadžerskih procesa: planiranju, kontroli i poboljšanjima (Bauer, Duffy, Wscott, 2002).

Sukladno razvoju same kvalitete razvijao se i sustav upravljanja kvalitetom koji se može podijeliti u nekoliko razdoblja:

- Sustav temeljen na inspekciji (QI)
- Sustav kontrole kvalitete (QC)
- Osiguranje kvalitete (QA)
- Upravljanje potpunom kontrolom (TQC)
- Upravljanje potpunom kvalitetom (TQM)

Sustav temeljen na inspekciji kvalitetu određuje na način da se proizvod uspoređuje s proizvodnim standardima od strane kvalitetnih profesionalaca koji su, osim za pregled, odgovorni i za klasificiranje, procjenu i popravak. Glavni odgovorni za kvalitetu je inspeksijski odjel, a sama inspekcija ograničena je na prebrojavanje i klasifikaciju. Kao glavni problem ovog razdoblja ističe se otkrivanje neusklađenosti.

S drugim svjetskim ratom dolazi do pojave sustava kontrole kvalitete gdje se kvaliteta postiže kroz sustave kontrole, testiranje proizvoda i kontrolu dokumentacije. U ovom se razdoblju ističu priručnici o kvaliteti, planiranje kvalitete i napredna kontrola dokumentacije.

Sljedeće razdoblje upravljanja kvalitetom započinje 1950. godine te se temelji na prevenciji grešaka u proizvodnji i isporuci različitih proizvoda i usluga. U spomenutoj fazi dolazi do promjene fokusa s internih zahtjeva na zahtjeve kupca i uključuje istraživanje tržišta i razvoj proizvoda i usluga u odnosu na zahtjeve tržišta. Osiguranje kvalitete jamči samu kvalitetu proizvoda kojeg kupac može sa sigurnošću kupiti i koristiti duže vrijeme (Lazibat 2009).

Prijelaz s kontrole kvalitete na osiguranje kvalitete naziva se potpunom kontrolom kvalitete i započinje 1960. godine. Potpuna kontrola kvalitete (TQC) razvijena je u Japanu nakon drugog svjetskog rata i podrazumijeva formiranje krugova kvalitete, odnosno skupine zaposlenika koji rade isti ili sličan posao te se redovito sastaju kako bi identificirali, analizirali i riješili potencijalne probleme povezane s poslom. Koriste se različite metode i alati u svrhu poboljšanja kvalitete čiji je cilj stvoriti visoku razinu svijesti svih zaposlenika o važnosti kvalitete u svim poslovnim procesima unutar neke organizacije (Martínez-Lorente et al., 1998).

Naposljetku, posljednja faza razvoja odnosi se na upravljanje potpunom kvalitetom, takozvani TQM i započinje 1980. godine. TQM teži obuci osoblja, održavanju izvrsnih odnosa s kupcima, stavlja naglasak na kontinuirano poboljšanje kvalitete te se usmjerava na razumijevanje i ispunjavanje želja i potreba samih kupaca. TQM ističe da je suradnja svih u organizaciji potrebna za proizvodnju proizvoda i usluga koji će i zadovoljiti i nadilaziti očekivanja kupaca. Upravo se TQM razlikuje od ostalih faza jer u fokus stavlja ljude kao bitan preduvjet za poslovnu izvrsnost (De Souza, Corsi, Negri Pagani, 2021).

Bitno je naglasiti kako postoji razlika u starom i novom poimanju koncepta kvalitete. Do 1960. godine kvaliteta se provjeravala nakon završenog procesa proizvodnje. Sa 1980.-om godinom došlo je do novog pogleda na kvalitetu gdje se ista ugrađuje u sam proces, a uzroci problema se definiraju i ispravljaju.

Danas potrošači preferiraju samo najkvalitetnije proizvode, bez obzira na geografsko i nacionalno porijeklo. Poduzeća primjenjuju model upravljanja potpunom kvalitetom (TQM) koji traži uključivanje svih članova nekog poduzeća u sistem kontrole kvalitete. S 21. stoljećem i dolaskom globalizacije i velike konkurencije, poduzeća su postala izložena globalnom tržištu, a s konkurencijom su se suočavala po cijelom svijetu. Zato je izrazito bitno da poduzeća proizvode proizvode visoke kvalitete kako bi mogli konkurirati na adekvatnoj razini te kako bi bili usmjereni na stalno unaprjeđivanje proizvoda i usluga, a sve u svrhu izgradnje visoke razine zadovoljstva korisnika (Lazibat, 2009).

3.2. Sustavi upravljanja kvalitetom i digitalna transformacija

Današnja tehnologija i mogućnosti koje je ista sa sobom donijela zauvijek su promijenile svijet, a s dodatnim napretkom iste kroz posljednja dva desetljeća tehnologija je postala sastavni dio svakog aspekta ljudskog života. Držati korak s konkurencijom postalo je vrlo izazovno za svako poduzeće. Upravo je to jedan od razloga zašto poduzeća kreću na put digitalne transformacije, nove ere u svijetu u kojoj je sve pod utjecajem tehnologije koja se javlja kao posljedica četvrte industrijske revolucije.

Digitalna transformacija podrazumijeva korištenje modernih digitalnih tehnologija za radikalnu transformaciju proizvoda, usluga, procesa i ljudi što posljedično dovodi do poboljšanja učinka poslovanja, ali i utjecaja na sve aspekte ljudskog života (Spremić, 2017).

Iz perspektive poduzeća, digitalna transformacija podrazumijeva korištenje digitalnih tehnologija koje omogućuju nove načine izvođenja novih ili postojećih praksi, procesa i ponuda bez mijenjanja sadržaja ili uključenih aktera. Digitalna transformacija utječe na poslovne modele, operativne procese i korisnička iskustva. Prema Parviainen postoje 4 ključne razine na kojima digitalna transformacija izaziva promjene (Parviainen et al., 2017):

- Procesna razina – promjene u načinu na koji se radni zadaci i aktivnosti provode implementacijom novih digitalnih alata ili digitalizacijom prethodnih ručnih aktivnosti.
- Organizacijska razina – novi načini pružanja novih ili postojećih ponuda omogućenih digitalizacijom.

- Razina domene upotrebe – mijenjanje uloga i lanaca vrijednosti.
- Razina društva - preoblikovanje vrsta rada, kompetencija i infrastruktura za digitalizaciju.

Digitalno transformirajući svoje poslovanje, poduzeća mijenjaju svoju strukturu, procese i proizvodne sustave. Digitalna transformacija u kontekstu upravljanja kvalitetom podrazumijeva primjenu digitalnih tehnologija koje imaju veliki utjecaj na metode, alate i sustave kako na tehnološkoj tako i na ljudskoj razini.

Industrija 4.0 nudi velike mogućnosti poboljšanja pristupa upravljanja kvalitetom kroz razvoj sustava za kontinuirano praćenje u stvarnom vremenu, sustava za predviđanje kvarova te inteligentnu kontrolu kvalitete. Olakšava se donošenje odluka kroz intenzivno prikupljanje podataka, analizu i vizualizaciju istih, poboljšava se zadovoljstvo klijenta i smanjuju se troškovi kvalitete zbog ranog otkrivanja nedostataka.

Digitalna je transformacija ubrzala dolazak digitalnih proizvoda, a time je dobivena i nova perspektiva za upravljanje kvalitetom. Jedan od takvih primjera odnosi se na korištenje Interneta stvari (IoT). IoT uređaji povezani su u mrežu i osposobljeni da međusobno komuniciraju sa centraliziranim sustavom. Kao takvi, ne samo da pružaju nove značajke za krajnje korisnike, već stvaraju prilike za stalni nadzor, otkrivanje kvarova i dijagnozu takvih proizvoda. IoT sustavi dovode do više razine osiguranja kvalitete integracijom i provjerom valjanosti različitih dijelova i komponenti sustava (Lee i Lee, 2015).

Nadalje, kvaliteta podataka postaje jako važna komponenta upravljanja kvalitetom u kontekstu digitalne transformacije. S povećanjem povezanosti novih proizvoda i interakcije s velikim količinama podataka, integracija je olakšana stvaranjem informacijskih petlji koje omogućuju nove funkcionalnosti na temelju suradnji između sustava. Spomenuti promiču integraciju između digitalnih i stvarnih dimenzija proizvoda. Međutim, važno je znati kako ideje digitalizacije, povezanosti i analitike nadilaze jednostavno korištenje tehnoloških alata te se od poduzeća traži da se istima prilagodi kako bi se povećala produktivnost i stvorila veća vrijednost za kupce.

Nove tehnologije poput strojnog učenja (ML) i umjetne inteligencije (AI) koriste se za kombiniranje kontrole kvalitete i analize pouzdanosti kako bi se podržalo produktivno održavanje i smanjio broj potencijalnih pritužbi od strane kupaca. Strojno učenje (ML) se, nadalje, može koristiti za poboljšanje kvalitete tijekom dizajna i razvoja proizvoda kao i za njegove proizvodne procese. Postaje dio alata za dizajn i pomaže u poboljšanju kvalitete

proizvoda, ali i proizvodne učinkovitosti. Uz poboljšanu povezanost, pristup velikim količinama podataka i korištenjem novih tehnologija poput AI i ML, omogućuje se kontinuirano poboljšanje usluge koja se pruža korisniku, previđajući i sprječavajući pogreške prije nego se iste uopće dogode.

Utjecaj digitalne transformacije na upravljanje kvalitetom vidi se i kroz pametne proizvodne sustave koji utječu na način na koji se proizvodi proizvode. Nadalje, široki raspon tehnologija omogućio je napredak lanca vrijednosti istovremeno smanjujući vrijeme potrebno za proizvodnju i poboljšanje kvalitete svih faza proizvodnog procesa kao, naravno, i konačni proizvod. Sve zahtjevniji kupci u kombinaciji sa sve većom konkurencijom i tehnološkom revolucijom dovode do toga da proizvodni sustavi postaju fleksibilniji. Danas poduzeća proizvode u malim količinama sa velikom raznolikošću. Upravljanje kvalitetom ima važnu ulogu u učinkovitom smanjenju troškova i povećanju zadovoljstva kupaca stoga je izrazito bitno da sustav upravljanja kvalitetom bude organiziran na pravi način. Digitalna transformacija revolucionirala je način na koji se kvaliteta može provoditi. Alati i tehnologije koje ista podrazumijeva pomažu korisnicima da svakodnevne zadatke obavljaju na potpuno novi način. Informacije koje su bile prethodno nedostupne sada se mogu dobiti u stvarnom vremenu, napredni se zadaci mogu riješiti na puno brži način i ne zahtijevaju preveliko iskustvo, a kontrola se ostvaruje putem naprednih sustava za automatsko praćenje i uzbunjivanje. Kroz koncepte pametnih tvornica, interneta stvari i CPS-a upravljanje kvalitetom dovedeno je na novu razinu te se uz spomenute tehnologije i automatizaciju poboljšava kvaliteta proizvoda (Dias, Carvalho i Sampaio, 2022).

