

# UTJECAJ COVID - 19 PANDEMIJE NA JUST-IN-TIME STRATEGIJU U POLUVODIČKOJ INDUSTRIJI

---

Čavar, Domagoj

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **EFFECTUS university / EFFECTUS veleučilište**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:281:904677>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-27**



image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

[Repository of EFFECTUS University of Applied Sciences - Final and graduate theses of EFFECTUS University of Applied Sciences](#)



image not found or type unknown

**EFFECTUS veleučilište**

**DOMAGOJ ČAVAR**

**DIPLOMSKI RAD**

**UTJECAJ COVID – 19 PANDEMIJE NA JUST-IN-TIME STRATEGIJU  
U POLUVODIČKOJ INDUSTRIJI**

**Zagreb, 2023.**

**EFFECTUS** veleučilište

**PREDMET: STRATEGIJSKI MENADŽMENT**

**DIPLOMSKI RAD**

**KANDIDAT: Domagoj Čavar**

**TEMA DIPLOMSKOG RADA: Utjecaj COVID – 19 pandemije na *Just-In-Time* strategiju u poluvodičkoj industriji**

**MENTOR: izv.prof.dr.sc. Đuro Horvat**

**ZNANSTVENO PODRUČJE: Društvene znanosti**

**TEMATSKO POLJE: Ekonomija i menadžment**

**Zagreb, ožujak 2023.**

## Predgovor

Vrijeme koje sam proveo u kompaniji Xiaomi Technology utjecalo je na izbor teme kojom ću se baviti do kraja ovog rada. Na radnom mjestu Menadžera za razvoj poslovanja telekom operatera – regija Adriatic, tijekom pandemije COVID – 19, učestalo sam se susretao sa pitanjima vezano za poteškoće u opskrbnom lancu poluvodiča. Pitanja, nesigurnost i nejasnoće dolazile su od svih sudionika u opskrbnom lancu, od proizvođača, sastavljača opreme, prijevoznika, distributera, telekom operatera do krajnjih potrošača. Najzanimljivije zapažanje je kako nitko od dionika opskrbnog lanca sa kojima sam imao kontakt nije imao svrsishodan i potpun odgovor na pitanje zašto oporavak opskrbnog lanca traje dugo.

Tijekom pisanja rada najveći izazov je bilo doći do relevantnih podataka i slaganje slike što se u opskrbnom lancu točno događa. Daleko prije pisanja rada, a u razgovoru sa mnogobrojnim partnerima pojavila se teorija kako su poteškoće uzrokovane površnom primjenom *Just-In-Time* (hrvatski Točno-Na-Vrijeme) strategije odnosno fokusiranjem samo na optimiziranje zaliha.

Dužan sam zahvaliti se svim partnerima sa kojima sam mnogo puta teoretizirao o poremećajima opskrbnog lanca poluvodiča i zbog toga uzrokovanim nestašicama. Posebnu zahvalu upućujem telekom timu unutar Xiaomi Technology te kolegama u A1 Group Wien. Bez njihovih upita i znatiželje ovaj rad i tema nikada ne bi bili obrađeni.

## Sažetak

Istraživački rad istražuje Utjecaj COVID – 19 pandemije na strategiju *Just-In-Time* (hrvatski Točno-Na-Vrijeme) u poluvodičkoj industriji. Cilj je istraživanja ispitati način na koji je implementacija *Just-In-Time* strategije doprinijela sistemskim slabostima u opskrbnom lancu poluvodičke industrije. Opskrbni lanac poluvodičke industrije suočio se sa ogromnim poteškoćama koje su utjecale na cijele industrije. Također, razmatra se kako je smjer razvoja poluvodičke industrije u prošlosti stvorio uvjete vrlo visokog rizika od sistemskih poremećaja u sadašnjosti i budućnosti.

Rad se sastoji iz dva dijela. Prvi dio rada definira glavne pojmove te prikazuje povijesni razvoj poluvodičke industrije. Također, iznose se ključne definicije *Just-In-Time* strategije, objašnjava razvoj opskrbnog lanca poluvodiča i ključni dionici te njihovi poslovni rezultati prije i tijekom COVID – 19 pandemije. Ukratko je opisana COVID – 19 pandemija te inicijalni efekti zatvaranja ekonomija. Finalno, iznosimo zapažanje kako su nastali uvjeti za „Savršenu oluju“. Kroz poglavlja nastojala se predočiti šira slika o poluvodičkoj industriji na način da svako poglavlje nadopunjuje znanja iz prethodnog te ih povezuje u jednu uzročno-posljedičnu cjelinu.

Drugi dio rada bavi se istraživanjem kroz anketu među stručnim menadžerima iz industrije. Industriju poluvodiča karakterizira netransparentnost opskrbnog lanca, koja se očituje i u nedostupnosti pouzdanih javnih informacija o stvarnim uzrocima poremećaja. Istraživanje se stoga oslanja na interpretaciju anketnog upitnika. Rezultati ankete prezentirani su uz pomoć tablica i grafikona koji su nadopunjeni tumačenjima rezultata od strane autora rada. U istraživačkom dijelu rada postavljeno je 16 hipoteza s ciljem dobivanja boljeg uvida u događanja u opskrbnom lancu industrije poluvodiča. Postavljene hipoteze među ostalim nastoje potvrditi vezu između poteškoća u opskrbnom lancu industrije poluvodiča i nedovoljno duboko implementiranom *Just-In-Time* strategijom. Istraživački rad je pokazao kako je zbog višestrukih razloga implementacija *Just-In-Time* strategije bila ograničena sa fokusom isključivo na jedno područje unatoč zapošljavanju stručnog i iskusnog kadra. Nadalje, na osnovi istraživanja možemo zaključiti kako će se poremećaji pojaviti u budućnosti kod djela kompanija te kako trenutni naponi za povećanje proizvodnih kapaciteta neće riješiti izvor problema.

Ključne riječi: Just-In-Time, strategija, industrija poluvodiča, opskrbeni lanac, COVID – 19, ograničenja

## **Abstract**

The research paper investigates the impact of the COVID-19 pandemic on the Just-In-Time strategy in the semiconductor industry. The aim of the research is to examine the way in which the implementation of the Just-In-Time strategy contributed to systemic weaknesses in the supply chain of the semiconductor industry. The semiconductor supply chain has faced enormous difficulties that have affected entire industries. Also, it is considered how the direction of development of the semiconductor industry in the past created conditions of very high risk of systemic disturbances in the present and future.

The paper consists of two parts. The first part of the paper defines the main terms and shows the historical development of the semiconductor industry. Also, the key definitions of the Just-In-Time strategy are presented, the development of the semiconductor supply chain, key stakeholders and their business results before and during the COVID-19 pandemic are explained. The COVID-19 pandemic and the initial effects of closing economies are briefly described. Finally, we make an observation about how the conditions for the "Perfect Storm" were created. Through the chapters, an effort was made to present a broader picture of the semiconductor industry in such a way that each chapter complements the knowledge from the previous one and connects them into one cause-and-effect unit.

The second part of the paper deals with research through a survey among expert managers from the industry. The semiconductor industry is characterized by the non-transparency of the supply chain, which is also reflected in the unavailability of reliable public information about the real causes of disruptions. The research, therefore, relies on the interpretation of the survey questionnaire. The results of the survey are presented with the help of tables and graphs, which are supplemented with interpretations of the results by the author of the paper. In the research part of the paper, 16 hypotheses were set with the aim of gaining a better insight into the events in the supply chain of the semiconductor industry. The set hypotheses, among others, seek to confirm the connection between the semiconductor industry's difficulties in the supply chain and the insufficiently implemented Just-In-Time strategy. The research work showed that due to multiple reasons, the implementation of the Just-In-Time strategy was limited with a focus exclusively on one area despite the employment of professional and experienced staff. Furthermore, on the basis of the research, we can conclude that disruptions will appear in the future for some companies and that current efforts to increase production capacity will not solve the source of the problem.

**Keywords:** Just-In-Time, strategy, semiconductor industry, supply chain, COVID-19, constraints

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 Predmet istraživanja.....	1
1.2 Cilj istraživanja i hipoteze.....	2
1.3 Metodologija istraživanja .....	3
1.4 Statističke metode.....	4
1.5 Očekivani znanstveni i stručni doprinos.....	4
1.6 Ograničenja istraživanja .....	5
1.7 Kratki opis strukture rada .....	5
<b>2. RAZVOJ INDUSTRIJE POLUVODIČA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Rani počeci industrije poluvodiča .....	6
2.2 Razvoj industrije poluvodiča u posljednjih 30 godina .....	7
2.3 Mooreov zakon i utjecaj na razvoj industrije proizvodnje poluvodiča.....	8
<b>3. JUST-IN-TIME STRATEGIJA .....</b>	<b>10</b>
3.1 Povijest <i>Just-In-Time</i> strategije.....	10
3.2 Implementacija <i>Just-In-Time</i> strategije u Toyoti .....	11
3.3 Utjecaj <i>Just-In-Time</i> strategije na druge industrije.....	13
3.4 Implementacija <i>Just-In-Time</i> strategije u industriji poluvodiča.....	16
<b>4. OPSKRBNI LANAC U INDUSTRIJI POLUVODIČA .....</b>	<b>18</b>
4.1 Globalizacija i nova ekonomija.....	18
4.2 Opskrbni lanac u industriji poluvodiča prije centralizaciju u Jugoistočnu Aziju.....	19
4.3 Opskrbni lanac u razdoblju transformacije 1990-2020 .....	22
4.4 Utjecaj intelektualnog vlasništva na transformaciju opskrbnog lanca .....	24
4.5 Najveći proizvođači poluvodiča na svijetu .....	25
4.6 Geografski položaj ljevaonica.....	26
4.7 Najveći potrošači poluvodiča prema tehnološkom procesu .....	27
4.8 Vremenska traka proizvodnog procesa.....	29
<b>5. INDUSTRIJA POLUVODIČA DANAS.....</b>	<b>30</b>
5.1 Tržište pametnih telefona pokreće prodaju poluvodiča.....	30
5.2 Natjecanje oko proizvodnih kapaciteta.....	32
5.3 Prijelaz automobilske industrije na elektrifikaciju.....	33

<b>6. COVID - 19 I ZATVARANJE EKONOMIJA .....</b>	<b>36</b>
6.1 Zatvaranje zbog COVID - 19 pandemije.....	36
6.2 Kineska nulta COVID - 19 politika i njezin utjecaj na opskrbeni lanac .....	37
6.3 Početni utjecaj COVID - 19 karantena na industrije koje koriste poluvodiče.....	38
6.4 Prilagodba opskrbnog lanca tijekom COVID - 19 zatvaranja .....	39
<b>7. SAVRŠENA OLUJA – SLABOSTI I POREMEĆAJI U INDUSTRIJI POLUVODIČA</b>	<b>41</b>
7.1 Slabosti u opskrbnom lancu poluvodiča .....	41
7.2 Poremećaji u industriji poluvodiča .....	45
7.3 Povećanje potražnje u eri nakon COVID - 19 zatvaranja.....	47
7.4 Uska grla u proizvodnji poluvodiča .....	49
7.5 Određivanje prioriteta proizvodnih resursa u ljevaonicama poluvodiča i pravne implikacije .....	50
7.6 Utjecaj nestašica poluvodiča na industriju pametnih telefona.....	53
7.7 Utjecaj nestašica poluvodiča na automobilsku industriju .....	55
7.8 Utjecaj nestašica poluvodiča na industriju potrošačke elektronike .....	57
<b>8. ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>59</b>
8.1 Analiza uzorka istraživanja .....	59
8.2 Rezultati istraživanja.....	62
8.3 Rasprava.....	68
8.4 Prijedlozi i smjernice budućih istraživanja.....	75
<b>9. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>76</b>



## TABLE OF CONTENTS

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Subject of research.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Research objective and hypotheses .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Research hethodology.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Statistical methods.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Expected scientific and professional contribution.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Research limitations.....</b>	<b>5</b>
<b>1.7 Brief description of the sructure of research .....</b>	<b>5</b>
<b>2. SEMICONDUCTOR INDUSTRY DEVELOPMENT .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Early beginnings of the semiconductory industry .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Development of the semiconductor industry in the last 30 years.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Impact of the Moore's Law on the development of the semiconductor industry .....</b>	<b>8</b>
<b>3. JUST-IN-TIME STRATEGY.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 History of the Just-In-Time strategy .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Implementation of the Just-In-Time strategy in Toyota.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Impact of the Just-In-Time strategy on other industries.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Implementation of the Just-In-Time strategy in semiconductor industry.....</b>	<b>16</b>
<b>4. SEMICONDUCTOR INDUSTRY SUPPLY CHAIN .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Globalization and new economy .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Semiconductor industry supply chain before centralization in Southeast Asia .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Supply chain in the period of transformation 1990-2020 .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4 Impact of intellectual property rights on supply chain transformation.....</b>	<b>24</b>
<b>4.5 The largest semiconductor manufacturers in the world .....</b>	<b>25</b>
<b>4.6 Geographical location of foundries .....</b>	<b>26</b>
<b>4.7 The largest consumers of semiconductors according to tehcnological process .....</b>	<b>27</b>
<b>4.8 Timeline of production process .....</b>	<b>29</b>
<b>5. SEMICONDUCTOR INDUSTRY TODAY.....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Smartphone market drives semiconductor sales .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Competition over production capacities .....</b>	<b>32</b>
<b>5.3 Tranisiton of the automotive industry to electrification .....</b>	<b>33</b>

<b>6.</b>	<b><i>COVID - 19 AND CLOSURE OF ECONOMIES</i></b> .....	<b>36</b>
6.1	Closure due to the COVID – 19 pandemic .....	36
6.2	China's Zero COVID – 19 plicy and its impact on the supply chain .....	37
6.3	Initial impact of the COVID – 19 quarantines on semiconductor industries .....	38
6.4	Supply chain adjustment during the COVID – 19 closures .....	39
<b>7.</b>	<b><i>PERFECT STORM – WEAKNESSES AND DISTRUPTION IN THE SEMICONDUCTOR INDUSTRY</i></b> .....	<b>41</b>
7.1	Weaknesses in the semiconductory supply chain.....	41
7.2	Distruptions in the semiconductor industry.....	45
7.3	Increasing demand in the era after the COVID – 19 closures.....	47
7.4	Bottlenecks in semiconductor production .....	49
7.5	Prioritization of prudction resources in semiconductor foundries and legal implications 50	
7.6	Impact of semiconductor shortages on the smartphone industry.....	53
7.7	Impact of semiconductor shortages on automotive industry .....	55
7.8	Impact of semiconductor shortages on consumer electronics industry.....	57
<b>8.</b>	<b><i>RESEARCH RESULTS ANALYSIS</i></b> .....	<b>59</b>
8.1	Research sample analysis.....	59
8.2	Research results .....	62
8.3	Discussion .....	68
8.4	Proposals and guidelines for future research .....	75
<b>9.</b>	<b><i>CONCLUSION</i></b> .....	<b>76</b>

# 1. UVOD

Industrija poluvodiča doživjela je značajan rast i razvoj tijekom godina, postavši ključni dio globalnih opskrbnih lanaca. Prema organizaciji World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), svjetsko tržište poluvodiča doseglo je rekordnu razinu od 466,2 milijarde dolara u 2020., unatoč pandemiji COVID - 19.<sup>1</sup> Ovaj rast potaknut je nizom čimbenika, uključujući napredak tehnologije i sve veću potražnju za elektroničkim uređajima.

Jedan od ključnih pokretača tehnološkog napretka u industriji poluvodiča je Mooreov zakon, koji kaže da se broj tranzistora na mikročipu udvostručuje otprilike svake dvije godine.<sup>2</sup> Ovaj zakon je imao dubok utjecaj na proizvodnju poluvodiča, potičući inovacije i konkurenciju u industriji.

Kako je industrija poluvodiča rasla i razvijala se, tako se mijenjao i način na koji kompanije upravljaju svojim opskrbnim lancima. Jedna strategija koja je posljednjih godina postala popularna je proizvodnja *Just-In-Time*. Ova strategija uključuje proizvodnju i isporuku proizvoda samo kada su potrebni, umjesto održavanja velikih zaliha robe.

*Just-In-Time* proizvodnju prvi je uveo Taiichi Ohno, inženjer u Toyoti, 1970-ih kao način smanjenja otpada i poboljšanja učinkovitosti u proizvodnim procesima kompanije.<sup>3</sup> Od tada je *Just-In-Time* postao široko prihvaćena strategija u raznim industrijama.

## 1.1 Predmet istraživanja

U industriji poluvodiča, *Just-In-Time* je implementiran u upravljanje opskrbnim lancem kako bi se pojednostavili procesi i smanjili troškovi. Proizvođači poluvodiča usvojili su *Just-In-Time* principe kako bi poboljšali učinkovitost proizvodnje, smanjili troškove nošenja zaliha i povećali odziv na promjene u potražnji.

U ovom diplomskom radu ispitat ćemo utjecaj *Just-In-Time* strategije na industriju poluvodiča tijekom godina pandemije COVID - 19. Istraživat ćemo povijest i razvoj industrije poluvodiča, principe proizvodnje *Just-In-Time*-a i implementaciju *Just-In-Time*-a u lancu opskrbe industrije poluvodiča. Također ćemo ispitati posljedice *Just-In-Time* strategije, uključujući poremećaje u opskrbnom lancu i kašnjenja u proizvodnji, te razmotriti kako industrija može ublažiti utjecaj budućih kriza.

Ovim istraživanjem nadamo se da ćemo pridonijeti postojećoj literaturi o strategiji *Just-In-Time*-a u industriji poluvodiča i pružiti uvid u učinkovitost ove strategije u vrijeme krize.

---

<sup>1</sup> WSTS (2020) *Historical Billings Report*, <https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report>, pristup: 04.11.2022.

<sup>2</sup> Moore, G. E.: *Cramming more components onto integrated circuits*, Electronics, br. 38, 1965.

<sup>3</sup> Ohno, T.: *Toyota production system: beyond large-scale production*, CRC Press, 1988.

## 1.2 Cilj istraživanja i hipoteze

Istraživanje za cilj ima istražiti stavove i mišljenje menadžera sa iskustvom o poluvodičkoj ili srodnoj industriji. Stavovi se istražuju anonimno kako bi rezultati istraživanja bili što objektivniji.

**Hipoteze su postavljene redom prema tijeku pitanja unutar ankete:**

### **Oscilacije u potražnji i ponudi te odraz na poslovni rezultat**

H1: Kompanije koje su iskusile najveći porast potražnje u periodu nakon inicijalnog zatvaranja ekonomije su ujedno ostvarile pad prihoda od prodaje.

### **Pad prihoda od prodaje ovisio je o specifičnoj industriji**

H2: Pad prihoda od prodaje nije ujednačeno raspoređen na promatrane industrije.

### **Prethodne poteškoće opskrbnom lancu**

H3: Kompanije koje su iskusile sistemske probleme u opskrbnom lancu prije COVID - 19 pandemije bolje su prebrodile poteškoće u opskrbnom lancu tijekom COVID - 19 pandemije.

H4: Kompanije koje su iskusile sistemske probleme u opskrbnom lancu prije COVID - 19 pandemije u prosjeku su održavale veću zalihu poluvodiča.

H5: Očekivano trajanje poteškoća u opskrbnom lancu poluvodiča nije ujednačeno na promatranim industrijama.

### **Iskustvo *Just-In-Time* menadžera**

H6: Širi menadžment u anketiranim kompanijama nije upoznat sa detaljima *Just-In-Time* strategije.

H7: Izvršni menadžment (eng. executive) posjeduje detaljnije znanje o *Just-In-Time* strategiji od operativnog (eng. senior)

H8: Kompanije koje zapošljavaju iskusnije *Just-In-Time* menadžere iskusile su manje ograničenja kod razvoja budućih proizvoda.

H9: Kompanije koje zapošljavaju iskusnije *Just-In-Time* menadžere održavale su veću prosječnu razinu inventara poluvodičkih proizvoda.

H10: Kompanije koje zapošljavaju iskusnije *Just-In-Time* menadžere bile su uspješnije u povećanju prosječne razine inventara (eng. stock-piling) poluvodičkih proizvoda.

### **Toyota principi**

H11: Većina kompanija koncentrirala se prvenstveno na područje planiranja zaliha unutar *Just-In-Time* strategije

H12: Kompanije čiji su djelatnici upoznati sa *Just-In-Time* strategijom i Toyota principima implementacije iskusile su manje izvora nedostataka u implementaciji iste.

H13: Kompanije kod kojih je identificiran manji broj nedostataka u implementaciji *Just-In-Time* strategije upoznate su sa Toyotinim uspjesima.

### **Budući planovi**

H14: Nepotpuna implementacije *Just-In-Time* strategije identificirana je kao prevladavajuće područje budućih poboljšanja.

H15: Kompanije koje zapošljavaju menadžere sa manje iskustva neće implementirati u svoje opskrbbne lance Toyotine principe i najbolje prakse.

### 1.3 Metodologija istraživanja

U istraživanju se koristila metoda anketiranja jer se pretpostavilo kako može dati najbolje podatke pri ispitivanju mišljenja i stavova menadžera o problemima u opskrbbnom lancu poluvodiča. Također, zbog tajnosti i manjka transparentnosti podataka o opskrbbnom lancu anonimna anketa daje jedinstven uvid u više segmenata događanja u periodu COVID - 19 pandemije. U užem smislu, koji se danas najčešće rabi, anketom nazivamo standardiziran (metodološki definiran) postupak s pomoću kojeg se potiču, prikupljaju i analiziraju izjave odabranih ispitanika s namjerom da se dobije uvid u stavove, mišljenja i preferencije, motive ili oblike ponašanja određenih društvenih skupina ili da se nešto dozna o njihovim demografskim, socijalnim i ostalim osobinama.<sup>4</sup>

Podaci su prikupljeni online anketom pomoću Google alata za obrasce koji spada pod usluge Google dokumenti. Svi podaci koji se prikupe anketom spremaju se u proračunsku tablicu. Izrada ankete putem Google obrasca vrlo je jednostavna. Prilikom izrade mogu se postaviti otvorena, zatvorena ili pitanja u obliku ljestvice. Nakon izrade ankete, poveznica sa stranicom na kojoj se nalazi anketa pošalje se osobama koje želimo ispitati. Anketa se može urediti po želji te se može odabrati predložak koji želimo za pozadinu i koji odgovara temi istraživanja. Google Obrasci pružaju i mogućnost analize kroz grafički prikaz kojim se mogu pratiti odgovori ispitanika. Prednosti online ankete su brzina i jednostavnost. Anketa se jednostavno velikom broju ljudi može poslati putem poveznice. Ispunjavanje je vrlo jednostavno i ne troši puno vremena. Konačni rezultati se lako obrade, a online anketa nema troškova provođenja.

Anketa je napravljena na internetu putem alata Google obrasci. Poveznica na online anketu prvo je poslana putem LinkedIn platforme na 100-tinjak osoba. Unutar poruke ukratko je objašnjen cilj istraživanja te je zamoljeno daljnje prosljeđivanje poveznice. Vremenski period prikupljanja podataka je od 01. Prosinca 2022. do 15. siječnja 2023. godine. Tijekom puštanja ankete u opticaj, konstantno se putem LinkedIn mreže poticalo na rješavanje upitnika. Također, osobe koje su dale povratnu informaciju putem poruke o ispunjavanju ankete zamoljene su još jednom da anketu prosljeđuju dalje. Anketa je napravljena online jer se smatra da je u današnje vrijeme najbolji i najbrži način prikupljanja odgovora. Nakon prikupljanja dovoljnog broja uzorka rezultati su pohranjeni u Excel tablicu gdje su se dalje obavljala sva potrebna računanja za obradu upitnika.

Anketa je namijenjena ispitanicima s područja poluvodičke ili sličnih industrija. Rezultati ankete koje su ispunili ispitanici koji nisu s traženog područja obrisani su iz proračunske tablice u koju se pohranjuju sve ankete.

---

<sup>4</sup> Lamza Posavec, V.: Metode istraživanja: Anketa i analiza sadržaja, Fakultet političkih znanosti, Zagreb, 2011.

Anketni upitnik (Prilog br. 1) sadrži trideset i tri pitanja. Upitnik se sastoji od dvadeset i sedam pitanja zatvorenog tipa, dva otvorenog tipa i tri pitanja kombiniranog tipa. U anketi su dva tipa otvorenog pitanja koja traže ispitanike da upišu pojmove.

#### **1.4 Statističke metode**

U radu su svi prikupljeni kategorijski podaci prikazani apsolutnim i relativnim frekvencijama, dok su numerički podaci prikazani medijanom, interkvartilnim rasponom te ukupnim rasponom zato što ne slijede normalnu Gausovu razdiobu. Za testiranje normalnosti distribucije korišten je Shapiro-Wilksov test.

Za statističku analizu su korištene standardne statističke metode. Za usporedbu kategorijskih podataka unutar i među skupinama korišten je Hi-kvadrat test te po potrebi Fisherov egzakti test. Razlike između dvije nezavisne skupine numeričkih podataka testirane su neparametrijskim Mann-Whitney testom, dok su razlike između više od dvije nezavisne skupine numeričkih podataka testirane neparametrijskim Kruskal-Wallis testom uz Conover post-hoc test. Za analizu povezanosti parova numeričkih varijabli korišten je neparametrijski Spearmanov test korelacije.

Prikupljeni podaci su prvo uneseni u tablicu u MS Office Excel (inačica 2016, Microsoft Corp, Redmond, Washington, SAD) programski alat, dok su za statističku analizu podataka korišteni programski sustavi MedCalc (inčica 20.218, MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium) te IBM SPSS Statistics (inačica 24.0.0.0, IBM Corp, Armonk, New York, SAD) uz odabranu razinu značajnosti od  $\alpha=0,05$ . Sve P vrijednosti su dvostrane.

#### **1.5 Očekivani znanstveni i stručni doprinos**

Ovaj istraživački rad ima za cilj pružiti nove uvide u temu utjecaja COVID – 19 pandemije na poluvodičku industriju te se teži doprinijeti znanju stvaranjem novih ideja, osporavanjem postojećih pretpostavki i otvaranjem novih puteva za istraživanje.

Istraživački rad je prikupio podatke istraživanja što je ključan aspekt znanstvenog istraživanja jer omogućuje drugim istraživačima da nadgrade ovaj rad i ponavljaju ili verificiraju iznesena otkrića. Istraživački podaci uključuju kvantitativne podatke, kao što su rezultati istraživanja ili statističke analize, temeljene na prikupljenoj i obrađenoj anketnom upitniku. Pružajući pouzdane i valjane istraživačke podatke, daje se znanstveni doprinos na području strategije *Just-In-Time* jer se rad može koristiti kao temelj za buduća istraživanja i istraživanja.

Radom se doprinosi postojećem korpusu znanja u području strategije *Just-In-Time* identificiranjem i istraživanjem novih aspekata istraživačkog pitanja. Novi uvidi mogu dovesti u pitanje dosadašnje prakse implementacije navedene strategije i/ili potvrditi postojeće pretpostavke, što dovodi do boljeg razumijevanja teme u cjelini. Time se daje stručni doprinos unaprjeđenju spoznaja u području strategije *Just-In-Time*.

Nadalje, u istraživačkom radu iznose se određeni zaključci na temelju podataka istraživanja i identificiranja ključnih hipoteza ili preporuka za buduća istraživanja. Time se doprinosi praktičnim implikacijama istraživanja, budući da nalazi mogu imati važne implikacije za politiku ili praksu na području strategije *Just-In-Time*. Osim toga, zaključci mogu identificirati

nove puteve za istraživanje, što može dovesti do daljnjih znanstvenih i stručnih doprinosa u budućnosti.

## **1.6 Ograničenja istraživanja**

Industrija poluvodiča poznata je po svojoj složenosti, s globalnim opskrbnim lancem koji uključuje više razina dobavljača, proizvođača i distributera. Tijekom istraživanja opskrbnog lanca industrije poluvodiča naišlo se na sljedeća ograničenja:

### **Tajnost podataka u opskrbnom lancu:**

Jedno od glavnih ograničenja ovog istraživačkog rada bila je tajnost podataka u opskrbnom lancu industrije poluvodiča. Mnoge kompanije nerado dijele informacije o svojim dobavljačima i njihovim internim procesima, što otežava cjelovito razumijevanje opskrbnog lanca.

### **Ograničen uvid u interne procese poluvodičkih kompanija:**

Još jedno ograničenje ovog istraživačkog rada bio je ograničeni uvid u interne procese poluvodičkih kompanija. Iako su neke informacije javno dostupne te je korišteno višegodišnje praktično iskustvo autora, mnoge kompanije drže svoje interne procese povjerljivima, što otežava potpuno razumijevanje industrije.

### **Javno dostupni podaci ne daju uvid u *Just-In-Time* strategije poluvodičkih kompanija:**

Proizvodnja *Just-In-Time* naširoko je korišten pristup u industriji poluvodiča, a razumijevanje u praksi ključno je za stjecanje sveobuhvatnog razumijevanja opskrbnog lanca. Međutim, dostupni podaci ne pružaju dovoljan uvid u praksu poluvodičkih kompanija, što ograničava mogućnost generalizacije nalaza.

### **Ograničeni podaci istraživanja o ovoj temi:**

Finalno, zbog malog vremenskog odmaka od istraživanog perioda do danas, ograničenje istraživačkog rada bila je i ograničena količina dostupnih istraživačkih podataka o ovoj temi. Istraživano pitanje rada odnosi se na nedavne događaje u specifičnoj industriji te iako postoji mnoštvo istraživanja o lancu opskrbe industrije poluvodiča, većina njih je usmjerena na specifične aspekte lanca opskrbe ili na određene geografske regije.

## **1.7 Kratki opis strukture rada**

Istraživački rad je strukturiran u 8 poglavlja zbog kompleksnosti područja istraživanja rada. Bilo je potrebno iznijeti što širi kontekst informacija o poluvodičkoj industriji kako bi se kvalitetno opisao tijek vrlo specifičnih događanja u industriji koji su za posljedicu imali vrlo dramatične poremećaje u opskrbnom lancu tijekom i nakon COVID – 19 pandemije.

U prvom poglavlju istraživačkog rada kratko je opisan uvod u istraživački rad te su izneseni ciljevi, metodologije, hipoteze, stručni i znanstveni doprinosa te ograničenja istraživačkog rada.

Drugo poglavlje nam daje uvid povijesni razvoj poluvodičke industrije kroz rane početke, fazu rapidnog razvoja te utjecaj zakonitosti udvostručenje broja tranzistora svake dvije godine

Treće poglavlje opisuje nastanak strategije *Just-In-Time* te implementaciju u kompaniji koja ju je osmislila – Toyota. U ovom poglavlju razmatramo i utjecaj strategije na druge industrije te implementaciju u industriji poluvodiča.

Opskrbni lanac u industriji poluvodiča opisan je u četvrtom poglavlju uvidom u stanje prije i poslije izdvajanja proizvodnje vanjskim suradnicima (eng. Izdvajanje proizvodnje vanjskim partnerima). Opisane su najveći proizvođači poluvodiča na svijetu te geografski položaj istih. Također, opisana je vremenska traka (eng. Timeline) proizvodnog procesa.

Pokretačka snaga iza kontinuiranog napretka opisana je u petom poglavlju gdje razmatramo utjecaj pametnih telefona na rapidni napredak i proširenje kapaciteta proizvodnje. Opisana je i nova stvarnost gdje se različite industrije natječu za limitirane kapacitete najmodernijih tvornica.

Šesto poglavlje nas kratko uvodi u COVID – 19 zatvaranja te opis Kineske politike Nulte stope COVID – 19. Razmotrit ćemo utjecaj zatvaranja na opskrbni lanac te prilagodbu istog.

Sedmo poglavlje nosi naslov Savršena oluja jer pokušava složiti sva znanja iznesena u prethodnim poglavljima u uzročno posljedični odnos. Ovo je ujedno najveće opisno poglavlje koje nam nastoji dati pozadinsko objašnjenje iza događanja koja smo svi mogli iskusiti u svakodnevnom životu.

Istraživački doprinos ovog rada opisan je u osmom poglavlju statističkim i matematičkim analizama rezultata provedene ankete te testiranjem iznesenih hipoteza.

Finalno deveto poglavlje donosi zaključak istraživačkog rada.

## **2. RAZVOJ INDUSTRIJE POLUVODIČA**

### **2.1 Rani počeci industrije poluvodiča**

Povijest industrije poluvodiča seže do sredine 20. stoljeća, kada su istraživači prvi put otkrili jedinstvena električna svojstva poluvodičkih materijala. U 1950-im i 1960-im godinama brojne su kompanije počele razvijati proizvodne procese za poluvodiče, utirući tako put modernoj elektroničkoj industriji.

Jedan od najranijih pionira industrije poluvodiča bio je Texas Instruments, koji je 1952. godine osnovao prvi komercijalni pogon za proizvodnju poluvodiča (Texas Instruments, n.d.). Druge kompanije, uključujući Fairchild Semiconductor i Intel, također su odigrale ključnu ulogu u ranom razvoju industrije.

Tijekom 1960-ih i 1970-ih, industrija poluvodiča nastavila je rasti i inovirati. Godine 1965., suosnivač Intela Gordon Moore predložio je ono što je postalo poznato kao "Mooreov zakon", predviđajući da će se broj tranzistora na mikročipu udvostručiti svake dvije godine.<sup>5</sup> Ovo predviđanje vrijedilo je nekoliko desetljeća i potaknulo je značajne inovacije u industriji.

---

<sup>5</sup> Moore, G. E.: *Cramming more components onto integrated circuits*, Electronics, br. 38, 1965.



Tijekom 1980-ih, industrija poluvodiča prošla je kroz razdoblje konsolidacije jer su veće kompanije preuzimale manje kompanije i integrirale svoje poslovanje. Taj se trend nastavio u 1990-ima, kada se industrija suočila s nizom izazova, uključujući sve veću konkurenciju stranih proizvođača i zabrinutost oko utjecaja na okoliš.

Unatoč tim izazovima, industrija poluvodiča nastavila je rasti i razvijati se, vođena napretkom tehnologije i sve većom potražnjom za elektroničkim uređajima. Danas industrija igra ključnu ulogu u raznim sektorima, od potrošačke elektronike, automobilske industrije do zrakoplovstva i obrane.

Ukratko, industrija poluvodiča ima bogatu povijest koja seže do sredine 20. stoljeća. Razvoj procesa proizvodnje poluvodiča od strane kompanija kao što su Texas Instruments, Fairchild Semiconductor i Intel otvorio je put modernoj elektroničkoj industriji. Industrija je nastavila s inovacijama i razvojem tijekom desetljeća, suočavajući se s izazovima kao što su konsolidacija i zabrinutost za okoliš. Unatoč izazovima, ostaje ključni pokretač tehnološkog napretka i gospodarskog rasta.

## **2.2 Razvoj industrije poluvodiča u posljednjih 30 godina**

Industrija poluvodiča prošla je kroz značajne promjene i evoluciju u posljednjih 30 godina, potaknuta napretkom tehnologije, promjenjivim zahtjevima tržišta i globalizacijom. Jedan od najznačajnijih trendova u industriji bio je pomak prema Izdvajanje proizvodnje vanjskim partnerima i centralizaciji u jugoistočnoj Aziji.

U 1980-ima i 1990-ima mnoge su poluvodičke kompanije počele premještati proizvodnju u jugoistočnu Aziju, gdje su troškovi rada i proizvodnje bili niži. To je kompanijama omogućilo smanjenje troškova i povećanje učinkovitosti, a da pritom zadrže kontrolu nad kvalitetom svojih proizvoda. Ovaj se trend nastavio u 2000-ima i kasnije, s kompanijama kao što su Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) i United Microelectronics Corporation (UMC) koje su postale glavni sudionici u industriji.<sup>6</sup>

Izdvajanje proizvodnje vanjskim partnerima i centralizacija imali su značajan utjecaj na industriju poluvodiča. S jedne strane, omogućili su kompanijama smanjenje troškova i povećanje učinkovitosti, omogućujući im da ostanu konkurentne na globalnom tržištu. S druge strane, također su izrazili zabrinutost oko zaštite intelektualnog vlasništva i sigurnosti opskrbnog lanca. Kako se kompanije više oslanjaju na Izdvajanje proizvodnje vanjskim partnerima, također su izložene većim rizicima od prekida opskrbnog lanca, što može imati značajan utjecaj na njihovo poslovanje.<sup>7</sup>

Industrija poluvodiča nastavila se razvijati i inovirati u posljednjih 30 godina, potaknuta kombinacijom tehnološkog napretka i promjenjivih zahtjeva tržišta. Iako su Izdvajanje proizvodnje vanjskim partnerima i centralizacija u jugoistočnoj Aziji odigrali veliku ulogu u razvoju industrije, drugi čimbenici poput rasta Interneta stvari (eng. Internet of Things, u

---

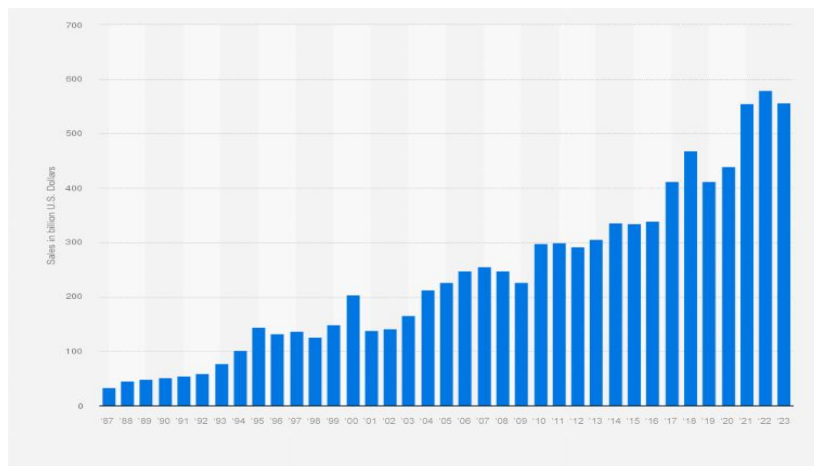
<sup>6</sup> Chang, K.: *From Silicon Island to Asia's Silicon Valley: TSMC as a Pioneer of Taiwan's IT Industry*, In *Innovation in the Asia Pacific*, Singapur, 2017.