Nadalje, digitalna transformacija oblikuje sustav upravljanja kvalitetom u poduzećima nudeći svojim digitaliziranim rješenjima, prije svega, bolju tehničku kvalitetu s obzirom na proizvode i usluge što posljedično utječe na smjer upravljanja kvalitetom. Također, digitalna je tehnologija otvorila nove oblike interakcije s korisnicima što dovodi do izazova u korištenju podataka kupaca u stvarnome vremenu i pronalaženju boljih načina pružanja korisničke usluge. Sve je više dostupna podrška za postignuća upravljanja kvalitetom u poboljšanju internih procesa putem digitalnih rješenja i, naposljetku, aktivnosti upravljanja kvalitetom nisu ograničene na jednu određenu funkciju u poduzeću već se šire na cijelo poduzeće i njegove procese stvaranja vrijednosti (Dias, Carvalho i Sampaio, 2022).

Iz svega navedenog, zaključuje se kako digitalizacija transformira postojeće društvo donoseći nove prilike i izazove za poduzeća koja posluju u dinamičnom okruženju. Poboljšava dijeljenje informacija, osiguranje kvalitete i učinkovitosti uz smanjenje rizika i neizvjesnosti te troškova.

S obzirom na to da je digitalna transformacija sve prisutna, ona obuhvaća promjene u rasponu od pojedinačnih radnih zadataka do novih poslovnih modela, novih oblika odnosa, digitalizacije postojećih praksi i ostalih tehničkih rješenja koja pružaju bolju vrijednost za kupce. Utječući na procese, organizacije, poslovanje i društvo postaje strateški prioritet za poduzeća. Na poduzeću ostaje da prepozna i analizira potrebu za novim znanjima i vještinama kako bi se adekvatno ispunile uloge potrebne na radnom mjestu s ciljem da se izvuče maksimum iz digitalizacije. U kontekstu upravljanja kvalitetom, digitalna transformacija dovodi do nove faze upravljanja kvalitetom, kvalitete 4.0 koja će detaljnije biti objašnjena u nadolazećem poglavlju.

3.3. Model sustava kvalitete 4.0

Danas se poduzeća suočavaju s velikom konkurencijom, želje i potrebe potrošača sve su zahtjevnije, a kvaliteta postaje temeljni čimbenik opstanka na tržištu. Upravo zato poduzeća konstantno rade na unapređivanju svojeg poslovanja, razvijaju sustave upravljanja kvalitetom, svoja znanja usmjeravaju na razvoj kvalitete proizvoda i na taj način stalni pritisak tržišta pretvaraju u konkurentsku prednost. Kvaliteta je pojam koji se veže uz odlike nekog proizvoda ili usluge, pojavio se u vrijeme prvih ljudskih civilizacija i do danas nailazi na veliki broj definicija. Prema Kelly (1997), kvaliteta je jedno subjektivno svojstvo koje se ne može definirati jer je ista određena potrošačevim viđenjem kvalitete. Napominje kako ono što potrošač vidi kao kvalitetu, to je kvaliteta. Baković i Lazibat (2012) kvalitetu definiraju kao percipirano zadovoljstvo kupaca. S druge pak strane, Deming kvalitetu definira kao predvidljivi omjer standardizacije i kustomizacije uz nisku cijenu i usmjerenost prema tržištu, dok Juran kvalitetu smatra kao prikladnost potrebama koja je procijenjena od strane korisnika (Juran, 2003). Prema Armstrongu (2001), kvaliteta predstavlja stupanj izvrsnosti koje organizacija može postići u isporučivanju proizvoda i usluga svojim korisnicima. Razlikuje tri vrste kvalitete: kvalitetu rješenja, kvalitetu usklađenosti i kvalitetu kao zadovoljstvo korisnika te upravo ovoj posljednjoj pridaje najveću pažnju.

Tijekom četiri industrijske revolucije, kvaliteta prolazi kroz razne oblike, od kvalitete 1.0 do kvalitete 4.0. Tablica u nastavku prikazuje razdoblje četiri industrijske revolucije i njima pripadajući razvoj kvalitete.

Tablica 1. Industrijski napredak i evolucija kvalitete 4.0

Industrija 1.0 (...do 1890. godine)	• Koristi se snaga vode i pare • Strojevi na parni pogon • Povećana proizvodnja postiže se korištenjem mehaničkih prednosti • Fokus na brzom izvršavanju zadataka	Kvaliteta 1.0	• Kvaliteta osigurana kroz mjerenje i inspekciju • Veći naglasak na obujmu proizvodnje nego na kvaliteti • Inspekcija se ne usredotočuje na rezanje troškova, uklanjanje otpada ili neučinkovitost • Radni uvjeti nisu važni, u središtu maksimiziran je produktivnost radnika
	• Električna energija pokreće strojeve • Primjenom novih		• Maksimizacija produktivnosti ostaje u središtu

Industrija 2.0 (1890. - 1940.)	strojeva dolazi do povećanja performansi • Automatizacija poprima veće razmjere	Kvaliteta 2.0	• Standard minimalno prihvatljive razine kvalitete • Financijska kvaliteta mjeri se na temelju otpada i prerade • Produktivnost se mjeri kroz učinak rada
Industrija 3.0 (1940. - 1995.)	• Računalstvo i automatizacija • ICT dovodi do povećanja produktivnosti • Robotizacija zamjenjuje ručni rad	Kvaliteta 3.0	• Naglasak na kvaliteti i zadovoljstvu kupaca • Kontinuirano poboljšanje procesa • Radnici se uključuju u aktivnosti koje stvaraju kvalitetu - povećava se produktivnost
	• Umjetna inteligencija,		• Digitalizacija sustava

Industrija 4.0 (1995. - danas)	strojno učenje, automatiziran i procesi i radno okruženje • Ljudi služe samo u položaju gdje se ljudska prosudba ne može automatizirati i ljudske se interakcije ne mogu stimulirati	Kvaliteta 4.0	• Strojnim učenjem se samoregulira i upravlja vlastitom produktivnošću i kvalitetom • Naglasak se prenosi s proizvodnje na dizajn sustava • Ljudska učinkovitost ključna
-----------------------------------	--	---------------	--

Izvor: <https://hgk.hr/documents/sveucilisni-prirucnik-kvaliteta-i-sustavi-upravljanja-kvalitetom618e70fc7168b.pdf> (preuzeto 01.03.2023.)

Kao što se iz tablice može iščitati, svaka je industrijska revolucija sa sobom donijela nešto novo u poimanju koncepta kvalitete. Prve dvije industrijske revolucije veći su naglasak stavljale na masovnu proizvodnju, dok su posljednje dvije industrijske revolucije veći naglasak stavljale na kvalitetu, a u središte stavljaju ljudski aspekt te poštivanje želja i potreba samih kupaca.

Vrijeme četvrte industrijske revolucije i digitalne transformacije sa sobom donosi i novi pristup upravljanja kvalitetom, kvalitetu 4.0. Upravo se to razdoblje smatra prilikom da se kvaliteta obnovi i sve više koristi kao čimbenik konkurentske prednosti unutar poduzeća. Pojam je prvi put uveo 2015. godine Američko izvješće za kvalitetu, a svoj zamah razvoj kvalitete 4.0 dobiva 2020. godine. Iako industrija 4.0 i kvaliteta 4.0 ovise jedna o drugoj, glavna razlika leži u oslanjanju Industrije 4.0 na tehnologiju dok je kvaliteta 4.0 više usmjerena na kupca, a cilj oba pristupa je poboljšati performanse i krajnji rezultat.

Kvaliteta 4.0 kombinira upravljanje kvalitetom s digitalizacijom i tehnologijom koja dovodi do poboljšanja znanja, vještina, kulture i vodstva samog poduzeća.

Model Kvalitete 4.0 još je uvijek relativno novi i predmet je velikog broja istraživanja. Ipak, nekoliko istraživača iznijelo je svoju definiciju samoga modela. Pa tako kvaliteta 4.0 označava način koji služi za usklađivanje upravljanja kvalitetom s industrijom 4.0 kako bi se omogućila učinkovitost, inovativnost i kako bi se poboljšali poslovni učinci unutar poduzeća. Koristi tehnologije koje je donijela industrija 4.0 kako bi ispunila zahtjeve industrije u pogledu kvalitete dizajna, kvalitete izvedbe i kvalitete usklađenosti (Sony et al., 2020).

Sličnu definiciju daje i Armani (2020) te napominje kako je kvaliteta 4.0 digitalizacija upravljanja kvalitetom koja obuhvaća tehnologije, procese i narod.

Ramezani i Jassbi (2020) kvalitetu 4.0 definiraju kao ogranak industrije 4.0 koji ima za cilj potaknuti kvalitetu kroz implementaciju pametnih rješenja i inteligentnih algoritama. Napominju kako je cilj kvalitete 4.0 poboljšati i nadograditi tradicionalne metode kvalitete.

Nakon spomenutih definicija, zaključuje se kako je kvaliteta 4.0 filozofija kvalitete koja pomoću tehnološko-informacijskih-komunikacijskih tehnologija mjeri performanse poslovnog procesa, identificira zahtjeve zainteresiranih strana i osigurava podatke i informacije potrebne za odlučivanje. Kvaliteta 4.0 ne utječe samo na ono što se događa u tvornici već pokriva cijeli opskrbni lanac. Od samog istraživanja i razvoja prije kupnje, proizvodnje, logistike i prodaje, do administracije i upravljanja. Kvaliteta 4.0 ne odnosi se samo na primjenu tehnoloških dostignuća koja će osigurati zahtijevanu razinu kvalitete kupcu već se odnosi i na promjenu organizacijske filozofije, kulture i poimanja kvalitete kao takve, fokus se stavlja na transformaciju vodstva kao i ostalih funkcija menadžmenta u organizaciji. Iako industrija 4.0 nameće veliku upotrebu tehnologije i automatizacije, bitno je napomenuti kako tradicionalne metode kvalitete neće biti zamijenjene već poboljšane. Stavlja se naglasak na kvalitetu dizajna proizvoda koji postaje važniji od proizvodnje, a proizvod se proizvodi alternativnim sredstvima poput robotizacije i 3D pisača. Izrazito je važno da svaki zaposlenik nekog poduzeća sudjeluje u implementaciji kvalitete 4.0 jer to postaje jedini način da ista bude uspješna. Dobro poznavanje tradicionalnih metoda kvalitete potrebne su za uspjeh kvalitete 4.0 čiji je glavni cilj kupcima donijeti zadovoljstvo (Awad, Ben-Daya, Saihi, 2021).

Također se ističu i dvije prednosti kvalitete 4.0. Jedna od prednosti je što procese i rezultate čini vidljivima, povezanima i relevantnima, a druga da stvaranje vrijednosti u upravljanju

podacima ima pozitivan učinak na sustav upravljanja poduzećem te kulturu i organizaciju istoga.

Kvaliteta ima nekoliko osi koje su proizašle tehnologijom razvijenom unutar industrije 4.0 i čija integracija stvara kvalitetu 4.0 u poduzećima pomažući u poboljšanju i unapređivanju tradicionalnih metoda kvalitete (Jacob, 2017):

- Podaci – kao temelj kvalitete podrazumijeva se prikupljanje podataka jer se bez istih ne mogu donositi zaključci kao niti predlagati poboljšanja.
- Analitika - analizirajući prikupljene podatke mogu se identificirati mjesta na kojima se pojavila anomalija, odnosno koji je uzrok nastanka neusklađenosti.
- Povezanost – povezivanje komponenti u proizvodnom procesu olakšava praćenje procesnih performansi kao i upravljanje mrežom povezanih komponenata.
- Suradnja - olakšana je komunikacija, suradnja i povezivanje između sudionika u poslovnom procesu.
- Primjena aplikacija – primjena senzora omogućuje prikupljanje podataka koji se pomoću aplikacija prikazuju na jednom uređaju što olakšava praćenje performansi.
- Sustav upravljanja – implementacijom naprednih sustava upravljanja olakšava se upravljanje kompleksnim sustavima u poduzeću.
- Kultura - kvaliteta u organizaciji mora biti usađena u organizacijsku kulturu s kojom će se poistovjetiti svi zaposlenici.
- Vodstvo – potrebna je adekvatna podrška vrhovnog menažmenta kao i usklađivanje ciljeva kvalitete sa strateškim organizacijskim ciljevima.
- Kompetentnost – znanja i vještine pomoću kojih organizacijski zaposlenici mogu izvršavati definirane zadatke, ali i koristiti naprednu tehnologiju u sustavu upravljanja kvalitetom.

Globalizacija i sve složeniji proizvodi opravdavaju potrebu za kvalitetom 4.0. Pa tako Sony navodi sljedećih pet glavnih motivatora za usvajanje kvalitete 4.0 (Sony et al., 2020.):

- pouzdani i točni podaci
- upravljanje kvalitetom vođeno velikim podacima
- poboljšano zadovoljstvo kupaca
- poboljšanje produktivnosti
- ušteda troškova i vremena na dugi rok

Kako je tema kvalitete 4.0 još nedovoljno obrađena, poduzeća se suočavaju s izazovima prilikom implementacije iste. Jedan od najvećih izazova odnosi se na osiguravanje materijalnih sredstava, koje je bitno raspodijeliti na tehnologiju i ljude, kao i na nedostatak IT stručnjaka za podršku učinkovitim programima kvalitete i povezanih tehnologija. Nadalje, potrebno je kod zaposlenika podići svijest o važnosti implementacije iste te njima osigurati daljnje usavršavanje kako bi se mogli nositi s izazovima koje nudi kvaliteta 4.0. Također, poduzeća moraju formirati adekvatnu organizacijsku kulturu, moraju uvesti i tehnologije poput robotike i kibernetičkih sustava koja je donijela industrija 4.0 kako bi se na brži, kvalitetniji i jednostavniji način ispunili zahtjevi društva. Uz pomoć suvremene tehnologije, ljudima je osigurana podrška po pitanju upravljanja podacima. Lakše je predvidjeti svaku pogrešku ili pogrešan potez što smanjuje neispravne proizvode i osigurava bolju kvalitetu. Također, lakše je prepoznati zahtjeve koji se na tržištu traže te prilagoditi svoju proizvodnju tome.

U nastavku se navode sljedeći alati kvalitete 4.0 koji bi se trebali koristiti za ublažavanje prethodno spomenutih izazova prilikom implementacije i postavljanja sustava za podršku digitalnoj transformaciji (Arsovski, 2019):

- Umjetna inteligencija - računalni vid, obrada jezika, chatbot-ovi, osobni asistenti, navigacija, robotika, donošenje složenih odluka.
- Veliki podaci – alati za upravljanje i analizu velikih skupova podataka bez potrebe za korištenjem superračunala.
- Blockchain - povećanje transparentnosti i mogućnosti revizije transakcija, praćenje uvjeta kako se transakcije ne bi dogodile ako nisu ispunjeni ciljevi kvalitete.
- Duboko učenje (engl. *Deep learn*) - klasifikacija slika, prepoznavanje složenih uzoraka, predviđanje vremenskih nizova, generiranje teksta.
- Tehnologije koje omogućuju - računalstvo u oblaku, proširena stvarnost (AR), virtualna stvarnost (VR), 5G mreže, IoT.
- Strojno učenje - analiza teksta, sustavi preporuka, filteri neželjene pošte, detekcija prevara, predviđanje.
- Znanost o podacima – praksa okupljanja heterogenih skupova podataka za izradu predviđanja, izvođenje klasifikacija, pronalaženje obrazaca u velikim skupovima podataka, reduciranje velikih skupova opažanja na one najznačajnije.

Nadalje, stručnjaci za kvalitetu imaju jako važnu ulogu u vođenju svojih organizacija ka primjeni novih digitalnih tehnologija. Postići izvrsnost kroz kvalitetu znači prihvatiti budućnost

kvalitete. Kvaliteta 4.0 mnogo je više od tehnologije - novo je to razdoblje u kojem su profesionalci vezani za kvalitetu primorani da upravljaju digitalnim alatima danas dostupnima, razumiju kako ih primijeniti i postići izvrsnost u kvaliteti. Najvažnije je da stručnjaci za kvalitetu pomognu svojim organizacijama, da uspostave održivu vezu između izvrsnosti kvalitete i svoje sposobnosti te da napreduju u prekidima koristeći načela kvalitete kako bi omogućili rast i transformaciju. Vještine koje se od istih očekuju su razumijevanje sustavnog pristupa, odlučivanje temeljeno na podacima, uspostavljanje procesa za kontinuirano poboljšanje, poznavanje tehnologija industrije te kreativnost i inovativnost (Radziwill, 2018).

U konačnici, implementacija kvalitete 4.0 dovodi do:

- povećanja produktivnosti i razvoja vještina zaposlenika
- povećanja brzine i kvalitete donošenja odluka
- poboljšanja transparentnosti
- bržeg predviđanja promjena
- boljeg prilagođavanja novim okolnostima
- kontinuiranog poboljšanja novih poslovnih modela
- veće razine kvalitete proizvoda i usluga
- povećanja učinkovitosti i uspješnosti poslovanja

Cilj je koncepta kvaliteta 4.0 omogućiti poduzeću da postigne zrelost u mogućnostima koje je donijela industrija 4.0. Stavlja poseban naglasak na ljude, procese i tehnologiju.

Aspekt ljudi u kvaliteti 4.0 smatra se najvažnijim. Ključni aspekti koji povezuju ljude i kvalitetu 4.0 su vodstvo kultura i kompetencija. Nadalje kako se sve više rada automatizira, potreba za besprijekornim procesima postaje jako važna. Postojeći procesi bit će prekinuti, a potreba za educiranjem sljedeće generacije radnika za implementaciju novih procesa i strategija bit će ključna za kvalitetno i održivo poslovanje. Kvaliteta je ključna poveznica i trebala bi biti uključena na strateškoj razini za održivost tijekom ere digitalne transformacije. Tehnologija raste jako brzo, procesi, sustavi, podaci, upravljanje moraju držati korak s istom, svakom pojedincu daje sposobnost koja je prije bila dostupna samo velikim organizacijama. Kvalitetni profesionalci moraju prijeći s uloge analitičara podataka na uloge pregovarača s podacima uključivanjem u nove tehnologije, razumijevanjem tehnoloških dostignuća te određujući kako i kada ih koristiti.

Unatoč činjenici da je kvaliteta 4.0 relativno novi pojam, brojna poduzeća rade na implementaciji iste shvaćajući da na današnjem tržištu velike konkurencije mogu opstati jedno

ako idu uz korak s razvojem tehnologije i korištenjem novih digitalnih alata koji su posljedica četvrte industrijske revolucije. Ne dolazi samo do razvoja nove tehnologije, već se mijenjaju i generacije kupaca koji diktiraju tržišnu ponudu, ali i njima prihvatljive cjenovne uvjete. Upravo zato je preporuka za sva poduzeća da primjenjuju digitalne alate kako bi opstali na tržištu, da slušaju želje i potrebe svojih kupaca i u konačnici da postignu zadovoljstvo kod istih.

4. OČEKIVANJA KORISNIKA I KVALITETA 4.0

4.1. Očekivanja korisnika i suvremeni sustavi kvalitete

Suvremeni pristup kvaliteti osigurava kako sadašnje tako i buduće ispunjenje zahtjeva kupaca nekog proizvoda ili usluge prema ugovorenoj kvaliteti. Zahtjevi za kvalitetom danas su utvrđeni međunarodnim i europskim standardima koji predstavljaju minimum kvalitete koje svaki dobavljač proizvoda i usluga mora udovoljiti kako bi se kvalificirao za međunarodnu trgovinu i suradnju (Lazibat, 2003).

Suvremeni pristup kvaliteti teži uklanjanju pogrešaka u samom začetku, odnosno podrazumijeva poduzimanje preventivnih aktivnosti kojima se nastoji spriječiti njihovo nastajanje. Nadalje, suvremeni pristup kvaliteti teži efikasnom i učinkovitom ostvarivanju temeljnih ciljeva poduzeća, osiguravajući opstanak i prosperitet istoga.

Danas su najčešće korišteni sustavi upravljanja kvalitetom ISO 9001, Six sigma, Lean menadžment i upravljanje potpunom kvalitetom (TQM) koja poduzeća implementiraju u svoje poslovanje ovisno o svojim jedinstvenim potrebama. Prema Američkom udruženju za kvalitetu (ASQ) postoji nekoliko zajedničkih elemenata na kojima se danas temelje sustavi upravljanja kvalitetom i koja dovode do ispunjavanja zahtjeva kupaca i organizacije (Buntak et al. 2021):

- politika kvalitete i ciljevi organizacije
- priručnik kvalitete
- postupci, upute i zapisi
- upravljanje podacima
- interni procesi
- zadovoljstvo kupaca zbog kvalitete proizvoda
- mogućnosti poboljšanja
- analiza kvalitete

U nastavku će se detaljnije obraditi jedan od najčešće implementiranih sustava upravljanja kvalitetom, upravljanje potpunom kvalitetom ili TQM.

Postoji nekoliko načina definiranja upravljanja potpunom kvalitetom. Sustav upravljanja potpunom kvalitetom odnosi se na kontinuirano unapređenje proizvoda ili usluga s ciljem izgradnje visoke razine zadovoljstva kod kupaca što posljedično dovodi i do lojalnosti istih (Funda, 2010). S druge strane, prema Skoku (2000), TQM se odnosi na korporativnu filozofiju poslovnog menadžmenta koji ne razdvaja potrebe kupaca i poslovne ciljeve. Implementacijom

TQM-a osigurava se maksimalna učinkovitost i efikasnost u poslovanju kao i vodstvo na tržištu uvodeći procese i sustave koji će promicati izvrsnost, sprječavati nastajanje pogrešaka i jamčiti da će svaki aspekt poslovanja biti usmjeren na potrebe kupaca i unapređivanje poslovnih ciljeva. Nadalje, napominje kako ono može biti opisano i kao filozofija o kvaliteti čija je namjera uključiti svakog pojedinca u organizaciji s ciljem istraživanja kvalitete. Upravljanje potpunom kvalitetom širi se i na dobavljače i na potrošače koji su ujedno i glavna točka interesa.

U kontekstu upravljanja potpunom kvalitetom, standard za utvrđivanje kvalitete je ispunjenje zahtjeva i očekivanja koje imaju potrošači, ovisno o konkretnom proizvodu i potrebama korisnika.