<sup>7</sup> Hilmola O. & Petri H. & Holweg M.: *On the Outsourcing Dynamics in the Electronics Sector: The Evolving Role of the Original Design Manufacturer*, University of Cambridge, Working Paper Series, 2005.

daljnjem tekstu: IoT) i zabrinutosti oko sigurnosti opskrbnog lanca vjerojatno će oblikovati njezinu budućnost.

Rast IoT-a također je doveo do razvoja novih tržišta za proizvode poluvodiča. Na primjer, automobilska industrija postala je sve važnije tržište za poluvodičke kompanije, kako automobili postaju povezani i autonomniji. Osim toga, potražnja za poluvodičima na tržištima u razvoju, kao što je Kina, također je značajno porasla u posljednjih 30 godina jer su ta tržišta postala sve važniji pokretači globalnog gospodarskog rasta.

**Slika 1:** Grafikon prodaje poluvodiča kroz godine u SAD - u



Izvor: Statista (2022), <https://www.statista.com/statistics/266973/global-semiconductor-sales-since-1988/>, pristup: 20.02.2023.

### 2.3 Mooreov zakon i utjecaj na razvoj industrije proizvodnje poluvodiča

Mooreov zakon bio je značajan pokretač rasta industrije poluvodiča od njezina početka 1965. godine. On predviđa da će se broj tranzistora na mikročipu udvostručiti svake dvije godine, dok će se cijena mikročipa prepoloviti. U ovom ćemo potpoglavlju proniknuti u pojedinosti Mooreova zakona i njegov utjecaj na proces proizvodnje poluvodiča. Dodatno, raspravljat ćemo o vremenskom okviru između svake generacije nanometarske proizvodnje, što predstavlja značajnu prekretnicu u razvoju industrije poluvodiča.

Gordon Moore, suosnivač Intela, prvi je postavio Mooreov zakon 1965., predviđajući da će se broj tranzistora na mikročipu udvostručiti svake dvije godine, dok će se cijena mikročipa prepoloviti.<sup>8</sup> Industrija poluvodiča doživjela je značajan rast, a poluvodički uređaji sa svakom generacijom postaju sve manji, brži i moćniji.

Mooreov zakon imao je značajan utjecaj na proces proizvodnje poluvodiča. Kako se broj tranzistora na mikročipu udvostručio svake dvije godine, proizvodni proces morao je držati korak s tempom inovacija. Proizvodni proces morao je postati precizniji, učinkovitiji i ekonomičniji kako bi održao korak s razvojem.

Svaka nanometarska generacija proizvodnje predstavlja značajnu prekretnicu u industriji poluvodiča. Nanometar (u daljnjem tekstu: nm) je milijarditi dio metra, a udaljenost između

<sup>8</sup> Moore, G. E.: *Cramming more components onto integrated circuits*, Electronics, br. 38, 1965.

tranzistora na mikročipu mjeri se u nanometrima. Što je manja udaljenost između tranzistora, to se više tranzistora može postaviti na mikročip, čineći ga snažnijim. Vrijeme između svake nanometarske generacije je variralo, pri čemu je svakoj generaciji bio potreban različit broj godina. Na primjer, 90nm generacija trajala je oko četiri godine, dok je 5nm generacija trajala oko pet godina (Kumar, 2019).<sup>9</sup>

Trenutna nanometarska generacija je 3nm, a koriste je velike poluvodičke kompanije kao što su TSMC, Samsung i Intel te je zbog manjih kapaciteta proizvodnje doseg ove tehnologije ograničen. Prethodni proizvodni proces od 5nm omogućio je postavljanje preko 15 milijardi tranzistora na jedan mikročip, što je omogućilo stvaranje moćnijih i učinkovitijih uređaja. Također, 5nm proizvodni proces je smanjio potrošnju energije, čineći uređaje energetski učinkovitijima.

Mooreov zakon bio je pokretačka snaga razvoja industrije poluvodiča, a njegov utjecaj osjeća se na različite načine, uključujući proizvodni proces. Proizvodni proces morao je postati precizniji, učinkovitiji i ekonomičniji kako bi održao korak s razvojem. Svaka nanometarska proizvodna generacija predstavlja značajnu prekretnicu u industriji poluvodiča. Utjecaj Mooreova zakona na industriju poluvodiča vjerojatno će se nastaviti u doglednoj budućnosti, a industrija će doživjeti još značajniji rast i razvoj.

---

<sup>9</sup> Shalf J.: *The future of computing beyond Moore's Law*. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, br. 378, 2020.

### 3. JUST-IN-TIME STRATEGIJA

#### 3.1 Povijest *Just-In-Time* strategije

U današnjem visoko konkurentnom poslovnom svijetu fokus je na smanjenju vremena isporuke i poboljšanju operativne učinkovitosti. Strategija proizvodnje *Just-In-Time* proizvodna je filozofija koja naglašava važnost smanjenja zaliha i maksimiziranja učinkovitosti. Ovo potpoglavlje ima za cilj istražiti povijest strategije *Just-In-Time*, njezino podrijetlo i prednosti koje nudi u smislu proizvodnje i proizvodnje.

Strategiju *Just-In-Time* razvio je 1970-ih Taiichi Ohno, koji je tada bio izvršni direktor u Toyota Motor Company u Japanu. Ohno je primijetio da su zapadni proizvodni sustavi bili previše fokusirani na proizvodnju velikih količina zaliha i često su dovodili do povećanja troškova skladištenja i proizvodnje. Umjesto toga, odlučio je razviti sustav koji bi Toyoti omogućio proizvodnju samo onoga što je potrebno kada je bilo potrebno, u točno potrebnoj količini i bez prostora za višak.

Ovaj se pristup temeljio na dva glavna načela: prvo, smanjenje otpada u svim oblicima, uključujući vrijeme, materijale i prostor; drugo, stalno poboljšanje procesa za povećanje učinkovitosti i produktivnosti.<sup>10</sup> Ohno je bio motiviran za razvoj *Just-In-Time*-a jer je prepoznao da su tradicionalni proizvodni pristupi temeljeni na zalihama rasipni i da nisu usklađeni s potrebama kupaca.

Strategija *Just-In-Time* bila je značajan odmak od tradicionalnih proizvodnih procesa koji su naglašavali proizvodnju velikih razmjera, velike zalihe i više proizvodnih linija.<sup>11</sup> Ima nekoliko prednosti u odnosu na druge proizvodne strategije, uključujući:

**Smanjeni troškovi zaliha:** Jedna od primarnih prednosti *Just-In-Time*-a je to što pomaže minimizirati troškove držanja zaliha. Smanjenjem količine zaliha koje kompanija drži može osloboditi vrijedne resurse koji se mogu koristiti u druge svrhe.

**Poboljšana kvaliteta:** s implementacijom *Just-In-Time*-a, kompanija se može usredotočiti na proizvodnju visokokvalitetnih proizvoda jer proizvodi kako bi zadovoljila potražnju kupaca. Stoga pomaže osigurati da proizvodi zadovoljavaju potrebne standarde i specifikacije.

**Poboljšana učinkovitost:** *Just-In-Time* proizvodnja smanjuje otpad i smanjuje vrijeme potrebno za proizvodnju. Proizvođači samo ono što je potrebno i u potrebnim količinama, poduzeća mogu postići značajnu učinkovitost u svom poslovanju.

**Fleksibilnost:** *Just-In-Time* omogućuje kompanijama da budu fleksibilnije i prilagodljivije promjenama u potražnji kupaca. To je zato što im omogućuje brzu i učinkovitu prilagodbu proizvodnih rasporeda u skladu s promjenjivim tržišnim uvjetima.

*Just-In-Time* proizvodnja značajno se razlikuje od tradicionalne proizvodnje. U tradicionalnoj proizvodnji poduzeća proizvode velike količine robe u iščekivanju buduće potražnje. To često dovodi do nakupljanja značajnog inventara koji se mora pohraniti, pratiti i transportirati.

<sup>10</sup> Ohno, T.: Toyota production system: beyond large-scale production, CRC Press, 1988.

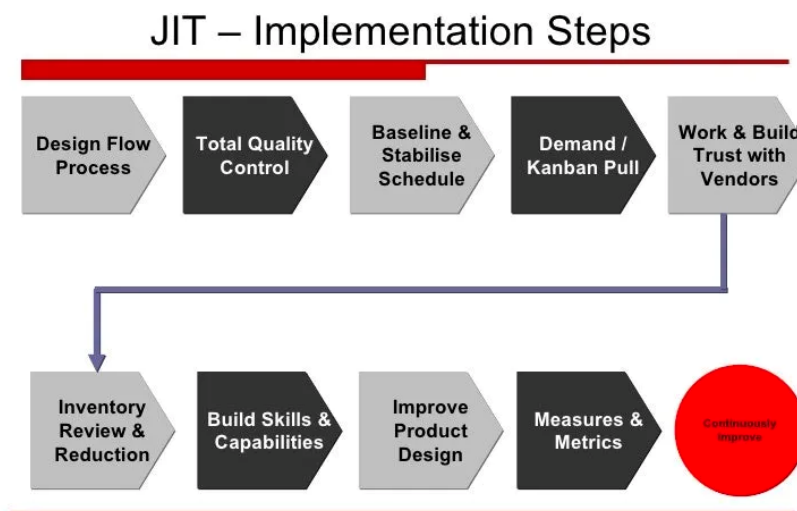
<sup>11</sup> Womack, J. P., & Jones, D. T.: *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster Ltd, 2003.

Nasuprot tome, *Just-In-Time* proizvodnja proizvodi robu samo kada je potrebna, smanjujući količinu zaliha koje je potrebno uskladištiti. Kao rezultat toga, kompanije koje koriste *Just-In-Time* mogu postići značajne uštede u zalihama i povezanim troškovima.<sup>12</sup>

Strategiju *Just-In-Time* prihvatile su mnoge kompanije širom svijeta i bila je ključna u poboljšanju njihove učinkovitosti, smanjenju troškova zaliha i povećanju profitabilnosti. Proizvedeći samo ono što je potrebno kada je to potrebno, kompanije mogu poboljšati svoje proizvodne procese i osigurati ispunjavanje potražnje kupaca.

Zaključno, *Just-In-Time* je učinkovita strategija za mnoge kompanije i dovela je do značajnih poboljšanja u njihovom poslovanju. Uspjeh je postigla držeći fokus na smanjenju otpada, poboljšanju kvalitete i povećanju učinkovitosti, zbog čega je postala bitan dio mnogih proizvodnih operacija.

**Slika 2:** Koraci implementacije *Just-In-Time* strategije



Izvor: Slidesharecdn.com (2012) *JIT – Implementation steps*, <https://image.slidesharecdn.com/Just-In-Time-091227221417-phpapp01/95/Just-In-Time-28-728.jpg?cb=1261952112>, pristup: 20.02.2023.

### 3.2 Implementacija *Just-In-Time* strategije u Toyoti

Toyota je implementirala *Just-In-Time* (*Just-In-Time*) strategiju ranih 1950-ih, pod vodstvom Taiichija Ohnoa, čiji je cilj bio eliminacija otpada i stalno poboljšanje procesa. Strategija je uključivala proizvodnju dijelova za konačnu montažnu traku, ograničene količine te samo onda kada su bili potrebni, kao i njihovu isporuku izravno na proizvodnu traku, u pravo vrijeme. Ovaj proces minimalizirao je vrijeme čekanja na dijelove i eliminirao nepotrebne troškove zaliha i transporta, što je pomoglo Toyoti da poboljša svoju ukupnu učinkovitost i smanji troškove.

Toyota je razvila sustav povlačenja gdje je proizvodnja pokretana tek kada je primljena narudžba kupca, a svaka faza proizvodnje bila je povezana s prethodnom fazom. Na taj je način

<sup>12</sup> Monden, Y.: *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*, CRC Press, 2011.

Toyota osigurala da proizvodnja bude usklađena sa zahtjevima kupaca, a razine zaliha svedene su na minimum.

*Just-In-Time* sustav u Toyoti također je uključivao blisku suradnju između dobavljača i Toyote. Od dobavljača se tražilo da Toyoti isporučuju sirovine i dijelove samo kada je to potrebno i u potrebnim količinama. To je Toyoti omogućilo da izbjegne gomilanje nepotrebnih zaliha i smanji vrijeme isporuke. *Just-In-Time* sustav je također naglašavao važnost kontrole kvalitete i poticao radnike da identificiraju i otklone nedostatke što je ranije moguće u procesu proizvodnje.

*Just-In-Time* sustav Toyoti je donio nekoliko prednosti. Smanjenjem razine zaliha i minimiziranjem otpada, Toyota je uspjela smanjiti troškove i poboljšati profitabilnost. Otpad se smatrao bilo kojom aktivnošću koja troši resurse, ali ne dodaje vrijednost konačnom proizvodu. Bliska suradnja s dobavljačima također je omogućila Toyoti održivu implementaciju *Just-In-Time* strategije.

Prema Jeffreyu Likeru, u njegovoj knjizi "The Toyota Way," *Just-In-Time* je Toyoti omogućio isporuku minimalne zalihe dijelova, poznate kao kanban, koja se održavala kako bi se osiguralo neometano odvijanje proizvodnog procesa.<sup>13</sup> Sustav kanban bio je sustav temeljen na povlačenju koji je proizvodnoj liniji omogućio da diktira kada i koliko dijelova treba, što je zauzvrat pokretalo nadopunjavanje dijelova od dobavljača.

U Toyoti je najčešći oblik kanbana bio pravokutni komad papira unutar prozirne vinilne omotnice. Informacije navedene na papiru u osnovi govore radniku što treba raditi - koje predmete treba sakupljati ili koje proizvode proizvoditi. Kanban je u biti informacija o tome što treba učiniti. U Toyoti se razlikuju dvije vrste kanbana za kontrolu toka predmeta:

kanban za povlačenje - koji detaljno navodi stavke koje se trebaju povući iz prethodnog koraka u procesu

kanban za naručivanje proizvodnje - koji detaljno opisuje stavke koje treba proizvesti

Sva kretanja kroz tvornicu kontroliraju kanbani - osim toga, budući da kanbani točno određuju količine artikala, ne mogu se tolerirati nikakvi nedostaci. Sustav mora otkriti i istaknuti neispravne stavke kako bi se problem koji je uzrokovao pojavu neispravnosti mogao riješiti.

Prednosti *Just-In-Time*-a za Toyotu bile su značajne, uključujući smanjene troškove zaliha, veću kvalitetu proizvoda, brže proizvodne cikluse i poboljšanu učinkovitost. Kompanija je također uspjela eliminirati potrebu za velikim skladištima i smanjenjem vremena isporuke, što je rezultiralo nižim troškovima nošenja zaliha i poboljšanim novčanim tokom. Nadalje, *Just-In-Time* sustav omogućio je bolju kontrolu kvalitete jer su se nedostaci mogli brzo identificirati i ispraviti.

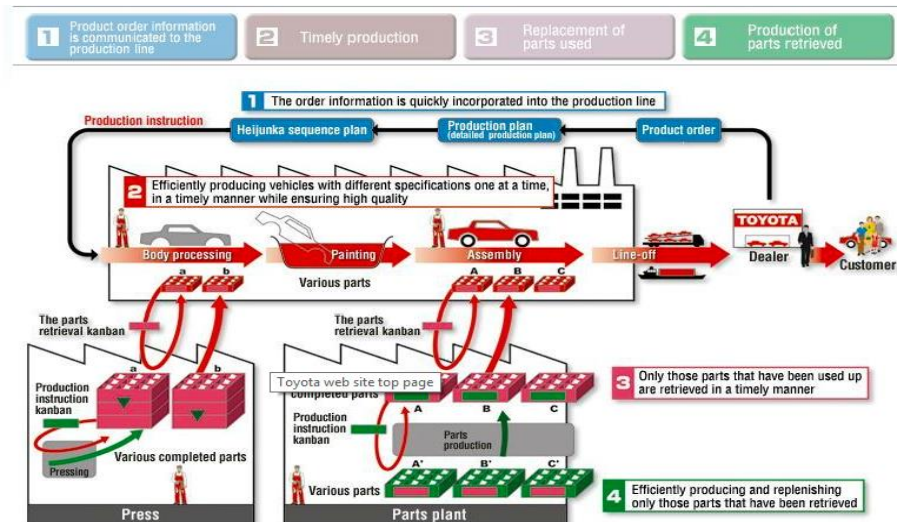
Uspjeh *Just-In-Time*-a u Toyoti brzo je privukao pozornost drugih proizvođača automobila, koji su također implementirali ovu metodologiju. Međutim, neke kompanije nisu u potpunosti razumjele principe iza *Just-In-Time*-a i jednostavno su se usredotočile na smanjenje zaliha bez

---

<sup>13</sup> Liker J. K.: *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, 1st Edition*, McGraw Hill, 2004.

rješavanja temeljnog proizvodnog procesa. To je dovelo do nekoliko problema, uključujući manjak zaliha, probleme s kvalitetom i povećane troškove.

**Slika 3:** Implementacija *Just-In-Time* strategije u Toyoti



Izvor: Supply Chain Management (2014) *JIT implementation in Toyota*, [https://cmuscsm.blogspot.com/2014/02/understanding-toyotas-production-system\\_2.html](https://cmuscsm.blogspot.com/2014/02/understanding-toyotas-production-system_2.html), pristup: 20.02.2023.

Unatoč tome što su drugi proizvođači usvojili *Just-In-Time*, Toyota se nastavila isticati kao lider u proizvodnji sa minimalnom zalihom (eng. lean). Tome je uvelike pridonijela predanost kompanije temeljnim načelima *Just-In-Time*-a, uključujući kontinuirano poboljšanje, smanjenje otpada i poštovanje prema ljudima. Prema Likeru, Toyota je dosljedno ulagala u obuku i razvoj zaposlenika, što je dovelo do kulture stalnog poboljšanja i inovacija. Ova kultura je omogućila kompaniji da ostane na čelu industrije i zadrži konkurentsku prednost.

Zaključno, Toyotina implementacija *Just-In-Time* strategije revolucionirala je proizvodnu industriju i postavila standard za vitku proizvodnju. Usmjerenost kompanije na smanjenje zaliha, smanjenje otpada i poboljšanje učinkovitosti omogućilo im je postizanje značajnih ušteda troškova i poboljšanje kvalitete proizvoda. Dok su drugi proizvođači pokušavali kopirati Toyotin uspjeh, predanost kompanije stalnom poboljšanju i ulaganju u razvoj zaposlenika omogućila im je da zadrže svoju poziciju lidera u proizvodnji sa minimalnom zalihom.

### 3.3 Utjecaj *Just-In-Time* strategije na druge industrije

*Just-In-Time* strategija imala je značajan utjecaj na proizvodnu industriju otkako ga je Toyota razvila i implementirala. Mnoge industrije, uključujući automobilsku industriju, usvojile su *Just-In-Time* principe kako bi smanjile troškove zaliha i poboljšale učinkovitost svojih proizvodnih procesa. Drugi proizvođači automobila bili su prve kompanije koje su slijedile Toyotin pristup *Just-In-Time*-u, poput Nissana, Honde i General Motorsa u Sjedinjenim Državama. Uspjeh Toyotinog *Just-In-Time* sustava doveo je do toga da su druge industrije,

uključujući elektroniku, zrakoplovstvo i proizvodnju hrane, usvojile *Just-In-Time* principe u svojim proizvodnim procesima.<sup>14</sup>

Toyotin proizvodni sustav ključni je čimbenik uspjeha *Just-In-Time*-a. Ostale kompanije pokušale su oponašati Toyotin proizvodni sustav, no s različitim stupnjevima uspjeha. Prva kompanija u industriji poluvodiča, koja je slijedila Toyotin pristup, bila je Dell Computers, koja je koristila *Just-In-Time* kako bi smanjila vrijeme potrebno za proizvodnju i isporuku računala kupcima.<sup>15</sup>

Druge industrije, poput prehrambene industrije, također su implementirale *Just-In-Time* principe. Na primjer, McDonald's je implementirao *Just-In-Time* u svoje kuhinjske operacije kako bi osigurao da se hrana priprema i isporučuje brzo, učinkovito i bez otpada.<sup>16</sup>

Primarni dijelovi *Just-In-Time*-a koje su implementirale ostale industrije bili su: smanjenje otpada, fokus na kontinuirano poboljšanje i uklanjanje nepotrebnog inventara. Implementacijom ovih načela, druge industrije mogle su poboljšati svoju učinkovitost, smanjiti troškove i povećati zadovoljstvo kupaca. Međutim, neke su se industrije borile s potpunom implementacijom *Just-In-Time*-a, zbog složenosti svojih opskrbnih lanaca, potrebe za visokom razinom prilagodbe i nepredvidive potražnje.<sup>17</sup>

Jedna od industrija koja se suočila s izazovima u implementaciji *Just-In-Time*-a je zdravstvena industrija. Iako je bilo uspješnih implementacija *Just-In-Time*-a u nekim zdravstvenim organizacijama, poput bolnica, složenost lanaca zdravstvene skrbi i visoka razina prilagodbe potrebne za skrb o pacijentima otežali su potpuno usvajanje *Just-In-Time* načela.<sup>18</sup>

Još jedna industrija koja se borila s *Just-In-Time*-om je građevinska industrija. Građevinski projekti zahtijevaju visok stupanj prilagodbe i uključuju više dobavljača i izvođača, što može otežati koordinaciju i sinkronizaciju isporuka. Osim toga, građevinski projekti često su podložni nepredvidivim vremenskim uvjetima i kašnjenjima, što otežava planiranje isporuka s preciznošću.<sup>19</sup>

Unatoč tim izazovima, utjecaj *Just-In-Time*-a na industrije izvan proizvodnje bio je značajan. Usvajanje *Just-In-Time* načela omogućilo je kompanijama smanjenje troškova, poboljšanje učinkovitosti i povećanje zadovoljstva kupaca. Međutim, važno je da kompanije pažljivo procijene svoj lanac opskrbe i proizvodne procese prije implementacije *Just-In-Time*-a, kako bi osigurale da odgovara njihovoj industriji i poslovnim potrebama.

Usvajanje *Just-In-Time*-a dovelo je do nekoliko prednosti, uključujući smanjenje troškova zaliha i skladištenja, povećanu produktivnost i poboljšanu kontrolu kvalitete. Korištenjem načela *Just-In-Time*-a, kompanije mogu održavati minimalnu razinu zaliha dok još uvijek

---

<sup>14</sup> White R.E.: *JIT evolution and use in the US*, Encyclopedia of Production and Manufacturing Management, 2000.

<sup>15</sup> Gunasekaran, A., & Yusuf, Y. Y.: *Agile supply chain: strategy for competitive advantage*, International Journal of Production Economics, br. 62 (1-2), 2002.

<sup>16</sup> Hwei W. C., Chen N., & Chang H. J.: *The Impact Of Just In Time On Firm Performance*, Journal of Business & Economics Research, vol. 7, br. 2, 1998.

<sup>17</sup> Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K.: *Operations management: Processes and supply chains*, Pearson Education, 2016.

<sup>18</sup> Li J.: *Just-In-Time implementation in healthcare: A review*, Western Kentucky University, 2015.

<sup>19</sup> Patel V. & Solanki J.: *Just in time concept used in construction project*, International Research Journal of Engineering and Technology, vol. 06, br. 07, 2020.



zadovoljavaju proizvodne zahtjeve.<sup>20</sup> To je zato što *Just-In-Time* ima za cilj proizvesti samo ono što je potrebno, kada je potrebno i u potrebnoj količini.

Iako su prednosti *Just-In-Time*-a brojne, njegova implementacija može biti izazovna. Jedan od najvećih izazova je potreba za učinkovitim i pouzdanom komunikacijom između dobavljača i proizvođača. To je zato što *Just-In-Time* zahtijeva da dobavljači isporuče dijelove i komponente točno na vrijeme za proizvodnje.<sup>21</sup> Osim toga, uspjeh *Just-In-Time*-a ovisi o visoko učinkovitim i fleksibilnim procesima proizvodnje, što može biti teško postići bez odgovarajuće obuke, alata i infrastrukture.

Što se tiče nedostataka, neke su kompanije pokušale implementirati *Just-In-Time* bez potpunog razumijevanja njegovih načela ili temeljnog TPS-a. Ohno je napisao kako je Toyota tek 1962. uspjela uvesti kanbane na razini cijele kompanije, deset godina nakon što su prvi put krenuli s uvođenjem svog novog proizvodnog sustava. Toyota, kao začetnik pristupa, morala je mnogo naučiti i bez sumnje je griješila te upravo to ilustrira vrijeme koje može biti potrebno za uspješnu implementaciju *Just-In-Time* sustava u velikoj kompaniji. Štoviše, vrijeme/napor/trošak upravljanja, koji je utrošen u razvoj i implementaciju *Just-In-Time* sustava, zasigurno je značajan.

U pogledu na zapadni svijet, *Just-In-Time* je stvarno počeo utjecati na proizvodnju tek u kasnim 1970-im i ranim 1980-im pod raznim imenima - npr. Hewlett Packard nazvao ga je "proizvodnjom bez zaliha".<sup>22</sup> Takva prilagodba od strane zapadne industrije temeljila se na neformalnoj analizi sustava koji se koriste u japanskim kompanijama. Knjige japanskih autora (kao što je sam Ohno) koje detaljno opisuju razvoj *Just-In-Time*-a u Japanu nisu objavljene na Zapadu sve do kasnih 1980-ih. Iako je implementacija *Just-In-Time*-a donijela mnoge prednosti industrijama i kompanijama, nije bez nedostataka. Jedan od glavnih nedostataka *Just-In-Time*-a je njezina osjetljivost na poremećaje u opskrbnom lancu. Budući da se *Just-In-Time* uvelike oslanja na pravovremenu i učinkovitu isporuku dijelova i materijala, bilo kakva kašnjenja ili prekidi u opskrbnom lancu mogu uzrokovati značajna kašnjenja i smetnje u proizvodnji.

Drugi je potencijalni nedostatak *Just-In-Time*-a povećani rizik od problema s kontrolom kvalitete. Kada se dijelovi i materijali isporučuju u malim količinama točno na vrijeme, malo je mjesta za pogreške. Ako se otkrije kvar, to može uzrokovati značajno kašnjenje u proizvodnji, što u konačnici može utjecati na cijeli opskrbeni lanac. Stoga se kontrola kvalitete mora pažljivo pratiti i održavati kako bi se osiguralo da proizvodi zadovoljavaju tražene standarde.

Štoviše, kompanije moraju održavati čvrst i pouzdan odnos s dobavljačima kako bi osigurale pravovremenu isporuku robe. Svaki prekid u ovom odnosu mogao bi dovesti do kašnjenja i poremećaja u opskrbnom lancu. Osim toga, *Just-In-Time* zahtijeva visok stupanj koordinacije i komunikacije između dobavljača i proizvođača, što može biti izazovno održavati u većim, složenijim lancima opskrbe.

---

<sup>20</sup> Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2016). Operations management: Processes and supply chains. Pearson Education.

<sup>21</sup> Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2016). Operations management: Processes and supply chains. Pearson Education.

<sup>22</sup> Iberle K. (2010) *Lean System Integration at Hewlett-Packard*, <https://kiberle.com/wp-content/uploads/2016/01/2010-Lean-System-Integration-at-HP.pdf>, pristup: 19.11.2022.

Studija iz 1996. godine otkrila je da je jedan od značajnih izazova u implementaciji *Just-In-Time*-a visoka cijena implementacije i održavanja sustava. Prema studiji, trošak implementacije *Just-In-Time* sustava može biti previsoko skup za manje kompanije, a održavanje sustava također može biti skupo. Dodatno, istraživanje je pokazalo da neke kompanije koje su implementirale *Just-In-Time* nisu uspjele postići očekivane koristi zbog loše implementacije i lošeg održavanja sustava.<sup>23</sup>

Zaključno, iako je implementacija *Just-In-Time*-a donijela mnoge koristi industrijama i kompanijama, nije bez nedostataka. Osjetljivost na poremećaje u opskrbnom lancu, povećani rizik od problema s kontrolom kvalitete i visoki troškovi implementacije i održavanja neki su od izazova povezanih s *Just-In-Time*-om. Za uspješnu implementaciju *Just-In-Time*-a, kompanije moraju pažljivo razmotriti ove moguće nedostatke i poduzeti korake za ublažavanje povezanih rizika.

Zaključno, provedba *Just-In-Time*-a od strane Toyote imala je dubok utjecaj na proizvodnu industriju i druge industrije koje su usvojile *Just-In-Time* principe. Dok su se neke industrije suočile s izazovima u potpunoj implementaciji *Just-In-Time*-a, načela smanjenja otpada, kontinuiranog poboljšanja i uklanjanja nepotrebnog inventara pokazala su se korisnima za mnoge kompanije. Za kompanije je bitno pažljivo procijeniti svoj lanac opskrbe i proizvodne procese, prije implementacije *Just-In-Time*-a, kako bi osigurale da odgovara njihovim poslovnim potrebama.

### **3.4 Implementacija *Just-In-Time* strategije u industriji poluvodiča**

Nakon što je sustav proizvodnje Just-in-time razvila i implementirala Toyota u automobilske industriji, uspjeh se ubrzo proširio i na druge industrije. Jedna od tih industrija bila je industrija poluvodiča. Industrija poluvodiča poznata je po svojim složenim lancima opskrbe i brzom tehnološkom napretku, što *Just-In-Time* čini sustavom izazovnim za implementaciju.

*Just-In-Time* je prvi put implementiran u industriji poluvodiča kasnih 1980-ih i ranih 1990-ih, a prve kompanije koje su usvojile ovaj sustav bile su Intel, National Semiconductor i Motorola.<sup>24</sup> *Just-In-Time* sustav pomogao je poluvodičkim kompanijama da poboljšaju svoje upravljanje zalihama, skrate vrijeme isporuke i poboljšaju kvalitetu svojih proizvoda. Međutim, postojale su i neke slabosti implementacije *Just-In-Time*-a u industriji poluvodiča.<sup>25</sup> Jedan od najvećih izazova bila je koordinacija više dobavljača, svakoga sa svojim jedinstvenim proizvodnim mogućnostima i rokovima. Industrija poluvodiča zahtijeva veliki broj sirovina, od kojih mnoge imaju dugo vrijeme isporuke i podložne su prekidima u opskrbnom lancu, kao što su prirodne katastrofe ili geopolitički problemi.<sup>26</sup>

---

<sup>23</sup> Balakrishnan R., Linsmeier T. J., & Venkatachalam M.: *Financial Benefits from JIT Adoption: Effects of Customer Concentration and Cost Structure*, The Accounting Review, br. 71(2), 1996.

<sup>24</sup> Trappey, C. V.: *Just-in-time in the semiconductor industry: applications and limitations*, Journal of Materials Processing Technology, vol. 59, br. 1-2, 1996.

<sup>25</sup> Christensen C. M., King S., Verlinden M. & Yang W.: *The New Economics of Semiconductor Manufacturing*, IEEE Spectrum, vol. 45, no. 5, pp. 24-29, 2008.

<sup>26</sup> Aelker J., Bauemhansl T., Ehm H.: *Managing Complexity in Supply Chains: A Discussion of Current Approaches on the Example of the Semiconductor Industry*, Procedia CIRP, vol. 7, 2013.

Nadalje, jedan od glavnih nedostataka *Just-In-Time* sustava u industriji poluvodiča bila je visoka razina prilagodbe koja je bila potrebna za svaku narudžbu. Industrija poluvodiča proizvodi širok raspon proizvoda s različitim specifikacijama, a svaki proizvod zahtijeva različite sirovine i proizvodne procese. To otežava implementaciju *Just-In-Time*-a jer zahtijeva visok stupanj koordinacije između dobavljača i proizvođača. Osim toga, proizvodnja poluvodiča uključuje više faza, a svaki poremećaj u jednoj fazi može uzrokovati usko grlo u cijelom proizvodnom procesu.<sup>27</sup> Štoviše, provedba *Just-In-Time*-a zahtijevala je i visoku razinu koordinacije i komunikacije između dobavljača i proizvođača, što nije uvijek bilo izvedivo zbog razlika u vremenskim zonama i jezičnih barijera.

Još jedan izazov, s kojim se susreću poluvodičke kompanije pri implementaciji *Just-In-Time*-a, čine visoki troškovi održavanja inventara međuspremnik. Industriju poluvodiča karakterizira dugo vrijeme za isporuke sirovina i složeni proizvodni procesi, što otežava održavanje minimalne razine zaliha dijelova. Stoga kompanije moraju balansirati između troškova držanja viška zaliha i rizika od situacije nestašice. Upravo to čini *Just-In-Time* sustav zahtjevan za implementaciju, budući da zahtijeva visok stupanj preciznosti u upravljanju zalihama.<sup>28</sup>

Drugi problem s kojim se suočavaju poluvodičke kompanije koje su implementirale *Just-In-Time* su rizici povezani s centralizacijom proizvodnje u jugoistočnoj Aziji i poslovnim modelom izdvajanja proizvodnje vanjskim partnerima. Ovi rizici uključuju geopolitičke rizike, poremećaje u opskrbnom lancu, zaštitu intelektualnog vlasništva i pitanja kontrole kvalitete. Industrija poluvodiča uvelike se oslanja na nekoliko zemalja, kao što su Tajvan, Južna Koreja i Kina, za većinu svoje proizvodnje. Koncentracija proizvodnje u tim zemljama čini industriju ranjivom na prirodne katastrofe, geopolitičke rizike i poremećaje u opskrbnom lancu. Osim toga, poslovni model eksternalizacije može stvoriti izazove u zaštiti intelektualnog vlasništva i kontroli kvalitete.<sup>29</sup>

Nadalje, *Just-In-Time* model također zahtijeva visoku razinu fleksibilnosti i prilagodljivosti, što može biti teško postići u vrlo složenoj industriji koja se brzo mijenja kao što je poluvodička industrija. Zbog brzog razvoja tehnologije poluvodiča i zahtjeva kupaca, može biti izazovno točno predvidjeti potražnju i planirati proizvodne rasporede, što može dovesti do prekida opskrbnog lanca i manjka zaliha.

Zaključno, implementacija *Just-In-Time*-a u industriji poluvodiča donijela je mnoge prednosti, uključujući poboljšano upravljanje zalihama, smanjeno vrijeme isporuke i poboljšanu kvalitetu proizvoda. Međutim, postoje i izazovi povezani s ovim sustavom, kao što je potreba za visokom razinom prilagodbe, trošak održavanja međuzaliha i rizici povezani s centralizacijom proizvodnje u jugoistočnoj Aziji i poslovnim modelom eksternalizacije. Poluvodičke kompanije moraju pažljivo procijeniti prednosti i nedostatke *Just-In-Time*-a prije nego što ga implementiraju u svoje proizvodne procese.

---

<sup>27</sup> IMF (2022) *Supply Bottlenecks: Where, Why, How Much, and What Next?*, <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WP/2022/English/wpia2022031-print-pdf.ashx>, pristup: 07.01.2023.

<sup>28</sup> Levitt, M.E., & Abraham, J.: *Just-in-time methods for semiconductor manufacturing*, IEEE/SEMI Conference on Advanced Semiconductor Manufacturing Workshop, 3-9., 1990.

<sup>29</sup> Chen S., Lei J., Moizadeh K.: *Operations Management in Semiconductor and Computing Technology Industries: Capacity, Outsourcing, and Production*, Springer Series in Supply Chain Management, vol 19., 2022.

## 4. OPSKRBNI LANAC U INDUSTRIJI POLUVODIČA

### 4.1 Globalizacija i nova ekonomija

Pojam globalizacija odnosi se na proces povećane međusobne povezanosti i međuovisnosti svjetskih gospodarstava, društava i kultura. Neki od čimbenika Globalizacije svjetskog gospodarstva od 1990. godine su:

**Tehnološki napredak:** Razvoj novih tehnologija u područjima komunikacija i transporta, učinio je lakšim i jeftinijim povezivanje ljudi, poduzeća i zemalja diljem svijeta. Rast interneta i brzo širenje mobilnih uređaja olakšali su protok informacija i ideja, omogućujući tvrtkama globalno poslovanje, a potrošačima pristup proizvodima i uslugama s bilo kojeg mjesta u svijetu.

**Liberalizacija trgovinske i investicijske politike:** Mnoge su zemlje liberalizirale svoje investicijske politike, dopuštajući stranim tvrtkama da ulažu u njihova gospodarstva i obrnuto. Opći sporazum o carinama i trgovini (GATT) i njegov nasljednik, Svjetska trgovinska organizacija (WTO), odigrali su ključnu ulogu u promicanju slobodne trgovine i smanjenju protekcionističkih mjera.

**Pojava novih sudionika u globalnom gospodarstvu:** Uspon sudionika u Aziji posebice Kine i Indije doveo je do značajnog pomaka u globalnoj ravnoteži ekonomske moći, jer su te zemlje postale glavni izvoznici i odredišta za strana ulaganja.

Neki od pozitivnih učinaka globalizacije su povećani gospodarski rast i prosperitet, poboljšan pristup robi i uslugama, povećana kulturna razmjena.

Međutim, globalizacija je također imala negativne učinke, uključujući povećanu dohodovnu nejednakost i degradaciju okoliša.