Uz koncept TQM veže se osam osnovnih načela (Lazibat, Baković, 2012):

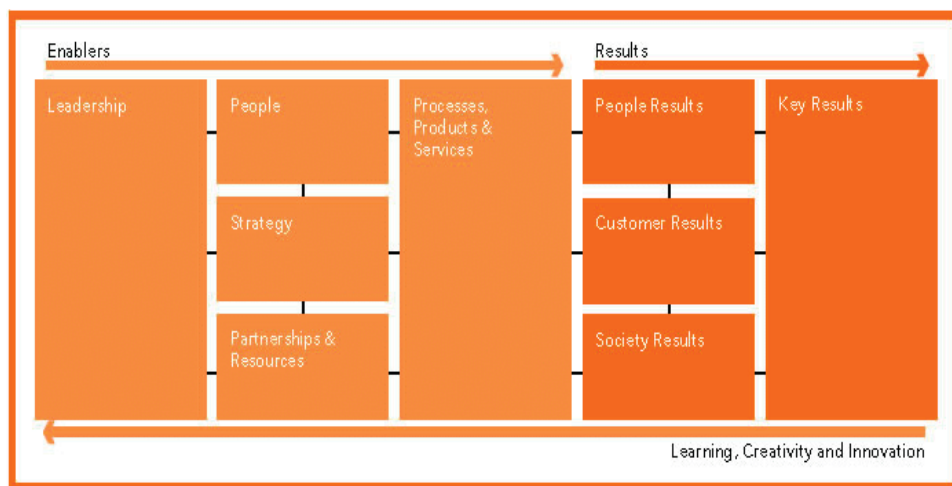
- Usmjerenost na kupce – kako je poznato da kvaliteta započinje i završava sa potrošačem, glavna je svrha poduzeća pridobiti i zadržati kupce te zadovoljiti sve njihove želje i potrebe.
- Vodeća uloga – implementacijom TQM-a dolazi do promjene menadžmenta u organizaciji. Od rukovodstva se očekuje da se posvete kvaliteti koja je glavni cilj TQM-a te da osiguraju viziju budućeg razvoja.
- Uključivanje svih zaposlenika – TQM se bazira na uključivanju svih zaposlenika neke organizacije u poslovanje što posljedično dovodi do povećanja vrijednosti za kupce.
- Procesni pristup – upravljanje kvalitetom sastoji se od 3 temeljna procesa: procesa planiranja kvalitete, procesa kontrole kvalitete te procesa unapređenja kvalitete. Cilj je pokrenuti proces koji će proizvoditi proizvode prema željama potrošača, učestalo prolaziti kroz kontrolu svih važnih procesa te uočiti eventualna odstupanja te naposljetku eliminirati nedostatke ukoliko isti postoje.
- Sustavni pristup upravljanju – podrazumijeva usredotočenost na upravljanje poslovnim procesima u organizaciji s ciljem povećanja efikasnosti poslovanja.
- Kontinuirano poboljšanje - smatra se glavnom poslovnom filozofijom gdje se teži kontinuiranom unapređivanju svih procesa koji su povezani s pretvaranjem inputa u outpute.
- Donošenje odluka na temelju činjenica - od vodećih se struktura u organizaciji zahtjeva da sve odluke donose na temelju vjerodostojnih informacija i podataka.
- Obostrano korisni odnosi s dobavljačima - teži se stvaranju obostranih koristi s dobavljačima kako bi se povećala vrijednost organizacije. Stvaranjem dobrih obostranih

odnosa olakšava se kako kratkoročno tako i dugoročno planiranje, zajednički nastup i opstanak na tržištu, optimizacija troškova i resursa kao i kontinuirano poboljšanje kvalitete proizvoda.

Nadalje, počeci 1980.-ih godina dovele su do razvoja različitih modela poslovne izvrsnosti čiji je cilj bio stvoriti okvir za samoprocjenu unutar kojeg poduzeće može analizirati svoje snage u područjima u kojima postoji prostor za poboljšanje što će posljedično dovesti do boljih organizacijskih performansi.

Jedan od najpoznatijih modela poslovne izvrsnosti je EFQM model koji kao ključne čimbenike za ostvarivanje poslovne izvrsnosti navodi: vodstvo, ljude u organizaciji, strategiju, partnerstvo i resurse organizacije, procese, proizvode i usluge organizacije, rezultate s ljudima, rezultate s kupcima te društvene i poslovne rezultate prikazane na slici 6.

Slika 6. Struktura EFQM modela



Izvor: <https://doi.org/10.3390/su13063107> preuzeto (30.03.2023.)

Struktura EFQM modela sastoji se od 9 ranije spomenutih kriterija važnih za postizanje organizacijske izvrsnosti. Kriteriji su podijeljeni u dvije kategorije, ovlaštenja i rezultate, gdje se ovlaštenja odnose na način kako se organizacija ponaša, kako upravlja svojim osobljem i resursima, kako planira strategiju i kako nadgleda procese, a sastoji se od vodstva, zaposlenika, politike i strategije, partnerstva i resursa te procesa. Rezultati se odnose na ono što organizacija postiže i oni uključuju rezultate zaposlenika, rezultate kupaca, rezultate društva i ključne pokazatelje izvedbe.

Najnoviji EFQM 2020 model poziva se na nova razmišljanja, disruptivne pristupe i suradničko vodstvo kako bi se osiguralo da poduzeća mogu istovremeno upravljati promjenama i poboljšati

svoje performanse. Pozicioniran je za izvanredne organizacije koje stvaraju održivu vrijednost, naglašavajući svoj ekosustav te identificirajući, dajući prioritete i prateći očekivanja dionika. Model se temelji na pet ključnih koncepata: kultura, vodstvo, transformacija i izvedba, fleksibilnost i prilagodba te fokus na budućnost. EFQM 2020 model ima za cilj istovremeno isporučiti performanse i osigurati transformaciju, stvoriti trajne vrijednosti za dionike organizacije i postići izvanredne i trajne rezultate (Fonseca, Amaral, Oliveira, 2020).

Globalizacija i rast tržišta dovela su do sve zahtjevnijih kupaca i sve veće konkurencije. Kako bi uspješno odgovorila na zahtjeve kupca, poduzeća trebaju učinkovito upravljati svojim poslovnim procesima te se učestalo prilagođavati promjenama na globalnom tržištu. Također, trebaju kontinuirano upravljati i poboljšavati proces upravljanja kvalitetom jer je to preduvjet kvalitetnog upravljanja u suvremenim uvjetima poslovanja. Kvaliteta je preduvjet za uspješni poslovni proces. U tijeku četvrte industrijske revolucije kvaliteta je svakako jedan od resursa u koji se isplati ulagati radi ostvarivanja konkurentnosti na globalnom tržištu (Buntak et al. 2021).

Očekivanja korisnika u suvremenom svijetu vrlo su jasna. Uz veliku konkurenciju i nebrojeno alternativa, korisnicima se nudi veliki izbor. Shodno tome korisnici očekuju pouzdani proizvod prihvatljive cijene i vremena isporuke te očekivane kvalitete i dizajna. Korisnici odabiru proizvoda danas pristupaju na način gdje se prvotno o željenom proizvodu dobro informiraju, isti usporede sa konkurencijom te naposljetku donose odluku o kupovini u skladu sa svojim željama i potrebama. Upravo se iz tog razloga od poduzeća traži da ide u korak s napretkom tehnologije, da ulaže u kvalitetu proizvoda te da ide u korak sa suvremenim svijetom kako bi si osiguralo opstanak na tržištu i lojalne kupce.

4.2. Metodologija i okvir istraživanja

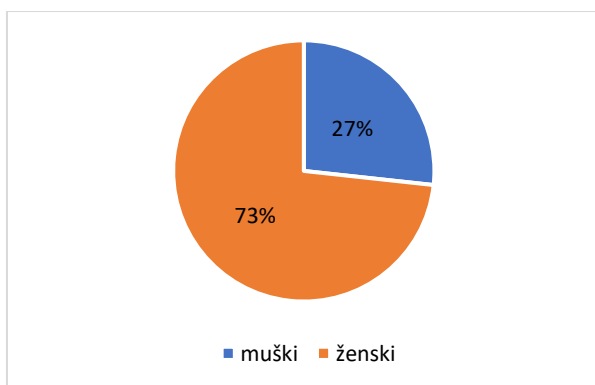
Za potrebe istraživačkog dijela rada, anketnim upitnikom provedeno je primarno istraživanje kako bi se dobio uvid o stavovima potrošača o digitalnoj transformaciji i modelu kvalitete 4.0. Anketa je bila raširena među zaposlenicima jednog prodajnog poduzeća kao i među kolegama koji su sadašnji ili bivši studenti, većinom zaposleni. Istraživanje je provedeno unutar 2 tjedna u mjesecu ožujku 2023. godine. Anketni upitnik sastoji se od dva dijela. Prvi dio upitnika sadrži sociodemografska obilježja ispitanika kao što su spol, dob, razina obrazovanja i trenutni radni status dok se drugi dio upitnika odnosi na terminologiju koja se obrađuje i sastoji se od pitanja otvorenog tipa kao i ponuđenih tvrdnji koje su ispitanici ocjenjivali ocjenama od 1 do 5 gdje je

1 = u potpunosti se ne slažem, 2 = ne slažem se, 3 = niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = slažem se, 5 = u potpunosti se slažem.

4.3. Rezultati istraživanja kvalitete korisnika o modelu kvalitete 4.0

Studentsku anketu ispunilo je 116 ispitanika. Od ukupnog broja ispitanika, njih 85 odnosno 73% odnosi se na žensku populaciju dok preostali broj od 31, odnosno 27% predstavlja mušku populaciju (grafikon 1).

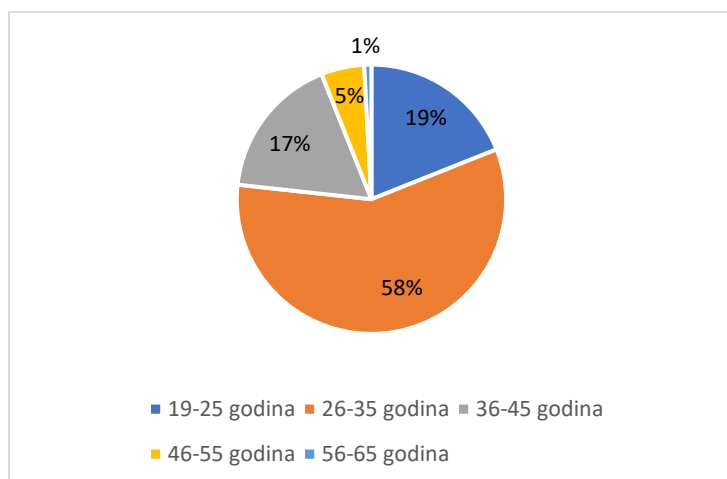
Grafikon 1. Spol ispitanika



Izvor: Primarno istraživanje

Gledajući ispitanike po dobnim skupinama (grafikon 2), vidljivo je kako najveći broj ispitanika pripada dobnoj skupini od 26 do 35 godina, njih 67 odnosno 58%. Sljedeća najbrojnija dobna skupina je od 19 do 25 godina. Tu pripada 22 ispitanika odnosno 19%. Dobnoj skupini od 36 do 45 godina pripada 20 ispitanika (17%) dok značajnije manji postotak pripada preostalim dvjema dobnim skupinama. Pa tako skupinu od 46 do 55 godina čini šestero (5%) ispitanika, a skupinu od 56 do 65 godina čini svega 1% ispitanika.