Globalizacija svjetskog gospodarstva od 1990. također je stvorila nekoliko izazova, uključujući politički otpor globalizaciji, povećanu ekonomsku volatilnost te izazove za zemlje u razvoju. Ekonomski šokovi u jednom dijelu svijeta mogu brzo proširiti na druge dijelove. Globalna financijska kriza 2008.-2009. bila je jasan primjer toga, budući da se pad tržišta nekretnina u Sjedinjenim Državama brzo proširio na ostatak svijeta, uzrokujući globalnu recesiju.<sup>30</sup>

Pojam nova ekonomija (eng. new economy) odnosi se na razdoblje brzog gospodarskog rasta i tehnološkog napretka potaknuto širokim usvajanjem informacijskih i komunikacijskih tehnologija (eng. ICT), u daljnjem tekstu *ICT*. Ovo razdoblje obilježila je pojava novih poslovnih modela, poput e-trgovine, te rast tvrtki u tehnološkom sektoru. Novu ekonomiju karakterizirala je visoka razina ulaganja u tehnološke tvrtke, što je dovelo do skoka cijena dionica i raširenog uvjerenja da se tradicionalna ekonomska pravila više ne primjenjuju.<sup>31</sup>

Novu ekonomiju karakteriziralo je nekoliko ključnih značajki, uključujući:

*ICT:* Široka primjena *ICT*-a bila je pokretačka snaga nove ekonomije. Internet, mobilni telefoni i druge tehnologije omogućili su brzu razmjenu informacija i omogućili nove poslovne modele

<sup>30</sup> Horvat Đ. & Perkov D. & Trojak N.: *Strategijsko upravljanje i konkurentnost u novoj ekonomiji*, Effectus, Zagreb, 2017.

<sup>31</sup> Horvat Đ. & Perkov D. & Trojak N.: *Strategijsko upravljanje i konkurentnost u novoj ekonomiji*, Effectus, Zagreb, 2017.

kao što su e-trgovina, društveni mediji i internetska tržišta. Sva ova dostignuća pratio je razvoj industrije poluvodiča koja je blisko vezna uz *ICT*.

Globalizacija: Nova ekonomija također je bila obilježena povećanom globalizacijom, jer su tvrtke koristile *ICT* kako bi proširile svoj doseg izvan nacionalnih granica. Globalni opskrbeni lanci i vanjska proizvodnja (eng. Izdvajanje proizvodnje vanjskim partnerima) postali su sve prisutniji, a međunarodna trgovina rasla je brzinom bez presedana.

Znanje i inovativnost: nova ekonomija bila je obilježena valom poduzetništva i inovacija, budući da su nove tehnologije omogućile stvaranje novih proizvoda i usluga. To je dovelo do pojave novih poslovnih modela, poput ekonomije dijeljenja, i rasta novih industrija, poput biotehnologije.

Nova ekonomija imala je značajan utjecaj na poslovni krajolik, s nekoliko značajnih promjena koje su se dogodile. To uključuje među ostalim: prekid tradicionalnih industrija, uspon tehnološkog sektora, promjena prirode posla.<sup>32</sup>

Novu ekonomiju također su obilježila pretjerana ulaganja i špekulacije, posebice u tehnološkom sektoru. To je dovelo do skoka cijena dionica i uvjerenja da tradicionalna ekonomska pravila više ne vrijede. Međutim, ovaj je balon na kraju puknuo, što je dovelo do oštrog pada cijena dionica i preispitivanja uloge tehnologije u gospodarstvu. Recesija koja je uslijedila nakon pucanja tzv. „dot-com“ mjehura 2001. dovela je do pada ulaganja u tehnološke tvrtke, a mnogie mlade kompanije bile su prisiljene zatvoriti se. To je dovelo do preispitivanja uloge tehnologije u gospodarstvu i opreznijeg pristupa ulaganjima u tehnološke tvrtke.

Nova ekonomija također se suočila s regulatornim i pravnim problemima, posebno u područjima kao što su intelektualno vlasništvo i privatnost. Ova su pitanja istaknula potrebu za novim propisima i politikama za rješavanje izazova koje donosi brzi tempo tehnoloških promjena. Na primjer, glazbena i filmska industrija borile su se da se prilagode izazovima koje postavlja digitalno piratstvo, što je dovelo do uvođenja novih zakona o autorskim pravima i mjera provedbe.

## **4.2 Opskrbeni lanac u industriji poluvodiča prije centralizaciju u Jugoistočnu Aziju**

Industrija poluvodiča prošla je kroz veliku transformaciju u posljednjih nekoliko desetljeća, a jedna od ključnih promjena bilo je izmještanje proizvodnje u jugoistočnu Aziju. Prije ove promjene, lanac opskrbe poluvodičima bio je koncentriran u nekoliko zemalja, sa Sjedinjenim Državama, Japanom i Europom koje su imale dominantnu poziciju.

Prije trenda izdvajanja proizvodnje vanjskim partnerima, industrija poluvodiča imala je više distribuirani lanac opskrbe, s proizvodnjom u više zemalja diljem svijeta. Jedan od najznačajnijih proizvodnih centara bile su Sjedinjene Američke Države, gdje su osnovane mnoge od vodećih poluvodičkih kompanija, koje su upravljale velikim tvornicama (ljevionicama) u zemlji. Na primjer, Intel, jedan od najvećih proizvođača poluvodiča na svijetu, ima svoje sjedište i nekoliko proizvodnih pogona u Sjedinjenim Američkim Državama (Oregon i Arizona).

---

<sup>32</sup> Castells M.: *The Rise of the New Economy: A Comprehensive Analysis*, Oxford University Press, 2002.

Japan je bio još jedan značajan sudionik u industriji poluvodiča prije Izdvajanje proizvodnje vanjskim partnerima, i bio je dom nekoliko istaknutih proizvođača poluvodiča, kao što su Toshiba, Hitachi i NEC. U 1980-ima japanski proizvođači poluvodiča kontrolirali su oko 60% svjetskog tržišta, a njihove su tvornice bile poznate po tome što su visoko automatizirane i učinkovite.<sup>33</sup>

Europa je također bila važna regija za proizvodnju poluvodiča, s kompanijama poput Philipsa, Siemensa i STMicroelectronicsa koje su imale značajnu prisutnost. Tajvan i Južna Koreja također su se pojavljivali kao značajni sudionici u industriji poluvodiča 1990-ih, s kompanijama poput TSMC-a i Samsunga koji su ulagali velika sredstva u tvornice kako bi se natjecali s etabliranim sudionicima.<sup>34</sup>

Godine 1992. Japan je proizveo oko 43% svjetskih poluvodiča, dok su Sjedinjene Države proizvele oko 41%, a Europa oko 10%.<sup>35</sup> Europske su se kompanije u budućem razdoblju više usredotočile na istraživanje i razvoj te je njihov proizvodni kapacitet ostao relativno mali u usporedbi sa SAD-om i Japanom.

Prednost distribuiranog opskrbnog lanca bila je u tome što su kompanije imale veću kontrolu nad procesom proizvodnje i mogle su bolje upravljati kontrolom kvalitete.<sup>36</sup> Osim toga, kompanije bi mogle iskoristiti snage različitih regija, kao što su visoko automatizirane tvornice u Japanu ili stručnost istraživanja i razvoja u Sjedinjenim Američkim Državama. Dodatna prednost bila je ta što je proizvodnja bila zemljopisno raznolika, smanjujući rizik da jedan događaj ili prirodna katastrofa poremete cijeli opskrbni lanac.

Međutim, s povećanjem popularnosti osobnih računala i rastom telekomunikacijske industrije, potražnja za poluvodičima je eksplodirala, a postojeći proizvodni kapaciteti nisu mogli pratiti rast.

U ranim danima industrije poluvodiča, integrirani proizvođači uređaja (eng. Internal Device Manufacturing - IDM) proizvodili su sve komponente potrebne za proizvodnju poluvodiča, od pločica do konačnih čipova. Međutim, industrija je doživjela značajne promjene u 1980-ima i 1990-ima, s porastom izdvajanja proizvodnje vanjskim partnerima i odvajanjem dizajna i proizvodnje. Pojavile su se poluvodičke kompanije bez ljevaonskih sposobnosti, fokusirajući se isključivo na projektiranje čipova, dok su svoju proizvodnju povjeravali ljevaonicama. Ovaj način rada ljevaonica naziva se „pure-play“.<sup>37</sup> Ljevaonice su se pak specijalizirale za proizvodnju poluvodiča, pružajući proizvodne usluge kompanijama koje ne proizvode svoje proizvode, kao i integriranim proizvođačima uređaja. Ova promjena u industriji rezultirala je sve više fragmentiranim opskrbnim lancem, s više kompanija uključenih u proizvodni proces.

---

<sup>33</sup> Kamakura N.: From globalising to regionalising to reshoring value chains? The case of Japan's semiconductor industry, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 15, br. 2, 2022.

<sup>34</sup> Accenture (2021) *Going Vertical: A new integration era in the semiconductor*, [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-158/Accenture-Vertical-Integration-POV-Vertical-20.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-158/Accenture-Vertical-Integration-POV-Vertical-20.pdf), pristup: 10.11.2022.

<sup>35</sup> Bustelo P. (1993) *The European Semiconductor Industry and the impact of South Korea's inroads*, <https://eprints.ucm.es/id/eprint/26367/1/9323.pdf>, pristup: 21.11.2022.

<sup>36</sup> J. C. De Rooij & W. Van Der Aalst: *Manufacturing Supply Chain*, Encyclopedia of Physical Security, 2019.

<sup>37</sup> Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T.: *The governance of global value chains*, *Review of International Political Economy*, br. 12 (1), 2005.

Tržišni udio *pure-play* ljevaonica visoko je konsolidiran, s nekoliko dominantnih sudionika koji kontroliraju većinu tržišta. Ljevaonice *pure-play* uložile su velika sredstva u istraživanje i razvoj kako bi ostale konkurentne i bile su na čelu razvoja novih tehnologija, dok se suočavaju s intenzivnom konkurencijom.

Prema izvješću Gartnera, tri najveće *pure-play* ljevaonice, TSMC, Samsung i UMC, činile su 74% ukupnog tržišta *pure-play* ljevaonica u 2021. TSMC, vodeći na tržištu, imao je tržišni udio od 57 %, a slijede ga Samsung s 9 % i UMC sa 8 %.<sup>38</sup> Preostali tržišni udio podijeljen je među manjim *pure-play* ljevaonicama, kao što su GlobalFoundries, SMIC i PSMC. Ovi podaci pokazuju visoku razinu konsolidacije na tržištu *pure-play* ljevaonica, s nekoliko dominantnih sudionika koji kontroliraju većinu tržišta.

Prema izvješću IC Insights, tri najveće *pure-play* ljevaonice činile su 87% ukupnih troškova istraživanja i razvoja u ljevaoničkoj industriji u 2020. TSMC je, na primjer, potrošio više od 17 milijardi USD na istraživanje i razvoj u 2020., što predstavlja 8% vlastitih prihoda.<sup>39</sup> *Pure-play* ljevaonice također su bile na čelu razvoja novih tehnologija, kao što su napredno pakiranje i 3D integracija, kako bi zadovoljile sve veće zahtjeve tržišta poluvodiča.

Ljevaonice *pure-play* suočavaju se s intenzivnom konkurencijom drugih sudionika u industriji poluvodiča, uključujući integrirane proizvođače uređaja i kompanije bez proizvodnje poluvodiča tzv. *fabless* kompanije. *Fabless* kompanije su specijalizirane kompanije za istraživanje i razvoj te dizajn poluvodiča bez vlastitih kapaciteta proizvodnje. Integrirani proizvođači uređaja, poput Intela i Samsunga, imaju prednost posjedovanja vlastitih proizvodnih pogona, što im omogućuje kontrolu cjelokupnog procesa proizvodnje i veću fleksibilnost u razvoju proizvoda. S druge strane, prednost *fabless* kompanija leži u tome što se mogu usredotočiti na dizajn i inovacije, dok proizvodnju povjeravaju ljevaonicama. *Pure-play* ljevaonice mogle su se natjecati nudeći specijalizirane proizvodne usluge, ekonomiju razmjera i pristup naprednim tehnologijama.

Unatoč pomaku prema izdvajanju proizvodnje prema vanjskim partnerima i fragmentaciji, industrija poluvodiča ostala je visoko koncentrirana. Godine 1990. deset najvećih poluvodičkih kompanija činilo je više od 60% svjetskog tržišnog udjela. Samo prvih pet poluvodičkih kompanija bile su odgovorne za više od 40% tržišta.<sup>40</sup> Ova razina koncentracije imala je i prednosti i mane. S jedne strane, visoko koncentrirana industrija omogućila je lakšu koordinaciju i komunikaciju među kompanijama. To je omogućilo učinkovitiju kontrolu kvalitete i planiranje proizvodnje, što je dovelo do nižih troškova proizvodnje i većih profitnih marži. S druge strane, visoka razina koncentracije učinila je industriju ranjivom na poremećaje u opskrbnom lancu, kao što su prirodne katastrofe, štrajkovi ili geopolitički sukobi.

Prije uspona jugoistočne Azije kao središta proizvodnje poluvodiča, Sjedinjene Države i Japan imali su najveći proizvodni kapacitet. Godine 1995. Sjedinjene Države činile su 38% globalne proizvodnje poluvodiča, a Japan je bio blizu njih s 32%. Europa je zaostajala sa samo 16%

<sup>38</sup> Gartner Research (2021), *Competitive Landscape: Semiconductor Foundry Services*, <https://www.gartner.com/en/documents/4003734>, pristup: 06.12.2022.

<sup>39</sup> IC Insights (2022) *Companies Expected to Increase Spending by >40% in 2022*, <https://www.design-reuse.com/news/51522/2022-semi-industry-capex-forecast.html>, pristup: 06.12.2022.

<sup>40</sup> IC Insights (2015) *Top 10 Worldwide Semiconductor Sales Leaders*, <https://epsnews.com/2015/04/19/top-10-ic-makers-break-50-market-share/>, pristup: 06.12.2022.

globalne proizvodnje, dok je ostatak svijeta, uključujući Aziju, činio 14%.<sup>41</sup> Međutim, čak i prije prelaska na izdvajanje proizvodnje vanjskim partnerima, mnoge poluvodičke kompanije već su uspostavile *offshore* pogone u zemljama s niskim troškovima, kao što su Singapur i Tajvan. *Offshore* pogoni se definiraju kao izdvojeni proizvodni pogoni u vlasništvu kompanije ali smješteni prvenstveno u zemljama sa nižim troškovima, bilo financijskim ili operativnim. Ti su objekti prvenstveno bili usmjereni na sastavljanje i pakiranje, a ne na proizvodnju pločica, zbog niže razine tehnologije potrebne za te procese.

Zaključno, prije ekternalizacije i centralizacije proizvodnje u jugoistočnoj Aziji, industrija poluvodiča bila je visoko koncentrirana, s proizvodnjom prvenstveno smještenom u razvijenim zemljama kao što su Sjedinjene Države i Japan. Unatoč prednostima visoko koncentrirane industrije, ovo uređenje bilo je osjetljivo na poremećaje u opskrbnom lancu. Pomak prema outsourcingu i fragmentaciji rezultirao je globalnim opskrbnim lancem, s više kompanija uključenih u proizvodni proces. Dok su mnoge poluvodičke kompanije već uspostavile *offshore* pogone prije uspona jugoistočne Azije kao središta proizvodnje poluvodiča, regija se brzo pojavila kao glavni igrač u industriji zbog niskih troškova rada, povoljne porezne politike i snažne državne potpore.

Ova koncentracija učinila je industriju osjetljivom na poremećaje, bilo zbog prirodnih katastrofa, političke nestabilnosti ili gospodarskih padova.

### **4.3 Opskrbni lanac u razdoblju transformacije 1990-2020**

Razdoblje od 1990. do 2020. svjedoči značajnim pomacima u opskrbnom lancu poluvodiča. Rast potražnje za elektronikom i pojava novih aplikacija poput pametnih telefona, prijenosnih računala i električnih automobila doveli su do porasta proizvodnje poluvodičkih čipova. Opskrbni lanac proširio se na više zemalja i raznolike metode prijevoza.

Jedno od najvećih postignuća industrije poluvodiča u tom razdoblju bilo je povećanje proizvodnih kapaciteta i smanjenje troškova. Veličina tranzistora smanjila se s 1 mikrona 1990. na 7nm 2020., što je omogućilo proizvodnju više čipova na jednoj pločici. Rast veličine pločice s 200 mm 1990. na 300 mm 2020. također je doveo do ekonomije razmjera i nižih troškova po čipu. Industrija poluvodiča porasla je s tržišta vrijednog 100 milijardi USD 1990. na tržište vrijedno 500 milijardi USD 2020., s procijenjenom složenom godišnjom stopom rasta (eng. CAGR) od 13% od 2010. do 2020.<sup>42</sup>

Još jedno značajno postignuće bilo je pojavljivanje novih tržišta i širenje postojećih. Na primjer, kineska industrija poluvodiča značajno je porasla tijekom tog razdoblja, a zemlja je postala najveći potrošač poluvodiča u svijetu do 2015. Rast mobilnih uređaja i *IoT*-a također je doveo do povećane potražnje za poluvodičima, posebno u Aziji.

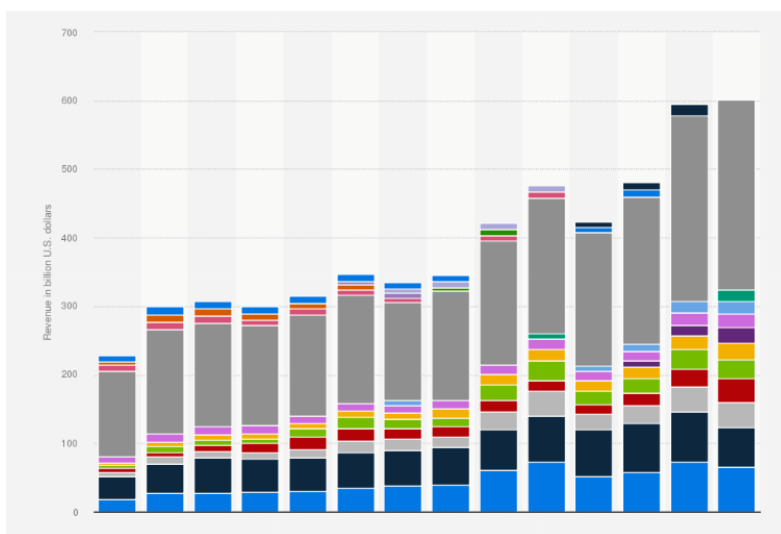
---

<sup>41</sup> The New York Times (1996) *World Semiconductor Market Grew 40% in '95*, <https://www.nytimes.com/1996/01/09/business/world-semiconductor-market-grew-40-in-95-report-shows.html>, pristup: 07.12.2022.

<sup>42</sup> Allied Market Research (2022) *Semiconductor Market*, <https://www.alliedmarketresearch.com/semiconductor-market-A17597>, pristup: 17.10.2022.



**Slika 4:** Grafikon globalnih prihoda proizvođača poluvodiča



Izvor: Statista (2022) *Global revenue generated by semiconductor vendors since 2009*, <https://www.statista.com/statistics/270590/global-revenue-generated-by-semiconductor-vendors-since-2009/>, pristup: 20.02.2023.

Međutim, industrija poluvodiča također se suočila s nekoliko izazova u ovom razdoblju. Jedan od najznačajnijih problema bile su česte neravnoteže između ponude i potražnje uzrokovane cikličnošću industrije. Prekomjerni kapacitet u jednoj godini mogao bi dovesti do značajnog pada cijena, dok bi nedostatak mogao uzrokovati vrtoglavi skok cijena. Industrija se također suočila s izazovom tehnologija koje se brzo mijenjaju, zbog čega je bilo teško držati korak s najnovijim inovacijama.<sup>43</sup> Također, značajan problem s kojim se industrija poluvodiča suočavala u to vrijeme bio je i nedostatak kvalificiranih radnika. Taj je nedostatak bio je uzrokovan sve većom složenošću proizvodnih procesa koji su zahtijevali visokokvalificirane radnike. Drugi problem bili su visoki troškovi istraživanja i razvoja, zbog čega je manjim kompanijama bilo teško natjecati se s većima.

Lanac opskrbe poluvodičke industrije složen je i uključuje nekoliko faza, uključujući dizajn, proizvodnju, pakiranje, testiranje i distribuciju. Zemljopisni doseg opskrbnog lanca proširio se s nekoliko zemalja u 1990-ima na više od deset zemalja u 2020-toj. Najznačajniji proizvođači poluvodičkih čipova u 2020-toj bili su Tajvan, Južna Koreja i Sjedinjene Države, koji čine više od 80% globalne proizvodnje.<sup>44</sup>

Glavni načini dostave poluvodičkih čipova uključuju: zračni teret, pomorski teret i prijevoz kamionima. Zračni prijevoz tereta najčešće je korištena metoda za pošiljke visoke vrijednosti, vremenski osjetljive i malih količina. Pomorski teret koristi se za rasute pošiljke i isplativ je, ali sporiji. Kamionski prijevoz koristi se za kraće udaljenosti i regionalni prijevoz. Glavne rute prijevoza poluvodičkih čipova nalaze se između Azije i Amerike, Europe i drugih dijelova Azije. Prema izvješću Međunarodne udruge za zračni promet (IATA), zračni teret činio je oko

<sup>43</sup> KPMG (2021) *Semiconductor Supply Chain Resiliency: Key 2021 Audit Considerations*, <https://info.kpmg.us/news-perspectives/technology-innovation/2021-semiconductor-outlook.html>, pristup: 05.12.2022.

<sup>44</sup> IDC (2021) *Worldwide Semiconductor Market Shares, 2020: The Year of the COVID - 19 Pandemic*, <https://cts.businesswire.com/ct/CT?id=smartlink&url=http%3A%2F%2Fwww.idc.com%2F&esheet=52371793&newsitemid=20210202005299&lan=en-US&anchor=IDC&index=2&md5=9a61c652e6f6b8496ed7d59e27985bd9>, pristup 01.12.2022.

30% ukupne vrijednosti isporuka globalne industrije poluvodiča u 2019.<sup>45</sup> Glavne rute za isporuku poluvodiča uključuju one između Azije i Sjeverne Amerike, Azije i Europe te one unutar Azije.

Zaključno, industrija poluvodiča svjedočila je značajnom rastu i razvoju od 1990-te do 2020-te, vođena povećanom potražnjom za elektronikom i tehnološkim inovacijama. Opskrbni lanac proširio se na više zemalja i raznolike metode prijevoza. Međutim, industrija se također suočila s nekoliko izazova, uključujući neuravnoteženost ponude i potražnje i tehnologije koje se brzo mijenjaju, sve veće složenosti i fragmentacije globalnog lanca opskrbe. Mnoge kompanije su svoju proizvodnju prepustile drugim zemljama, što otežava praćenje i upravljanje opskrbnim lancem. Očekuje se da će industrija poluvodiča nastaviti rasti u narednim godinama, potaknuta novim primjenama tehnologije poput 5G, umjetne inteligencije i *IoT*-a.

#### 4.4 Utjecaj intelektualnog vlasništva na transformaciju opskrbnog lanca

Zaštita intelektualnog vlasništva (eng. Intellectual Property) bila je ključni čimbenik u razvoju i rastu industrije poluvodiča. Industrija poluvodiča je vođena tehnologijom zbog čega poluvodičke kompanije ulažu značajne količine vremena i resursa u istraživanje i razvoj (eng. R&D) za stvaranje novih proizvoda i procesa. Zaštita ovih inovacija kroz prava intelektualnog vlasništva kao što su patenti, autorska prava i poslovne tajne ključna je za tvrtke kako bi ostvarile povrat svojih ulaganja u istraživanje i razvoj, privukle investicije te ostale konkurentne na tržištu. Međutim, postoji zabrinutost kako su stroga pravila zaštite intelektualnog vlasništva i njihova primjena možda usporili razvoj industrije poluvodiča. Ovo poglavlje će ispitati utjecaj zaštite intelektualnog vlasništva na razvoj industrije poluvodiča.

Jedan od najznačajnijih utjecaja zaštite intelektualnog vlasništva na industriju poluvodiča je trošak zaštite prava intelektualnog vlasništva. Trošak održavanja pravnog tima koji osigurava usklađenost sa zakonima o intelektualnom vlasništvu i obranu od tužbi zbog kršenja prava može biti značajan za tvrtke. Na primjer, u 2019. Intel je potrošio 2,7 milijardi dolara na pravne i druge profesionalne usluge, što uključuje troškove povezane sa zaštitom intelektualnog vlasništva.<sup>46</sup>

Kršenje prava intelektualnog vlasništva može imati značajan utjecaj na industriju poluvodiča, posebno za manje tvrtke. Nalozi o prekidu i odustajanju (eng. Cease and desist) uobičajeni su način na koji tvrtke mogu zaštititi svoja prava intelektualnog vlasništva, ali se mogu koristiti i za sprječavanje razvoja konkurenata. U nekim slučajevima, naredba o prekidu i odustajanju može prisiliti tvrtku da zaustavi proizvodnju, što rezultira gubitkom prihoda i kašnjenjem u razvoju proizvoda. Na primjer, 2018. Apple je podnio tužbu protiv Qualcomm, navodeći da je praksa licenciranja patenata tvrtke bila anti konkurentna. Qualcomm je podnio protutužbu i dobio sudske zabrane protiv Appleove prodaje iPhonea u nekoliko zemalja, što je rezultiralo značajnim gubicima za Apple.<sup>47</sup>

<sup>45</sup> Air Cargo Market Analysis March 2022, *Air cargo volumes fall to late-2020 level* <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-freight-monthly-analysis---march-2022/>, pristup 29.11.2022.

<sup>46</sup> Intel Corporation (2019) *Form 10-K" (US Securities and Exchange Commission, 2020)* <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/50863/00005086320000011/a12282019q4-10kdocument.htm>, pristup: 19.01.2023.

<sup>47</sup> BBC News (2019) *Apple ordered to pull iPhones from stores in Germany* <https://www.bbc.com/news/business-46749566>, pristup: 19.01.2023.

Prijave patenata ključna su mjera inovacija u industriji poluvodiča. Posljednjih godina značajno se povećao broj prijava patenata, što ukazuje na konkurentnije okruženje. Prema podacima Svjetske organizacije za intelektualno vlasništvo, prijave za patente povezane s poluvodičima porasle su s približno 16.000 u 2000. na više od 36.000 u 2019.<sup>48</sup> Međutim, prijave patenata također mogu stvoriti prepreke ulasku na tržište za mlade tvrtke, posebno u kontekstu industrije poluvodiča. Manje tvrtke mogu imati problema s natjecanjem s većim tvrtkama koje imaju opsežne patentne portfelje, što otežava ulazak na tržište i inovacije.

Kina je kritizirana zbog nedostatka poštovanja prema intelektualnom vlasništvu u industriji poluvodiča. Kineska vlada izvršila je značajna ulaganja u razvoj domaće industrije poluvodiča, ali postoji zabrinutost da je to ulaganje išlo na štetu prava intelektualnog vlasništva stranih kompanija. Na primjer, 2020. američka vlada dodala je kineskog proizvođača poluvodiča Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC) na svoju trgovinsku crnu listu, navodeći zabrinutost zbog veza tvrtke s kineskom vojskom i njezine navodne umiješanosti u krađu intelektualnog vlasništva.<sup>49</sup>

Zaključno, zaštita intelektualnog vlasništva je kritičan čimbenik u razvoju i rastu industrije poluvodiča. Iako pravila i implementacija zaštite intelektualnog vlasništva mogu biti skupi za tvrtke, ona su neophodna za zaštitu inovacija i promicanje konkurencije. Međutim, druga strana je stvaranje prepreka za ulazak mladih tvrtki, posebno u kontekstu industrije poluvodiča, gdje patentni portfelji mogu biti opsežni. Ova činjenica je dodatno potaknula centralizaciju svjetske proizvodnje poluvodiča u nekolicinu zemalja i kompanija. Dodatno, nedostatak poštovanja zaštite intelektualnog vlasništva u zemljama kao što je Kina može predstavljati značajan izazov za budući rast i razvoj industrije poluvodiča.

#### **4.5 Najveći proizvođači poluvodiča na svijetu**

Industrija poluvodiča jedna je od najvažnijih industrija u svijetu jer je odgovorna za proizvodnju čipova koji pokreću gotovo sve elektroničke uređaje.

Konsolidacija prvih deset proizvođača može se pripisati nizu čimbenika. Jedan od glavnih razloga je sve veća potražnja za poluvodičima, koja je mnoge manje sudionike izbacila s tržišta. Osim toga, cijena izgradnje najsuvremenije tvornice poluvodiča iznimno je visoka, što manjim kompanijama otežava natjecanje s većim sudionicima.

Deset najvećih proizvođača poluvodiča u svijetu su:

---

<sup>48</sup> World Intellectual Property Organization (2020) *World Intellectual Property Indicators 2020*, [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_941\\_2020.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2020.pdf), pristup: 19.01.2023.

<sup>49</sup> Forbes (2020) *Trump Administration Adds China's Biggest Chip Maker To Trade Blacklist For Alleged Military Ties*, <https://www.forbes.com/sites/siladityaray/2020/12/04/trump-administration-adds-chinas-biggest-chip-maker-to-trade-blacklist-for-alleged-military-ties/>, pristup: 19.01.2023.

**Tablica 1:** 10 najvećih ljevaonica poluvodiča po godišnjem prihodu

Rank	Kompanija	Prihod			Udio tržišta	
		3Q22	2Q22	QoQ	3Q22	2Q22
1	TSMC	20.163	18.145	11,1%	56,1%	53,4%
2	Samsung	5.584	5.588	-0,1%	15,5%	16,4%
3	UMC	2.479	2.448	1,3%	6,9%	7,2%
4	GlobalFoundries	2.074	1.993	4,1%	5,8%	5,9%
5	SMIC	1.907	1.903	0,2%	5,3%	5,6%
6	HuaHong Group	1.200	1.056	13,6%	3,3%	3,1%
7	PSMC	561	656	-14,4%	1,6%	1,9%
8	VIS	438	520	-15,7%	1,2%	1,5%
9	Tower	427	426	0,2%	1,2%	1,3%
10	Nexchip	371	478	-22,5%	1,0%	1,4%
<b>Total</b>		<b>35.204</b>	<b>33.213</b>	<b>-6,0%</b>	<b>97,9%</b>	<b>97,7%</b>

Izvor: EE Times (2022) <https://www.eetasia.com/global-top-10-foundries-total-revenue-up-6-in-3q-2022/>, pristup: 20.02.2023.

Kada je u pitanju proizvodnja poluvodiča različitih tehnologija, važno je napomenuti da nemaju sve kompanije resurse za proizvodnju čipova na vrhunskoj razini. Sljedeća tablica prikazuje kompanije koje su sposobne proizvoditi čipove na različitim tehnološkim čvorištima, zajedno s njihovim godišnjim količinama proizvodnje:

**Tablica 2:** Najveće ljevaonice poluvodiča po tehnološkom procesu

Proizvodni proces (nm)	Najveća ljevaonica	Zemlja	Mjesečni kapacitet (početnih pločica mjesečno u tisućama)	% ukupnog globalnog mjesečnog kapaciteta
3	TSMC	Taiwan	150.000	30.6%
5	TSMC	Taiwan	140.000	28.6%
7	TSMC	Taiwan	450.000	41.2%
10	TSMC	Taiwan	200.000	24.4%
12	TSMC	Taiwan	140.000	13.1%
14	TSMC	Taiwan	50.000	4.4%
17	SMIC	China	90.000	6.3%

Izvor: TrendForce (2022) *Foundry Market Bulletin\_20230109* <https://www.trendforce.com/research/download/RP230109SK>, pristup: 16.01.2023. / SEMI (2022) *World Fab Forecast*, <https://www.semi.org/en/products-services/market-data/world-fab-forecast>, pristup: 16.01.2023.

#### 4.6 Geografski položaj ljevaonica

Industrijom poluvodiča dominira nekolicina velikih kompanija koje imaju resurse za ulaganje u vrhunsku tehnologiju i proizvodnju čipova u velikom broju. Ova konsolidacija potaknuta je sve većom potražnjom za poluvodičima i visokim troškovima izgradnje najsuvremenije

tvornice poluvodiča. Nemaју sve kompanije resurse za proizvodnju vrhunskih čipova, što je rezultiralo koncentracijom proizvodnje među vrhunskim sudionicima.

Niže je tablica s popisom pet najvećih zemalja prema mjesečnom proizvodnom kapacitetu poluvodiča u svijetu, za različite tehnološke procese:

**Tablica 3:** Zemlje najveći proizvođači poluvodiča

Rang	Kapaciteti proizvodnje (pločica/mjesečno)					
	3nm	5nm	7nm	10nm	12nm	14nm
1	Taiwan	Taiwan	Taiwan	Taiwan	Taiwan	Taiwan
2	South Korea	South Korea	South Korea	South Korea	South Korea	South Korea
3	United States	United States	United States	United States	United States	China
4	Japan	Japan	Japan	Japan	Japan	Japan
5	China	China	China	China	China	United States

Izvor: SEMI (2021) *2021 World Fab Forecast*, <https://www.semi.org/en/2021-world-fab-forecast>, pristup: 16.01.2023.

#### 4.7 Najveći potrošači poluvodiča prema tehnološkom procesu

**Tablica 4:** Najveći potrošači poluvodiča

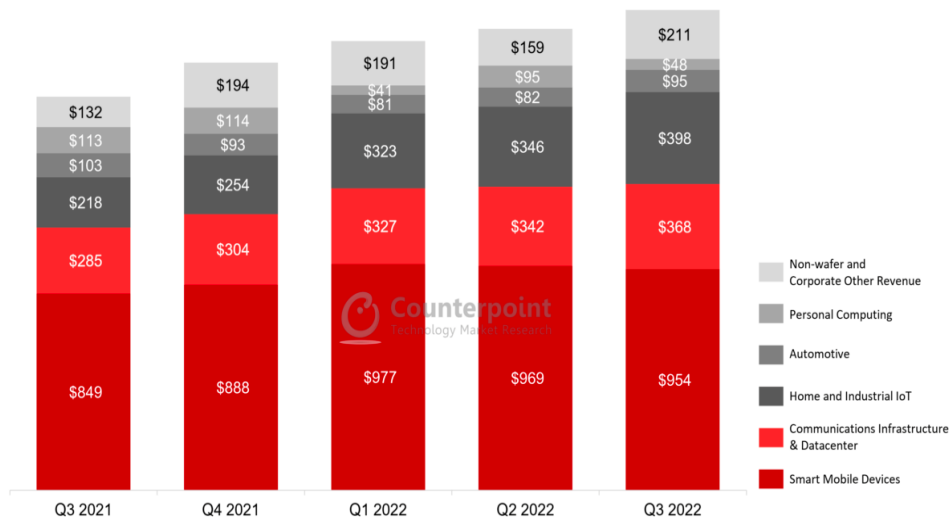
Tehnološki proces	2021		2020		2019	
	Kapacitet proizvodnje (pločica/mjesečno)	Najveći potrošači	Kapacitet proizvodnje (pločica/mjesečno)	Najveći potrošači	Kapacitet proizvodnje (pločica/mjesečno)	Najveći potrošači
3nm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5nm	1.088.000	Mobile, CPU, GPU	915.000	Mobile, CPU	N/A	N/A
7nm	3.293.000	Mobile, CPU, GPU, Auto	3.846.000	Mobile, CPU, GPU	401.000	Mobile, CPU
10nm	450.000	Mobile, CPU, Auto	1.100.000	C.E. Mobile, CPU, GPU	103.000	Mobile, PC, GPU
12nm	879.000	C.E., Industrial	2.092.000	C.E., Industrial, Auto	583.000	Mobile, C.E., Industrial
14nm	2.086.000	C.E., Industrial	1.293.000	C.E., Industrial, Auto	1.547.000	C.E., Industrial, Auto
16nm	1.247.000	C.E., Industrial	1.180.000	C.E., Industrial	801.000	C.E., Industrial, Auto
20nm	1.545.000	C.E., Industrial	835.000	C.E., Industrial	767.000	C.E., Industrial, Auto

Izvor: 1. IC Insights (2021) *Global Wafer Capacity 2021-2022*, <https://www.icinsights.com/dataresearch/recent-reports/>, pristup: 09.12.2022. / TSMC (2021) *Dedicated Foundry Technology*, <https://www.tsmc.com/english/dedicatedFoundry/technology.htm>, pristup: 16.01.2023. / McKinsey & Company (2021), <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-semiconductor-decade-a-trillion-dollar-industry>, pristup: 16.01.2023.

Mobile je u industriji poluvodiča jedinstveni naziv za industriju mobilnog računalstva. CPU industrija se odnosi na proizvođače centralnih procesorskih jedinica. GPU označava industriju

proizvođača grafičkih kartica. *C.E. Industrial* pripadaju svi proizvođači potrošačke elektronike kao što su (ali ne ograničeno na) televizori, *IoT*, igrače konzole itd. Najveći potrošači svake procesne tehnologije razlikuju se ali je vidljiva dominacija mobilnog računalstva, centralnih procesorskih jedinica i grafičkih procesorskih u tehnologijama 5nm, 7nm i 10nm. Potrošačka elektronika i automobilska industrija najveći su potrošači 10nm i 12nm tehnologije, dok su potrošačka elektronika i industrijska elektronika najveći potrošači 16nm i 20nm tehnologije.

**Slika 5:** Godišnji prihod ljevaonica u milijunima \$



Izvor: Counterpoint Research (2022) *Global foundries reports*, <https://www.counterpointresearch.com/globalfoundries-reports-strong-q3-2022-home-industrial-iot-fastest-growing-end-market-2022/>, pristup: 20.02.2023.

Prema nekoliko industrijskih izvješća, automobilska industrija prešla je s niske potrošnje čipova na visoku od 2019. do 2022. godine. Taj je pomak potaknula rastuća potražnja za naprednim sustavima pomoći vozaču (ADAS), električnim vozilima i tehnologije povezanih automobila.

Što se tiče potrošnje 5-10 nm čipova, postoje podaci koji pokazuju porast potrošnje ovih čipova u automobilskoj industriji. Prema izvješću IC Insightsa, očekuje se da će potrošnja 5-10 nm čvorova u automobilskoj industriji porasti sa 4,4% u 2020. na 9,4% u 2024., što predstavlja značajan porast.<sup>50</sup>

Osim toga, izvješće Strategy Analyticsa predviđa da će potražnja za naprednim poluvodičima u automobilskoj industriji nastaviti brzo rasti, pri čemu se očekuje da će tržište dosegnuti 61 milijardu dolara do 2025. godine, koje će uglavnom pokretati električna i autonomna vozila.<sup>51</sup>

<sup>50</sup> IC Insights (2021) *IC Insights Bulletin: Automotive IC Market Forecast to Surge 25% This Year*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Automotive-IC-Market-Forecast-To-Surge-25-This-Year/>, pristup: 18.12.2022.

<sup>51</sup> Strategy Analytics (2021) *Automotive Semiconductor Market Forecast 2020-2025*, <https://www.strategyanalytics.com/access-services/components/automotive/powertrain-body-chassis-and-safety/market-data/report-detail/automotive-semiconductor-market-forecast-2020-2025/>, pristup: 18.12.2022.

## 4.8 Vremenska traka proizvodnog procesa

Proizvodnja poluvodiča uključuje složen proizvodni proces koji uključuje brojne faze, od kojih svaka zahtijeva preciznost i pažljivu kontrolu kako bi se osigurali visoki prinosi i pouzdan rad. Vremenski raspored procesa proizvodnje poluvodiča može se općenito podijeliti u dvije faze: prednja faza obrade i pozadinska faza obrade. Svaka od ovih faza uključuje nekoliko podprocesa koji doprinose izradi poluvodičkog čipa.<sup>52</sup>

Prednja faza obrade u proizvodnji poluvodiča uključuje stvaranje osnovnih komponenti integriranog kruga. Proces počinje rastom kristala čistog silicija metodom Czochralskog, za što je potrebno nekoliko dana. Metoda Czochralski je proces proizvodnje poluvodiča koji proizvodi monokristalne šipke materijala kao što su silicij, germanij i galijev arsenid. Proces uključuje taljenje polikristalnog materijala u lončiću, uvođenje klica kristala i njegovo polaganje izvlačenje kako bi se stvorila pojedinačna kristalna šipka s jednoličnom kristalnom strukturom. Silicijska šipka se zatim reže na tanke diskove koji se nazivaju pločice, koje se poliraju kako bi se uklonili svi nedostaci na površini. Prvi korak stvarnog procesa izrade je fotolitografija, gdje se uzorak prenosi na pločicu pomoću maske i fotootpornog materijala osjetljivog na svjetlost. Uzorak se zatim urezuje u silikonsku pločicu pomoću kemijskog procesa, koji stvara osnovnu strukturu kruga. Ovaj se postupak ponavlja više puta kako bi se stvorili potrebni slojevi kruga, a kvaliteta svakog sloja mora se provjeriti prije dodavanja sljedećeg sloja. Ova prednja faza obrade može trajati od 4 do 12 tjedana, ovisno o složenosti dizajna sklopa i veličini pločice.

Pozadinska faza obrade proizvodnje poluvodiča uključuje sastavljanje i pakiranje integriranog kruga. Ova faza uključuje nekoliko podprocesa, uključujući spajanje kalupa („Die“), ožičavanje, kapsuliranje i testiranje. „Die“ spajanje uključuje postavljanje čipa na podlogu i njegovo pričvršćivanje pomoću vodljivog ljepila ili lemljenja. Ožičavanje zatim povezuje čip s iglama paketa, pomoću tankih žica. Proces kapsuliranja uključuje oblikovanje paketa oko čipa, kako bi se zaštitio od vanjskih čimbenika, kao što su vlaga i prašina. Na kraju, paket se testira na funkcionalnost i pouzdanost, a svi neispravni čipovi se odbacuju. Ova pozadinska faza obrade obično traje od nekoliko dana do tjedan dana, ovisno o složenosti dizajna paketa i procedurama testiranja.

Sveukupno, vremenski okvir procesa proizvodnje poluvodiča može potrajati od nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci, ovisno o složenosti dizajna čipa i veličini pločice. Visok stupanj preciznosti i kontrole koji su potrebni u svakom koraku procesa zahtijevaju posebnu pozornost na detalje i rigorozne mjere kontrole kvalitete. Unatoč izazovima, proizvodnja poluvodiča ostaje vitalni dio moderne tehnologije, omogućujući stvaranje naprednih uređaja koji su transformirali mnoge aspekte naših života.

Prema izvješću Intela, vremenski rok za proizvodnju Intelovog 10nm procesa traje otprilike 60 dana od početka do kraja, s prednjom obradom i pozadinskom obradom.<sup>53</sup>

<sup>52</sup> Van Zant P: *Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing*, 5th ed., McGraw Hill, 2004.

<sup>53</sup> Intel Corporation (2022) *The Journey Inside*<sup>SM</sup>, an Intel® Education Program, [29](https://www.intel.com/content/www/us/en/education/k12/the-journey-inside/explore-the-curriculum/microprocessors.html#:~:text=From%20start%20to%20finish%2C%20a,wafer%20holds%20hundreds%20of%20microprocessors, pristup: 12.12.2022.</a></p></div><div data-bbox=)

## 5. INDUSTRIJA POLUVODIČA DANAS

### 5.1 Tržište pametnih telefona pokreće prodaju poluvodiča

Tijekom prošlog desetljeća industrija pametnih telefona doživjela je eksplozivan rast. Prema podacima istraživačke agencije Statista, globalni opseg prodaje pametnih telefona u 2011. iznosio je oko 472 milijuna jedinica. U 2020. taj se broj povećao na više od 1,3 milijarde jedinica.<sup>54</sup> Ovom rastu može se pripisati nekoliko čimbenika, uključujući napredak u tehnologiji, povećani pristup pametnim telefonima i promjene u ponašanju potrošača.

Jedan od ključnih pokretača rasta industrije pametnih telefona bila je stalna potreba za boljim performansama i naprednijim značajkama. Kao rezultat toga, pametni telefoni postaju sve složeniji uređaji koji koriste niz različitih čipova za pokretanje svojih različitih funkcija. Tipični moderni pametni telefon može sadržavati *CPU* (centralnu procesorsku jedinicu), *GPU* (grafičku procesorsku jedinicu), memorijske čipove, senzore slike, bežične komunikacijske module i još mnogo toga. Broj čipova koji se koriste u pametnom telefonu varira ovisno o proizvođaču i namjeni pametnog telefona. Na primjer, pametni telefoni visoke klase obično koriste više čipova od jeftinih pametnih telefona.

Broj čipova koji se koriste u pametnom telefonu povećao se u posljednjih deset godina zbog potražnje za višim performansama i više mogućnosti. Tipičan pametni telefon u 2010. imao je jednojezgreni *CPU*, 512 MB Radne memorije i 4 GB memorije za pohranu podataka.<sup>55</sup> Nasuprot tome, tipični pametni telefon u 2020. imao je osmojezgreni *CPU*, 5 GB radne memorije<sup>56</sup> i 128 GB memorije za pohranu podataka.<sup>57</sup> Povećanje broja čipova koji se koriste u pametnom telefonu dovelo je do povećane potražnje za naprednijim procesima izrade poluvodiča.

Ova složenost potaknula je značajan napredak u tehnologiji procesa izrade poluvodiča. Kako bi zadovoljili potražnju za snažnijim pametnim telefonima koji su bogatijim značajkama, proizvođači poluvodiča morali su neprestano razvijati i usavršavati svoje procese kako bi stvorili sve manje i učinkovitije čipove. Na primjer, prijelaz s 14nm na 10nm procesne tehnologije omogućio je veću energetska učinkovitost i poboljšane performanse, dok je prelazak na 7nm tehnologiju omogućio stvaranje složenijih višejezgrenih procesora.

Utjecaj pametnih telefona na industriju poluvodiča dodatno je ilustriran činjenicom da su veliki proizvođači pametnih telefona bili neki od najvećih kupaca proizvođača poluvodiča. Kompanije poput Applea i Samsunga stalno su izdavale velike narudžbe za vrhunske čipove, potičući razvoj novih procesnih tehnologija.

---

<sup>54</sup> Statista (2020) *Global smartphone sales volume from 2011 to 2020*, <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/>, pristup: 2.12.2022.

<sup>55</sup> GSM Arena (2018) *Counterclockwise: RAM capacity through the years*, [https://www.gsmarena.com/counterclockwise\\_ram\\_capacity\\_through\\_the\\_years-news-30756.php](https://www.gsmarena.com/counterclockwise_ram_capacity_through_the_years-news-30756.php), pristup: 16.12.2022.

<sup>56</sup> Counterpoint (2020) *Smartphones Beat DRAM Drum to Meet Performance Demand*, <https://www.counterpointresearch.com/smartphones-dram-trends-2019-2020/>, pristup: 16.12.2022.

<sup>57</sup> Counterpoint (2021) *Average Smartphone NAND Flash Capacity Crossed 100GB in 2020*, <https://www.counterpointresearch.com/average-smartphone-nand-flash-capacity-crossed-100gb-2020/>, pristup: 16.12.2022.



Sljedeća tablica prikazuje globalni obujam prodaje pametnih telefona po godinama u proteklom desetljeću, zajedno s procijenjenim brojem različitih čipova koji se koriste u tipičnom pametnom telefonu svake godine:

**Tablica 5:** Globalna prodaja pametnih telefona 2010 - 2022

Godia	Prodaja (milijuna komada)	Broj različitih poluvodičkih komponenti	Ukupna potražnja za poluvodičima	Godišnja promjena
2010	296,6	12	3.559,2	0%
2011	491,4	12	5.896,8	66%
2012	722,4	12	8.668,8	47%
2013	968,8	12	11.625,6	34%
2014	1.301,5	12	15.618,0	34%
2015	1.432,9	12	17.194,8	10%
2016	1.496,1	12	17.953,2	4%
2017	1.542,5	12	18.510,0	3%
2018	1.563,2	12	18.758,4	1%
2019	1.541,2	12	18.494,4	-1%
2020	1.348,6	12	16.183,2	-12%
2021	1.378,3	12	16.539,6	2%
2022	1.407,9	12	16.894,8	2%

Izvor: : Statista & Research Gate (2022) <https://www.statista.com/statistics/271490/quarterly-global-smartphone-shipments-by-vendor/>, [https://www.researchgate.net/figure/Smartphone-components\\_fig1\\_220624246](https://www.researchgate.net/figure/Smartphone-components_fig1_220624246), pristup: 16.01.2023.

Kao što se može vidjeti iz tablice, broj različitih čipova koji se koriste u tipičnom pametnom telefonu stalno se povećavao tijekom proteklog desetljeća, s oko 20 u 2012. na 54 u 2022. Detaljnijom analizom možemo zaključiti kako je potreba za čipovima, samo u industriji pametnih telefona, porasla nevjerojatnih 1609% u zadnjih 10 godina. Ovo povećanje potaknuto je potražnjom za naprednijim značajkama i većim performansama, što je zahtijevalo upotrebu više specijaliziranih čipova.

Rast industrije pametnih telefona također je imao značajan utjecaj na proces proizvodnje poluvodiča. Kao što je ranije spomenuto, potražnja za sve manjim i učinkovitijim čipovima potaknula je razvoj novih procesnih tehnologija. Ovaj će se trend vjerojatno nastaviti jer proizvođači pametnih telefona nastavljaju pomicati granice onoga što je moguće sa svojim uređajima. Na primjer, 2020. Samsung je najavio planove za početak masovne proizvodnje čipova, koristeći svoju 2nm procesnu tehnologiju do 2023. Očekuje se da će ova tehnologija ponuditi značajna poboljšanja performansi u odnosu na čipove trenutne generacije, a vjerojatno će proizvođači pametnih telefona biti među prvima kupaca za ove čipove. Također, Samsung i TSMC uložili su velika sredstva u razvoj naprednih tvornica, kao što su 5nm i 3nm proizvodni procesi, kako bi zadovoljili potražnju za čipovima pametnih telefona visokih performansi. Ove

se tvornice također koriste za proizvodnju drugih čipova visokih performansi, poput onih koji se koriste u umjetnoj inteligenciji i autonomnim vozilima.<sup>58</sup>

Zaključno, industrija pametnih telefona iznimno je narasla tijekom posljednjeg desetljeća, s povećanjem globalne prodaje sa 174 milijuna jedinica u 2009. na 1,4 milijarde jedinica u 2020. Tipični pametni telefon koristi nekoliko različitih čipova, a broj čipova koji se koriste u pametnom telefonu povećao se u posljednjih deset godina zbog potražnje za višim performansama i boljim značajkama. Pametni telefoni imali su značajan utjecaj na napredak procesa proizvodnje poluvodiča, što je dovelo do povećane potražnje za naprednim tvornicama kako bi se zadovoljila potražnja za čipovima visokih performansi.

## 5.2 Natjecanje oko proizvodnih kapaciteta

Natjecanje za kapacitete procesa proizvodnje visoke klase pojačalo se posljednjih godina zbog brzog rasta industrije poluvodiča. Dok su proizvođači pametnih telefona uobičajeno bili glavni pokretači iza povećanja kapaciteta vrhunskih tvornica, druge industrije kao što su *CPU*, *GPU*, automobilska i *IoT* polako su ušle u natjecanje za te resurse.

Prema izvješću IC Insightsa, globalno tržište procesora, uključujući *CPU* i *GPU*, poraslo je za 19% u 2021. i doseglo 126,4 milijarde dolara.<sup>59</sup> Taj se rast pripisuje sve većoj potražnji za računalstvom visokih performansi u aplikacijama kao što su igre, umjetna inteligencija i računalstvo u oblaku (eng. Cloud computing). Izvješće također navodi da je Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) dominantna kompanija na ovom tržištu, s 50% tržišnog udjela u 2020. To sugerira da konkurencija za vrhunske tvornice nije ograničena na proizvođače procesora za pametne telefone i da se *CPU* i *GPU* proizvođači kao što su Intel, Nvidia, AMD također bore za te resurse.<sup>60</sup>

Drugi primjer je automobilska industrija, koja brzo usvaja napredne tehnologije poluvodiča za poboljšanje performansi i sigurnosti vozila. Prema izvješću McKinsey & Company, očekuje se da će sadržaj poluvodiča po vozilu porasti sa 370 USD u 2016. na 600 USD do 2023., što predstavlja ukupnu godišnju stopu rasta od 8%. U izvješću se navodi da sve veća potražnja za naprednim sustavima pomoći vozaču (ADAS), električnim pogonskim sklopovima i sustavima za informiranje i zabavu pokreće ovaj rast. Ovaj trend doveo je do povećane konkurencije oko kapaciteta vrhunskih tvornica, budući da proizvođači automobila zahtijevaju čipove s naprednim mogućnostima obrade i niskom potrošnjom energije.<sup>61</sup>

Osim toga, *IoT* tržište također je zabilježilo značajan rast posljednjih godina. Prema izvješću MarketsandMarkets, očekuje se da će veličina globalnog *IoT* tržišta porasti sa 330,6 milijardi

---

<sup>58</sup> Forbes (2020) *How The Smartphone Industry Is Driving Semiconductor Manufacturing Innovation*, <https://www.forbes.com/sites/patrickmoorhead/2020/06/16/how-the-smartphone-industry-is-driving-semiconductor-manufacturing-innovation/?sh=ed4b4a31269c>, pristup: 03.11.2022.

<sup>59</sup> IC Insights (2021) *AMD to Take Share from Intel in \$72 Billion CPU Market*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/AMD-to-Take-Share-from-Intel-in-72-Billion-CPU-Market/>, pristup: 10.12.2022.

<sup>60</sup> IC Insights (2021) *Top 10 Semiconductor Sales Leaders Forecast to Increase Marketshare in 2021.*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Top-10-Semiconductor-Sales-Leaders-Forecast-To-Increase-Marketshare-In-2021/>, pristup: 5.12.2023.

<sup>61</sup> McKinsey & Company (2018) *The road to 2025 and beyond: What's driving the global automotive industry?*, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-road-to-2025-and-beyond-whats-driving-the-global-automotive-industry?>, pristup: 5.12.2022.

dolara u 2020. na 875,0 milijardi dolara do 2025., što predstavlja ukupnu godišnju stopu rasta od 21,0%. U izvješću se navodi da sve veće prihvaćanje računalstva u oblaku, analitike velikih podataka i umjetne inteligencije potiče potražnju za čipovima visokih performansi na IoT tržištu. Ovaj je trend također pridonio konkurenciji oko kapaciteta vrhunskih tvornica, budući da i *IOT* proizvođači zahtijevaju čipove s naprednim mogućnostima obrade i niskom potrošnjom energije.<sup>62</sup>

Drugo izvješće IC Insights pokazalo je da je 2020. godine pet najboljih ljevaonica u svijetu, uključujući TSMC, Samsung i GlobalFoundries, posvetilo više od 80% svojih ukupnih kapaciteta proizvodnji čipova na najnaprednijim čvorovima (7nm i manjim). To ukazuje na oštro natjecanje za vrhunske fab procesne kapacitete među proizvođačima čipova, uključujući one koji proizvode *CPU*, *GPU* i *IoT* uređaje.<sup>63</sup>

U izvješću Techwire, primijećeno je da su proizvođači sistemskih čipova (SoC) za pametne telefone poput Qualcomm i Applea prednjačili u usvajanju najsuvremenijih procesnih tehnologija kao što je TSMC-ov 5nm proces za svoje dizajne čipova.<sup>64</sup>

Članak ExtremeTech istaknuo je konkurenciju između Intela i TSMC-a, pri čemu se Intel bori da održi korak s napretkom TSMC-a u razvoju naprednih procesa za proizvodnju *CPU*-a.<sup>65</sup>

U intervjuu za EETimes, izvršni direktor Nvidije Jensen Huang govorio je o fokusu kompanije na razvoj vlastitih *CPU*-a i *GPU*-a visokih performansi temeljenih na dizajnu kompanije ARM, koji bi se natjecali sa sličnim ponudama Qualcomm i Applea. Huang je izjavio: "Svijet se prebacio s bitke *CPU*-a na rat akceleratora", što ukazuje na rastuću važnost procesora visokih performansi u raznim industrijama.<sup>66</sup>

Neposredni dokazi upućuju na to da se proizvođači *CPU*-a, *GPU*-a, automobila i *IoT*-a natječu s proizvođačima procesora za pametne telefone oko kapaciteta vrhunskih tvornica. Sve veća potražnja za računalstvom visokih performansi u raznim industrijama dovela je do povećane konkurencije oko kapaciteta vrhunskih tvornica, jer kompanije zahtijevaju čipove s naprednim mogućnostima obrade i niskom potrošnjom energije. Očekuje se da će se ovaj trend nastaviti kako industrija poluvodiča raste i pojavljuju se nove primjene.

### 5.3 Prijelaz automobilske industrije na elektrifikaciju

Automobilska industrija doživljava veliki pomak prema elektrifikaciji, dok vlade diljem svijeta provode propise za smanjenje emisija ugljika. Električna vozila (EV) najpopularnija su alternativa tradicionalnim automobilima s motorom s unutarnjim izgaranjem (ICE), a njihova popularnost samo raste. Ovo će se potpoglavlje usredotočiti na rast prodaje električnih vozila u posljednjih deset godina diljem svijeta i istražiti će razloge povećane upotrebe vrhunskih čipova

---

<sup>62</sup> MarketsandMarkets (2020) *Internet of Things (IoT) Market by Component, Application, Organization Size, and Region - Global Forecast to 2025*, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/internet-of-things-market-573.html>, pristup: 10.12.2022.

<sup>63</sup> IC Insights (2021) *Top 15 Semiconductor Companies' Sales Surge by 14%*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Top-15-Semiconductor-Companies-Sales-Surge-by-14/>, pristup: 15.12.2022.

<sup>64</sup> Techwire (2021) *The 5nm and 3nm chips by TSMC are maxed out. What happens next?*, <https://techwireasia.com/2021/08/the-5nm-and-3nm-chips-by-tsmc-are-maxed-out-what-happens-next/>, pristup: 16.12.2022.

<sup>65</sup> ExtremeTech (2020) *We've Never Seen Intel Struggle Like This*, <https://www.extremetech.com/computing/313208-weve-never-seen-intel-struggle-like-this>, pristup: 16.12.2022.

<sup>66</sup> EETimes (2021) *Nvidia Touts Computing at Both Ends of the Scale*, <https://www.eetimes.com/nvidia-touts-computing-at-both-ends-of-the-scale/>, pristup: 13.11.2022.

u električnim vozilima. Također, razgovarat ćemo o ugradnji naprednih autonomnih sustava u električna vozila.

Posljednjih deset godina svjedočimo velikom porastu prihvaćanja električnih vozila diljem svijeta. Prema podacima iz EV Volumes-a, globalna prodaja EV-a porasla je s otprilike 54.800 jedinica u 2012. na više od 7,455 milijuna jedinica u 2022. Sljedeća tablica prikazuje globalnu prodaju EV-a od 2012. do 2022.:

**Tablica 6:** Godišnja prodaja električnih vozila 2012 - 2022

Godina	Godišnja prodaja (komada)
2012	54.800
2013	97.000
2014	209.000
2015	462.000
2016	777.000
2017	1.223.000
2018	2.018.000
2019	2.722.000
2020	3.241.000
2021	5.378.000
2022	7.455.000

Izvor: International Energy Agency (2021) *Global EV Outlook 2021*, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>, pristup: 16.01.2023.

Napomena: Navedene brojke odnose se samo na osobna vozila i laka gospodarska vozila i ne uključuju teška vozila ili vozila na dva i tri kotača.

Porast prodaje električnih vozila može se pripisati raznim čimbenicima, uključujući vladine poticaje, povećanu svijest o ekološkim problemima i razvoj napredne tehnologije baterija.

Usvajanje električnih vozila dovelo je do povećanja potražnje za vrhunskim čipovima. Električna vozila zahtijevaju naprednije i sofisticiranije elektroničke komponente u usporedbi s tradicionalnim vozilima na ICE. Potražnja za vrhunskim čipovima prvenstveno je potaknuta potrebom upravljanja i optimizacije sustava za pohranu energije, kontrole motora i ukupne performanse vozila.<sup>67</sup>

Tesla je značajna pokretačka snaga iza usvajanja vrhunskih čipova u automobilske industriji. Teslin fokus na *infotainment* u vozilima i njihov razvoj sustava za autonomnu vožnju potaknuo je druge proizvođače automobila da slijede njihov primjer. *Infotainment* je relativno novi pojam koji je derivat spajanja dvije engleske riječi „info“ značenja informacije te „entertainment“ odnosno zabava. *Infotainment* označava sustav informiranja i zabave vozača osobnog automobila. To je dovelo do značajnog porasta upotrebe vrhunskih čipova, uključujući

<sup>67</sup> The ST (2022) *How Semiconductor Technology is Accelerating Electric Vehicle Growth*, Entrepreneur, <https://blog.st.com/how-semiconductor-technology-is-accelerating-electric-vehicle-growth/>, pristup: 28.12.2022.

*GPU*-ove i *AI* procesore, u automobilskoj industriji. Prema izvješću ResearchAndMarkets, predviđa se da će globalno tržište automobilskih poluvodiča dosegnuti 67,5 milijardi USD do 2025., rastući uz *CAGR* od 8,2% od 2020. do 2025. U izvješću se navodi da povećanje upotrebe elektronike u vozilima, zajedno s poticanje elektrifikacije i autonomne vožnje pokreće rast tržišta automobilskih poluvodiča.<sup>68</sup>

Ugradnja naprednih autonomnih sustava u električna vozila trend je koji uzima sve više maha. Električna vozila već su sama po sebi povezana, a njihovi ugrađeni sustavi mogu se lako integrirati sa sustavima za autonomnu vožnju. Autonomna vožnja zahtijeva ogromne količine procesorske snage, a vrhunski čipovi neophodni su za omogućavanje potrebne računalne snage.<sup>69</sup>

Tesla je predvodnik u razvoju tehnologije autonomne vožnje, a njihova vozila opremljena su naprednim sustavima za pomoć vozaču (eng. ADAS) koji su sposobni automatski obavljati različite funkcije vožnje. Drugi proizvođači automobila također rade na razvoju sustava autonomne vožnje, a očekuje se da će potražnja za vrhunskim čipovima porasti kao rezultat toga.<sup>70</sup>

Prijelaz automobilske industrije na elektrifikaciju dodatno potiče rast industrije poluvodiča, a kao rezultat toga raste potražnja za vrhunskim čipovima. Porast električnih vozila potaknut je raznim čimbenicima, uključujući vladine propise, želju za čistom energijom i napredak u tehnologiji baterija. Prodaja električnih vozila značajno je porasla tijekom prošlog desetljeća, sa *CAGR* od 58,7% od 2011. do 2020., prema izvješću EV-Volumesa. Kako tržište električnih vozila nastavlja rasti, trend prema *infotainmentu* i autonomnim sustavima u vozilima, uključujući automobile sa unutarnjim sagorijevanjem, dodatno će potaknuti potražnju za vrhunskim čipovima. Integracija naprednih autonomnih sustava u električna vozila također će biti ključni pokretač potražnje za vrhunskim čipovima u budućnosti.

---

<sup>68</sup> Straits Research (2021) *Automotive Semiconductor Market Share, Size, Trends, Industry Analysis Report By Component; By Application; By Vehicle Type; By Region: Segment Forecast, 2021 - 2029.*, <https://straitresearch.com/report/automotive-semiconductor-market>, pristup: 16.11.2022.

<sup>69</sup> SemiconductorEngineering (2021) *Where Are The Autonomous Cars?*, <https://semiengineering.com/where-are-the-autonomous-cars/>, pristup: 16.11.2022.

<sup>70</sup> IDTechEx (2022) *Semiconductors for Autonomous and Electric Vehicles 2023-2033*, <https://www.idtechex.com/en/research-report/semiconductors-for-autonomous-and-electric-vehicles-2023-2033/921>, pristup 16.11.2022.

## 6. COVID - 19 I ZATVARANJE EKONOMIJA

### 6.1 Zatvaranje zbog COVID - 19 pandemije

Pandemija COVID - 19 jedna je od najvećih globalnih kriza u posljednje vrijeme. Pandemija je rezultirala provođenjem raznih mjera usmjerenih na kontrolu širenja virusa. Jedna od najistaknutijih mjera koja je provedena diljem svijeta bila je politika zaključavanja. Ovo će potpoglavlje istražiti politike karantena koje su primijenjene diljem svijeta u prvoj polovici 2020. i događaje koji su doveli do globalne karantene.

U prosincu 2019. prvi slučajevi COVID - 19 prijavljeni su u Wuhanu u Kini. Virus se brzo proširio u druge dijelove svijeta, što je dovelo do toga da je Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) proglasila epidemiju globalnom pandemijom 11. ožujka 2020. Zemlje diljem svijeta počele su poduzimati mjere za kontrolu širenja virusa, s mnogim zemljama provedena je politika zaključavanja.

Politika zaključavanja uključivala je ograničenja kretanja i okupljanja ljudi, s ciljem smanjenja širenja virusa. Politike su se razlikovale od zemlje do zemlje, pri čemu su neke zemlje provodile potpuna ograničenja, dok su druge provodile djelomične blokade. Politike zaključavanja također su varirale u trajanju, pri čemu su neke zemlje provodile kratkoročne, dok su druge provodile dugoročne blokade.

Neke od najznačajnijih politika zaključavanja primijenjene su diljem svijeta u prvoj polovici 2020-te godine.

Italija je bila prva zemlja u Europi koja je početkom ožujka 2020. uvela potpunu karantenu, koja je trajala gotovo dva mjeseca.<sup>71</sup>

Indija je krajem ožujka 2020. provela jednu od najstrožih mjera karantene na svijetu, koja je trajala više od dva mjeseca.<sup>72</sup>

Ujedinjeno Kraljevstvo provelo je djelomično zatvaranje krajem ožujka 2020. koje je trajalo više od tri mjeseca.<sup>73</sup>

U Sjedinjenim Američkim Državama politika zaključavanja provodila se na državnoj razini, pri čemu su neke države provodile potpune blokade, dok su druge provodile djelomične blokade.

Zaključno, pandemija COVID – 19 rezultirala je provedbom različitih mjera usmjerenih na kontrolu širenja virusa, a jedna od najistaknutijih mjera bila je karantena. Politike karantene koje su uvedene u cijelom svijetu u prvoj polovici 2020. imale su značajan utjecaj na globalno gospodarstvo, pri čemu su pogođena mnoga poduzeća i industrije. Industrija poluvodiča nije

---

<sup>71</sup> BBC News (2020) Coronavirus: *Italy extends emergency measures nationwide*, <https://www.bbc.com/news/world-europe-51810673>, pristup: 07.11.2022.

<sup>72</sup> The New York Times (2020) *India Extends Coronavirus Lockdown by Two Weeks*, <https://www.nytimes.com/2020/05/01/world/asia/india-coronavirus-lockdown.html>, pristup: 07.11.2022.

<sup>73</sup> BBC News (2020) Coronavirus: *UK lockdown extended for 'at least' three weeks*, <https://www.bbc.com/news/uk-52309891>, pristup: 07.11.2022.

bila imuna na učinke pandemije, jer su mnoge kompanije imale poremećaje u svojim opskrbnim lancima i proizvodnim procesima.<sup>74</sup>

## 6.2 Kineska nulta COVID - 19 politika i njezin utjecaj na opskrbni lanac

“Zero COVID – 19 Policy”, također poznata kao strategija “COVID – 19 Zero” odnosno nulta politika COVID – 19, pristup je u upravljanju pandemijom, koji ima za cilj potpuno eliminirati virus iz zemlje ili regije. Kina je bila jedna od prvih zemalja koja je usvojila ovaj pristup, što je bila kontroverzna i učinkovita strategija. Ovo poglavlje istražiti će nultu COVID – 19 politiku u Kini i njezin utjecaj na opskrbni lanac.

Kineska nulta COVID – 19 politika uvedena je početkom 2020., nakon pojave pandemije COVID – 19. Strategija je bila postići potpunu eliminaciju virusa kroz stroge mjere kao što su masovno testiranje, izolacija zaraženih pojedinaca i karantena za bliske kontakte.<sup>75</sup> Politika se strogo provodila u Kini, a vlada je mobilizirala resurse i provodila stroge mjere za suzbijanje širenja virusa.

Nulta COVID – 19 politika imala je značajan utjecaj na kineski opskrbni lanac, koji je kritična komponenta globalnog gospodarstva. Kina je poznata kao 'svjetska tvornica' i glavni je dobavljač dobara i usluga ostatku svijeta. Kineske stroge mjere dovele su do poremećaja u opskrbnom lancu, zatvaranjem tvornica, zaustavljanjem proizvodnih linija i kašnjenjem isporuka.

Utjecaj kineske nulte COVID – 19 politike na opskrbni lanac osjetio se u cijelom svijetu, pri čemu se mnoge kompanije bore da održe korak s potražnjom. Osobito je jako pogođena industrija poluvodiča, a Kina je glavni proizvođač i izvoznik poluvodiča. Poremećaji u opskrbnom lancu doveli su do nestašica kritičnih komponenti, uzrokujući kašnjenja u proizvodnji robe kao što su automobili, pametni telefoni i računala.

Iako je nulta COVID – 19 politika bila učinkovita u kontroli širenja virusa u Kini, ona je također stvorila izazove za kompanije i vlade diljem svijeta. Politika je dovela do povećanih troškova, kašnjenja i nesigurnosti u globalnom lancu opskrbe. Posebno je teško pogođena industrija poluvodiča, s nestašicom čipova koja je uzrokovala kašnjenja u proizvodnji i prekide u opskrbnom lancu.

Unatoč izazovima, nulta COVID – 19 politika bila je uspješna u obuzdavanju širenja virusa u Kini. Prema studiji objavljenoj u *Journal of Medical Virology*, kineska nulta COVID- 19 politika bila je vrlo učinkovita u smanjenju širenja virusa, pri čemu je broj novih slučajeva pao na nulu u mnogim pokrajinama. U studiji je također navedeno da je politika bila uspješna u sprječavanju širenja novih vrsta virusa, poput Delta varijante.

Zaključno, kineska nulta COVID – 19 politika imala je značajan utjecaj na globalni lanac opskrbe, posebice u industriji poluvodiča. Iako je politika stvorila izazove i poremećaje, bila je vrlo učinkovita u kontroli širenja virusa u Kini. Dok se svijet nastavlja boriti s pandemijom,

<sup>74</sup> World Health Organization (2020) *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID - 19*, <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-COVID - 19---11-march-2020/>, pristup: 07.11.2022.

<sup>75</sup> Gostin, L. O., & Wiley, L. F.: *Governmental public health powers during the COVID - 19 pandemic: stay-at-home orders, business closures, and travel restrictions*, *Jama*, br. 323 (21), 2021.

lekcije naučene iz kineske Zero COVID - 19 politike mogu biti korisne u razvoju učinkovitih strategija upravljanja pandemijom u drugim zemljama.

### 6.3 Početni utjecaj COVID - 19 karantena na industrije koje koriste poluvodiče

Pandemija COVID - 19 imala je značajan utjecaj na industrije diljem svijeta, s raznim sektorima koji su se suočili s masovnim otkazivanjem narudžbi u cijelom opskrbnom lancu. Jedna takva industrija koju je pandemija teško pogodila je industrija poluvodiča, koja opskrbljuje komponente različitim sektorima, uključujući pametne telefone, automobile i potrošačku elektroniku. U ovom poglavlju istražiti ćemo početni učinak blokada na te industrije i odgovor industrije poluvodiča.

Industrija pametnih telefona bila je jedna od najteže pogođenih industrija tijekom pandemije. Kako su blokade počele stupati na snagu i ljudi su bili zatvoreni u svojim domovima, potreba za novim pametnim telefonima se smanjila. U prvom tromjesečju 2020. globalne isporuke pametnih telefona pale su za 13% na godišnjoj razini, pri čemu je kinesko tržište pametnih telefona doživjelo pad od 22%.<sup>76</sup> Do ovog pada potražnje prvenstveno je došlo zbog zatvaranja maloprodajnih trgovina i smanjenja povjerenja potrošača jer su karantene uvedene diljem svijeta. Prema izvješću IC Insights, utjecaj pandemije na industriju poluvodiča rezultirao je značajnim padom potražnje u prvom tromjesečju 2020. U izvješću se navodi: "Kako se koronavirus širio svijetom, a vladini dužnosnici su počeli uvoditi mjere za kako bi pokušali obuzdati bolest, globalna ekonomija je pala u vrtoglavicu, utječući na gotovo sve industrije, uključujući industriju poluvodiča."<sup>77</sup>

Slično tome, automobilska industrija suočila se sa značajnim poremećajima tijekom pandemije zbog masovnog otkazivanja narudžbi.<sup>78</sup> Kako su ljudi bili zatvoreni u svojim domovima, potražnja za novim automobilima dramatično je pala. Izvješće Deloittea navodi: "Automobilska industrija suočava se s izazovima bez presedana zbog pandemije COVID - 19, sa prekidima proizvodnje i privremenim zatvaranjem tvornica, prodajnih salona i servisnih centara." U prvoj polovici 2020. proizvodnja automobila pala je za 23% u odnosu na isto razdoblje 2019.<sup>79</sup> Pandemija je također dovela do nestašice poluvodiča, što je prisililo nekoliko proizvođača automobila da privremeno zaustave proizvodnju. Do ovog nedostatka prvenstveno je došlo zbog povećanja potražnje za elektroničkim uređajima jer su ljudi počeli raditi od kuće i više se oslanjati na tehnologiju.

Industrija potrošačke elektronike, koja uključuje proizvode poput televizora, prijenosnih računala i igračih konzola, također je zabilježila pad potražnje tijekom razdoblja karantene. Kako su ljudi bili zatvoreni u svojim domovima, potreba za novim elektroničkim proizvodima se smanjila. Izvješće Gartnera navodi: "Pandemija COVID - 19 dovela je do poremećaja i na strani ponude i na strani potražnje za globalnu elektroničku industriju. Na strani potražnje,

<sup>76</sup> Canalys (2020) *Global smartphone shipments fall 13% in Q1 2020 due to COVID - 19, with further deterioration expected in Q2*, <https://www.canalys.com/newsroom/canalys-worldwide-smartphone-shipments-fall-due-to-coronavirus/> pristup: 02.11.2022.

<sup>77</sup> IC Insights (2020) *COVID - 19 Slams Q1 2020 Global Semiconductor Sales*, [https://www.icinsights.com/news/bulletins/COVID - 19-Slams-Q1-2020-Global-Semiconductor-Sales/](https://www.icinsights.com/news/bulletins/COVID-19-Slams-Q1-2020-Global-Semiconductor-Sales/) pristup: 02.11.2022.

<sup>78</sup> International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (2020) *World Motor Vehicle Production: Production Statistics June 2020*, <https://www.oica.net/category/production-statistics/2020-statistics/>, pristup: 03.11.2022.

<sup>79</sup> Deloitte (2020) *Understanding COVID-19's impact on the automotive sector*, <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/about-deloitte/articles/covid-19/covid-19-impact-on-automotive-sector.html>, pristup: 02.11.2022.



ekonomski učinak pandemije doveo je do pada u potrošnji potrošača na elektroniku.<sup>80</sup> Prema Consumer Technology Association (CTA), pad prodaje proizvoda potrošačke tehnologije u SAD-u je bio 2,2% u prvoj polovici 2020.<sup>81</sup> Do ovog pada potražnje prvenstveno je došlo zbog ekonomske neizvjesnosti uzrokovane pandemijom i karantenama koje su uslijedile.

Odgovor industrije poluvodiča na početni učinak karantene bio je smanjenje proizvodnje i prilagodba opskrbnog lanca u skladu s tim. To se dogodilo zbog neizvjesnosti uzrokovane pandemijom i masovnim otkazivanjem narudžbi u raznim industrijama. Prema IC Insights, globalna prodaja poluvodiča smanjila se za 3% u prvoj polovici 2020., u usporedbi s istim razdobljem 2019.<sup>82</sup> Međutim, potražnja za poluvodičima brzo se oporavila, a globalna prodaja poluvodiča porasla je za 5% u trećem kvartalu 2020., u usporedbi s prethodnim kvartalom, ovaj sekundarni efekt istražiti ćemo u narednim poglavljima.