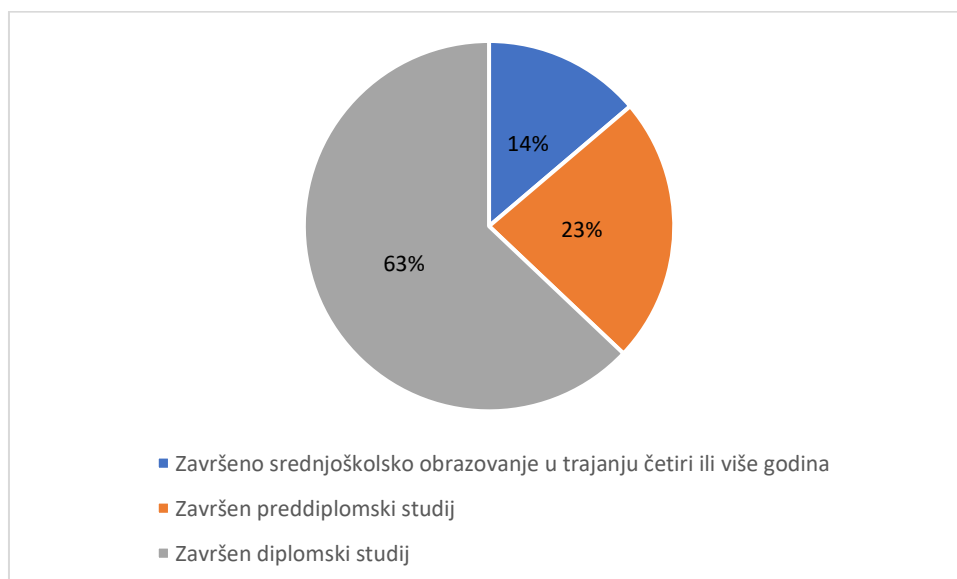
Grafikon 2. Dobna struktura ispitanika



Izvor: Primarno istraživanje

Prema obrazovnoj strukturi zaposlenika (grafikon 3), njih 73 (63%) završilo je diplomski studij. Njih 27 (23%) ima završen preddiplomski studij. Slijede ispitanici sa završenim srednjoškolskim obrazovanjem u trajanju 4 ili više godina, njih 16 (14%). Niti jedan ispitanik ankete nema završenu samo osnovnu školu kao niti poslijediplomski specijalistički studij ili poslijediplomski znanstveni magistarski ili doktorski studij.

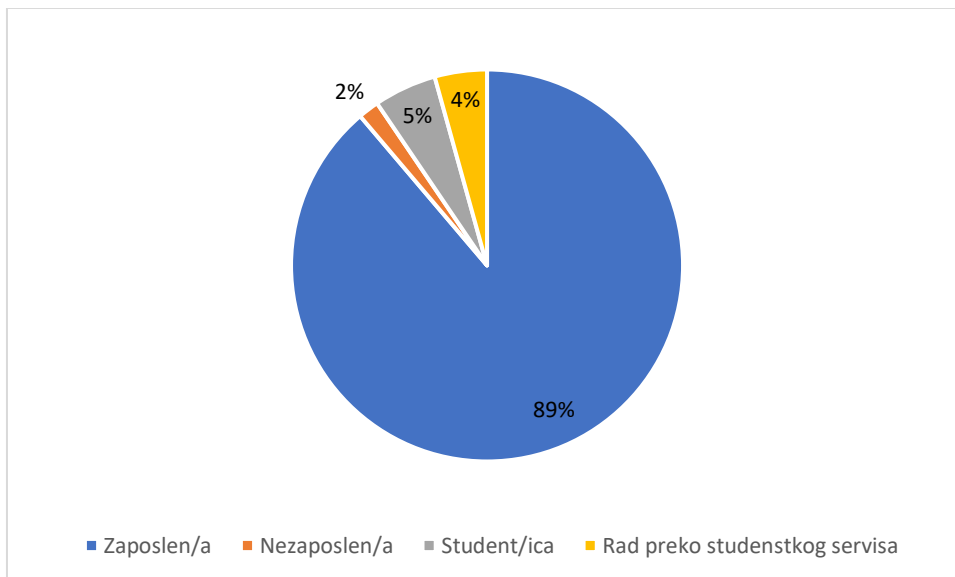
Grafikon 3. Obrazovna struktura ispitanika



Izvor: Primarno istraživanje

Grafikon 4 prikazuje trenutni radni status ispitanika. Isti nam ukazuje kako je 103 ispitanika, odnosno 89%, trenutno zaposleno. Šestero ispitanika (5%) u trenutku ispunjavanja ankete još studira, petero ispitanika (4%) radi preko studentskog servisa, dok je njih dvoje (2%) trenutno nezaposleno.

Grafikon 4. Trenutni radni status zaposlenika



Izvor: Primarno istraživanje

Nakon završenog prvog dijela upitnika u kojem su se ispitivala sociodemografska obilježja ispitanika, uslijedila su dva pitanja otvorenog tipa koja su se odnosila na stavove ispitanika o provođenju digitalne transformacije na njihovom trenutnom radnom mjestu.

Na pitanje koje glasi: “Ukoliko ste zaposleni, primjećujete li da je poduzeće u kojem trenutno radite uspješno provelo ili provodi digitalnu transformaciju?”, njih 95 (82%) odgovorilo je pozitivno, odnosno primjećuju da njihovo trenutno poduzeće djelomično ili uspješno provodi ili je već uspješno provelo digitalnu transformaciju poslovanja. Desetero ispitanika (9%) odgovorilo je kako za sada ne primjećuju provođenje iste. Osmero trenutno ne zaposlenih ispitanika (7%) nije odgovorilo na postavljeno pitanje, dok je troje (2%) ispitanika na postavljeno pitanje ostalo suzdržano. Sljedeće pitanje bilo je namijenjeno za trenutno nezaposlene osobe, bilo da su još u procesu studiranja, bilo da su nezaposleni, te je glasilo: “Ukoliko trenutno niste zaposleni, da možete birati, biste li odabrali rad u poduzeću koje je digitaliziralo svoje poslovne procese?” Obzirom da su anketu ispunjavale dvije nezaposlene osobe te šestero trenutno nezaposlenih studenata, iste su odgovorile potvrdno, odnosno kako bi, da imaju izbora, svakako odabrali digitalizirano poduzeće. Također, tu se susrećemo i sa

odgovorima poput “iako sam trenutno zaposlena, svakako bih opet odabrala rad u digitaliziranom poduzeću”, “zaposlena sam, ali bih se prebacila u poduzeće koje digitalizira svoje poslovanje” i slično.

Dva anketna pitanja napravljena su kao mogućnost višestrukog odabira gdje se, u prvom pitanju ispitivalo ispitanike koliko se često koriste novom tehnologijom i internetom, a u drugom pitanju što za ispitanike određuje kvalitetu proizvoda.

Preko 98% ispitanika odgovorilo je kako svakodnevno koristi nove tehnologije i internet, a svega manje od 2% ispitanika iste koristi tek nekoliko puta tjedno. Zatim je uslijedilo drugo pitanje višestrukog odabira gdje se od ispitanika tražilo da između ponuđenih odgovora navedu jedan ili više onih što za njih određuje kvalitetu proizvoda. Između redom ponuđenih odgovora: cijena, pouzdanost, dizajn, vrijeme isporuke, sve navedeno i ostalo, 78% ispitanika odgovorilo je kako je sve navedeno važno za kvalitetu proizvoda. Nadalje, ispitanici su naveli kako 20% kvalitete proizvoda određuje pouzdanost istoga, 14% cijena i vrijeme isporuke te 10% dizajn proizvoda. Jedan je ispitanik, osim ponuđenih odgovora, naveo kako je i preporuka proizvoda važna odrednica kvalitete istoga.

Sljedeća pitanja u anketnom su upitniku oblikovana Likertovom skalom gdje ispitanici brojevima od 1 do 5 (1 = u potpunosti se ne slažem, 2 = ne slažem se, 3 = niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = slažem se, 5 = u potpunosti se slažem) iznose svoje slaganje s određenom tvrdnjom.

U tablici broj 2 prikazan je stupanj slaganja s određenim tvrdnjama koja se odnose na digitalnu transformaciju.

Tablica 2: Popis tvrdnji korištenih u istraživanju

	1	2	3	4	5
Smatram da definicija pojma digitalna transformacija koja glasi: „digitalna transformacija predstavlja integraciju digitalnih tehnologija u svim područjima poslovanja“ točno objašnjava značenje pojma.	0 0%	1 0,9%	3 2,6%	37 31,9%	75 64,7%
Smatram da definicija pojma digitalna transformacija koja glasi: „digitalna transformacija predstavlja radikalnu promjenu	1 0,9%	5 4,3%	14 12,1%	19 16,4%	77 66,4%

načina rada i isporuke vrijednosti potrošačima/kupcima“ točno objašnjava značenje pojma.					
Smatram da digitalna transformacija omogućuje poduzeću veću konkurentnost na tržištu.	0 0%	0 0%	1 0,9%	18 15,5%	97 83,6%
Smatram da digitalna transformacija omogućuje poduzeću smanjenje ukupnih troškova.	1 0,9%	0 0%	5 4,3%	51 44%	59 50,9%
Smatram da je poduzeće koje nije digitalno transformirano u opasnosti od propadanja.	0 0%	7 6%	16 13,8%	9 7,8%	84 72,4%
Smatram da poduzeće koje nije digitalno transformirano propušta bitne prilike na tržištu, ali i unutar samog poduzeća.	0 0%	2 1,7%	3 2,6%	48 41,4%	63 54,3%
Smatram da je u digitalnoj transformaciji bitno koristiti obilježja digitalnih tehnologija koja omogućuju nove oblike poslovanja koja su usmjerena na stvaranje vrijednosti kupcima.	0 0%	0 0%	4 3,4%	16 13,8%	96 82,8%
Smatram da je u digitalnoj transformaciji bitno usvajanje novih znanja i vještina zaposlenika.	0 0%	2 1,7%	2 1,7%	14 12,1%	98 84,5%

Izvor: Primarno istraživanje

U tablici broj 3 prikazan je stupanj slaganja s određenim tvrdnjama koja se odnose na stavove ispitanika o kvaliteti općenito.

Tablica 3. Popis tvrdnji korištenih u istraživanju

	1	2	3	4	5
Smatram da je za kvalitetu proizvoda bitno da poduzeće sluša potrebe i želje kupaca na tržištu.	0 0%	2 1,7%	3 2,6%	10 8,6%	101 87,1%
Smatram da je za kvalitetu proizvoda bitno da poduzeće u kreiranje proizvoda uključi kupce.	1 0,9%	0 0%	9 7,8%	9 7,8%	97 83,6%
Smatram da je za kvalitetu proizvoda bitna uključenost svih zaposlenika u poduzeću.	2 1,7%	3 2,6%	17 14,6%	14 12,1%	80 69%

Smatram da je za kvalitetu proizvoda potrebno adekvatno znanje zaposlenika te konstantno usavršavanje i obuka istih.	0 0%	1 0,9%	2 1,7%	13 11,2%	100 86,2%
Smatram da postoje razlike u kvaliteti proizvoda neke robne marke unazad 10 godina i danas.	0 0%	1 0,9%	53 45,7%	12 10,3%	50 43,1%
Smatram da će loša kvaliteta proizvoda dovesti do smanjenja dobiti za poduzeće.	1 0,9%	0 0%	10 8,6%	23 19,8%	82 70,7%
Smatram da je dobro razvijena kultura kvalitete neophodna za uspješnost poslovanja poduzeća.	0	3 2,6%	5 4,3%	43 37,1%	65 56%
Smatram da stvaranje svijesti i uključenost zaposlenika te naglasak na vodstvu, vjerodostojnosti i autonomiji smanjuje troškove ukupne kvalitete.	0 0%	4 3,4%	5 4,3%	43 37,1%	64 55,2%
Smatram da široki raspon tehnologija koji nam je danas dostupan smanjuje ukupno vrijeme potrebno za proizvodnju i dovodi do poboljšanja kvalitete u svim fazama proizvodnog procesa.	0 0%	1 0,9%	2 1,7%	39 33,6%	74 63,8%
Smatram da široki raspon tehnologija povećava kvalitetu samog proizvoda.	0 0%	4 3,4%	8 6,9%	21 18,1%	83 71,6%
Digitalna transformacija i upravljanje kvalitetom su komplementarni ciljevi suvremenih poduzeća.	0 0%	1 0,9%	6 5,2%	22 19%	87 75%
Digitalna transformacija doprinosi unapređenju kvalitete poslovanja poduzeća.	0 0%	1 0,9%	6 5,2%	15 12,9%	94 81%

Izvor: Primarno istraživanje

U tablici broj 4 prikazan je stupanj slaganja s određenim tvrdnjama koja se odnose na implementaciju kvalitete 4.0 u poslovanje.

Tablica 4: Popis tvrdnji korištenih u istraživanju

	1	2	3	4	5
Povećanja produktivnosti i razvoja vještina. Zaposlenika	0 0%	2 1,7%	6 5,2%	21 18,1%	87 75%
Povećanja brzine i kvalitete donošenja odluka.	1 0,9%	1 0,9%	3 2,6%	24 20,7%	87 75%
Poboljšanja transparentnosti.	0 0%	2 1,7%	6 5,2%	22 19%	86 74,1%
Bržeg predviđanja promjena.	0 0%	1 0,9%	4 3,4%	22 19%	89 76,7%
Boljeg prilagođavanja novim okolnostima	0 0%	1 0,9%	3 2,6%	38 32,7%	74 63,8%
Kontinuiranog poboljšanja novih poslovnih modela.	0 0%	1 0,9%	3 2,6%	32 27,6%	80 69%
Veće razine kvalitete proizvoda ili usluga.	0 0%	1 0,9%	5 4,3%	19 16,4%	91 78,4%
Povećanja učinkovitosti i uspješnosti poslovanja.	0 0%	1 0,9%	3 2,6%	20 17,2%	92 79,3%

Izvor: Primarno istraživanje

U zadnjem anketnom pitanju od ispitanika se tražilo da rangiraju po važnosti vještine kvalitetnih stručnjaka koji su savršeno pozicionirani za predlaganje i uvođenje inicijativa za digitalnu transformaciju i kvalitetu 4.0. Od ponuđenih su vještina stavili kao najvažniju poznavanje tehnologija industrije 4.0, zatim kreativnost i inovativnost, uspostavljanje procesa za kontinuirano poboljšanje, odlučivanje temeljeno na podacima i razumijevanje sustavnog pristupa. Kao dodatne vještine koje su ispitanici napisali da bi kvalitetni stručnjaci morali posjedovati su aktivno slušanje i traženje tuđeg mišljenja, razumijevanje potrošača, timski rad te poznavanje organizacijske strukture poduzeća.

4.4. Diskusija rezultata istraživanja

Nakon provedenog istraživanja dolazi se do zaključka kako dobiveni rezultati ne odstupaju od onih očekivanih. Anketirani ispitanici jako su dobro upoznati s pojmovima poput tehnologije, digitalne transformacije, kvalitete i prednostima koje iste nude.

Cilj ankete bio je ispitati stavove ispitanika o digitalnoj transformaciji, o novom modelu kvalitete do kojeg ista dovodi te prednostima koje proizlaze iz korištenja navedenog.

U prethodnom se poglavlju mogu iščitati rezultati koji su proizašli iz ponuđenih tvrdnji ispitanicima gdje se od istih tražilo da brojevima od 1 do 5 izraze svoje slaganje s istima.

Najprije su se pred ispitanicima nalazila pitanja vezana uz digitalnu transformaciju poslovanja te važnosti implementacije iste, a dobiveni su odgovori rezultirali očekivanim ishodom. Ispitanici su iskazali važnost za digitalnom transformacijom poslovanja smatrajući da je to danas jedan od bitnih preduvjeta opstanka na tržištu. Pa se tako veliki broj ispitanika složio s tvrdnjama da digitalna transformacija integrira digitalne tehnologije u sva područja poslovanja kao i da digitalna transformacija predstavlja radikalnu promjenu načina rada i isporuke vrijednosti kupcima. Tek manji broj ispitanika (oko 6%) pokazao je kako se ne slaže s navedenim tvrdnjama, dok je njih oko 15% ostalo suzdržano odgovorom “niti se slažem, niti se ne slažem”. Preko 90% ispitanika smatra da digitalna transformacija omogućuje poduzeću veću konkurentnost na tržištu kao i smanjene ukupnih troškova dok je nešto više od 5% ispitanika na tu tvrdnju ostalo suzdržano. Dok nije bilo onih ispitanika koji se nisu slagali s tvrdnjom vezanom za konkurentnost poduzeća, manje od 1% ispitanika nije se složio s tvrdnjom da digitalna transformacija dovodi do smanjenja ukupnih troškova. Većina ispitanika smatra kako poduzeće koje nije digitalno transformirano popušta bitne prilike, kako na tržištu tako i unutar samog poduzeća, te da je isto i u opasnosti od propadanja ukoliko ne ide u korak s razvojem tehnologije. Nešto više od 15% ispitanika na navedene tvrdnje ostao je suzdržan dok se oko 5% ispitanika nije složio s navedenim tvrdnjama. Preko 90% ispitanika se ili složio ili u potpunosti složio kako je u digitalnoj transformaciji bitno koristiti obilježja digitalnih tehnologija koja omogućuju nove oblike poslovanja koje su usmjerena na stvaranje vrijednosti kupcima te da je u digitalnoj transformaciji izrazito važno usvajanje novih znanja i vještina zaposlenika.

Nakon pitanja vezanih za digitalnu transformaciju poslovanja, uslijedila su pitanja vezana za percepciju kvalitete od strane ispitanika. Dobiveni su odgovori približili stavove zaposlenika o kvaliteti općenito te se dolazi do zaključka kako većina ispitanika smatra da je za kvalitetu proizvoda potrebno da poduzeće sluša želje i potrebe kupaca na tržištu kao i da u samo kreiranje

proizvoda uključi iste. Nešto više od 10% ispitanika na spomenute je tvrdnje ostalo suzdržano, dok se manje od 3% ispitanika s istim nije složilo. Preko 80% ispitanika smatra kako je za kvalitetu proizvoda bitna uključenost svih zaposlenika. Manje od 5% ispitanika s navedenom tvrdnjom iskazalo je ne slaganje dok je oko 14% ispitanika ostalo suzdržano. Nadalje, većina ispitanika smatra kako je za kvalitetu proizvoda od velike važnosti adekvatno znanje zaposlenika kao i konstantno usavršavanje i obuka istih. Na pitanje o promjeni kvalitete robe neke robne marke unazad 10 godina i danas, gotovo isti postotak ispitanika se i složio i ostao suzdržan ne dajući nam na taj način pravi uvid u razmišljanja istih. Većina ispitanika smatra kako loša kvaliteta dovodi do smanjenja dobiti za poduzeće kao i da je dobro razvijena kultura kvalitete neophodna za dobro poslovanje istoga. Preko 90% ispitanika smatra da naglasak na vodstvu, vjerodostojnosti i autonomiji smanjuje troškove ukupne kvalitete. Preko 90% ispitanika smatra da upravo široki raspon tehnologija danas dostupan smanjuje vrijeme potrebno za proizvodnju te u konačnici dovodi do poboljšanja kvalitete u svim fazama proizvodnog procesa pa samim time i veće kvalitete proizvoda, a tek se manji postotak ispitanika s navedenim ili nije složio ili je ostao suzdržan. Gotovo svi ispitanici složili su se s tvrdnjama da su digitalna transformacija i upravljanje kvalitetom danas komplementarni ciljevi suvremenih poduzeća kao i da digitalna transformacija doprinosi unapređenju kvalitete poslovanja poduzeća, dok je tek manji broj ispitanika na navedene tvrdnje ostao suzdržan ili se s istima nije složio.

I na kraju su se pred ispitanicima nalazila pitanja koja povezuju pojmove digitalne transformacije i kvalitete te su vezana za implementaciju novog koncepta kvalitete, kvalitete 4.0. Nakon početno napisane definicije o kvaliteti 4.0 kako bi se ispitanicima približilo značenje konkretnog pojma, od istih se tražilo da iznesu svoje slaganje o važnosti implementacije iste. Pa je tako preko 90% ispitanika odgovorilo da se slaže ili u potpunosti slaže s činjenicom da implementacija kvalitete 4.0 dovodi do povećanja produktivnosti i razvoja vještina zaposlenika, povećanja brzine i kvalitete donošenja odluka te poboljšanja transparentnosti i bržeg predviđanja promjena. Tek manji dio ispitanika ostaje suzdržan od odgovora ili se s istim ne slaže. Također, većina ispitanika smatra kako implementacija kvalitete 4.0 dovodi do boljeg prilagođavanja novim okolnostima, kontinuiranog poboljšanja novih poslovnih modela, veće kvalitete proizvoda ili usluga te u konačnici povećanja učinkovitosti i uspješnosti poslovanja.

Zaključuje se kako dobiveni rezultati od strane ispitanika potvrđuju navode iz analizirane literature u prethodnim poglavljima. U radu se navodi kako je ubrzani razvoj tehnologije doveo do potrebe za digitalnom transformacijom poduzeća koja predstavlja integraciju digitalnih

tehnologija u svim područjima poslovanja kao i radikalnu promjenu načina rada i isporuke vrijednosti kupcima koja posljedično dovodi i do razvoja novog koncepta kvalitete, kvalitete 4.0. Kvaliteta 4.0 podrazumijeva digitalizaciju upravljanja kvalitetom koja u središte stavlja ljude. Ispitanici su svojim odgovorima iskazali slaganje s navedenim tvrdnjama te prepoznali važnost i potrebu da poduzeća drže korak s razvojem tehnologije, ulažu u istu, digitalno transformiraju svoje poslovne procese kako bi opstali na tržištu kao i da, u ovim uvjetima velike konkurencije, rade na kvaliteti proizvoda s ciljem zadovoljavanja potreba i želja kupaca na tržištu.

Jedno od ograničenja ovog istraživanja nalazi se u manjem broju ispitanika koji su pristupili istraživanju kao i pretežito ženskoj populaciji smanjujući tako uvide u stavove muške populacije. Također, dobiveni odgovori predstavljaju subjektivne tvrdnje koje bi se trebale usporediti sa stvarnim pokazateljima, a kako postoji nedostatak ranije provedenih primarnih istraživanja navedene tematike, otežana je i usporedba podataka. Nadalje, kod ovakvog načina provođenja ankete, dovodi se u pitanje kako zainteresiranost tako i istinitost odgovora ispitanika budući da je nemoguće kontrolirati uvjete u kojima ispitanici odgovaraju na ponuđena pitanja. U manjem broju pitanja postoji dosta suzdržanih ispitanika ne dajući nam na taj način uvid u njihove stavove.