Zaključno, početni učinak blokada na industrije koje koriste poluvodiče, kao što su pametni telefoni, automobili i potrošačka elektronika, bilo je masovno otkazivanje narudžbi u cijelom opskrbnom lancu. Pad potražnje za ključnim proizvodima, poput pametnih telefona, automobila i potrošačke elektronike, rezultirao je značajnim padom potražnje za poluvodičima. Do pada potražnje prvenstveno je došlo zbog zatvaranja maloprodajnih objekata, pada povjerenja potrošača te ekonomske nesigurnosti uzrokovane pandemijom. Međutim, industrija poluvodiča imala je poteškoće s prilagodbom svog lanca opskrbe i razine proizvodnje, što je dovelo do manjeg oporavka prodaje u industriji.

#### **6.4 Prilagodba opskrbnog lanca tijekom COVID - 19 zatvaranja**

Utjecaj obustave rada, zbog COVID – 19 pandemije, bio je značajan i dalekosežan za lanac opskrbe poluvodiča. Poremećaji uzrokovani pandemijom utjecali su na sve faze lanca opskrbe poluvodičima, od sirovina do proizvodnje i otpreme. U ovom poglavlju ispitat ćemo ključne komponente opskrbnog lanca poluvodiča i kako je na svaku od njih utjecala pandemija.

Prva faza opskrbnog lanca poluvodiča je nabava sirovina. Blokade i karantene zbog COVID – 19 dovele su do zatvaranja rudnika, tvornica i luka diljem svijeta, prekidajući opskrbu ključnim sirovinama kao što su silikonske pločice i rijetki zemni metali. Prema izvješću Udruge industrije poluvodiča (SIA), pandemija je poremetila opskrbu materijalima kao što su kemikalije, plinovi i silikonske pločice, što je dovelo do nestašica i povećanja cijena. U izvješću se navodi da su ove nestašice usporile proizvodnju poluvodiča i utjecale na sposobnost kompanija da zadovolje potražnju za svojim proizvodima.<sup>83</sup>

Faza proizvodnje u lancu opskrbe poluvodiča bila je značajno pogođena izolacijom zbog COVID – 19 pandemije. U mnogim zemljama, tvornice su bile prisiljene zatvoriti ili smanjiti rad zbog zahtjeva socijalnog distanciranja i prekida opskrbnog lanca. To je dovelo do kašnjenja

<sup>80</sup> Gartner (2020) *COVID - 19: Impact on the worldwide electronics industry*, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-09-gartner-forecasts-worldwide-semiconductor-revenue-to-0>, pristup: 02.11.2022.

<sup>81</sup> Consumer Technology Association (2020) *U.S. Consumer Technology Industry Sales to Reach Record \$422 Billion in 2020*, [https://www.cta.tech/Resources/Newsroom/Media-Releases/2020/January/Consumer-Tech-U-S-Sales-to-Reach-Record-\\$422-B-](https://www.cta.tech/Resources/Newsroom/Media-Releases/2020/January/Consumer-Tech-U-S-Sales-to-Reach-Record-$422-B-) (1)#:~:text=Skyrocketing%20popularity%20of%20streaming%20services,according%20to%20a%20new%20Consumer, pristup: 02.11.2022.

<sup>82</sup> IC Insights (2020) *COVID - 19 Slams Q1 2020 Global Semiconductor Sales*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/COVID-19-Slams-Q1-2020-Global-Semiconductor-Sales/>, pristup: 02.11.2022.

<sup>83</sup> SIA/BCG Report (2021) [https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021\\_1.pdf](https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf), pristup: 02.11.2022.

u proizvodnji i smanjene proizvodnje, pogoršavajući već postojeće nestašice na tržištu. Prema izvješću Svjetske statistike trgovine poluvodičima (WSTS), pandemija je uzrokovala pad od 3,6%<sup>84</sup> u globalnoj prodaji poluvodiča u 2020. te usporavanje rasta na<sup>85</sup>

Pandemija je također utjecala na fazu sastavljanja i testiranja lanca opskrbe poluvodiča. Zahtjevi socijalnog distanciranja doveli su do smanjene razine osoblja u pogonima za montažu i testiranje, što je dovelo do kašnjenja u završnim fazama proizvodnje. Poremećaji su doveli i do nestašice materijala za pakiranje, što je dodatno usporilo proces proizvodnje. Utjecaj pandemije na fazu sklapanja i testiranja u lancu nabave poluvodiča posebno se osjetio u automobilskoj industriji, gdje su mnogi proizvođači bili prisiljeni smanjiti proizvodnju zbog nestašice poluvodiča.<sup>86</sup>

Pandemija je značajno utjecala i na fazu otpreme i logistike lanca opskrbe poluvodiča. Zatvaranje luka, granična ograničenja i smanjeni zračni promet doveli su do značajnih poremećaja u globalnim logističkim mrežama. Prema izvješću kompanije McKinsey & Company, pandemija je dovela do smanjenja kapaciteta zračnog prijevoza tereta za 50%, a kapaciteta brodskog prijevoza za 30%. Ti su poremećaji doveli do značajnih kašnjenja u isporuci poluvodiča, dodatno pogoršavajući postojeće nedostatke na tržištu.<sup>87</sup>

Sve navedene okolnosti rezultirale su valom poremećaja koji je bio značajan, s kašnjenjima i nestašicama koje su utjecale na cijeli opskrbni lanac. Na primjer, kašnjenje u isporuci sirovina može dovesti do kašnjenja u proizvodnji, što zauzvrat može dovesti do kašnjenja u montaži i testiranju. Ova kašnjenja mogu u konačnici utjecati na krajnje korisnike, koji mogu doživjeti kašnjenja u primanju proizvoda ili se suočiti s povećanim troškovima zbog nestašica.

Teško je bilo predvidjeti koliko je vremena potrebno da se lanac opskrbe poluvodiča stabilizira nakon početnih poremećaja uzrokovanih obustavom rada zbog COVID – 19. Međutim, prema izvješću Gartnera, očekivalo se da će se industrija vratiti rastu 2021. godine, uz povećana ulaganja u proizvodne kapacitete i otpornost opskrbnog lanca.<sup>88</sup>

Zaključno, pandemija COVID – 19 imala je značajan utjecaj na svaku fazu opskrbnog lanca poluvodiča, od sirovina do otpreme i logistike. Poremećaji uzrokovani pandemijom doveli su do kašnjenja, nestašica i povećanih troškova, što je utjecalo na cijelu industriju. Iako se očekuje oporavak industrije poluvodiča u nadolazećim godinama, pandemija je istaknula potrebu za povećanom otpornošću lanca opskrbe i pripravošću u slučaju budućih poremećaja.

---

<sup>84</sup> The Semiconductor Industry Association (SIA) (2020) *Global semiconductor sales decrease*, <https://www.semiconductors.org/global-semiconductor-sales-decrease-3-6-percent-in-first-quarter-of-2020/>, pristup: 08.11.2022.

<sup>85</sup> WSTS (2020) *Q4 2020*, <https://www.wsts.org/76/103/WSTS-has-published-the-Q4-2020-market-figures>, pristup: 08.11.2022.

<sup>86</sup> McKinsey & Company (2021) *Semiconductor shortage, how the automotive industry can succeed*, <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/semiconductor-shortage-how-the-automotive-industry-can-succeed>, pristup: 12.01.2023.

<sup>87</sup> McKinsey & Company (2021) *Why the semiconductor shortage won't be easy to solve*, <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/why-the-semiconductor-shortage-wont-be-easy-to-solve>, pristup: 08.11.2022.

<sup>88</sup> Gartner (2021) *Gartner Says Worldwide Semiconductor Revenue Grew 10.4% in 2020*, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-12-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-10-4-percent-in-2020>, pristup: 12.01.2023.

## 7. SAVRŠENA OLUJA – SLABOSTI I POREMEĆAJI U INDUSTRIJI POLUVODIČA

### 7.1 Slabosti u opskrbnom lancu poluvodiča

Pandemija COVID - 19 razotkrila je nekoliko slabosti u globalnom lancu nabave poluvodiča. Te slabosti uključuju nedostatak transparentnosti, pretjerano oslanjanje na jednu regiju i neadekvatnu implementaciju proizvodnje *Just-In-Time*. Jedna od glavnih slabosti je snažno oslanjanje na jednu regiju, jugoistočnu Aziju, za većinu proizvodnje poluvodiča. Prema izvješću Semiconductor Industry Association, 2020. godine jugoistočna Azija proizvela je 70% svjetskih poluvodičkih čipova, a samo Tajvan čini 25% globalne proizvodnje.<sup>89</sup> Prema izvješću kompanije McKinsey & Company, više od 61% globalnih kapaciteta za proizvodnju poluvodiča koncentrirano je u Kini, Tajvanu i Južnoj Koreji.<sup>90</sup> Ova koncentracija čini opskrbeni lanac ranjivim na razne rizike kao što su politička nestabilnost, trgovinski sporovi i prirodne katastrofe. Jedan od glavnih rizika povezanih s koncentracijom proizvodnje poluvodiča u nekoliko zemalja je politička nestabilnost. Posljednjih su godina Sjedinjene Države uvele sankcije protiv nekoliko kineskih kompaniji, uključujući Huawei i ZTE, navodeći kao razlog zabrinutost za nacionalnu sigurnost. Ove sankcije utjecale su na isporuku poluvodiča Huaweiju i drugim kineskim kompanijama. Slično tome, trgovinski rat koji je u tijeku između Sjedinjenih Američkih Država i Kine, utjecao je na lanac opskrbe poluvodičima, dovodeći do neizvjesnosti i poremećaja. Drugi rizik povezan s koncentracijom proizvodnje poluvodiča u nekoliko zemalja su prirodne katastrofe. Na primjer, Tajvan, koji čini 65% svjetskih ljevaoničkih kapaciteta, doživio je najveću sušu u desetljećima, uzrokovanu nedostatkom oborina. Ova suša je ugrozila proizvodnju poluvodiča, što je rezultiralo globalnom nestašicom čipova.

Tijekom pandemije, zatvaranje tvornica u Aziji dovelo je do značajnih nestašica poluvodiča u cijelom svijetu. Kao što je primijetilo Udruženje industrije poluvodiča<sup>91</sup>, "COVID - 19 razotkrio je krhkost globalnih opskrbnih lanaca i rizik oslanjanja na jednu regiju za kritične komponente."

Također, nedostatak transparentnosti u opskrbnom lancu već je neko vrijeme značajan problem u industriji poluvodiča. Mnogi dobavljači nerado dijele informacije o svojim proizvodnim procesima i zalihama, što otežava proizvođačima da brzo odgovore na promjene u potražnji ili neočekivane poremećaje u opskrbnom lancu. Nedostatak transparentnosti postao je posebno očit tijekom pandemije, dok su se kompanije borile s iznenadnim padom a zatim i porastom potražnje za poluvodičima. Kao što je naveo Svjetski ekonomski forum<sup>92</sup>, "Pandemija COVID - 19 istaknula je potrebu za većom transparentnošću i vidljivošću u opskrbnim lancima poluvodiča, posebno u identificiranju i rješavanju rizika za proizvodnju i logistiku." Prema izvješću KPMG-a, ovaj nedostatak transparentnosti može dovesti do nedostatka povjerenja

<sup>89</sup> Statista (2021) *Chip Production Shifts Away From Traditional Strongholds*, <https://www.statista.com/chart/25552/semiconductor-manufacturing-by-location/>, pristup: 16.01.2023.

<sup>90</sup> McKinsey & Company (2020) *Strategies to lead in the semiconductor world* <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/strategies-to-lead-in-the-semiconductor-world>, pristup: 29.10.2022.

<sup>91</sup> Semiconductor Industry Association (2020) *Global Semiconductor Industry Calls on Nations to Prioritize Essential Supply Chain Operations During COVID-19*, [https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2020-04/Global%20Semiconductor%20Industry%20Statement%20on%20COVID-19\\_.pdf](https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2020-04/Global%20Semiconductor%20Industry%20Statement%20on%20COVID-19_.pdf), pristup: 16.01.2023.

<sup>92</sup> World Economic Forum (2021) *Redefining Global Value Chains for the Future*, [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_A\\_Global\\_Rewiring\\_Global\\_Value\\_Chains\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Global_Rewiring_Global_Value_Chains_2022.pdf), pristup: 17.01.2023.

među partnerima, što može uzrokovati kašnjenja u isporuci materijala i komponenti, kao i probleme s kvalitetom. Prema izvješću Deloittea, "lanac opskrbe poluvodiča golema je i složena mreža subjekata koja uključuje ne samo proizvođače čipova, već i dobavljače materijala i opreme, dizajnerske kuće, ljevaonice te kompanije za pakiranje i testiranje".<sup>93</sup>

Nadalje još jedna od slabosti u opskrbnom lancu poluvodiča je nedostatak vidljivosti u opskrbnom lancu. Opskrbni lanac poluvodiča uključuje višestruke razine dobavljača, od kojih svaki ima svoj skup dobavljača i kupaca, zbog čega je teško pronaći podrijetlo sirovina i komponenti. Ova složenost čini izazovom prepoznavanje i rješavanje potencijalnih rizika u opskrbnom lancu, kao što su pitanja kvalitete ili briga za okoliš. S druge strane lanac nabave poluvodiča složen je i uključuje nekoliko faza, počevši od proizvodnje pločica, sastavljanja i testiranja do distribucije. Međutim, postoji malo transparentnosti i vidljivosti u različitim fazama, što dovodi do nedostatka podataka u stvarnom vremenu, što otežava učinkovito upravljanje razinama zaliha. Neadekvatna vidljivost može dovesti do neočekivanih prekida opskrbnog lanca, što rezultira gubitkom proizvodnje i prihoda.

Nedostatak raznolikosti u pogonima za proizvodnju poluvodiča je također slabost opskrbnog lanca u industriji poluvodiča. Kao rezultat visokih kapitalnih troškova potrebnih za izgradnju i rad pogona za proizvodnju poluvodiča, samo je nekoliko kompanija koje dominiraju tržištem. Te kompanije, kao što su TSMC, Intel i Samsung, proizvode većinu svjetskih poluvodiča, što stvara usko grlo u opskrbnom lancu. Kada jedan od ovih proizvođača doživi smetnju, poput požara ili nestanka struje, to može dovesti do značajnih smetnji u opskrbnom lancu. Ovaj pristup također izlaže industriju značajnim rizicima ako se dobavljač suoči s operativnim ili financijskim izazovima. Pretjerano oslanjanje na jednog dobavljača može dovesti do značajnih poremećaja u opskrbnom lancu, što rezultira nedostatkom kritičnih komponenti.

Iduća slabost koju možemo navesti je i nedostatak raznolikosti u opskrbnom lancu poluvodiča. Većina svjetskih poluvodiča proizvodi se koristeći nekoliko istih materijala i procesa, što lanac opskrbe čini osjetljivim na poremećaje uzrokovane nedostatkom tih materijala ili poremećajem u proizvodnom procesu.<sup>94</sup>

Industrija poluvodiča je visoko specijalizirana industrija, a proizvodne linije su prilagođene za određene proizvode, što otežava brzo okretanje proizvodnih linija. Upravo ova činjenica ukazuje na još jednu značajna slabost je nedostatak fleksibilnosti u opskrbnom lancu. Kruta struktura opskrbnog lanca u industriji može rezultirati značajnim poremećajima u opskrbnom lancu, osobito kada se obrasci potražnje iznenada promijene. Složenost opskrbnog lanca poluvodiča značajna je slabost koja otežava upravljanje i nadzor. Kao što je ranije rečeno, opskrbni lanac uključuje višestruke razine dobavljača, od kojih svaki ima svoj skup dobavljača i kupaca, zbog čega je teško pratiti podrijetlo sirovina i komponenti. Ova složenost stvara nekoliko izazova za kompanije koje posluju u industriji poluvodiča. Jedan od značajnih izazova je prepoznavanje i rješavanje potencijalnih rizika u opskrbnom lancu.<sup>95</sup> S toliko mnogo dobavljača uključenih u proizvodni proces, postaje teško pratiti podrijetlo sirovina i

<sup>93</sup> Deloitte (2021) *Five fixes for the semiconductor chip shortage*, <https://www.deloitte.com/an/en/our-thinking/insights/industry/technology/semiconductor-supply-chain-solutions.html>, pristup: 08.11.2022.

<sup>94</sup> SEMI (2021) *Open for Business: A Diverse Supply Chain for a Resilient Semiconductor Industry*, <https://www.semi.org/en/blogs/technology-trends/diverse-supply-chain-resilient-semiconductor-industry>, pristup 01.11.2022.

<sup>95</sup> Deloitte (2022) *Boosting resilience: Working with like-minded partners to orchestrate critical supply chains*, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/ie-gps-supply-chain-reorchestration-report-21032023.pdf>, pristup 08.11.2022.

komponenti, što može dovesti do problema s kvalitetom ili zabrinutosti za okoliš. Na primjer, ako dobavljač koristi neetične prakse ili koristi komponente koje ne zadovoljavaju tražene standarde, to može dovesti do nedostataka proizvoda ili povlačenja, što može imati značajan utjecaj na reputaciju kompanije i konačni rezultat.

Osim toga, implementacija proizvodnih praksi Just-in-Time (*Just-In-Time*) u industriji poluvodiča dovela je do nedostatka međuspremnik zaliha za apsorpiranje neočekivanih skokova potražnje ili prekida u opskrbnom lancu. *Just-In-Time* je pristup vitke (Lean) proizvodnje koji ima za cilj smanjiti razine zaliha i povećati učinkovitost proizvodnjom robe samo kada je potrebna. Međutim, to također povećava osjetljivost na poremećaje u opskrbnom lancu. Tijekom pandemije COVID - 19 specifične su kompanije u industriji poluvodiča doživjele porast potražnje za svojim proizvodima jer su se potrošači okrenuli radu na daljinu i digitalnoj zabavi (prijenosna računala, web kamere, računalne komponente). Ovaj porast potražnje, zajedno s prekidima u opskrbnom lancu, doveo je do nestašica poluvodičkih čipova, posebno za industriju potrošačke elektronike te kroz sekundarni efekt na automobilsku industriju.

Nadalje, industrija poluvodiča uvelike ovisi o međunarodnoj trgovini, a poremećaji u globalnoj trgovini imali su značajan utjecaj na industriju.<sup>96</sup> Na primjer, trgovinski rat između SAD-a i Kine doveo je do nametanja carina na određene poluvodičke proizvode, što je utjecalo na lanac opskrbe industrije i povećalo troškove za potrošače. Osim toga, pandemija je poremetila globalnu trgovinu, a zemlje su uvele ograničenja na kretanje roba i ljudi, uzrokujući značajna kašnjenja u otpremi i proizvodnji.

Ovisnost industrije poluvodiča o naprednoj tehnologiji proizvodnje, kao što su litografija i jetkanje, također je slabost u opskrbnom lancu. Te su tehnologije složene i skupe te zahtijevaju značajna ulaganja u istraživanje i razvoj. Kao rezultat toga, samo nekoliko kompaniji, kao što su ASML i Lam Research, dominira tržištem. Ova koncentracija čini opskrbi lanac osjetljivim na poremećaje uzrokovane nedostatkom opreme ili kašnjenjem u razvoju novih tehnologija.<sup>97</sup>

*Just-In-Time* može poboljšati fleksibilnost proizvodnje i odziv, ali također može povećati rizike opskrbnog lanca. Autor sugerira da bi kompanije trebale usvojiti hibridni pristup koji uravnotežuje prednosti *Just-In-Time*-a s potrebom za rezervama zaliha i strategijama upravljanja rizikom.<sup>98</sup>

Drugo istraživanje Wanga i suradnika ispitalo je utjecaj *Just-In-Time*-a na učinak poluvodičkih kompaniji u Tajvanu. Autori su otkrili da *Just-In-Time* može poboljšati produktivnost i smanjiti troškove, ali također može povećati rizik od zaliha i nestašica. Autori sugeriraju da bi kompanije trebale implementirati *Just-In-Time* u kombinaciji s mehanizmima kontrole zaliha i strategijama upravljanja rizikom.<sup>99</sup>

---

<sup>96</sup> McKinsey & Company (2019) *Semiconductor supply chain: A changing landscape*, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Semiconductors/Our%20Insights/Semiconductor%20supply%20chain%20A%20changing%20landscape/Semiconductor-supply-chain-A-changing-landscape.ashx>, pristup: 08.11.2022.

<sup>97</sup> Shih W.: *Is It Time to Rethink Globalized Supply Chains?*, MIT Sloan Management Review; Cambridge vol. 61, br. 4, 2020.

<sup>98</sup> CHIPS (2021) *Are you ready to reject just-in-time sourcing?*, <https://www.cips.org/supply-management/analysis/2021/august/are-you-ready-to-reject-just-in-time-sourcing/>, pristup: 08.11.2022.

<sup>99</sup> Liao S. H., Hu T.C., Knowledge transfer and competitive advantage on environmental uncertainty: An empirical study of the Taiwan semiconductor industry, *Technovation*, vol. 27, br. 6–7, 2007.

Studija koju su proveli Cheng i Lin (2017.) ispitala je utjecaj *Just-In-Time*-a na lanac opskrbe poluvodiča u Automobilskoj industriji. Autori su otkrili da *Just-In-Time* može poboljšati učinkovitost i smanjiti troškove, ali također može učiniti opskrbni lanac osjetljivijim na poremećaje. Autori sugeriraju da bi kompanije trebale implementirati *Just-In-Time* u kombinaciji sa strategijama upravljanja rizikom i rezervnim planovima.<sup>100</sup>

U knjizi *Strategijsko upravljanje i konkurentnost u novoj ekonomiji*, Horvat Đ. i drugi utvrđuju strategijski kontrolni proces u četiri koraka: utvrđivanje pokazatelja, mjerenje ostvarenih rezultata, uspoređivanje rezultata s ciljevima i standardima, korektivne akcije.<sup>101</sup> Razvidno je kako bi implementacija bilo koja od četiri koraka razotkrila prethodno opisane slabosti u implementaciji *Just-In-Time* strategiji.

Konačno, implementacija *Just-In-Time* proizvodnje u industriji poluvodiča bila je neadekvatna u usporedbi s njezinim porijeklom u Toyotinom proizvodnom sustavu. *Just-In-Time* sustav naglašava jednostavno upravljanje zalihama i minimiziranje troškova držanja zaliha. Iako *Just-In-Time* može pomoći u smanjenju otpada i povećanju učinkovitosti, zahtijeva visok stupanj koordinacije između dobavljača i proizvođača. Međutim, *Just-In-Time* model također je kritiziran zbog toga što čini opskrbne lance osjetljivima na prekide. Prema riječima Bindiiye Vakil izvršne direktorice Resilinc, "Rizici s *Just-In-Time*-om su da je opskrbni lanac mnogo osjetljiviji na poremećaje zbog nepredviđenih događaja ili promjena u potražnji."<sup>102</sup> Nadalje, implementaciji *Just-In-Time*-a u industriji poluvodiča možda je nedostajala dubina i nijanse koje je izvorno razvila Toyota. Prema izvješću časopisa *Journal of Operations Management*, implementacija *Just-In-Time*-a u industriji poluvodiča uglavnom je usmjerena na smanjenje vremena isporuke i troškova zaliha, a ne na stvaranje kulture kontinuiranog poboljšanja i rješavanja problema.<sup>103</sup> Ovaj nedostatak naglaska na stalnom poboljšanju možda je doprinio slabostima u opskrbnom lancu, jer kompanije možda nisu dovoljno spremne odgovoriti na neočekivane poremećaje ili promjene u potražnji. Industrija poluvodiča nije uspjela postići istu razinu koordinacije kao Toyota zbog svog složenog opskrbnog lanca i nedostatka standardizacije. Kao što je naveo McKinsey<sup>104</sup>, "Složenost i neprozirnost opskrbnog lanca poluvodiča znači da je implementacija *Just-In-Time*-a mnogo izazovnija nego u automobilskoj industriji. Bez toga postoji ograničena vidljivost i transparentnost u opskrbnom lancu, što otežava točno odrediti uska grla ili ranjivosti." *Just-In-Time* strategija nije pristup "jedna veličina za sve" i treba ga prilagoditi specifičnim industrijama i konfiguracijama opskrbnog lanca.<sup>105</sup> Prema izvješću *Supply Chain Dive*, *Just-In-Time* može dovesti do nedostatka međuspremnik zaliha, što može učiniti lanac opskrbe osjetljivijim na poremećaje uzrokovane neočekivanim događajima kao što su prirodne katastrofe ili problemi s proizvodnjom.<sup>106</sup> Prema

---

<sup>100</sup> Jaber, M. Y., & Bonney, M., *The impact of just-in-time on the semiconductor supply chain in the UAE*, *International Journal of Production Research*, br. 55 (9), 2017.

<sup>101</sup> Horvat Đ. & Perković D. & Trojak N.: *Strategijsko upravljanje i konkurentnost u novoj ekonomiji*, Effectus, Zagreb, 2017.

<sup>102</sup> Bloomberg (2022) *Interview*, <https://www.resilinc.com/in-the-news/watch-resilinc-ceo-bindiiya-vakil-on-bloomberg-tv-s-balance-of-power/>, pristup: 08.11.2022.

<sup>103</sup> *Journal of Operations Management: Implementation of just-in-time in the semiconductor industry: A case study*, br. 178, 2006.

<sup>104</sup> McKinsey & Company. (2021) *McKinsey on Semiconductors*, <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/mckinsey-on-semiconductors>, pristup: 08.11.2022.

<sup>105</sup> TechTarget (2021) *Top challenges of supplier relationship management*, <https://www.techtarget.com/searcherp/feature/Top-challenges-of-supplier-relationship-management>, pristup: 08.11.2022.

<sup>106</sup> *Supply Chain Dive* (2021) *What the global chip shortage tells us about supply chain resilience*, *Supply Chain Dive*, <https://www.supplychaindive.com/news/global-chip-shortage-supply-chain-resilience/596504/>, pristup: 28.10.2022.

izvješću PwC-a, kompanije u industriji poluvodiča implementirale su sustave za upravljanje zalihama točno na vrijeme (*Just-In-Time*) kako bi poboljšale učinkovitost i smanjile troškove. Prema izvješću Forbese, nestašica je uzrokovana kombinacijom povećane potražnje za poluvodičima zbog pandemije i nedostatka rezervnih zaliha u opskrbnom lancu. Taj nedostatak međuspremnik zaliha značio je kada se potražnja iznenada povećala, lanac opskrbe nije mogao držati korak, što je dovelo do nestašica i kašnjenja. Međutim, implementaciji *Just-In-Time*-a u industriji poluvodiča nedostaju dubina i nijanse koje je Toyota izvorno razvila.<sup>107</sup> Iako *Just-In-Time* ima prednosti kao što su smanjeni troškovi zaliha, on također stvara rizike u opskrbnom lancu. Na primjer, može dovesti do nestašice kritičnih komponenti u slučaju poremećaja u opskrbnom lancu. Ovo naglašava potrebu da industrija poluvodiča razvije otpornije opskrbe lance koji mogu izdržati različite rizike. Fokus *Just-In-Time* sustava na minimiziranje razina zaliha znači da industrija nije adekvatno pripremljena za poremećaje u opskrbnom lancu, što dovodi do značajnih kašnjenja u proizvodnji i gubitka prihoda. Industrija poluvodiča, koja se oslanja na složene globalne lance opskrbe i podložna je značajnim fluktuacijama potražnje te treba koristiti nijansirani pristup implementaciji *Just-In-Time*-a.

Uz ova izvješća, bilo je nekoliko stvarnih primjera slabosti implementacije *Just-In-Time*-a u industriji poluvodiča. Na primjer, potres i tsunami 2011. u Japanu prouzročili su opsežne poremećaje u globalnom lancu opskrbe poluvodiča jer je nekoliko velikih proizvođača poluvodiča bilo prisiljeno zatvoriti svoje proizvodne pogone. Katastrofa je istaknula ranjivost opskrbnog lanca poluvodiča na neočekivane poremećaje i potrebu za boljim planiranjem u nepredviđenim okolnostima. Zaključno, pandemija COVID - 19 razotkrila je nekoliko slabosti u globalnom opskrbnom lancu industrije poluvodiča. Te slabosti uključuju veliko oslanjanje na jednu regiju za proizvodnju, nedostatak raznolikosti u proizvodnim pogonima, provedbu *Just-In-Time*-a bez dovoljno dubine i ovisnost industrije o međunarodnoj trgovini. Industrija se mora pozabaviti tim ranjivostima i razviti otpornije i prilagodljivije opskrbe lance kako bi ublažila buduće poremećaje. Pandemija je također istaknula važnost diversifikacije u opskrbnom lancu poluvodiča kako bi se ublažio rizik od prekida. Kako bi se riješile ove slabosti u lancu opskrbe poluvodiča, kompanije bi se trebale usredotočiti na poboljšanje transparentnosti i komunikacije među partnerima, smanjenje vremena izvedbe kroz poboljšanja procesa i izgradnju međuspremnik zaliha kako bi lanac opskrbe bio otporniji na prekide. Kompanije bi se također trebale usredotočiti na razvoj kulture stalnog poboljšanja i rješavanja problema, umjesto da jednostavno primjenjuju *Just-In-Time* kao mjeru smanjenja troškova. Poduzimanjem ovih koraka, industrija poluvodiča može postati otpornija i bolje opremljena da odgovori na izazove i poremećaje budućnosti..

## 7.2 Poremećaji u industriji poluvodiča

Industriju poluvodiča karakterizira brz napredak u tehnologiji i stalne inovacije, što dovodi do sve složenijeg i međuovisnijeg globalnog opskrbnog lanca. Međutim, industrija je također osjetljiva na poremećaje koji mogu imati značajan utjecaj na proizvodnju i prodaju. U ovom

---

<sup>107</sup> Harvard Business Review (2022) *Don't Abandon Your Just-In-Time Supply Chain, Revamp It*. <https://hbr.org/2022/10/dont-abandon-your-just-in-time-supply-chain-revamp-it>, pristup: 28.10.2022.

potpoglavlju analizirat ćemo utjecaj poremećaja u industriji poluvodiča, s fokusom na gubitke i padove prodaje.

Prema nedavnom izvješću Gartnera, očekuje se da će se poremećaji u industriji poluvodiča nastaviti kratkoročno zbog problema s opskrbnim lancem i geopolitičkih napetosti.<sup>108</sup> To je dovelo do pada prodaje za neke poluvodičke kompanije, kao što pokazuju sljedeći podaci:

Intel je izvijestio o padu prodaje od 7% u četvrtom tromjesečju 2021. u usporedbi s prethodnom godinom zbog ograničenja opskrbnog lanca i povećane konkurencije AMD-a i NVIDIA-e.<sup>109</sup>

Samsung je također izvijestio o padu prodaje u četvrtom kvartalu 2021., navodeći slabiju potražnju za memorijskim čipovima i povećanu konkurenciju kineskih konkurenata.

Utjecaj ovih poremećaja nije ograničen na pojedinačne kompanije, već također može imati efekte valova u cijelom globalnom lancu opskrbe. Kao što navodi Gartner: "Prekidi u lancu opskrbe u proizvodnji poluvodiča i dalje su ključni izazov za industriju. Tekuće geopolitičke napetosti između Kine i SAD-a, kao i pandemija COVID - 19, pogoršavaju ove probleme i uzrokuju dodatne poremećaje. Kao rezultat toga, očekuje se kontinuirana volatilitnost na tržištu u kratkom roku".

Nadalje, stalna nestašica poluvodičkih čipova imala je dubok utjecaj na razne industrije koje se uvelike oslanjaju na njih, uključujući sektor automobila i potrošačke elektronike. Pandemija COVID - 19 uzrokovala je povećanje potražnje za određenom potrošačkom elektronikom jer rad na daljinu i online učenje postaju sve prisutniji. Međutim, nedostatak poluvodičkih čipova doveo je do kašnjenja u proizvodnji i isporuci, uzrokujući nestašice i povećane cijene za potrošače.

U automobilskoj industriji nedostatak poluvodičkih čipova doveo je do smanjenja proizvodnje i prodaje. Prema izvješću Statista, globalna automobilska industrija proizvela je 11,3 milijuna vozila manje zbog nestašice poluvodičkih čipova.<sup>110</sup> To je dovelo do povećanja cijena za potrošače i smanjenja profitabilnosti za proizvođače automobila.

Utjecaj poremećaja u industriji poluvodiča nije ograničen na kratkoročni, već može imati i dugoročne učinke. Kao što je navedeno u izvješću Boston Consulting Groupa:

"Nestašice poluvodiča mogu imati dugoročne implikacije za industrije koje se na njih oslanjaju. Trenutna nestašica istaknula je potrebu da kompanije ponovno procjene svoje strategije opskrbnog lanca i ulože u izgradnju otpornih opskrbnih lanaca koji mogu izdržati poremećaje".<sup>111</sup>

Nadalje, poremećaji također mogu imati dugoročne implikacije za industrije koje se uvelike oslanjaju na poluvodiče, što bi moglo imati značajan utjecaj na njihovu profitabilnost i konkurentnost. Stoga je za kompanije ključno predvidjeti i ublažiti rizike povezane s

---

<sup>108</sup> Gartner. (2021) Gartner Says Worldwide Semiconductor Revenue Grew 10.4% in 2020, Outperforming Forecast, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-12-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-10-4-percent-in-2020>, pristup: 12.01.2023.

<sup>109</sup> Kharpal, A. (2021) *Global chip shortage hits Apple, BMW and other tech and car companies*. CNBC, <https://www.cnbc.com/2021/03/12/global-chip-shortage-hits-apple-bmw-and-other-tech-and-car-companies.html>, pristup: 24.11.2022.

<sup>110</sup> Statista (2022) Number of vehicles removed from production worldwide due to the semiconductor shortage in 2021, <https://www.statista.com/statistics/1288308/automotive-production-reduction-semiconductor-shortage/>, pristup: 24.11.2022.

<sup>111</sup> Boston Consulting Group: *How the US Can Strengthen the Global Semiconductor Ecosystem*, <https://www.bcg.com/publications/2022/how-the-us-can-strengthen-the-global-semiconductor-industry>, pristup: 28.12.2022.



poremećajima u industriji poluvodiča, ulaganjem u diverzifikaciju i strategije otpornosti kako bi osigurale kontinuitet svojih operacija i smanjile utjecaj budućih poremećaja.

Također, vrijedno je napomenuti da poremećaji u industriji poluvodiča također mogu stvoriti prilike za inovacije i rast. Potreba za rješavanjem ranjivosti opskrbnog lanca dovela je do povećanog ulaganja u domaću proizvodnju poluvodiča te istraživanje i razvoj. To bi potencijalno moglo dovesti do smanjenja prodaje i profitabilnosti kompaniji koje posluju u industriji poluvodiča. Na primjer, 2020. pandemija COVID - 19 izazvala je poremećaje u opskrbnom lancu poluvodiča, što je dovelo do nestašice čipova za širok raspon proizvoda, uključujući automobile i elektroniku. Ta je nestašica pak rezultirala padom prodaje kompaniji poput General Motorsa i Forda, koje su bile prisiljene privremeno zaustaviti proizvodnju zbog nedostatka poluvodičkih komponenti.

Osim poremećaja u opskrbnom lancu, industrija poluvodiča također se suočava s izazovima povezanim s tehnološkim poremećajima. Na primjer, sve veća popularnost računalstva u oblaku i umjetne inteligencije (AI) dovela je do rastuće potražnje za specijaliziranim poluvodičima kao što su jedinice za grafičku obradu (GPU) i integrirani krugovi za specifične aplikacije (ASIC). Ovo je stvorilo odmak od tradicionalnih mikroprocesora, što bi potencijalno moglo utjecati na kompanije kao što su Intel i AMD.<sup>112</sup>

Nadalje, tehnologije u nastajanju poput kvantnog računalstva i nanotehnologije također bi mogle poremetiti industriju poluvodiča. Iako su ove tehnologije još uvijek u povojima, one imaju potencijal drastično promijeniti način na koji se poluvodiči dizajniraju i proizvode. Na primjer, kvantno računalstvo moglo bi zahtijevati potpuno nove materijale i proizvodne procese, što bi trenutne tehnologije poluvodiča moglo učiniti zastarjelima.<sup>113</sup>

Zaključno, poremećaji u industriji poluvodiča mogu imati značajan utjecaj na proizvodnju i prodaju, pri čemu neke kompanije prijavljuju pad prodaje zbog ograničenja opskrbnog lanca i povećane konkurencije. Očekuje se da će tekuće geopolitičke napetosti i pandemija COVID - 19 nastaviti pogoršavati ove probleme u kratkom roku, što će dovesti do kontinuirane volatilnosti na tržištu. Nestašica poluvodičkih čipova također je imala dubok utjecaj na razne industrije, uključujući sektore automobilske industrije i potrošačke elektronike, naglašavajući potrebu da kompanije ponovno procjene svoje strategije opskrbnog lanca i ulažu u izgradnju otpornih opskrbnih lanaca. Ovi poremećaji uključuju poremećaje u opskrbnom lancu, tehnološke poremećaje i utjecaj na razvoj nove tehnologije.

### **7.3 Povećanje potražnje u eri nakon COVID - 19 zatvaranja**

Tijekom ranih faza pandemije, potražnja za poluvodičima naglo je opala kako su se poduzeća zatvarala, a potrošačka potrošnja smanjivala. Međutim, kako su zemlje počele ponovno otvarati svoja gospodarstva u razdoblju nakon zatvaranja, došlo je do porasta potražnje za poluvodičima. Ovo potpoglavlje istražuje oporavak prodaje poluvodiča i povećane narudžbe u razdoblju nakon zatvaranja.

---

<sup>112</sup> Accenture (2021) *Top 5 trends to impact the semi industry in 2022*, <https://www.accenture.com/us-en/blogs/high-tech/top-5-trends-to-impact-the-semi-industry-in-2022>, pristup: 28.12.2022.