Ovako provedena istraživanja trebala bi potaknuti poduzeća da razmotre stavove svojih zaposlenika te da im isto posluži za daljnje razmatranje prilikom donošenja odluka vezanih za poslovanje. Poduzeća bi trebala svojim pristupom usmjerenim na zaposlenike adekvatno upravljati svojom kvalitetom te provoditi digitalnu transformaciju i uspostaviti procese za kontinuirano poboljšanje. Također, potrebno je da poduzeća prate navike potrošača, slušaju želje i potrebe svojih kupaca i svakome pristupe individualno kako bi stvorili lojalne kupce. Potrebno je da ulažu u digitalne vještine, obuku i obrazovanje zaposlenika kako bi osigurali kompetentne zaposlenike u procesu digitalne transformacije. Preporuka je da se u budućim istraživanjima ispituju i stručnjaci u ovom području kao i da se pitanja usmjere na rukovodeće pozicije nekog poduzeća kako bi se iščitali njihovi stavovi o provođenju digitalne transformacije kao i o eventualnim razlozima i ograničenjima zašto istu ne provode ili nisu uspjeli provesti.

5. ZAKLJUČAK

Proteklo je desetljeće obilježeno četvrtom industrijskom revolucijom, te brojnim promjenama u tehnološkom okviru koja je ista sa sobom donijela olakšavajući ljudima svakodnevni život, a poduzećima svakodnevno poslovanje.

Kako bi poduzeće prilagodilo svoje poslovanje i išlo u korak s razvojem tehnologije, potrebno je da se isto digitalno transformira.

Četvrta industrijska revolucija dovela je do automatizacije procesa i sve manje potrebe za ljudskim radom. Nadalje, dovela je do potrebe da poduzeća digitalno transformiraju svoje poslovanje kako bi opstali na tržištu u uvjetima velike i jake konkurencije. Zatim, daljnji razvoj tehnologije i digitalna transformacija posljedično su doveli do razvoja novog koncepta kvalitete, kvalitete 4.0 koja u središte stavlja kupce fokusirajući se da istima pruži proizvod koji najbolje odgovara njihovim preferencijama te se istovremeno mijenja i kultura organizacije uključujući zaposlenike u sve faze proizvodnog procesa kako bi se ispunio krajnji cilj poduzeća.

Provedeno primarno istraživanje u obliku anketnog upitnika dalo nam je uvid u stavove potrošača o potrebi za digitalnom transformacijom poduzeća kao i stavove o kvaliteti 4.0. Dobiveni rezultati istraživanja potvrdili su očekivano i pokazali kako ispitanici smatraju da je, u ovo vrijeme brzo rastuće tehnologije, neophodno digitalno transformiranje poduzeća kako bi mogao konkurirati i uopće opstati na tržištu te kako u ovo današnje vrijeme velike konkurencije oni očekuju kvalitetan proizvod koji najbolje odgovara njihovim preferencijama.

U budućnosti se očekuje i razvoj industrije 5.0 koja će osigurati suradnju automatiziranih sustava s čovjekom povećavajući njegovu produktivnost. S industrijom 5.0 očekuje se i razvoj novog oblika kvalitete, kvaliteta 5.0 koja će postojeće koncepte kvalitete dodatno unaprijediti upravo kroz suradnju čovjeka i automatiziranih procesa.

LITERATURA

1. Apsolon (2020), *Digitalna transformacija u Hrvatskoj 2020.*, preuzeto (01.02.2023.) s: <https://apsolon.com/publikacije/digitalna-transformacija-u-hrvatskoj-2020/>
2. Areppim (2019), *Mobile Phone Market Forecast*, preuzeto (30.01.2023.) s https://stats.areppim.com/stats/stats_mobilex2019.htm
3. Armani, C.G., de Oliveira, K.F., Munhoz, I.P. i Akkari, A.C.S. (2020), Proposal and application of a framework to measure the degree of maturity in Quality 4.0: a multiple case study, u *Advances in Mathematics for Industry 4.0*, Academic Press. str. 131-163.
4. Armstrong, M. (2001), *Kompletna menadžerska znanja*, Zagreb: M.E.P. Consult
5. Arsovski, S. (2019), *Social oriented quality: from quality 4.0 towards quality 5.0* preuzeto s: http://www.cqm.rs/2019/papers_iqc/37.pdf
6. Awad, M., Ben-Daya, M. i Saihi, A. (2021), Quality 4.0: leveraging Industry 4.0 technologies to improve quality management practices – a sistematic review, *International Journal of Quality and Reliability Management.*, preuzeto (28.02.2023.) s: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2021-0305>
7. Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G. i Sarkis, J. (2020), Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective, *International journal of production economics*, preuzeto (28.02.2023.) s: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
8. Basara, N. (2018), *Digitalna transformacija kao temelj 4. industrijske revolucije*, preuzeto (08.02.2023) s: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:212:545964>
9. Bauer, J. E., Duffy, G. L. i Wscott, R. T. (2002): *The quality improvment handbook*, Milwaukee: ASQ Quality Press, str. 4
10. Britvić, J. (2011). Moderni sustavi upravljanja u organizacijama. *Praktični menadžment: stručni časopis za teoriju i praksu menadžmenta*, 2(1), 72-80.
11. Buntak, K., Baković, T., Mišević, P., Damić, M. i Buntić L.(2021). *Kvaliteta i sustavi upravljanja kvalitetom*, Zagreb: Hrvatska gospodarska komora, preuzeto (28.02.2023.) s: <https://www.hgk.hr/documents/sveucilisni-prirucnik-kvaliteta-i-sustavi-upravljanja-kvalitetom618e70fc7168b.pdf>
12. Chiarini, A. (2020), Industry 4.0, quality management and TQM world. A systematic literature review and a proposed agenda for further research. *The TQM Journal*, preuzeto (28.02.2023.) s: <https://doi.org/10.1108/TQM-04-2020-0082>
13. Dascal, M. (2008), Leibniz:What kind of rationalist?, *Springer Link*, preuzeto (08.02.2023.) s: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8668-7>

14. Dataversity (2021), *Industry 4.0: Make Data-Driven Decisions Immediately*, preuzeto (01.02.2023.) s: <https://www.dataversity.net/industry-4-0-make-data-driven-decisions-immediately/>
15. De Souza, F. F., Corsi, A. i Negri Pagani, R. (2021), Total quality management 4.0: adapting quality management to Industry 4.0. *The TQM Journal*, preuzeto (11.02.2023.) s: <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2020-0238>
16. Dias, A. M., Carvalho, A. M., i Sampaio, P. (2022). Quality 4.0: literature review analysis, definition and impacts of the digital transformation process on quality. *International Journal of Quality & Reliability Management*, preuzeto (11.02.2023.) s: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2021-0247>
17. Encyclopaedia Britannica (2023), *Industrial revolution*, preuzeto (18.04.2023.) s: <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>
18. Encyclopaedia Britannica (2023), *World Wide Web*, preuzeto (28.01.2023.) s: <https://www.britannica.com/topic/World-Wide-Web>
19. Evans, N. D. (2017.), *Mastering Digital Business: How powerful combinations of disruptive technologies are enabling the next wave of digital transformation*, preuzeto (10.03.2023.) s: <https://www.nicholasdevans.com/assessing-your-organizations-digital-transformation-maturity/>
20. Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D. i Welch, M. (2014), Embracing digital technology: A new strategic imperative, *MIT sloan management review*, 55(2).
21. Fonseca, L., Amaral, A. i Oliveira, J. (2020), Quality 4.0: The EFQM 2020 Model and Industry 4.0 Relationships and Implications. *ResearchGate*, preuzeto (18.03.2023.) s: https://www.researchgate.net/figure/EFQM-2020-model-and-Industry-40-relationships_tbl2_350008438
22. Forbes (2018), *Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril*, preuzeto (01.02.2023.) s: <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/?sh=3bd70ea42f2c>
23. Funda, D. (2010). Sustav upravljanja kvalitetom u logistici. *Tehnički glasnik*, 4(1-2), 94-98.
24. Hoover, M. L. i Kolb, R. (2012), *The history of quality in industry*, preuzeto (01.02.2023.) s: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1051714>
25. Insider (2020), *Bill Gates, Mark Zuckerberg, and Jeff Bezos: Here's how old the founders of 23 tech giants were when they started their first companies*, preuzeto

- (28.01.2023.) s: <https://www.businessinsider.com/ages-of-tech-founders-when-they-started-their-first-companies-2019-4>
26. I-SCOOP (2022), *What is digital transformation? The essential guide to DX*, preuzeto (01.02.2023.) s: <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/>
 27. Jacob, D. (2017), *Quality 4.0 Impact and Strategy Handbook: getting digitally connected to transform quality management*, LNS Research: Cambridge
 28. Juran, J. M. (2003), *Juran on leadership for quality*, New York: Simon and Schuster
 29. Hermann, M., Pentek, T. i Otto, B. (2015). Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review, *ResearchGate*, preuzeto (08.02.2023.) s: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29269.22248>
 30. Kagermann, H., Wahlster, W. i Helbig, J. (2013), *Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group*, preuzeto (08.02.2023.) s: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendation-s-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>
 31. Kelly, J. M. (1997), *Upravljanje ukupnom kvalitetom*, Zagreb: Potecon
 32. Knafelj Jakovac, K. (2018), *Prilagodimo održavanje 4. industrijskoj revoluciji, Strojarska radionica*, preuzeto (18.04.2023.) s: <https://strojarskaradionica.wordpress.com/2018/05/30/prilagodimo-odrzavanje-4-industrijskoj-revoluciji/>
 33. Krmpotić, G (2022)., *Digitalna transformacija*, preuzeto (01.02.2023.) s: <https://gorankrmpotic.eu/digitalna-transformacija/>
 34. Lazibat, T. (2003). Sustavi kvalitete i hrvatsko gospodarstvo. *Ekonomski pregled*, 54(1-2), 55-76.
 35. Lazibat, T. (2009) *Upravljanje kvalitetom*, Zagreb: Znanstvena knjiga d.o.o
 36. Lazibat, T. i Bakovic, T. (2012), *Poznavanje robe i upravljanje kvalitetom*, Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
 37. Lee, I., i Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business horizons*, 58(4), 431-440.
 38. Martínez-Lorente, A. R., Dewhurst, F. i Dale, B. G. (1998) Total quality management: origins and evolution of the term, *The TQM magazine*, 10(5), str. 378 – 386.
 39. Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., i Teppola, S. (2017). Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. *International journal of information systems and project management*, 5(1), 63-77.