<sup>113</sup> IMF (2021) *Quantum computing's possibilities and perils*, <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2021/09/quantum-computings-possibilitiesand-perils-deodoro>, pristup: 28.12.2022.

Industrija poluvodiča doživjela je značajan pad prodaje tijekom prve polovice 2020. godine zbog pandemije COVID - 19. Međutim, industrija je pokazala znakove oporavka u razdoblju nakon zatvaranja. Prema izvješću Gartnera, globalna prodaja poluvodiča porasla je za 6,5% u 2020. i dosegla 466 milijardi dolara.<sup>114</sup> Ovaj rast potaknut je povećanom potražnjom za osobnim računalima, uređajima za igranje i 5G pametnim telefonima jer su ljudi provodili više vremena kod kuće tijekom pandemije.

Daljnji oporavak prodaje poluvodiča prati i porast narudžbi poluvodiča. Prema izvješću World Semicond Trade Statistics (WSTS) globalna prodaja poluvodiča dosegla je 39 milijardi dolara u veljači 2021., što predstavlja porast od 16% u odnosu na isto razdoblje prethodne godine.<sup>115</sup> Ovo povećanje prodaje potaknuto je velikom potražnjom za poluvodičima u sektorima automobilske industrije i potrošačke elektronike, kao i tekućom digitalnom transformacijom industrija.

Oporavak prodaje poluvodiča i povećane narudžbe nisu ujednačeni po regijama. Prema izvješću WSTS, azijsko-pacifička regija činila je 62% globalne prodaje poluvodiča u 2020., a slijede je Amerika (22%) te Europa, Bliski istok i Afrika (8%). U izvješću se također navodi da je Kina bila najveće tržište za poluvodiče u 2020., a slijede je Sjedinjene Države i Japan.<sup>116</sup>

Povećana potražnja za poluvodičima u razdoblju nakon blokade stvorila je i izazove i prilike za industriju. Jedan od glavnih izazova bila je nestašica poluvodiča, koja je utjecala na širok raspon industrija, uključujući automobilsku, potrošačku elektroniku i telekomunikacije. Taj se nedostatak pripisuje kombinaciji čimbenika, uključujući poremećaje u opskrbnom lancu i povećanu potražnju za poluvodičima iz više industrija.

Unatoč tim izazovima, povećanje potražnje za poluvodičima također je stvorilo prilike za industriju. Jedna od glavnih prilika je rast tehnologija u nastajanju, kao što su umjetna inteligencija (AI), Internet stvari (IoT) i 5G mreže, koje pokreću potražnju za specijaliziranim poluvodičima. Osim toga, očekuje se da će povećana potražnja za poluvodičima potaknuti inovacije i ulaganja u industriju, budući da kompanije nastoje razviti nove proizvode i tehnologije kako bi zadovoljile rastuću potražnju.

Razdoblje nakon zatvaranja označilo je oporavak prodaje poluvodiča i povećanja narudžbi za poluvodiče, potaknute velikom potražnjom u sektoru automobila i potrošačke elektronike, kao i tekućom digitalnom transformacijom industrija. Iako je povećanje potražnje stvorilo izazove, poput nedostatka poluvodiča,<sup>117</sup> stvorilo je i prilike za industriju, poput rasta novih tehnologija i povećanog ulaganja u inovacije. Općenito, industrija poluvodiča spremna je za nastavak rasta u eri nakon zatvaranja.

---

<sup>114</sup> Gartner (2020) *Worldwide Semiconductor Revenue Grew 10.4% in 2020*, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-12-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-10-4-percent-in-2020>, pristup: 04.11.2022.

<sup>115</sup> WSTS (2022) *Historical Billings Report*, <https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report>, pristup: 04.11.2022.

<sup>116</sup> WSTS (2022) *Historical Billings Report*, <https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report>, pristup: 04.11.2022.

<sup>117</sup> The Wall Street Journal (2021) *Why the Chip Shortage Is So Hard to Overcome*, <https://www.wsj.com/articles/why-the-chip-shortage-is-so-hard-to-overcome-11618844905>, pristup: 04.12.2022.

## 7.4 Uska grla u proizvodnji poluvodiča

Industrija poluvodiča suočava se s nekoliko uskih grla u proizvodnji koja utječu na proizvodnju i uzrokuju kašnjenja. Glavna uska grla su nedostatak sirovina, nedostatak kvalificirane radne snage, poteškoće u skaliranju proizvodnje i nedostatak opreme.<sup>118</sup>

Nedostatak sirovina glavno je usko grlo za industriju poluvodiča. Cijena bakra, koji se koristi za ožičenje i međusobno povezivanje u poluvodičima, porasla je za više od 80% u posljednjih godinu dana.<sup>119</sup> Cijena srebra, koje se koristi za lijepljenje žica, također je porasla za više od 70%. Ovo povećanje cijena u kombinaciji sa zatvaranjima zbog COVID - 19 stvorilo je nestašicu sirovina, što je dovelo do kašnjenja u proizvodnji.

Još jedno usko grlo je nedostatak kvalificirane radne snage. Industrija poluvodiča zahtijeva visokokvalificirane radnike, ali nedostaje radnika s potrebnim vještinama. To je uzrokovalo kašnjenja u proizvodnji i smanjenje broja poluvodiča koji se mogu proizvesti.

Nedostatak opreme još je jedno usko grlo u proizvodnji poluvodiča. Oprema koja se koristi u proizvodnji poluvodiča je visoko specijalizirana i skupa. Nedostatak opreme uzrokovao je kašnjenja u proizvodnji poluvodiča, dok se kompanije bore da pronađu opremu koja im je potrebna.

Skaliranje proizvodnje još je jedno usko grlo u proizvodnji poluvodiča. Proces skaliranja proizvodnje je složen i dugotrajan. Proizvodnja poluvodiča uključuje više faza, a svaka faza mora biti pažljivo planirana i izvedena. Povećanje proizvodnje zahtijeva značajna ulaganja u novu opremu, proizvodna mjesta i kvalificirane radnike.

Na proizvodnju skaliranja također utječu ograničenja litografskih strojeva. Ovi se strojevi koriste za ispis krugova na pločice i kritična su komponenta proizvodnje poluvodiča. Međutim, tehnologija koja se koristi u ovim strojevima doseže svoje fizičke granice, što otežava daljnje povećanje proizvodnje. To je dovelo do situacije u kojoj nema dovoljno strojeva za litografiju koji bi zadovoljili potražnju za poluvodičima.

Uz ograničenja litografskih strojeva, izgradnja novih proizvodnih pogona značajno je usko grlo u skaliranju proizvodnje. Izgradnja nove proizvodne lokacije zahtijeva značajna ulaganja i može trajati nekoliko godina. Trošak izgradnje nove proizvodne lokacije može se kretati od nekoliko milijardi dolara do desetaka milijardi dolara, ovisno o veličini pogona.

Izgradnja nove tvornice poluvodiča uključuje složen proces koji može trajati nekoliko godina i koštati milijarde dolara. Uključuje više faza kao što su odabir lokacije, planiranje, dizajn, izgradnja i instalacija opreme. Vremenski okvir i trošak izgradnje nove tvornice mogu varirati ovisno o nekoliko čimbenika kao što su veličina objekta, složenost procesa, dostupnost resursa i lokacija.

Odabir lokacije: Odabir prave lokacije za novu tvornicu ključna je odluka koja može imati značajan utjecaj na njezin uspjeh. Mjesto mora biti dovoljno veliko za smještaj objekta, imati pristup pouzdanoj opskrbi električnom energijom, vodoopskrbi i prometnoj infrastrukturi.

<sup>118</sup> Jabil (2022) Why The Chips Are Down, <https://www.jabil.com/blog/global-chip-shortages.html>, pristup: 06.12.2022.

<sup>119</sup> Reuters (2020) Copper prices rally to 10-year peak on stimulus prospects, <https://www.reuters.com/article/us-global-markets/copper-prices-rally-to-10-year-peak-on-stimulus-prospects-idUSKBN29Y0AD>, pristup: 06.12.2022.

Dostupnost kvalificirane radne snage i povoljno porezno i regulatorno okruženje također su važni čimbenici koje treba uzeti u obzir.

Planiranje i dizajn: Faza planiranja i projektiranja uključuje razvoj detaljnih nacрта i specifikacija za objekt. To uključuje raspored čistih soba, ureda i područja podrške, kao i specifikaciju opreme i alata potrebnih za proizvodni proces.

Izgradnja: Faza izgradnje uključuje samu izgradnju objekta. To uključuje iskope, temelje, postavljanje okvira, krovšte i instalaciju električnih, vodovodnih i sustava klimatizacije. Proces izgradnje može trajati do dvije godine ili više, ovisno o veličini i složenosti objekta.

Ugradnja opreme: kada je zgrada dovršena, započinje faza ugradnje opreme. To uključuje instalaciju proizvodnih alata i opreme potrebne za proces izrade, kao što su strojevi za litografiju, strojevi za jetkanje, oprema za taloženje i alati za obradu pločica. Ova faza može potrajati nekoliko mjeseci.

Troškovi: Izgradnja nove tvornice poluvodiča skup je pothvat. Trošak može varirati od nekoliko stotina milijuna do nekoliko milijardi dolara, ovisno o veličini i složenosti objekta. Prema izvješću VLSI istraživanja, trošak izgradnje vrhunske tvornice može se kretati od 5 do 15 milijardi dolara.

Vremenski okvir: Vremenski okvir za izgradnju nove tvornice može varirati ovisno o nekoliko čimbenika kao što su veličina i složenost objekta, dostupnost resursa i lokacija. Prema izvješću IC Insights, prosječni rok za izgradnju nove tvornice je oko 2,5 godine.<sup>120</sup>

Ukratko, izgradnja nove tvornice poluvodiča složen je i skup proces koji može potrajati nekoliko godina. Uključuje više faza kao što su odabir lokacije, planiranje, dizajn, izgradnja i instalacija opreme. Vremenski okvir i trošak izgradnje nove tvornice mogu varirati ovisno o nekoliko čimbenika kao što su veličina i složenost objekta, dostupnost resursa i lokacija.

Nadalje, izgradnja novih proizvodnih pogona zahtijeva suradnju između više industrija. Industrija poluvodiča oslanja se na građevinsku industriju za izgradnju novih objekata, a također se oslanja na kemijsku industriju da osigura potrebne materijale. Izgradnja novih proizvodnih pogona zahtijeva pažljivo planiranje i koordinaciju između ovih industrija.

U zaključku, industrija poluvodiča suočava se s nekoliko uskih grla u proizvodnji, uključujući nedostatak sirovina, nedostatak opreme i nedostatak kvalificirane radne snage. Skaliranje proizvodnje također je značajno usko grlo jer zahtijeva značajna ulaganja u novu opremu, proizvodna mjesta i kvalificirane radnike. Ograničenja litografskih strojeva i izgradnja novih proizvodnih pogona dodatno pogoršavaju ta uska grla. Za industriju je ključno riješiti ta uska grla kako bi se osigurala stabilna opskrba poluvodičima u budućnosti.

## **7.5 Određivanje prioriteta proizvodnih resursa u ljevaonicama poluvodiča i pravne implikacije**

Raspodjela proizvodnih resursa u ljevaonicama poluvodiča složen je proces koji uključuje razmatranja kao što su iskorištenost kapaciteta, profitabilnost i potražnja kupaca. Untar

---

<sup>120</sup> Semiconductor Industry Association (2021) *2021 SIA Factbook*, <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/2021-SIA-Factbook-FINAL1.pdf>, pristup: 06.12.2022.

tehnoloških krugova iznesene su tvrdnje kako tvornice daju prioritet određenim robnim markama pri raspodjeli proizvodnih resursa. Prema izvješću Nikkei Asia, neke ljevaonice poluvodiča davale su i daju prednost vrhunskim proizvođačima pametnih telefona kao što su Apple i Samsung, ostavljajući proizvođače jeftinijih pametnih telefona i druge industrije s ograničenim pristupom proizvodnim kapacitetima. U izvješću se navodi da je "nestašica posebno teško pogodila proizvođače automobila, koji često koriste manje napredne čipove od pametnih telefona i drugih proizvođača potrošačke elektronike".<sup>121</sup> Studija koju je proveo IC Insights također je pokazala da su određene kompanije, poput Applea i Samsunga, imale povlašteni tretman u odnosu na druge kupce. Prema izvješću, te su kompanije uspjele zadržati ili čak povećati svoje narudžbe čipova, dok su drugi kupci vidjeli značajno smanjenje svojih narudžbi. Kako bismo dodatno istražili ove tvrdnje, možemo usporediti količine proizvodnje za različite industrije. Prema izvješću Gartnera, industrija pametnih telefona bila je najveći potrošač poluvodiča u 2020., s udjelom od 33% u ukupnom tržištu poluvodiča. Industrije procesora i grafičkih procesora su odmah iza njih, čineći 24% odnosno 15% tržišta. S druge strane, automobilska industrija činila je samo 9% tržišta. Gledajući količine proizvodnje, jasno je da određene industrije, poput industrije pametnih telefona, imaju mnogo veću potražnju za poluvodičima od drugih. To bi moglo objasniti zašto kompanije poput Applea i Samsunga mogu dobiti povlašteni tretman od tvornica, budući da mogu naručiti veće količine čipova.<sup>122</sup> Međutim, važno je napomenuti da je automobilska industrija posebno teško pogođena nedostatkom čipova, pri čemu su mnogi proizvođači automobila bili prisiljeni smanjiti proizvodnju zbog nedostatka čipova. To je dovelo do poziva industriji poluvodiča da daju prednost automobilskoj industriji i drugim kritičnim sektorima, poput zdravstva, u raspodjeli proizvodnih resursa. Sve navedeno je rezultiralo nedostatkom poluvodiča u određenim industrijama, poput automobilske industrije, koja je posebno teško pogođena nedostatkom čipova.

Podaci Udruge industrije poluvodiča (SIA) pokazuju da je prodaja poluvodiča u automobilskom sektoru pala za 9,6% u 2020., dok je prodaja na tržištu pametnih telefona porasla za 6,7%.<sup>123</sup> Podaci sugeriraju da je davanje prioriteta proizvođačima vrhunskih pametnih telefona moglo pridonijeti nedostatku poluvodiča u automobilskoj industriji.

Osim toga, podaci iz TrendForcea pokazuju da je proizvodnja CPU-a i GPU-a, koji su ključne komponente za industriju igara i osobnog računalstva, također pogođena nedostatkom poluvodiča. U izvješću se navodi da je "nedostatak ljevaoničkih kapaciteta i dalje norma tijekom 2021. godine, što je dovelo do stalne nedovoljne ponude GPU-a i CPU-a na krajnjim tržištima".<sup>124</sup>

Općenito, iako se čini da određene kompanije imaju povlašteni tretman tvornica, važno je uzeti u obzir veću potražnju za poluvodičima u određenim industrijama. Dok se automobilska

---

<sup>121</sup> Nikkei Asia (2022) *Chip crunch eases for phones and PCs, but not for cars*, <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Chip-crunch-eases-for-phones-and-PCs-but-not-for-cars>: 06.12.2022.

<sup>122</sup> IC Insights (2021) *Apple, Samsung Among Those Getting Preferential Treatment From Foundries*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Apple-Samsung-Among-Those-Getting-Preferential-Treatment-From-Foundries/>, pristup: 06.12.2022.

<sup>123</sup> Semiconductor Industry Association (2021) *2021 SIA Factbook*, <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/2021-SIA-Factbook-FINAL1.pdf>, pristup: 06.12.2022.

<sup>124</sup> TrendForce (2021) *TrendForce: Annual Foundry Revenue*, <https://www.techpowerup.com/288448/trendforce-annual-foundry-revenue-expected-to-reach-historical-high-again-in-2022-with-13-yoy-increase-with-chip-shortage-showing-sign-of-easing>, pristup: 06.12.2022.

industrija možda bori s nedostatkom čipova, industrije pametnih telefona i CPU-a također se uvelike oslanjaju na poluvodiče i imaju mnogo veću potražnju. Za industriju poluvodiča bit će važno uravnotežiti te zahtjeve i dati prioritet kritičnim sektorima kako bi se osiguralo da nedostatak čipova nema dugoročni učinak na globalne opskrbne lance.

Nadalje, vrijedno je napomenuti da se industrija poluvodiča uvelike oslanja na mali broj kompanija, pri čemu TSMC i Samsung čine preko 70% globalnih kapaciteta ljevaonica.<sup>125</sup> To znači da raspodjela proizvodnih resursa od strane tih kompaniji može imati značajan utjecaj na dostupnost poluvodiča za različite industrije.

Određivanje prioriteta proizvodnih resursa u ljevaonicama poluvodiča može imati zakonske implikacije, osobito u slučajevima kada dovodi do ponašanja protiv tržišnog natjecanja ili diskriminacije određenih kupaca ili industrija. U nekim se pravnim nadležnostima takva praksa može smatrati kršenjem zakona o tržišnom natjecanju jer može ograničiti izbor kupaca i dovesti do viših cijena određenih proizvoda. Osim toga, davanje prioriteta određenim industrijama u odnosu na druge može dovesti do pravnih izazova od strane kupaca koji ne mogu nabaviti potrebne komponente, osobito u slučajevima kada to dovodi do kašnjenja u proizvodnji ili prekida u lancu opskrbe.

Određivanje prioriteta proizvodnih resursa u industriji poluvodiča nije nepoznanica. Na primjer, 2018. Europska komisija kaznila je četiri kompanije, uključujući Infineon i Philips, s ukupno 111 milijuna eura zbog sudjelovanja u kartelu koji je dodjeljivao proizvodne kapacitete i razmjenjivao komercijalno osjetljive informacije.<sup>126</sup> Utvrđeno je kako su tvrtke koordinirale svoje ponašanje između 2003. i 2005., što je rezultiralo ograničenom opskrbom i višim cijenama čipova za pametne kartice.

Zakon o CHIPS-u (eng. skraćenica Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors) savezni je zakon SAD-a koji je donesen 2020. kako bi se riješio trenutni nedostatak poluvodičkih čipova. Zakon osigurava financiranje istraživanja i razvoja poluvodiča, kao i poticaje za domaću proizvodnju čipova.<sup>127</sup> Jedna od implikacija zakona je davanje prednosti domaćim kupcima nad inozemnim kupcima za poluvodičke čipove proizvedene uz pomoć državnog financiranja. Zakon ima za cilj potaknuti domaće proizvodne kapacitete poluvodiča i smanjiti ovisnost Sjedinjenih Država o stranim dobavljačima čipova, posebice onima u Kini. Međutim, valja napomenuti da zakon ne navodi izričito da domaći kupci moraju imati prednost pred inozemnim kupcima. Unatoč tome, neki stručnjaci vjeruju da zakonski akt otvara mogućnost takvog prioritiziranja u budućnosti, što može imati pravne i geopolitičke implikacije.<sup>128</sup>

Zaključno, postoje dokazi koji upućuju na to da ljevaonice poluvodiča daju prednost proizvođačima vrhunskih pametnih telefona, što potencijalno pridonosi nestašici poluvodiča u

---

<sup>125</sup> IC Insights (2020) *TSMC: The World's First \$100 Billion Semiconductor Company*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/TSMC-The-Worlds-First-100-Billion-Semiconductor-Company/>, pristup: 06.12.2022.

<sup>126</sup> BBC News (2014) Philips, Samsung and Infineon in 138m-euro cartel fine, <https://www.bbc.com/news/business-29046449>, pristup: 19.01.2023.

<sup>127</sup> 116th Congress (2020) H.R.7178 - CHIPS for America Act, <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/7178>, pristup: 19.01.2023.

<sup>128</sup> CSET (2022) *Priorities for CHIPS Act Incentives*, <https://cset.georgetown.edu/publication/sustaining-u-s-competitiveness-in-semiconductor-manufacturing/>, pristup: 19.01.2023.

drugim industrijama kao što je automobilski sektor. Podaci također pokazuju da je proizvodnja CPU-a i GPU-a pogođena nestašicom, što ukazuje da raspodjela proizvodnih resursa može imati značajan utjecaj na različite industrije. Veliko oslanjanje na mali broj kompaniji dodatno naglašava potrebu za pažljivom raspodjelom proizvodnih resursa kako bi se izbjegle nestašice u kritičnim industrijama. Davanje prioriteta određenim industrijama u odnosu na druge može biti neophodno za zadovoljenje potreba kupaca i maksimiziranje profita ali također može dovesti do pravnih implikacija, posebno u slučajevima kada dovodi do anti konkurentskog ponašanja ili diskriminacije protiv određenih kupaca ili industrija. Poluvodičke tvrtke moraju pažljivo razmotriti pravne implikacije svojih odluka o raspodjeli proizvodnje i osigurati usklađenost s primjenjivim zakonima o tržišnom natjecanju.

## **7.6 Utjecaj nestašica poluvodiča na industriju pametnih telefona**

Nestašica poluvodiča koja je započela 2020. godine zbog pandemije COVID - 19 imala je značajan utjecaj na industriju pametnih telefona. Industrija se suočila s nedostatkom kritičnih komponenti kao što su memorija i procesori, što je dovelo do smanjenja prodaje i prihoda za neke kompanije. U ovom potpoglavlju analizirat ćemo utjecaj nestašice poluvodiča na industriju pametnih telefona, gubitak prodaje i prihoda u 2020. i 2021., porast cijena pametnih telefona, pojavu novih kompanija bez ljevaonica i trend kretanja pametnih telefona na starije proizvodne procese kako bi išli u korak s potražnjom.

Nedostatak poluvodiča je rezultirao smanjenom proizvodnjom i opskrbom raznim komponentama, što je dovelo do smanjenja prodaje pametnih telefona i prihoda.

Nestašica je također rezultirala rastom cijena pametnih telefona. Prema istraživanju koje je proveo Counterpoint Research, prosječna prodajna cijena pametnog telefona porasla je za 10% u četvrtom tromjesečju 2020. u usporedbi s prethodnom godinom zbog ograničenja opskrbnog lanca.<sup>129</sup> Poskupljenje je zahvatilo najnaprednije kao i najosnovnije modele pametnih telefona, a neke kompanije poput Xiaomija i Oppoja povećale su cijene svojih najosnovnijih modela zbog nedostatka komponenti.

Utjecaj nedostatka poluvodiča na industriju pametnih telefona bio je značajan, a velike kompanije poput Applea i Samsunga prijavile su pad prodaje i prihoda. Prema podacima International Data Corporation (IDC) Worldwide Yearly Mobile Phone Tracker, isporuke pametnih telefona pale su za 5,9% u 2020. u usporedbi s 2019., s ukupno 1,3 milijarde isporučenih jedinica.<sup>130</sup> U prvom tromjesečju 2021. godine isporuke pametnih telefona porasle su za 27% u odnosu na prethodnu godinu, s ukupno 347 milijuna isporučenih jedinica, što ukazuje na snažan oporavak od pandemije.<sup>131</sup> Međutim, unatoč povećanju isporuka, industrija pametnih telefona suočila se s brojnim izazovima zbog nedostatka poluvodiča.

---

<sup>129</sup> Counterpoint (2020) *Global smartphone ASP up 10% YoY in Q2 2020 even as shipments see highest ever decline*, <https://www.counterpointresearch.com/global-smartphone-asp-10-yoy-q2-2020-even-shipments-see-highest-ever-decline/>, pristup: 19.01.2023.

<sup>130</sup> IDC (2021) *Worldwide Yearly Mobile Phone Tracker*, <https://www.fonearena.com/blog/331889/worldwide-smartphone-shipments-q4-2020.html>, pristup: 19.01.2023.

<sup>131</sup> Canalys (2021) *Global smartphone market Q1 2021*, <https://www.canalys.com/newsroom/canalys-worldwide-smartphone-market-Q1-2021>, pristup: 19.01.2023.

Gubitak prodaje i prihoda za kompanije pametnih telefona zbog nestašice poluvodiča bio je značajan. Kompanije iz poluvodičke i srodnih industrija su inače objavljivale rast prodaje i prihoda iz godine u godinu u prvom tromjesečju 2020. godine prijavljuju pad prihoda i prodaje. U prvom tromjesečju 2020. Apple je izvijestio o prihodu od 53,8 milijardi dolara, što je povećanje od 1% u usporedbi s istim tromjesečjem prethodne godine, ali istovremeno višestruko niže od prethodnih godina.<sup>132</sup> Međutim, prodaja Appleovih iPhonea bila je pogođena nedostatkom poluvodiča, sa padom od 0,4% u usporedbi s prethodnom godinom. Samsung je također izvijestio o smanjenju prodaje zbog nestašice poluvodiča, sa smanjenjem od 18,9% u prvom kvartalu 2020. u usporedbi s prethodnom godinom. Xiaomi je, s druge strane, uspio povećati svoju prodaju za 6,1% u prvom tromjesečju 2020. u usporedbi s prethodnom godinom, unatoč nestašici poluvodiča.<sup>133</sup>

Nedostatak poluvodiča stvorio je priliku za pojavu novih *fabless* kompaniji na tržištu. *Fabless* kompanije su poluvodičke kompanije koje dizajniraju i prodaju čipove, ali nemaju svoje proizvodne pogone. Prema podacima IC Insightsa, prvih 10 poluvodičkih kompanija bez proizvodnih pogona povećalo je svoju prodaju za 22% u 2020. u usporedbi s prethodnom godinom, što ukazuje na snažnu stopu rasta unatoč pandemiji. Kompanije kao što je MediaTek, koja dizajnira čipove za pametne telefone, imale su koristi od nestašice poluvodiča, s povećanjem prodaje od 44% u 2020. u usporedbi s prethodnom godinom.<sup>134</sup>

Nedostatak poluvodiča doveo je do trenda prelaska pametnih telefona na starije proizvodne procese kako bi išli u korak s potražnjom. U doba COVID - 19 pandemije najnoviji skupovi čipova, kao što su Qualcomm Snapdragon 888 i Samsung Exynos 2100, proizvedeni su na 5nm procesu. Međutim, zbog nestašice čipova, neke kompanije za pametne telefone prešle su na starije proizvodne procese kao što su 7nm ili 8nm kako bi zadržale korak s potražnjom. Na primjer, Xiaomijev Redmi Note 10 Pro koristi Qualcomm SM7150 Snapdragon 732G skup čipova proizveden na 8nm procesu. Idući primjer je Apple koji je koristio 7nm proces za svoj A14 čip, dok je njegov prethodnik, A13, koristio 10nm proces, očekivanje je bilo kako će najnoviji Apple čip biti proizveden najnaprednijom tehnologijom. Korištenjem starijeg procesa, Apple je uspio osigurati stalnu opskrbu čipovima, iako izvedba A14 nije bila tako dobra kao što bi mogla biti da je proizveden naprednijim procesom 5nm. Također, Qualcommov tada vodeći procesor Snapdragon 888 proizveden je 5nm procesom, dok se njegov Snapdragon 870 procesor proizvodi 7nm procesom. Kompanija je morala koristiti stariji 7nm proces zbog nedostatka kapaciteta u 5nm ljevaonici.

Zaključno, nestašice poluvodiča 2020 i 2021 godine imale su značajan utjecaj na industriju pametnih telefona, što je dovelo do smanjene prodaje i prihoda, povećanja cijena i potencijalnih pomaka prema korištenju starijih tvorničkih procesa. Međutim, kako se situacija popravlja kroz 2022. i 2023. godinu neke kompanije bez tvornica postale su pobjednici, a nove tvornice se grade kako bi se povećala ponuda. Kako se svijet sve više oslanja na tehnologiju, važno je

---

<sup>132</sup> Apple (2020) *Apple Reports Second Quarter Results*, <https://www.apple.com/hr/newsroom/2020/04/apple-reports-second-quarter-results/>, pristup 19.01.2023.

<sup>133</sup> IDC (2020) *Quarterly Mobile Phone Tracker*, <https://www.businesswire.com/news/home/20200430006052/en/Worldwide-Smartphone-Market-Suffers-Its-Largest-Year-Over-Year-Drop-in-Q1-2020-Due-to-COVID-19-According-to-IDC>, pristup: 19.01.2023.

<sup>134</sup> Counterpoint (2020) *MediaTek Becomes Biggest Smartphone Chipset Vendor for First Time in Q3 2020*, <https://www.counterpointresearch.com/mediatek-biggest-smartphone-chipset-vendor-q3-2020/>, pristup: 19.01.2023.



riješiti probleme nedostatka poluvodiča kako bi se osigurala stalna opskrba čipovima za sve industrije.

### 7.7 Utjecaj nestašica poluvodiča na automobilsku industriju

Utjecaj nedostatka poluvodiča na automobilsku industriju bio je značajan. S porastom električnih i autonomnih vozila, poluvodiči su postali sve važnije komponente u procesu proizvodnje. Godine 2020. pandemija COVID - 19 dovela je do pada potražnje za automobilima, zbog čega su proizvođači automobila smanjili narudžbe za poluvodiče. Međutim, potražnja za poluvodičima brzo se oporavila, ali opskrbeni lanac nije mogao držati korak zbog raznih čimbenika, uključujući zatvaranje tvornica i povećanu potražnju iz drugih industrija. To je dovelo do značajnih nedostataka poluvodiča u automobilskoj industriji, što je zauzvrat imalo značajan utjecaj na prodaju i prihode proizvođača automobila.

Prema izvješću IHS Markita, procjenjuje se da je nedostatak poluvodiča uzrokovao gubitak od 1,3 milijuna jedinica globalne proizvodnje lakih vozila u prvom tromjesečju 2021.,<sup>135</sup> s procijenjenim gubitkom prihoda od 61 milijardu dolara za automobilsku industriju u cjelini. Izvješće također govori kako je nestašica nastavila utjecati na industriju tijekom 2021., s procijenjenim gubitkom od 2,5 milijuna jedinica globalne proizvodnje lakih vozila u godini.

Manjak poluvodiča također je imao brojne nuspojave na automobilsku industriju. Jedan od najznačajnijih je rast cijena novih automobila. S obzirom na to da ponuda nije mogla pratiti potražnju, proizvođači automobila bili su prisiljeni smanjiti proizvodnju i povećati cijene kako bi nadoknadili gubitak prihoda.<sup>136</sup> Osim toga, neki su kupci odlučili kupiti rabljene ili starije automobile s manje elektroničkih značajki, što je dodatno utjecalo na prodaju novih automobila.

Utjecaj nedostatka poluvodiča na automobilsku industriju bio je značajan, a jedna od najznačajnijih nuspojava je povećanje cijena novih automobila. Prema podacima Cox Automotivae, prosječna cijena transakcije za novi automobil u Sjedinjenim Državama dosegla je rekordnu visinu od 41.263 USD u prosincu 2021., što je 15,6% više u odnosu na prethodnu godinu. Ovo povećanje cijene može se pripisati, barem djelomično, nestašici poluvodiča, jer su proizvođači automobila bili prisiljeni smanjiti proizvodnju i povećati cijene kako bi nadoknadili gubitak prihoda.

Osim povećanja cijena, nestašica je također navela neke kupce da se odluče za rabljene ili starije automobile s manje elektroničkih značajki, što dodatno utječe na prodaju novih automobila. Prema podacima iz Edmundsa, prosječna cijena rabljenog automobila u Sjedinjenim Državama dosegla je najviši nivo svih vremena od 28 381 USD u prosincu 2021., što je 22,9% više u odnosu na prethodnu godinu.<sup>137</sup> Ovo povećanje cijene također se može pripisati, barem u

---

<sup>135</sup> IHS Markit (2020) *Global semiconductor shortage to slash light vehicle production in the first quarter by more than 672,000 units*, <https://www.reuters.com/article/us-gm-semiconductors-exclusive-idCAKBN2A32LL>, pristup: 16.12.2022.

<sup>136</sup> Reuters (2020) *Global carmakers cut production due to semiconductor shortage*, <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/gm-extends-vehicle-production-cuts-due-global-chip-shortage-2021-02-09/>, pristup: 16.12.2022.

<sup>137</sup> Consumer Reports (2021) *Global Chip Shortage Makes It Tough to Buy Certain Cars*, <https://www.consumerreports.org/cars/buying-a-car/global-chip-shortage-makes-it-tough-to-buy-certain-cars-a8160576456/>, pristup: 29.10.2022.

dijelom, na nestašicu poluvodiča, jer kupci traže alternative novim automobilima na koje utječe nestašica.

Nedostatak je također utjecao na dostupnost određenih modela automobila, pri čemu se na neke modele čeka duže ili su privremeno nedostupni. Prema izvješću IHS Markita, globalna je automobilska industrija izgubila proizvodnju od 3,9 milijuna vozila u prvom tromjesečju 2021. zbog nestašice poluvodiča, a očekuje se da će se utjecaj nastaviti tijekom najmanje prve polovice 2023.

Kao što je ranije spomenuto, nestašica poluvodiča imala je značajan utjecaj na automobilsku industriju, pri čemu su se neki proizvođači automobila okrenuli starijim tvornicama za proizvodnju svojih poluvodiča. Ovaj su pristup zauzele neke kompanije u nastojanju da osiguraju opskrbu čipovima usred stalne nestašice.

Jedan primjer kompanije koja se okrenula korištenju starijih tvornica je Toyota. Prema izvješću Nikkei Asia, Toyota je počela koristiti starije tvornice za proizvodnju čipova koji se koriste u nekim od njezinih automobila.<sup>138</sup> U izvješću se navodi da je Toyota prebacila proizvodnju na starije tvornice pločica od 8 nm kako bi nastavila proizvoditi čipove koji su na visokoj razini. potražnje za svojim vozilima. Kompanija je navodno uspjela osigurati proizvodni kapacitet u tim starijim tvornicama, što joj je pomoglo ublažiti utjecaj nestašice poluvodiča na svoje proizvodne linije.

Dok korištenje starijih tvornica može pomoći proizvođačima automobila da održe proizvodnju u kratkom roku, postoje potencijalni nedostaci ovog pristupa. Jedan izazov je taj što starije tvornice možda neće moći proizvesti istu razinu složenosti ili učinkovitosti kao novije tvornice. To može rezultirati nižim performansama ili smanjenim mogućnostima krajnjih proizvoda, u ovom slučaju automobila. Na primjer, čipovi koje proizvode starije tvornice možda neće biti toliko energetske učinkoviti ili nemaju istu razinu procesorske snage kao oni koje proizvode novije tvornice.

Nadalje, proizvođači automobila će možda trebati izvršiti značajne prilagodbe svojih proizvodnih procesa kako bi u svoja vozila integrirali čipove proizvedene u starijim tvornicama. To može zahtijevati dodatne resurse i vrijeme, što može dovesti do daljnjih kašnjenja u proizvodnji.

Općenito, iako korištenje starijih tvornica može pomoći proizvođačima automobila da održe proizvodnju u uvjetima stalne nestašice poluvodiča, nije bez izazova. Kompanije poput Toyote morale su odvagnuti prednosti korištenja starijih tvornica u odnosu na potencijalne nedostatke, poput smanjenih performansi ili povećane složenosti proizvodnje. Osim toga, ovaj pristup možda neće biti dugoročno održiv, budući da starije tvornice možda neće moći pratiti sve veću potražnju za naprednijim poluvodičima u automobilskoj industriji.

Zaključno, nestašica poluvodiča imala je značajan utjecaj na automobilsku industriju, uzrokujući gubitak prodaje i prihoda, povećanje cijena i pomak prema korištenju starijih

---

<sup>138</sup> MIT (2022) *How auto companies are adapting to the global chip shortage*, <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/how-auto-companies-are-adapting-to-global-chip-shortage>, pristup: 29.10.2022.

tvornica za proizvodnju poluvodiča. Ostaje za vidjeti koliko će dugo trajati nestašica i kakvi će biti dugoročni učinci na industriju.

## 7.8 Utjecaj nestašica poluvodiča na industriju potrošačke elektronike

Globalna nestašica poluvodiča utjecala je na niz industrija, uključujući industriju potrošačke elektronike. Nedostatak je doveo do smanjene proizvodnje i povećanja cijena, što je utjecalo i na proizvođače i na potrošače. Ovo će potpoglavlje istražiti utjecaj nedostatka poluvodiča na industriju potrošačke elektronike i razne nuspojave koje su nastale kao rezultat toga.

Manjak poluvodiča značajno je utjecao na industriju potrošačke elektronike, što je rezultiralo smanjenjem prodaje i neznatnim povećanjem prihoda. Prema izvješću NPD-a, globalno tržište potrošačke elektronike zabilježilo je pad od 1% u prodanim količinama uređaja dok je zbog povećane potražnje cijena uređaja bila viša što je rezultiralo povećanjem prihoda od 7%.<sup>139</sup> Osim toga, nestašica je također utjecala na proizvodnju igračih konzola, što je rezultiralo smanjenom prodajom za kompanije kao što su Sony i Microsoft.<sup>140</sup>

Manjak poluvodiča također je imao niz nuspojava na industriju potrošačke elektronike. Jedan od najznačajnijih utjecaja bilo je povećanje cijena elektronike. U uvjetima povećane potražnje a ograničene ponude neminovno dolazi do povećanja cijena.<sup>141</sup>

Nadalje, nedostatak poluvodiča doveo je do toga da kompanije koriste starije proizvodne procese za proizvodnju svojih proizvoda. Ovaj pristup, iako je neophodan, može dovesti do smanjene učinkovitosti i performansi u konačnom proizvodu.

Iako je nestašica poluvodiča odigrala značajnu ulogu u padu prodaje i prihoda industrije potrošačke elektronike, drugi čimbenici također su pridonijeli povećanju potražnje za elektronikom. Na primjer, pandemija COVID - 19 rezultirala je povećanjem rada na daljinu i virtualnog učenja, što je potaknulo potražnju za prijenosnim računalima, tabletima i drugim uređajima.

Nedostatak poluvodiča također je povezan s nedostatkom inovacija u industriji potrošačke elektronike. S ograničenim pristupom poluvodičima, proizvođači su bili prisiljeni odgoditi izdavanje novih proizvoda ili smanjiti opseg značajki kako bi sačuvali resurse.<sup>142</sup> To je dovelo do usporavanja stope inovacija, a neki analitičari sugeriraju da bi mogle proći godine industrija da dostigne mjesto gdje bi bila bez nestašice.

Nestašica poluvodiča imala je dubok utjecaj na industriju potrošačke elektronike, što je rezultiralo smanjenom prodajom i prihodima, povećanjem cijena i usporavanjem inovacija.

---

<sup>139</sup> NPD (2021) *Strong First Half Sales and Rising Prices Expected to Result in 7% Revenue Gain for the U.S. Consumer Electronics Industry in 2021*, <https://www.npd.com/news/press-releases/2021/strong-first-half-sales-and-rising-prices-expected-to-result-in-7-revenue-gain-for-the-u-s-consumer-electronics-industry-in-2021/>, pristup: 05.12.2022.

<sup>140</sup> S&P Global (2021) *Game console makers grapple with chip shortages as demand outstrips supply*, <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/game-console-makers-grapple-with-chip-shortages-as-demand-outstrips-supply-65912826>, pristup: 05.12.2022.

<sup>141</sup> Expense Reduction Analyst (2021) *Semiconductor shortage to cause rise in prices in 2021*, <https://uk.expensereduction.com/news/semiconductor-shortage-to-cause-rise-in-prices-in-2021/#:~:text=Key%20Issues,meet%20demand%20in%20Q4%202021>, pristup: 05.12.2022.

<sup>142</sup> Li, P. (2021) *Chip Shortage Hits Car Industry: Stellantis to Cut Production*, *The Wall Street Journal*, <https://www.wsj.com/articles/chip-shortage-hits-car-industry-stellantis-to-cut-production-11620423913>, pristup: 05.12.2022.

Dok se industrija nastavlja boriti s nestašicom, vjerojatno će se proizvođači i dalje suočavati s izazovima u zadovoljavanju potražnje i održavanju profitabilnosti.

## 8. ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

U nastavku rada prikazani su rezultati istraživanja koje se provelo među menadžerima u poluvodičkim ili srodnim industrijama u namjeri saznavanja kakav je stav, znanje i percepcija menadžera o lancu opskrbe poluvodičke industrije, što identificiraju kao potencijalne slabosti. Istraživanje mišljenja menadžera u poluvodičkoj industriji dobar je uvid u mogućnosti poboljšanja eventualnih nedostataka u lancu opskrbe.

### 8.1 Analiza uzorka istraživanja

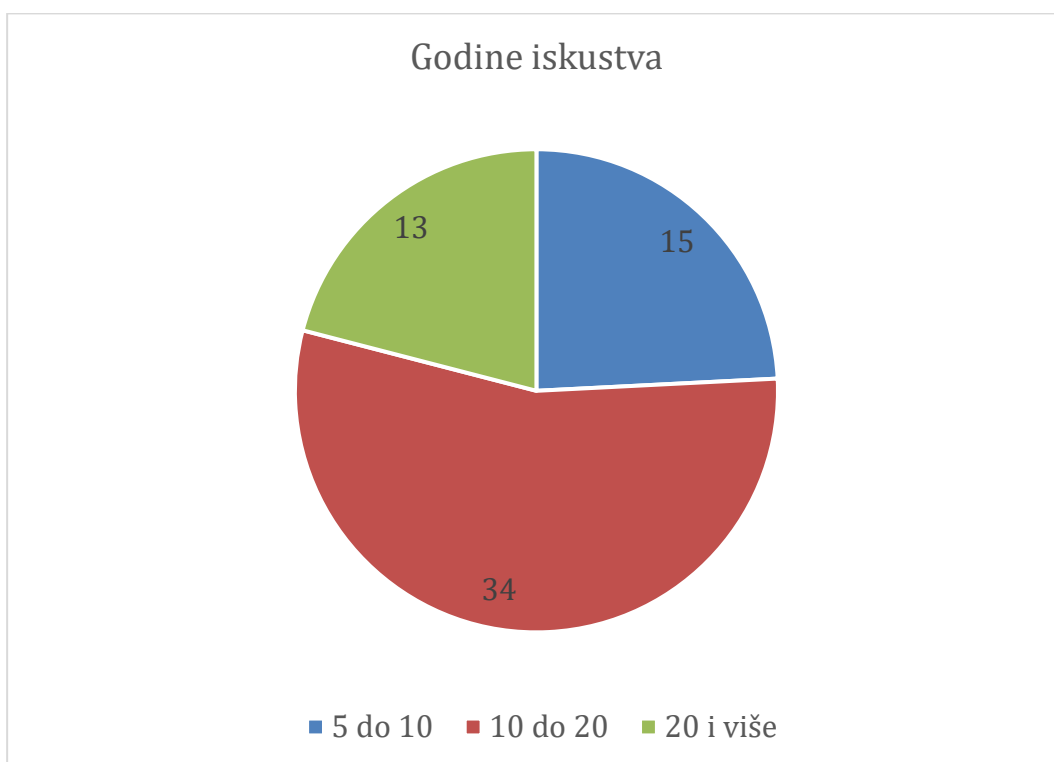
U istraživanju je sudjelovalo ukupno 62 ispitanika, menadžera iz 16 kompanija koje se bave poluvodičima. Od jednog do šest menadžera je anketirano iz pojedine kompanije, a distribucija ispitanika po kompanija prikazana je tablično (Tablica 7). Ispitanici su najčešće sa 10 do 20 godina menadžerskog iskustva, dok ih je podjednako onih sa više i onih sa manje godina iskustva (Slika 6).

Najveći postotak sjedišta kompanija (eng. HQ) su iz Kine (Slika 7), najčešće su to kompanije auto industrije (Slika 8), a ispitanici su u nešto više od pola slučajeva Izvršnih funkcija (Executive), malo manje Senior te samo dvoje Članova uprave (Board Members) (Slika 9).

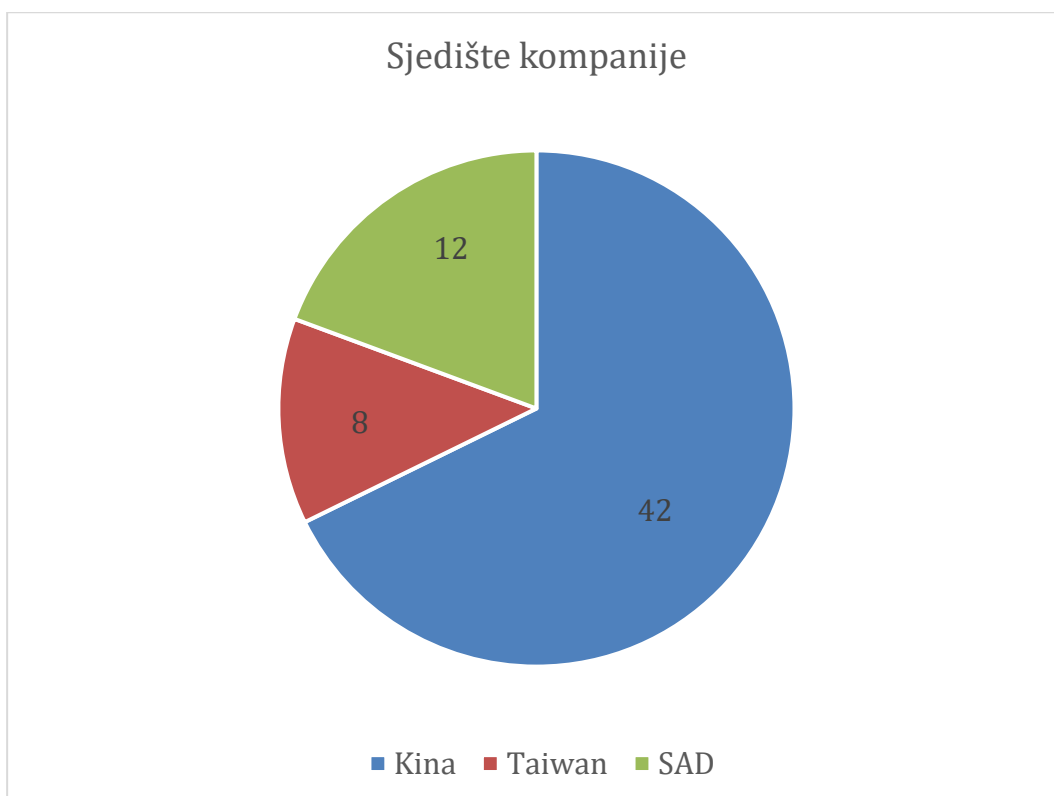
**Tablica 7:** Broj ispitanika po kompaniji

Kompanija	Broj ispitanika
Apple	6 (9,7)
BYD Europe	4 (6,5)
Chery Automotive	4 (6,5)
Huami	2 (3,2)
Infinix	2 (3,2)
MediaTek	4 (6,5)
Nio	4 (6,5)
Qualcomm	4 (6,5)
realme	4 (6,5)
Roborock	4 (6,5)
TCL	1 (1,6)
TCL Europe	5 (8,1)
Tesla	6 (9,7)
UNISOC	2 (3,2)
Xiaomi	6 (9,7)
Xpeng Motors	4 (6,5)

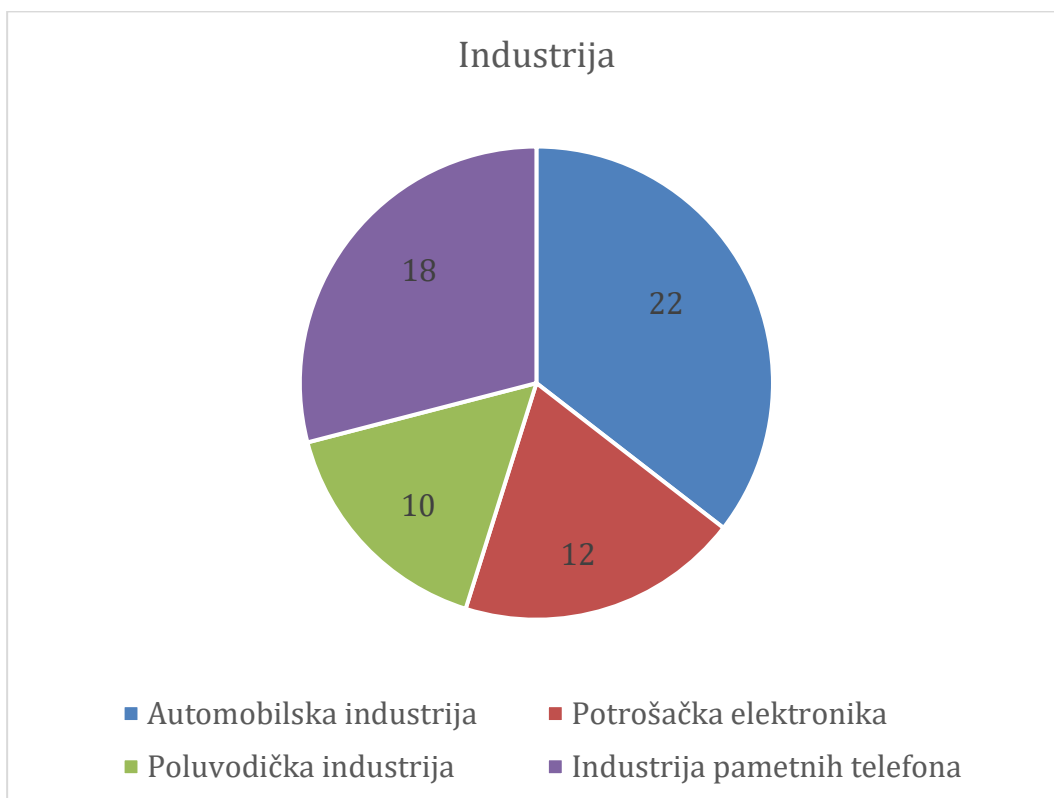
**Slika 6:** Distribucija radnog iskustva među ispitanicima



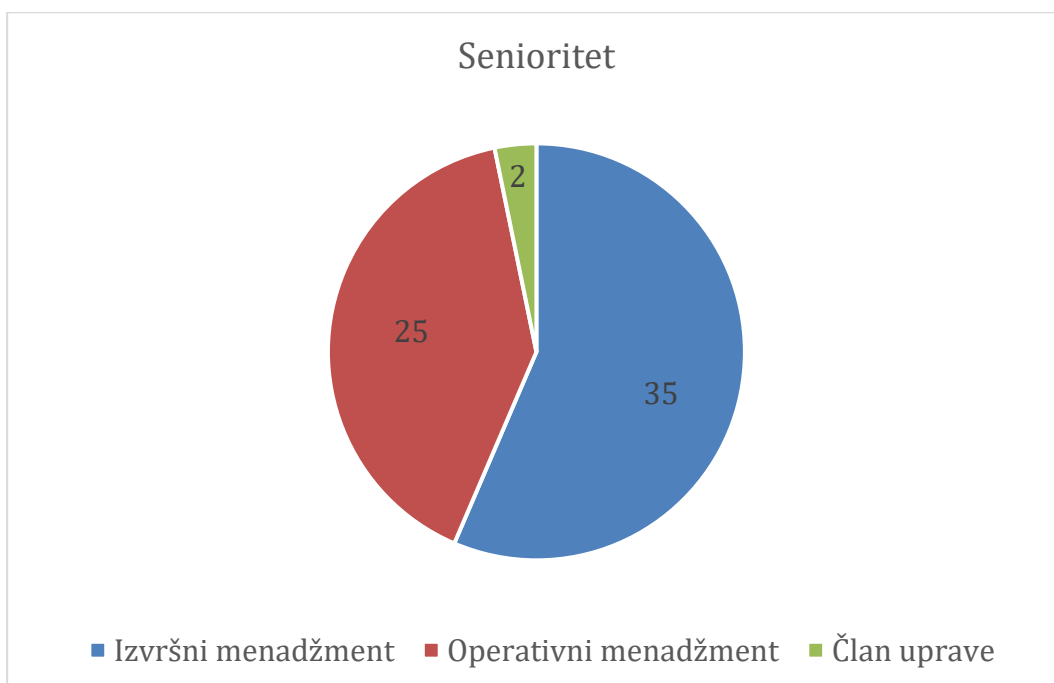
**Slika 7:** Distribucija sjedišta kompanija



**Slika 8:** Distribucija vrste industrije



**Slika 9:** Distribucija (razdioba) senioriteta



## 8.2 Rezultati istraživanja

U nastavku rada slijedi frekvencija pojedinih odgovora na svako od pitanja odnosno ispitivanje stavova ispitanika o pojedinim pitanjima provedene ankete.

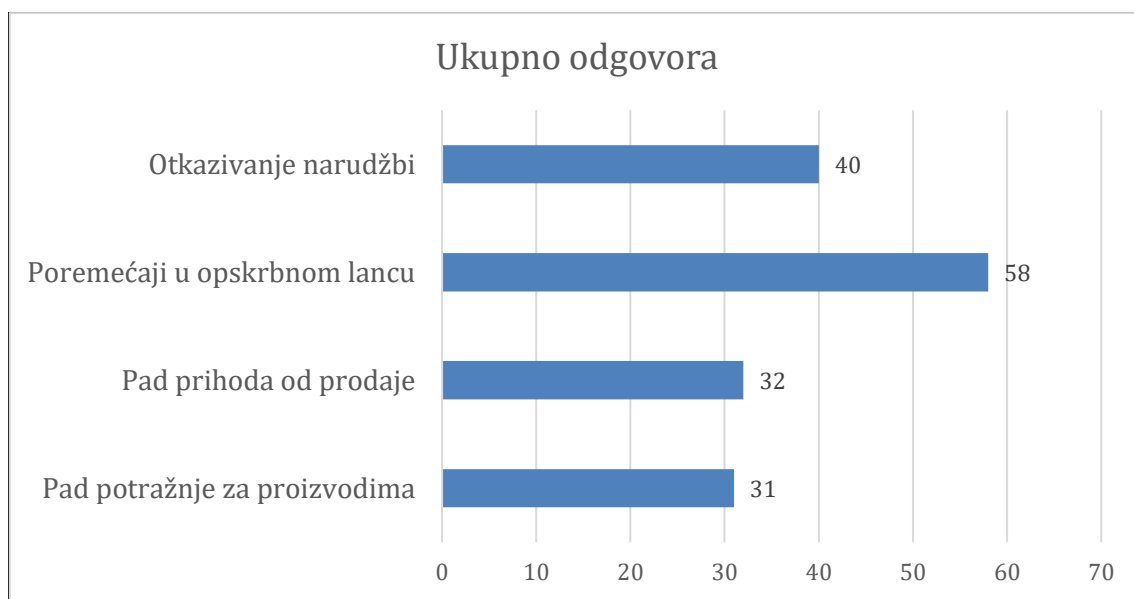
Na pitanju broj 1 „Koliko vam je poznato koji su bili početni učinci prvih zaključavanja?“, najveći broj odabira 58 (36%) zabilježen je na odgovoru „Poremećaju u opskrbnom lancu“ dok je drugi istaknuti odgovor sa 40 (25%) odabira „Otkazivanje narudžbi“.

Na pitanje broj 2 „Je li vaša kompanija iskusila porast potražnje za elektroničkim proizvodima nakon što je prošlo početno zaključavanje?“, samo je njih četvero (6,5%) odgovorilo da nije upoznato sa podatkom, dok su svi ostali odgovorili potvrdno. U prosjeku su povećanje potražnje procijenili na 20% (medijan) uz interkvartilni raspon od 15% do 25% odnosno uz ukupni raspon od 10% do maksimalnih 45% - pitanje broj 3 „Ako ste na prethodno pitanje odgovorili potvrdno, upišite % povećanja potražnje.“

Pitanje broj 4 „Je li vaša kompanija doživjela smanjenje prihoda tijekom pandemijskog razdoblja COVID – 19?“ nešto je više, no ne statistički značajno više (Hi-kvadrat test,  $P=0,208$ ) sudionika ankete odgovorilo potvrdno, njih 38 (61,3%).

Distribucija odgovora na pitanje broj 5 „Je li vaša kompanija doživjela probleme s lancem opskrbe prije COVID - 19 ere?“ pokazuje kako sudionici ankete uglavnom nisu upućeni (Slika 11). Od njih 16 koji su potvrdno odgovorili, njih osmero (50,0%) je navelo 2011. godinu, šestero (37,5%) je navelo 2017. godinu, dok je svega njih dvoje (12,5%) navelo 2019. godinu. Pitanje možemo dodatno rastumačiti uzimajući u obzir kako menadžeri nisu nužno svoje iskustvo stjecali u kontinuitetu u jednoj kompaniji te iz tog razloga ne mogu biti upućeni u prethodna iskustva. Logično je zaključiti kako se manji broj potvrdnih odgovora odnosi na prethodno iznesenu tvrdnju, a ne na manjak znanja ili informiranosti.

**Slika 10:** Frekvencija odgovora na pitanje broj 1 „Koliko vam je poznato koji su bili početni učinci prvih zaključavanja?“





Među onima koji su naveli problem i godinu, njih deset je potvrdno odgovorilo na pitanje broj 7 „Koliko ste upoznati, je li vaša kompanija provela bilo kakve promjene u lancu opskrbe kao posljedicu navedenih problema?“ (10 od 16, odnosno 62,5%).

**Slika 11:** Distribucija odgovora na pitanje broj 5 „Je li vaša kompanija doživjela probleme s lancem opskrbe prije COVID - 19 ere?“



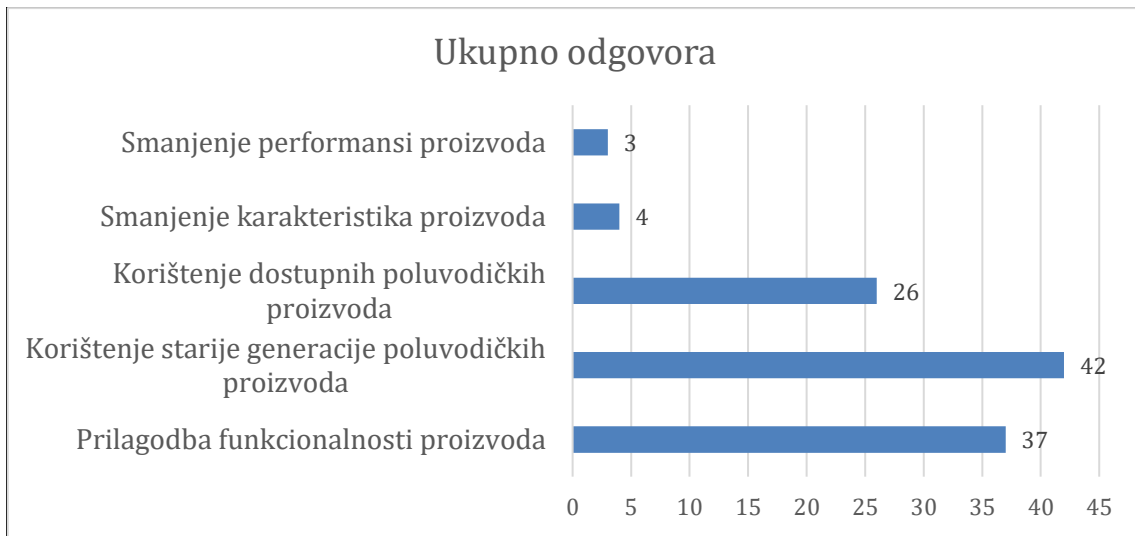
Od anketiranih sudionika na pitanje broj 8 „Koja je bila razina ključnih komponenti u tjednoj potrošnji u periodu prije COVID – 19 pandemije?“ trećina je odgovorila četiri, trećina pet, a ostali od šest do deset tjedana. Prosječno (medijan) je 5 tjedana, uz IQR od 4 do 7 tjedana, odnosno uz ukupni raspon od 4 do maksimalno 10 tjedana.

Apsolutno svi ispitivani menadžeri su potvrdno odgovorili na pitanje broj 9 „Jesu li ograničenja dostupnih poluvodičkih proizvoda utjecala na promjene u krajnjim proizvodima?“ (svih 62, 100%). Vezano pitanje broj 10 „Što su bile posljedice promjena u dizajnu proizvoda?“ većina ispitanika je izjavila kako je to bilo korištenje starije generacije poluvodičkih proizvoda te prilagodba funkcija samog proizvoda (Slika 12).

Na pitanje broj 11 „Je li vaša kompanija doživjela ograničenja u prodaji najnaprednijih uređaja zbog nedostatka poluvodičkih proizvoda?“ samo jedan menadžer je odgovorio kako nije upoznat dok je značajna većina (Hi-kvadrat test,  $P=0,004$ ) odgovorila potvrdno, njih 46 (74.2%).

Naredno pitanje broj 12 „Je li vaša kompanija na vašem znanju bila prisiljena zaustaviti inovacije u području elektroničkih uređaja zbog nedostatka poluvodičkih proizvoda?“, dvoje ispitanika je odgovorilo kako nisu upoznati te ih je potpuno jednako odgovorilo potvrdno, negacijski (Hi-kvadrat test,  $P>0,99$ ) ih je odgovorilo 30 (48,4%).

**Slika 12:** Frekvencija odgovora na pitanje „Što su bile posljedice promjena u dizajnu proizvoda?“



Ispitanici su na pitanje broj 13 „Godina 2020. i 2021. označene su oscilacijom u opskrbi poluvodičima. Koliko ste upoznati, je li vaša kompanija u tom razdoblju upotrijebila strategiju povećanja zalihe poluvodičkih proizvoda? najviše ispitanika je odgovorilo potvrdno (Hi-kvadrat test,  $P < 0,001$ ), njih čak 52 (83,9%) naspram njih 5 (8,1%) koji su odgovorili negacijom. Vezano pitanje broj 14 „Ako ste odgovorili na prethodno pitanje, zapišite broj tjedana ciljane razine zaliha.“ anketni sudionici su pružili odgovor gdje medijan iznosi 10 tjedana, uz interkvartilni raspon od 9 do 16 tjedana i ukupni raspon od nula do maksimalnih 19 tjedana.

Odgovori na pitanje broj 15 pokazuju medijan 3 uz IQR od 2 do 5, i ukupni raspon od nula do 6 mjeseci, pitanje je glasilo „Na temelju vašeg znanja o industriji i dostupnih informacija, koja bi bila vaša procjena koliko će trajati nedostatak poluvodiča? (Molimo upišite broj mjeseci)“.

Apsolutno svi ispitanici su potvrdili da znaju što je sustav *Just-In-Time* strategija, no značajna većina (Hi-kvadrat test,  $P < 0,001$ ) ne zna povijesni razvoj strategije, njih čak 51 (82,3%); pitanje broj 16 „Jeste li upoznati sa značenjem *Just-In-Time* strategijom“ te vezano pitanje broj 17 „Jeste li upoznati s poviješću razvoja strategije *Just-In-Time* i Toyota načela?“.

Također značajno mali postotak (Fisherov egzaktni test,  $P < 0,001$ ), samo troje (4,8%) ispitanika nije sigurno „Je li vaša kompanija implementirala načela strategije *Just-In-Time*?“ (Pitanje broj 18).

Od sudionika u anketi svega njih 5 (8,1%), što je značajno mali postotak ispitanika (Hi-kvadrat test,  $P < 0,001$ ) nije upoznato „Ima li vaša kompanija osobu koja je zadužena za *Just-In-Time* strategiju?“ (Pitanje broj 19). Odgovori na vezano pitanje broj 20 „Ako ste odgovorili da na prethodno pitanje, koliko godina iskustva ima zaposlenik zadužen za *Just-In-Time* strategiju?“ pokazuju kako zaposlenik koji je zadužen za *Just-In-Time* strategiju ima u projektu 7 (medijan) godina iskustva, uz IQR od 5 do 10 godina i ukupni raspon od 3 do 15 godina iskustva.

Značajna većina ispitanika (Hi-kvadrat test,  $P < 0,001$ ), njih 52 (od 57 koji znaju da imaju zaposlenika zaduženog *Just-In-Time* strategiju smatra da zaposlenik ima dovoljno znanja o strategiji; pitanje broj 21 „Koliko vam je najbolje poznato, jeli zaposlenik zadužen za *Just-In-Time* strategiju dovoljno educiran?“.

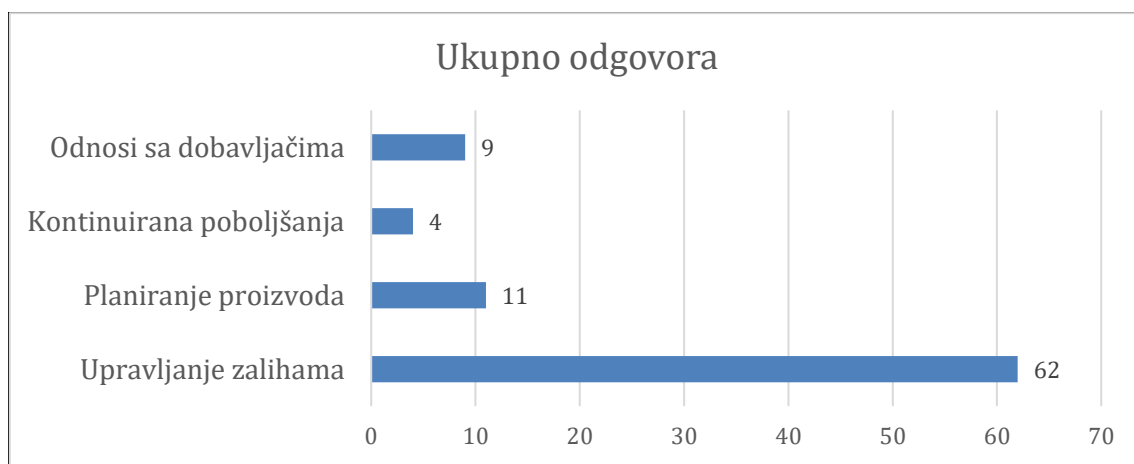
Na pitanje broj 22 „Je li vaša kompanija upotrijebila procjenu rizika za *Just-In-Time* strategije?“ jednak broj ispitanika odgovara niječno ili ne zna, dok većina (61,3%) odgovara potvrdno (Slika 13).

**Slika 13:** Distribucija odgovora na pitanje broj 22 „Je li vaša kompanija upotrijebila procjenu rizika za *Just-In-Time* strategije?“



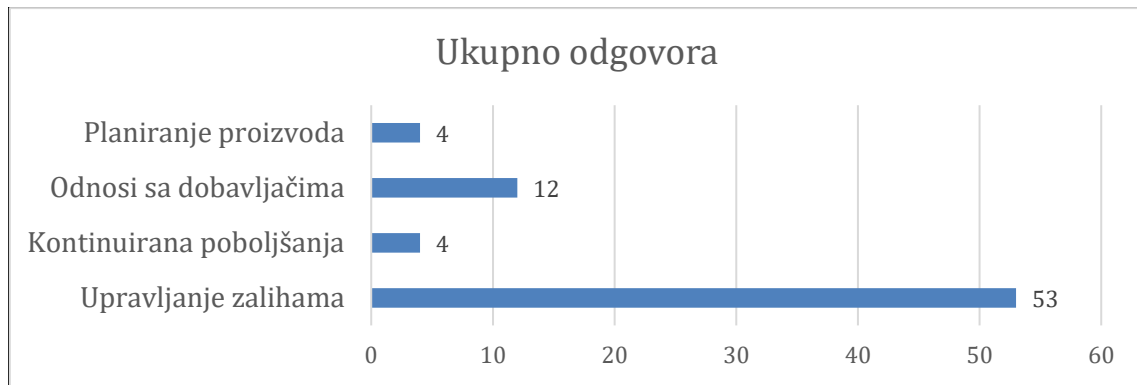
Nadalje, na pitanje broj 23 „*Just-In-Time* kao strateški sustav ima različita područja fokusa, što je bio glavni fokus vaše kompanije?“ većina odgovara sa upravljanje zalihom (Slika 14).

**Slika 14:** Frekvencija odgovora na pitanje broj 23 „*Just-In-Time* kao strateški sustav ima različita područja fokusa, što je bio glavni fokus vaše kompanije?“



Gotovo svi ispitanici, odnosno značajna većina (Fisherov egzaktni test,  $P < 0,001$ ), njih 60 (96,8%) su potvrdno odgovorili na pitanje broj 26 „Koliko vam je najbolje poznato, možete li prepoznati nedostatak *Just-In-Time* strategije koja je provedena u vašoj kompaniji?“ te je na vezanom pitanju broj 27 „Ako ste odgovorili na prethodno pitanje, koji bi bio izvor nedostatka?“ najčešće istaknuto upravljanje zalihom proizvoda kao izvor nedostatka (Slika 15).

**Slika 15:** Frekvencija odgovora na pitanje broj 27 „Ako ste odgovorili na prethodno pitanje, koji bi bio izvor nedostatka?“

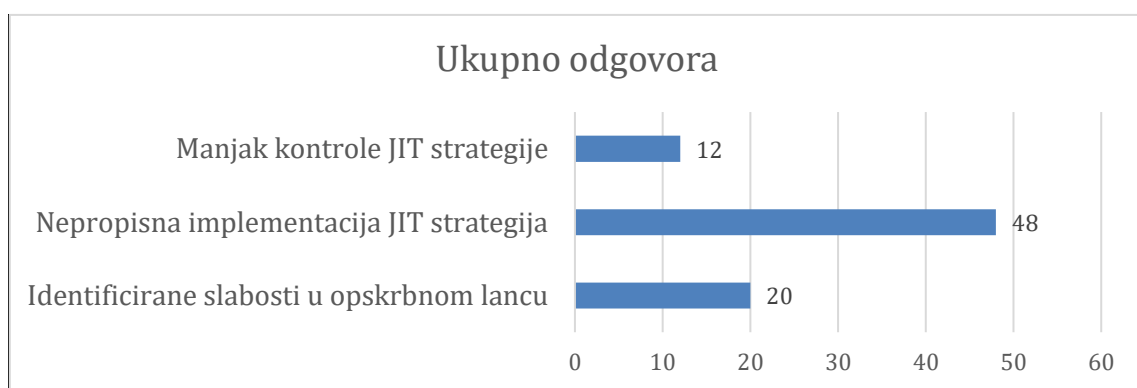


Svi ispitanici do jednog (100%) potvrdno odgovaraju na pitanje broj 24 „Je li vaša kompanija implementirala promjene u sustav *Just-In-Time* strategije nakon COVID – 19 pandemije?“

Ispitanici na pitanje broj 25 „Koliko obrazovanja ili osposobljavanja ima samo-vremensku strategiju posvećenu zaposleniku tijekom godine?“ odgovaraju medijalnim prosjekom od dvije edukacije ili osposobljavanja edukacije kroz godinu, uz IQR od dva do 7, te ukupni raspon od nule do maksimalnih 8.

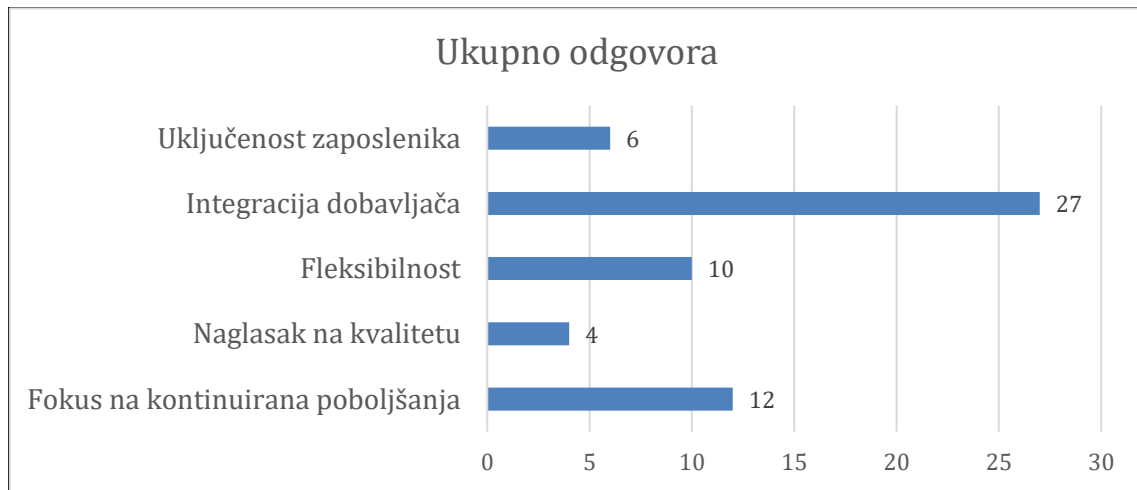
Svi ispitanici su potvrdno odgovorili na pitanje broj 28 „Koliko vam je najbolje poznato, je li vaša kompanija stvorila ili implementirala planove za buduće promjene *Just-In-Time* strategije?“ Na vezano pitanje broj 29 „Ako ste odgovorili potvrdno na prethodno pitanje, koji su bili razlozi?“ najčešći odgovor je bio neprimjerena implementacija *Just-In-Time* strategije (Slika 16).

**Slika 16:** Frekvencija odgovora na pitanje broj 29 „Ako ste odgovorili potvrdno na prethodno pitanje, koji su bili razlozi?“



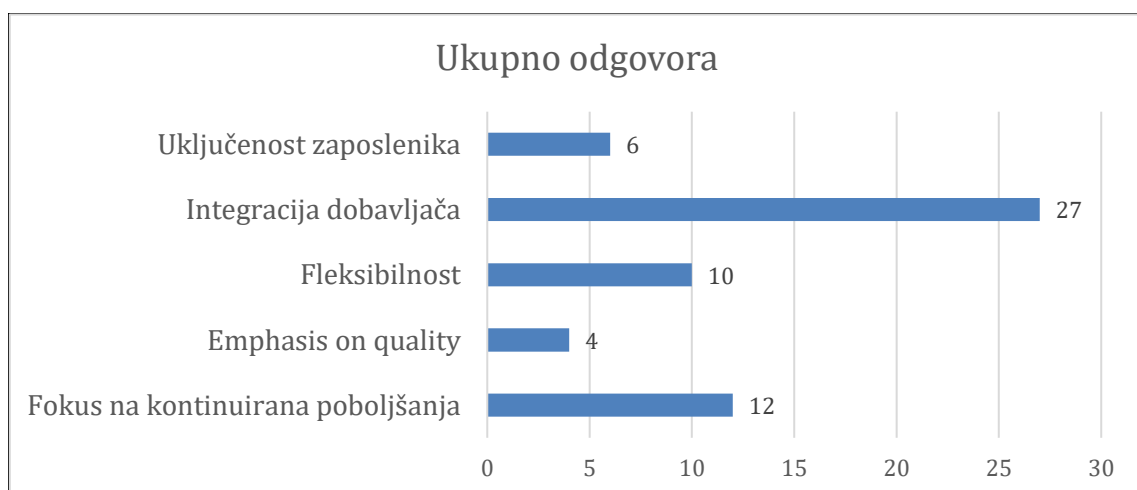
Većina ispitanika smatra da bi se kompanija trebala fokusirati prvenstveno na odnos sa dobavljačima, pitanje broj 30 „Koliko vam je najbolje poznato, na koje se područje *Just-In-Time* strategije vaša kompanija trebala fokusirati više?“. (Slika 17).

**Slika 17:** Frekvencija odgovora na pitanje broj 30 „Koliko vam je najbolje poznato, na koje se područje *Just-In-Time* strategije vaša kompanija trebala fokusirati više?“



Oprilike podjednak postotak ispitanika (Hi-kvadrat,  $P=0.473$ ) je, odnosno nije upoznat sa uspjesima Toyote, specifično njih 35 (56,5%) je; pitanje broj 31 „Jeste li upoznati s Toyotinim uspjehom u upravljanju lancem opskrbe tijekom COVID – 19 pandemije. Na vezano pitanje broj 32 „Ako ste odgovorili da na prethodno pitanje, možete li prepoznati izvore Toyotinog uspjeha?“ najčešći odgovor ispitanika je integraciju dobavljača (Slika 18). Daljnje vezano pitanje broj 33 „Ako ste odgovorili pozitivno na prethodna dva pitanja, hoće li vaša kompanija implementirati neke od najboljih Toyotinih praksi?“ pokazuje kako od 35 ispitanika koji jesu upoznati sa Toyota principima njih 22 (62,9%) smatra kako će kompanija implementirati iste odnosno nešto malo više od polovice (Hi-kvadrat test,  $P=0,278$ ).