40. Pihir, I., Križanić, S. i Kutnjak, A. (2019). Digitalna transformacija marketinga u malim i srednjim poduzećima–pregled postojećih istraživanja. *CroDiM: International Journal of Marketing Science*, 2(1), 125-134.
41. Radziwill, N. (2018), *The quality 4.0 Revolution: Reveal Hidden Insights Now With Data Science and Machine learning*
42. Ramezani, J. i Jassbi, J. (2020). Quality 4.0 in action: smart hybrid fault diagnosis system in plaster production, *Processes*, 8(6), str. 634.
43. Ravlić T. i Ivančević, T. (2020), Implementacija novih tehnologija u poslovanje poduzeća, *Polytechnic and Design*, preuzeto (28.01.2023.) s: <https://doi.org/10.19279/TVZ.PD.2020-8-4-03>
44. Skoko, D. H. (2000), *Upravljanje kvalitetom*, Zagreb: Sinergija.
45. Sony, M., Antony, J. i Douglas, J. A. (2020), Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: a narrative review of literature and future directions for research. *The TQM Journal*, preuzeto (10.03.2023.) s: <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0275>
46. Spremić, M. (2017), *Digitalna transformacija poslovanja*, Zagreb: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
47. Statista (2022), *Number of internet users worldwide from 2005 to 2022*, preuzeto (18.04.2023.) s: <https://www.statista.com/statistics/273018/number-of-internet-users-worldwide/>
48. Sustainability success (2023), *Industry 1.0 To 4.0 – Brief History Of The Industrial Revolution*, preuzeto (01.02.2023.) s: <https://sustainability-success.com/industry-1-0-to-4-0-2-3-revolution/#industry%201.0>,
49. Techopedia (2017), *Advanced Research Projects Agency Network*, preuzeto (28.01.2023.) s: <https://www.techopedia.com/definition/2381/advanced-research-projects-agency-network-arpanet>)
50. Techopedia (2016), *Electronic Numerical Integrator And Computer*, preuzeto (28.01.2023.) s: <https://www.techopedia.com/definition/609/electronic-numerical-integrator-and-computer-eniac>
51. Techwalla (2015), *What is digital technology*, preuzeto (28.01.2023.) s: <https://www.techwalla.com/articles/what-is-digital-technology>)
52. The enterprisers project (2016), *What is digital transformation*, preuzeto (01.02.2023.) s: <https://enterprisersproject.com/what-is-digital-transformation>

53. Victoria State Government (2021), *Teach with digital technologies*, preuzeto (28.01.2023.) s: <https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/digital/Pages/teach.aspx>
54. Webroot (2019), *The Dangers of Hacking and What a Hacker Can Do to Your Computer*, preuzeto (28.01.2023.) s: <https://www.webroot.com/us/en/resources/tips-articles/computer-security-threats-hackers>

POPIS SLIKA

Slika 1. Internetski korisnici u svijetu u razdoblju 2005. - 2022.	5
Slika 2. Broj korisnika mobilnih uređaja u svijetu od 1980. do 2018.	6
Slika 3. Tok industrija	7
Slika 4. Tehnologije koje opisuju industriju 4.0	10
Slika 5. Strateški elementi digitalne transformacije	17
Slika 6. Struktura EFQM modela	36

POPIS TABLICA

Tablica 1. Industrijski napredak i evolucija kvalitete 4.0	26
Tablica 2: Popis tvrdnji korištenih u istraživanju	41
Tablica 3. Popis tvrdnji korištenih u istraživanju	42
Tablica 4: Popis tvrdnji korištenih u istraživanju	43
Tablica 5. Popis tvrdnji korištenih u istraživanju	57
Tablica 6. Popis tvrdnji korištenih u istraživanju	59
Tablica 7. Popis tvrdnji korištenih u istraživanju	60
Tablica 8. Popis vještina kvalitetnih stručnjaka korištenih u istraživanju	61

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Spol ispitanika	38
Grafikon 2. Dobna struktura ispitanika	39
Grafikon 3. Obrazovna struktura ispitanika	39
Grafikon 4. Trenutni radni status zaposlenika	40

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Popratno pismo uz anketni upitnik

Poštovani,

ovim putem Vas pozivam na sudjelovanje u istraživanju koje se provodi za potrebe izrade mog diplomskog rada na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na temu „Digitalna transformacija i kvaliteta 4.0“ pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ines Dužević. Pred Vama se nalazi anketni upitnik kojim se žele ispitati Vaši stavovi i razmišljanja vezani za tematiku koja se obrađuje.

Anketni upitnik u potpunosti je anoniman, a dobiveni rezultati analizirat će se isključivo u znanstvene svrhe. Iz tog Vas razloga molim da odvojite nekoliko minuta za popunjavanje ovog anketnog upitnika, kako bi Vaši odgovori poslužili za daljnju obradu ovog rada.

Tara Vasić

Prilog 2. Anketni upitnik

1. Spol:

Muški

Ženski

2. Dob:

Do 18 godina

19-25 godina

26-35 godina

36-45 godina

46-55 godina

56-65 godina

Više od 65 godina

3. Obrazovanje:

Završeno osnovnoškolsko obrazovanje

Završeno srednjoškolsko obrazovanje u trajanju do tri godine

Završeno srednjoškolsko obrazovanje u trajanju četiri ili više godina

Završen preddiplomski studij

Završen diplomski studij

Završen poslijediplomski specijalistički studij

Završen poslijediplomski znanstveni magistarski studij ili poslijediplomski doktorski studij

4.Trenutni radni status:

Zaposlen/a

Nezaposlen/a

Učenik/ica

Student/ica

Rad preko Studentskog servisa

Ostalo:

5. Ukoliko ste zaposleni, primjećujete li da je poduzeće u kojem trenutno radite uspješno provelo ili provodi digitalnu transformaciju?

6. Ukoliko trenutno niste zaposleni, da možete birati, biste li odabrali rad u poduzeću koje je digitaliziralo svoje poslovne procese?

7. Koliko često koristite nove tehnologije i Internet?

Svakodnevno

Nekoliko puta tjedno

Nekoliko puta mjesečno

Ostalo

8.Molim Vas navedite stupanj slaganja sa sljedećim tvrdnjama, gdje je 1 = u potpunosti se ne slažem, 2 = ne slažem se, 3 = niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = slažem se, 5 = u potpunosti se slažem.

Tablica 5. Popis tvrdnji korištenih u istraživanju

	1	2	3	4	5
Smatram da definicija pojma digitalna transformacija koja glasi: „digitalna transformacija predstavlja integraciju digitalnih tehnologija u svim područjima poslovanja“ točno objašnjava značenje pojma.					
Smatram da definicija pojma digitalna transformacija koja glasi: „digitalna transformacija predstavlja radikalnu promjenu načina rada i isporuke vrijednosti potrošačima/kupcima“ točno objašnjava značenje pojma.					
Smatram da digitalna transformacija omogućuje poduzeću veću konkurentnost na tržištu.					
Smatram da digitalna transformacija omogućuje poduzeću smanjenje ukupnih troškova.					
Smatram da je poduzeće koje nije digitalno transformirano u opasnosti od propadanja.					
Smatram da poduzeće koje nije digitalno transformirano propušta bitne prilike na tržištu, ali i unutar samog poduzeća.					
Smatram da je u digitalnoj transformaciji bitno koristiti obilježja digitalnih tehnologija koja omogućuju nove oblike poslovanja koja su usmjerena na stvaranje vrijednosti kupcima.					
Smatram da je u digitalnoj transformaciji bitno usvajanje novih znanja i vještina zaposlenika.					

9. Što za Vas određuje kvalitetu proizvoda ili usluge?

Cijena

Pouzdanost

Dizajn

Vrijeme isporuke

Sve navedeno

Ostalo:

10. Molim Vas navedite stupanj slaganja sa sljedećim tvrdnjama, gdje je 1 = u potpunosti se ne slažem, 2 = ne slažem se, 3 = niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = slažem se, 5 = u potpunosti se slažem.

Tablica 6. Popis tvrdnji korištenih u istraživanju

	1	2	3	4	5
Smatram da je za kvalitetu proizvoda bitno da poduzeće sluša potrebe i želje kupaca na tržištu.					
Smatram da je za kvalitetu proizvoda bitno da poduzeće u kreiranje proizvoda uključi kupce. Smatram da je za kvalitetu proizvoda bitna uključenost svih zaposlenika u poduzeću.					
Smatram da je za kvalitetu proizvoda bitna uključenost svih zaposlenika u poduzeću.					
Smatram da je za kvalitetu proizvoda potrebno adekvatno znanje zaposlenika te konstantno usavršavanje i obuka istih.					
Smatram da postoje razlike u kvaliteti proizvoda neke robne marke unazad 10 godina i danas.					
Smatram da će loša kvaliteta proizvoda dovesti do smanjenja dobiti za poduzeće.					
Smatram da je dobro razvijena kultura kvalitete neophodna za uspješnost poslovanja poduzeća.					

Smatram da stvaranje svijesti i uključenost zaposlenika te naglasak na vodstvu, vjerodostojnosti i autonomiji smanjuje troškove ukupne kvalitete.					
Smatram da široki raspon tehnologija koji nam je danas dostupan smanjuje ukupno vrijeme potrebno za proizvodnju i dovodi do poboljšanja kvalitete u svim fazama proizvodnog procesa.					
Smatram da široki raspon tehnologija povećava kvalitetu samog proizvoda.					
Digitalna transformacija i upravljanje kvalitetom su komplementarni ciljevi suvremenih poduzeća.					
Digitalna transformacija doprinosi unapređenju kvalitete poslovanja poduzeća.					

11. Kvaliteta 4.0 pojam je koji se odnosi na digitalizaciju kvalitete, odnosno na budućnost kvalitete i postizanje organizacijske izvrsnosti u kontekstu industrije 4.0 i tehnologije koja je ista sa sobom donijela.

Molim Vas navedite stupanj slaganja sa sljedećim tvrdnjama, gdje je 1 = u potpunosti se ne slažem, 2 = ne slažem se, 3 = niti se slažem, niti se ne slažem, 4 = slažem se, 5 = u potpunosti se slažem.

Implementacija kvalitete 4.0 dovodi do:

Tablica 7. Popis tvrdnji korištenih u istraživanju

	1	2	3	4	5
Povećanja produktivnosti i razvoja vještina zaposlenika					
Povećanja brzine i kvalitete donošenja odluka.					
Poboljšanja transparentnosti.					
Bržeg predviđanja promjena.					

Boljeg prilagođavanja novim okolnostima					
Kontinuiranog poboljšanja novih poslovnih modela.					
Veće razine kvalitete proizvoda ili usluga.					
Povećanja učinkovitosti i uspješnosti poslovanja.					

12. Koji su dodatni učinci i primjene kvalitete 4.0 na poslovanje koje biste izdvojili pored ovih prethodno navedenih?

13. U sljedećem pitanju, prema važnosti (od 1 do 5) rangirajte vještine kvalitetnih stručnjaka koji su savršeno pozicionirani za predlaganje i uvođenje inicijativa za digitalnu transformaciju i kvalitetu 4.0.

Tablica 8. Popis vještina kvalitetnih stručnjaka korištenih u istraživanju

	1	2	3	4	5
Razumijevanje sustavnog pristupa					
Odlučivanje temeljeno na podacima					
Uspostavljanje procesa za kontinuirano poboljšanje					
Poznavanje tehnologija industrije 4.0					
Kreativnost i inovativnost					

14. Postoje li dodatne vještine koje biste izdvojili, pored ovih prethodno navedenih, koje smatrate da bi kvalitetni stručnjaci morali posjedovati?

ŽIVOTOPIS

OSOBNİ PODACI:

Ime i prezime: Tara Vasić

Datum rođenja: 31.12.1997.

Broj mobitela: 095 3989 762

E-mail: tara.vasic92@gmail.com

OBRAZOVANJE

2012. - 2016.

Gimnazija Velika Gorica

2016. - 2023.

Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

RADNO ISKUSTVO

Siječanj, 2017. – trenutno

prodajni savjetnik, Studio Moderna – TV prodaja

OSTALE VJEŠTINE

Aktivno služenje engleskim jezikom u govoru i pismu

Poznavanje Microsoft Office programa (Excel, Word, Outlook, Power Point)

Vozačka dozvola B kategorije