**Slika 18:** Frekvencija odgovora na pitanje broj 32 „Ako ste odgovorili da na prethodno pitanje, možete li prepoznati izvore Toyotinog uspjeha?“



### 8.3 Rasprava

U radu je postavljeno petnaest hipoteza koje će se u ovom poglavlju osporiti ili potvrditi. Opovrgavanjem ili potvrđivanjem hipoteza također će se sagledati *Just-In-Time* strategija kroz percepciju stručnih menadžera iz industrije koji su sudjelovali u anketi.

#### Oscilacije u potražnji i ponudi te odraz na poslovni rezultat

H1: Kompanije koje su iskusile najveći porast potražnje u periodu nakon inicijalnog zatvaranja ekonomije su ujedno ostvarile pad prihoda od prodaje.

Osim četvero ispitanika koji su izjavili da nisu upoznati sa podatkom, svi ostali su potvrdili porast potražnje za poluvodičkim (ili srodnim) proizvodima. Porast potražnje je u prosjeku iznosio 20% (medijalna vrijednost, IQR:15-25). Međutim, više od polovice ispitanika je potvrdilo pad prihoda tijekom COVID – 19 pandemijskog perioda, njih 38 (Tablica 8).

Iz razloga što su ispitanici iz svih kompanija uključenih u istraživanje potvrdili povećanje potražnje, nije moguće direktno testirati postavljenu hipotezu. Međutim, od 58 ispitanika koji su potvrdili porast potražnje (četvero nije upoznato), veći dio ispitanika, njih 36 (62,1%) je potvrdilo pad prihoda. Iako ovaj postotak ispitanika nije statistički značajno viši (Hi-kvadrat test,  $P=0,190$ ; Cramer's  $V=0,122$ ) on pokazuje da je hipoteza postavljena u pravome smjeru. Djelomično je u suprotnosti sa hipotezom podatak da su u prosjeku veću potražnju zabilježile kompanije u kojima su ispitanici odgovorili da nije bilo pada prihoda (Tablica 8). Može se pružiti daljnje tumačenje hipoteze kako je period COVID – 19 pandemije obilježila visoka volatilitnost koja za rezultat imati paradoksalni učinak, istovremeno povećanje potražnje za proizvodima uz pad prihoda jer se realno potražnja nije mogla zadovoljiti.

**Tablica 8:** Povezanost pada prihoda sa porastom potražnje

	Broj (%) menadžera			Ukupno
	Pad prihoda	Nije bilo pada		
Porast potražnje	36 (94,7)	22 (91,7)	0,632*	58 (93,5)
Nisu upućeni	2 (5,3)	2 (8,3)		4 (6,5)
Ukupno	38 (100,0)	24 (100,0)		62 (100,0)
	Medijan (Q1-Q3)			
Postotno povećanje potražnje	20 (15-22,5)	25 (15-30)	0,187†	

\*Fisherov egzaktni test

†Mann-Whitney test

**H2:** Pad prihoda od prodaje nije ujednačeno raspoređen na promatrane industrije.

Pad prihoda nije ujednačeno raspoređen, odnosno podaci ovog istraživanja potvrđuju definiranu hipotezu. Pad prihoda je bio statistički značajno prisutniji u industriji pametnih telefona, te u industriji proizvodnje poluvodiča (Tablica 9).

**Tablica 9:** Povezanost pada prihoda sa vrstom industrije

	Broj (%) ispitanika			Ukupno
	Pad prihoda	Nije bilo pada		
Auto industrija	4 (10,5)	18 (75,0)	<i>&lt;0,001*</i>	22 (35,5)
Potrošačka elektronika	12 (31,6)	0		12 (19,4)
Proizvodnja poluvodiča	4 (10,5)	6 (25,0)		10 (16,1)
Industrija pametnih telefona	18 (47,4)	0		18 (29,0)
Ukupno	38 (100,0)	24 (100,0)		62 (100,0)

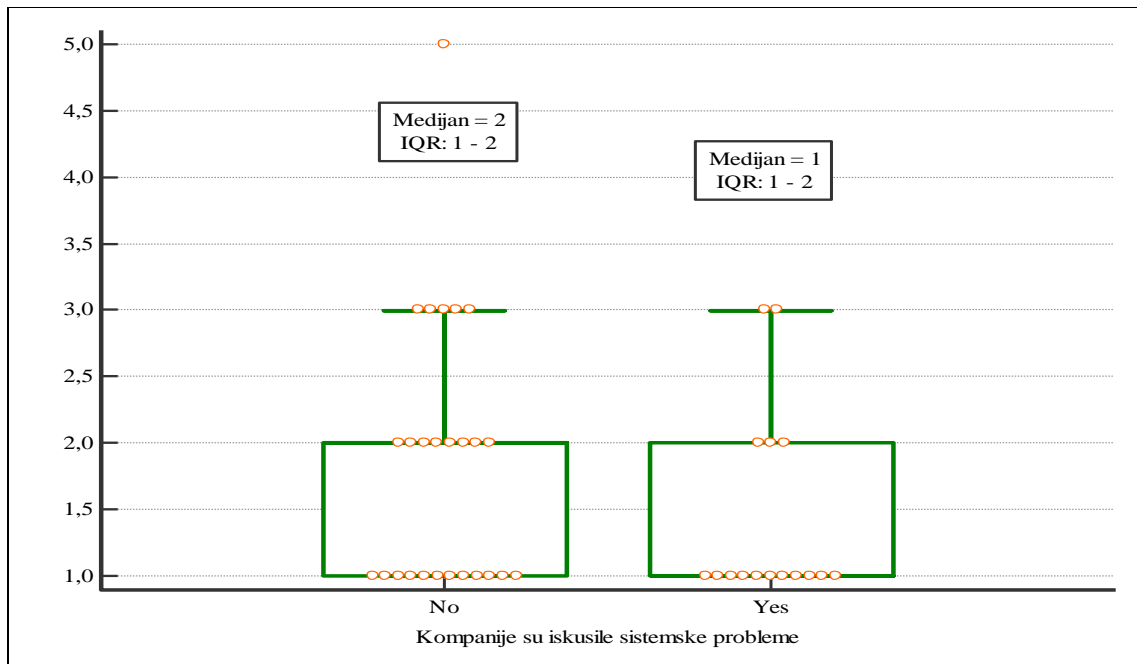
\*Fisherov egzaktni test

**H3:** Kompanije koje su iskusile sistemske probleme u opskrbnom lancu prije COVID – 19 pandemije bolje su prebrodile poteškoće u opskrbnom lancu tijekom COVID – 19 pandemije.

Nešto veći dio ispitanika, njih 26 (41,9) se negativno izjašnjava po pitanju sistemskih problema u opskrbnom lancu prije pandemije (Hi-kvadrat test,  $P=0,275$ ) u usporedbi sa njih 16 (25,8) koji su potvrdili probleme (nakon što se isključi njih čak 20 (32,3) koji nisu upoznati sa postojanjem problema u to vrijeme) (Slika 16).

Iako nije statistički značajno (Mann-Whitney test,  $P=0,159$ ) nađeno je da su kompanije koje su iskusile sistemske probleme u opskrbnom lancu prije COVID – 19 pandemije bolje prebrodile poteškoće u opskrbnom lancu tijekom COVID – 19 pandemije, odnosno njihovi zaposlenici navode u prosjeku jedan problem, odnosno posljedicu manje (Slika 19).

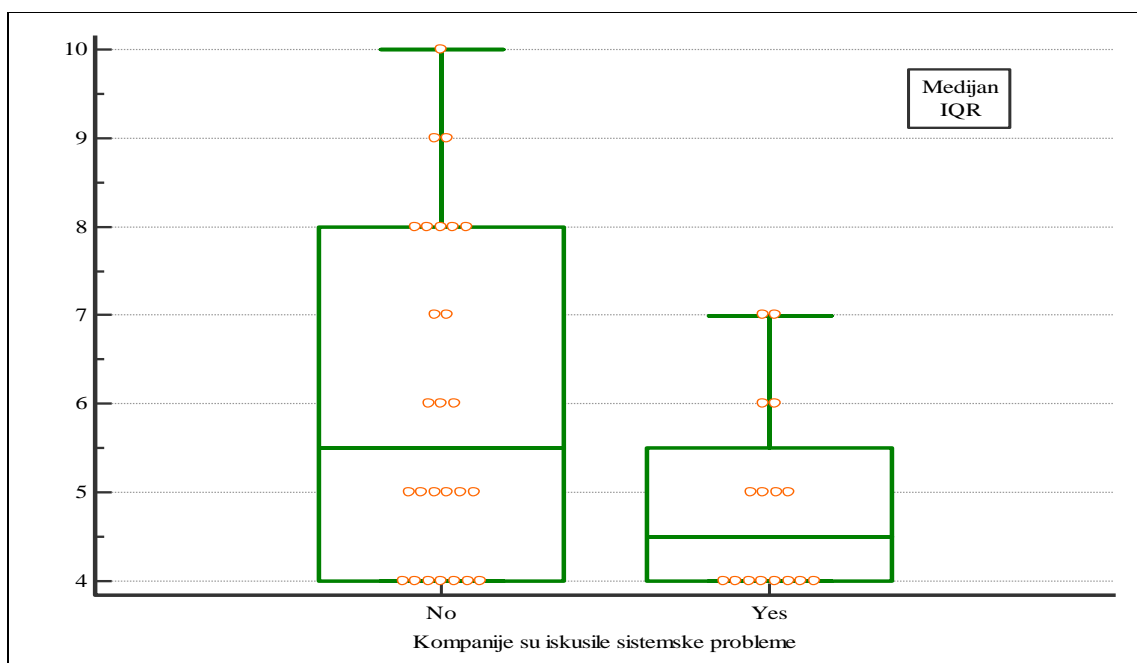
**Slika 19:** Usporedba navedenog broja problema/posljedica s obzirom na ranije sistemske probleme



**H4:** Kompanije koje su iskusile sistemske probleme u opskrbnom lancu prije COVID – 19 pandemije u prosjeku su održavale veću zalihu poluvodiča.

Ova hipoteza nije potvrđena. Dapače, kompanije koje su nisu iskusile sistemske probleme u opskrbnom lancu prije COVID – 19 pandemije u prosjeku su održavale statistički značajno (Mann-Whitney test,  $P=0,039$ ) veću zalihu poluvodiča, u prosjeku za jednu tjednu zalihu proizvoda (Slika 20).

**Slika 20:** Usporedba zalihe poluvodiča s obzirom na ranije sistemske probleme





**H5:** Očekivano trajanje poteškoća u opskrbnom lancu poluvodiča nije ujednačeno na promatranim industrijama.

Značajna je razlika između promatranih industrija (Kruskal-Wallis test,  $P < 0,001$ ), odnosno značajna je razlika između svake pojedine od promatranih industrija (Post-Hoc Conover test,  $P < 0,05$ ) po pitanju očekivanog trajanja poteškoća u opskrbnom lancu poluvodiča (Tablica 10). Odgovori na ovu hipotezu potvrđuju tvrdnje izrečene ranije u ovom radu kako je industrija poluvodiča netransparentna u opskrbnom lancu. Nedostatak jasnog konsenzusa upućuje na zaključak kako većina u industriji poluvodiča još uvijek ne raspolaže sa potpunim informacijama.

**Tablica 10:** Razlika između promatranih industrija po pitanju očekivanog trajanja poteškoća

Industrija	n	medijan	IQR (Q1-Q3)	min-max	P*
Auto industrija	22	5,0	5 - 5	3 - 6	<0,001
Potrošačka elektronika	12	1,0	1 - 2	0 - 2	
Industrija poluvodiča	10	3,0	3 - 3	2 - 3	
Industrija pametnih telefona	18	2,0	2 - 3	1 - 3	

\*Kruskal-Wallis test (with Conover post-hoc test)

**H6:** Širi menadžment u anketiranim kompanijama nije upoznat sa detaljima *Just-In-Time* strategije.

Apsolutno svi ispitanici su potvrdili da znaju što je *Just-In-Time* strategija (pitanje broj 16), no značajna većina (Hi-kvadrat test,  $P < 0,001$ ) ne zna povijesni razvoj strategije (pitanje broj 17), njih čak 51 (82,3%). Njih troje nije sigurno jesu li uveli navedenu strategiju u kompaniju (pitanje broj 18), dok većina potvrđuje da kako je kompanija upotrijebila procjenu rizika (Slika 8).

**H7:** Izvršni menadžment (executive) posjeduje detaljnije znanje o *Just-In-Time* strategiji od operativnog (senior) menadžmenta.

Analizom prikupljenih podataka nije potvrđena ova postavljena hipoteza, odnosno nije nađena razlika u znanju (Tablica 11). Značajna većina svih ispitanika, bez obzira na senioritet u stvari ne posjeduje detaljnije znanje o *Just-In-Time* strategiji (Hi-kvadrat test,  $P < 0,001$ ).

**Tablica 11:** Razlike između izvršnog i operativnog menadžmenta po pitanju znanja o *Just-In-Time* strategiji

seniority	Broj (%) menadžera			Ukupno
	No	Yes		
Član uprave	2 (3,9)	0	0,830*	2 (3,2)
Izvršni menadžment	28 (54,9)	7 (63,6)		35 (56,5)
Operativni menadžment	21 (41,2)	4 (36,4)		25 (40,3)
Ukupno	51 (100,0)	11 (100,0)		62 (100,0)

\*Fisherov egzaktni test

**H8:** Kompanije koje zapošljavaju iskusnije *Just-In-Time* menadžere iskusile su manje ograničenja kod razvoja budućih proizvoda.

Analiza prikupljenih podataka u ovome radu nije potvrdila ovu hipotezu. Svi ispitanici smatraju da zaposlenici imaju dovoljno znanja o *Just-In-Time* strategiji ili nisu o tome upoznati, no oni koji nisu o tome upoznati su navodili značajno manje ograničenja kod razvoja budućih proizvoda (Mann-Whitney test,  $P=0,003$ ). Međutim, nije nađena razlika između menadžera sa detaljnim znanjem *Just-In-Time* strategije i onih sa površnim znanjem po pitanju navođenja broja ograničenja (Tablica 12).

**Tablica 12:** Razlike u ograničenjima (u broju ograničenja) s obzirom na iskusnije menadžere sa boljim znanjem o *Just-In-Time* strategiji

	n	medijan	IQR (Q1-Q3)	min-max	P*
Jeli zaposlenik zadužen za <i>Just-In-Time</i> dovoljno educiran (pitanje broj 21)					
Da	52	2,0	1 - 3	1 - 5	<b>0,003</b>
Nije upoznato	10	1,0	1 - 1	1 - 1	
Upoznatost sa poviješću <i>Just-In-Time</i> i Toyota principima (pitanje broj 17)					
Da	11	1,0	1 - 2	1 - 3	0,329
Ne	51	1,0	1 - 3	1 - 5	

\*Mann-Whitney test

**H9:** Kompanije koje zapošljavaju iskusnije *Just-In-Time* menadžere održavale su veću prosječnu razinu inventara poluvodičkih proizvoda.

Nađena je pozitivna, statistički značajna, slaba do srednje jaka korelacija, odnosno povezanost između prosječne razine inventara poluvodičkih proizvoda te iskustva odnosno edukacije i treninga što potvrđuje zadanu hipotezu (Tablica 13).

**Tablica 13:** Korelacija/povezanost između prosječne razine zaliha te iskustva i edukacije po pitanju *Just-In-Time* strategije

Odnos između		n	R	95% CI od R	P*
Razina zalihe proizvoda u tjednima	Godine iskustva	57	0,269	0,009 do 0,495	<b>0,043</b>
	Broj edukacija	57	0,480	0,251 do 0,658	<b>&lt;0,001</b>

\*Pearsonov test korelacije

**H10:** Kompanije koje zapošljavaju iskusnije *Just-In-Time* menadžere bile su uspješnije u povećanju prosječne razine inventara poluvodičkih proizvoda.

Nađena je statistički značajna, ali slaba pozitivna korelacija, odnosno povezanost između uspješnosti u povećanju prosječne razine inventara poluvodičkih proizvoda te educiranosti *Just-In-Time* menadžera što potvrđuje zadanu hipotezu (Tablica 14).

**Tablica 14:** Korelacija/povezanost između prosječne razine inventara te educiranosti *Just-In-Time* menadžera

Odnos između		n	rho	95% CI od rho	P*
Povećanje razine zalihe proizvoda u tjednima	Godine iskustva	57	-0,213	-0,448 do 0,051	0,112
	Broj edukacija	57	0,298	0,041 do 0,519	<b>0,024</b>

\*Spearmanov test korelacije

**H11:** Većina kompanija koncentrirala se prvenstveno na područje planiranja zaliha unutar *Just-In-Time* strategije

Svi ispitanici koji su sudjelovali u istraživanju istaknuli su upravljanje zalihama kao primarni fokus *Just-In-Time* strategije unutar kompanije dok su tek poneki istaknuli još i planiranje proizvoda, odnose sa dobavljačima te samo četvero kontinuirano poboljšanje - što potvrđuje postavljenu hipotezu (Slika 9).

**H12:** Kompanije čiji su djelatnici upoznati sa *Just-In-Time* strategijom i Toyota principima implementacije iskusile su manje izvora nedostataka u implementaciji iste.

Rezultati analize na podacima prikupljenim ovim istraživanjem nisu potvrdili ovu zadanu hipotezu, odnosno nema razlike u broju izvora nedostataka s obzirom na upoznatost djelatnika sa *Just-In-Time* strategijom i Toyota principima implementacije (Tablica 15).

**Tablica 15:** Razlike u broju nedostatka s obzirom na menadžere sa boljim znanjem o *Just-In-Time* strategiji te upoznatošću sa Toyotinim uspjesima

	n	medijan	IQR (Q1-Q3)	min-max	P*
Upoznatost sa poviješću <i>Just-In-Time</i> i Toyota principima (pitanje broj 17)					
Da	10	1,0	1 - 1	1 - 2	0,486
Ne	49	1,0	1 - 1	1 - 3	
Upoznatost sa uspjesima Toyote tijekom COVID – 19 pandemije (pitanje broj 31)					
Da	32	1,0	1 - 1,5	1 - 3	0,062
Ne	27	1,0	1 - 1	1 - 2	

\*Mann-Whitney test

**H13:** Kompanije kod kojih je identificiran manji broj nedostatka u implementaciji *Just-In-Time* strategije upoznate su sa Toyotinim uspjesima.

Rezultati analize prikupljeni u ovome istraživanju nisu potvrdili ovu hipotezu, odnosno nije nađena značajna razlika u broju identificiranih manjih nedostataka u implementaciji *Just-In-Time* strategije između kompanija čiji ispitanici su se izjasnili da su upoznati i ispitanici koji nisu upoznati sa Toyotinim uspjesima. O obje skupine kompanija zabilježen je podjednak broj, u prosjeku tek jedan manji nedostatak (Tablica 15).

**H14:** Nepotpuna implementacija *Just-In-Time* strategije identificirana je kao prevladavajuće područje budućih poboljšanja.

Značajna većina menadžera (Hi-kvadrat test,  $P=0,002$ ), njih 48 (77,4%) ističe nepotpunu implementaciju kao prevladavajuće područje poboljšanja što potvrđuje ovu zadanu hipotezu (Slika 11).

**H15:** Kompanije koje zapošljavaju menadžere sa manje iskustva neće implementirati u svoje opskrbne lance Toyotine principe i najbolje prakse.

Sa razinom statističke značajnosti ova postavljena hipoteza je potvrđena i što se tiče iskustva i što se tiče edukacije menadžera, odnosno menadžeri sa značajno većim razumijevanjem Toyotinog principa potvrdno odgovaraju na implementaciju Toyotinih principa u kompaniji, dok ostali menadžeri ne odbacuju decidirano ovu odluku već odabiru odgovor kako nisu upoznati. Rezultati se mogu protumačiti kako širi menadžment nije upoznat sa budućim aktivnostima jer su iste još uvijek u fazi planiranja.

**Tablica 16:** Razlike u hoće ili neće kompanija implementirati u svoje opskrbne lance Toyotine principe i najbolje prakse s obzirom na iskustvo

	n	medijan	IQR (Q1-Q3)	min-max	P*
Godine iskustva <i>Just-In-Time</i> menadžera (pitanje broj 20)					
Nije upoznat	35	6,0	5 - 7,8	3 - 15	<b>0,001</b>
Da	20	9,5	7 - 13,5	5 - 15	
Godišnji broj edukacija <i>Just-In-Time</i> menadžera (pitanje broj 25)					
Nije upoznat	35	3,0	2 - 6	1 - 8	<b>&lt;0,001</b>
Da	20	6,5	4 - 8	4 - 8	

\*Mann-Whitney test

#### 8.4 Prijedlozi i smjernice budućih istraživanja

U prethodnom potpoglavlju „Ograničenja istraživanja“ već su iznesene određene poteškoće prilikom izrade istraživačkog rada. U trenutnim okolnostima ovog istraživačkog rada jedini smjer prikupljanja relevantnih podataka bila je usmjerena anketa na stručne menadžere u poluvodičkoj industriji sa poznavanjem pozadinskih uzročno posljedičnih događanja.

Buduća istraživanja mogu se detaljnije fokusirati na aspekt implementacije strategije *Just-In-Time* u poluvodičkoj industriji. Iznesene hipoteze mogu se dodatno testirati analizom godišnjih dioničarskih izvještaja ključnih poluvodičkih kompanija kao što su TSMC, Samsung i Global Foundries. Godišnje izvješće trebalo bi sadržavati informacije o ključnim područjima poslovanja kao što je upravljanje zalihama.

Dodatna istraživanja moguće je napraviti na području analize godišnjih financijskih izvještaja navedenih kompanija. Navedena detaljna izvješća mogu otkriti uvid u investicije kompanija u razne projekte i strategije među kojima je i upravljanje zalihama koje je dio šire strategije *Just-In-Time*.

U cilju dobivanja još preciznijih anketnih podataka buduća istraživanja mogu proširiti broj anketnih pitanja kao i sudionika.

Finalno, buduća istraživanja mogu inkorporirati aspekt kvalitativne analize tj. intervjua sa ciljanim osobama koje imaju uvid u pozadinska događanja unutar industrije poluvodiča.

## 9. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja i analize rezultata ankete zaključuje se kako je utjecaj COVID – 19 pandemije na *Just-In-Time* strategiju u poluvodičkoj industriji očitovan prvenstveno otkrivanjem slabosti i nedostataka u implementaciji iste.

U uvjetima narušavanja opskrbnog lanca industrija pametnih telefona iskusila je dva efekta, pad proizvodnje uz praznjenje (male) zalihe u opskrbnom lancu te povećanje potražnje uslijed transformacije rada i obrazovanja od kuće. Otkazivanje narudžbi zajedno sa zatvaranjem tvornica stvorilo je kratkoročni pad potražnje i proizvodnje nakon kojeg je ubrzo došlo do povećanja potražnje uslijed transformacije rada i školovanja. Nažalost, mala zaliha proizvoda u opskrbnom lancu i poteškoće prilikom ponovnog pokretanja proizvodnje stvorile su nedostatak poluvodiča na tržištu. Istraživanje i rezultat ankete potvrđuju ova zapažanja. Šire znanje industrije pametnih telefona također daje dodatnu potvrdu zapažanjima. Naime, opskrbni lanac industrije pametnih telefona fokusira se na minimiziranje zaliha zbog kombinacije visoke vrijednosti zalihe proizvoda, brzog gubitka vrijednosti proizvoda (zastarijevanje) i malih marži. Nadalje, analiza rezultata ankete potvrđuje prioritiziranje proizvođača prilikom alokacije gotovih poluvodiča, prvenstveno industriju pametnih telefona. Automobilska industrija ima daleko pesimističniji pogled na trajanje ograničenja od drugih anketiranih industrija što se može logički povezati sa prethodno utvrđenim okolnostima prioritiziranja. Također, automobilska industrija zabilježila je dugotrajnije poremećaje u opskrbnom lancu koji su se nastavili i u 2022. godinu.

Analiza rezultata ankete pokazuje kako je širi menadžment upoznat sa *Just-In-Time* strategijom iako većina ispitanika ne zna povijesni razvoj strategije niti Toyotine principe implementacije iste. Ispitanici većinski odgovaraju kako je nepotpuna *Just-In-Time* implementacija područje budućih poboljšanja te kako je za većinu kompanija fokus područje *Just-In-Time* strategije isključivo upravljanje zalihama. Shodno tome zaključujemo kako je *Just-In-Time* strategija nepotpuno implementirana uz fokus na upravljanje zalihama koje je višem menadžmentu kompanija prezentabilno, odnosno lako mjerljivo područje značajnih ušteda u poslovanju. Ovu tezu dopunjuje odbačena korelacija između iskustva menadžera *Just-In-Time* strategije i uspješnosti savladavanja krize. Iznesene tvrdnje dalje nas upućuju na zaključak kako je mogući izvor problema širi pristup kompanije ka implementaciji *Just-In-Time* strategije. Može se pretpostaviti kako upravni menadžment nije imao interes primjenjivati *Just-In-Time* strategiju u potpunosti zbog visokog troška kao što je opisano u iskustvima Toyote u ranijim poglavljima.

Rezultat ankete pokazao je pozitivnu korelaciju između zapošljavanja iskusnijih *Just-In-Time* menadžera i uspješnosti u povećanju prosječne razine inventara poluvodiča u doba COVID – 19 pandemije. Navedenu uspješnost možemo tumačiti boljim odnosima sa dobavljačima, te bržem donošenju odluka u kriznim situacijama. Istodobno 2 hipoteze, svaka iz različitog kuta pristupa, pokazale su kako to iskustvo nije utjecalo na pozitivno mišljenje šireg menadžmenta o uspješnosti implementacije *Just-In-Time* strategije.

Analizirajući sveukupne rezultate ankete zaključujemo kako je implementacija *Just-In-Time* strategije bila ograničena od početka. Više je mogućih izvora ograničenja, ali nas istraživanje

navodi na dva glavna: nedostatak transparentnosti opskrbnog lanca te manjak interesa upravnog menadžmenta za široku implementaciju uslijed povećanih troškova. Obje navedene prepreke uvjetovane su hiper-konkurentnošću poluvodičke industrije. Korporativna strategija je uspješna ukoliko se ostvari svrha i ciljevi uz razumne troškove, a u zadanom vremenu sa prikladnom produktivnosti te sa zadovoljstvom interesnih skupina.<sup>143</sup> U situaciji gdje svi dionici opskrbnog lanca posluju sa malim maržama dijeljenje informacija smatra se rizikom koji konkurencija može iskoristiti za svoj probitak. Također, upravo male operativne marže su prepreka za povećanje rashoda prema implementaciji *Just-In-Time*. Rezultati ankete pokazuju kako većina menadžera prije COVID – 19 pandemije nije iskusila poremećaje u opskrbnom lancu, stoga se zaključuje kako isti nisu niti vidjeli razlog za veće rashode uslijed šire implementacije *Just-In-Time*. Jednostavno, nije bilo potrebe za time.

Prilikom analize rezultata ankete potvrđena je poveznica između ranijih iskustava u poremećajima opskrbnog lanca i boljeg nošenja sa poteškoćama u periodu COVID – 19 pandemije.

Nažalost, analiza rezultata ankete nam otkriva zabrinjavajući trend. Naime, kompanije koje imaju zaposlene manje iskusne menadžere, unatoč svim poteškoćama koje su iskusile, neće u budućnosti uvesti najbolje prakse (Toyota) u svoju *Just-In-Time* strategiju, dok će one sa iskusnijima učiniti upravo suprotno. Obzirom da je potvrđeno kako iskustvo *Just-In-Time* menadžera nema utjecaj na operativne sposobnosti kompanije u COVID – 19 periodu, zaključujemo kako su iskusniji *Just-In-Time* menadžeri bolji u transformiranju pogleda šireg menadžmenta na *Just-In-Time* strategiju odnosno mogu lakše uvjeriti uprave kompanija da prevladaju gore opisana ograničenja.

Istraživanje pokazuje kako će utjecaj COVID – 19 pandemije na *Just-In-Time* strategiju u poluvodičkoj industriji u budućnosti stvoriti polarizaciju. Kompanije koje su naučile iz prethodnih iskustava te zapošljavaju iskusnije menadžere biti će spremnije na nove izazove i transformirati će svoju implementaciju *Just-In-Time* strategije. Ostale kompanije nažalost neće naučiti lekcije iz COVID – 19 iskustava što se u kratkom roku može pokazati kao financijski ispravna odluka zbog manjih rashoda, ali prilikom idućeg poremećaja naći će se u nezahvalnoj situaciji. Istraživanje je pokazalo kako će tek dio sudionika opskrbnog lanca biti bolje pripremljen za iduću veliku „Savršenu oluju“.

Centralizacija svjetske proizvodnje u jugoistočnu Aziju, specifično Taiwan i Kinu i dalje stavlja poluvodičku industriju pod veliki rizik prvenstveno zbog političke i vojne napetosti između te dvije zemlje. Globalizacija svijeta otvara slabosti u opskrbnom lancu uslijed poremećaja uzrokovanih prirodnim događajima. Vlade vodećih zemalja svijeta (uključujući Komisiju EU) rade aktivno na povećanju domaćih kapaciteta proizvodnje poluvodiča kako bi bili samodostatni u slučaju budućih ograničenja. Ovaj pristup uz to što je dugotrajan te financijski vrlo skup ne donosi traženu samodostatnost jer, dokle god kompanije implementiraju ograničenu *Just-In-Time* strategiju fokusirajući se samo na smanjenje zaliha, poremećaji u opskrbnom lancu opet će se ponoviti.

---

<sup>143</sup> Horvat Đ. & Perkov D. & Trojak N.: *Strategijsko upravljanje i konkurentnost u novoj ekonomiji*, Effectus, Zagreb, 2017.

## POPIS KRATICA

WSTS - World Semiconductor Trade Statistics  
TSMC – Taiwan Semiconductor Manufacturing Company  
UMC – United Microelectronics Corporation  
IoT – Internet stvari (eng. Internet of Things)  
TSMC – Taiwan Semiconductor Manufacturing Company  
GATT – Opći sporazum o carinama i trgovini (eng. General Agreement on Tariffs and Trade)  
WTO – Svjetska trgovinska organizacija (eng. World Trade Organization)  
ICT – Informacijske i komunikacijske tehnologije (eng. Internet Communication Technologies)  
IDM – Integrirani proizvođači uređaja (eng. Internal Device Manufacturing)  
CAGR – Složeni godišnji rast (eng. Compound annual growth rate)  
IATA – Međunarodna udruga za zračni promet  
SMIC – Semiconductor Manufacturing International Corporation  
PSMC – Powerchip Semiconductor Manufacturing Corp.  
CPU – Centralna procesorska jedinica (eng. Central processing unit)  
GPU – Grafička procesorska jedinica (eng. Graphics processing unit)  
MB – Megabajt (eng. Megabyte)  
GB – Gigabajt (eng. Gigabyte)  
USD – Američki dolar (eng. United States Dollar)  
SoC – Sistemski čip (eng. System On a Chip)  
EV – Električna vozila (eng. Electric Vehicles)  
ICE – Vozila sa motornom na unutarnje izgaranje (eng. Internal Combustion Engines)  
ADAS – Napredni sustavi za pomoć vozaču (eng. Advanced Driver Assistance Systems)  
AI – Umjetna inteligencija (eng. Artificial Intelligence)  
ASIC – Integrirani kurgovi za specifične aplikacije (Application-specific integrated circuit)  
SIA – Semiconductor Industry Association  
CHIPS - Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors  
IDC - International Data Corporation  
HQ – Sjedište kompanije (eng. Headquarters)

## POPIS SLIKA

Slika 1: Grafikon prodaje poluvodiča kroz godine u SAD - u .....	8
Slika 2: Koraci implementacije <i>Just-In-Time</i> strategije .....	11
Slika 3: Implementacija <i>Just-In-Time</i> strategije u Toyoti .....	13
Slika 4: Grafikon globalnih prihoda proizvođača poluvodiča.....	23
Slika 5: Godišnji prihod ljevaonica u milijunima \$.....	28
Slika 6: Distribucija radnog iskustva među ispitivanim menadžerima .....	60
Slika 7: Distribucija sjedišta kompanija.....	60
Slika 8: Distribucija vrste industrije.....	61
Slika 9: Distribucija (razdioba) senioriteta.....	61



Slika 10: Frekvencija odgovora na pitanje 1. Koliko vam je poznato koji su bili početni učinci prvih zaključavanja? .....	62
Slika 11: Distribucija odgovora na pitanje broj 5 „Je li vaša kompanija doživjela probleme s lancem opskrbe prije COVID - 19 ere?“ .....	63
Slika 12: Frekvencija odgovora na pitanje „Što su bile posljedice promjena u dizajnu proizvoda?“ ...	64
Slika 13: Distribucija odgovora na pitanje broj 22 „Je li vaša kompanija upotrijebila procjenu rizika za <i>Just-In-Time</i> strategije?“ .....	65
Slika 14: Frekvencija odgovora na pitanje broj 23 „ <i>Just-In-Time</i> kao strateški sustav ima različita područja fokusa, što je bio glavni fokus vaše kompanije?“ .....	65
Slika 15: Frekvencija odgovora na pitanje broj 27 „Ako ste odgovorili na prethodno pitanje, koji bi bio izvor nedostatka?“ .....	66
Slika 16: Frekvencija odgovora na pitanje broj 29 „Ako ste odgovorili potvrdno na prethodno pitanje, koji su bili razlozi?“ .....	66
Slika 17: Frekvencija odgovora na pitanje broj 30 „Koliko vam je najbolje poznato, na koje se područje <i>Just-In-Time</i> strategije vaša kompanija trebala fokusirati više?“ .....	67
Slika 18: Frekvencija odgovora na pitanje broj 32 „Ako ste odgovorili da na prethodno pitanje, možete li prepoznati izvore Toyotinog uspjeha?“ .....	67
Slika 19: Usporedba navedenog broja problema/posljedica s obzirom na ranije sistmske probleme ...	70
Slika 20: Usporedba zalihe poluvodiča s obzirom na ranije sistemske probleme .....	70

## POPIS TABLICA

Tablica 1: 10 najvećih ljevaonica poluvodiča po godišnjem prihodu .....	26
Tablica 2: Najveće ljevaonice poluvodiča po tehnološkom procesu.....	26
Tablica 3: Zemlje najveći proizvođači poluvodiča .....	27
Tablica 4: Najveći potrošači poluvodiča .....	27
Tablica 5: Globalna prodaja pametnih telefona 2010 - 2022 .....	31
Tablica 6: Godišnja prodaja električnih vozila 2012 - 2022 .....	34
Tablica 7: Broj ispitanika po kompaniji .....	59
Tablica 8: Povezanost pada prihoda sa porastom potražnje .....	68
Tablica 9: Povezanost pada prihoda sa vrstom industrije .....	69
Tablica 10: Razlika između promatranih industrija po pitanju očekivanog trajanja poteškoća .....	71
Tablica 11: Razlike između izvršnog i operativnog menadžmenta po pitanju znanja o <i>Just-In-Time</i> strategiji .....	72
Tablica 12: Razlike u ograničenjima (u broju ograničenja) s obzirom na iskusnije menadžere sa boljim znanjem o <i>Just-In-Time</i> strategiji .....	72
Tablica 13: Korelacija/povezanost između prosječne razine zaliha te iskustva i edukacije po pitanju <i>Just-In-Time</i> strategije .....	73
Tablica 14: Korelacija/povezanost između prosječne razine inventara te educiranosti <i>Just-In-Time</i> menadžera.....	73
Tablica 15: Razlike u broju nedostatka s obzirom na menadžere sa boljim znanjem o <i>Just-In-Time</i> strategiji te upoznatosti sa Toyotinim uspjesima .....	74
Tablica 16: Razlike u hoće ili neće kompanija implementirati u svoje opskrbe lance Toyotine principe i najbolje prakse s obzirom na iskustvo.....	75

## LITERATURA

### Knjige:

1. Castells M.: *The Rise of the New Economy: A Comprehensive Analysis*, Oxford University Press, 2002.
2. Chang, K.: *From Silicon Island to Asia's Silicon Valley: TSMC as a Pioneer of Taiwan's IT Industry*, In *Innovation in the Asia Pacific*, Singapur, 2017.
3. Hilmola O. & Petri H. & Holweg M.: *On the Outsourcing Dynamics in the Electronics Sector: The Evolving Role of the Original Design Manufacturer*, University of Cambridge, Working Paper Series, 2005.
4. Horvat Đ. & Perkov D. & Trojak N.: *Strategijsko upravljanje i konkurentnost u novoj ekonomiji*, Effectus, Zagreb, 2017.
5. J. C. De Rooij & W. Van Der Aalst: *Manufacturing Supply Chain*, Encyclopedia of Physical Security, 2019.
6. Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K.: *Operations management: Processes and supply chains*, Pearson Education, 2016.
7. Lamza Posavec, V.: *Metode istraživanja: Anketa i analiza sadržaja*, Fakultet političkih znanosti, Zagreb, 2011.
8. Li J.: *Just-In-Time implementation in healthcare: A review*, Western Kentucky University, 2015.
9. Liker J. K.: *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, 1st Edition*, McGraw Hill, 2004.
10. Monden, Y.: *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*, CRC Press, 2011.
11. Ohno, T.: *Toyota production system: beyond large-scale production*, CRC Press, 1988.
12. Van Zant P: *Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing*, 5th ed., McGraw Hill, 2004.

13. White R.E.: *JIT evolution and use in the US*, Encyclopedia of Production and Manufacturing Management, 2000.
14. Womack, J. P., & Jones, D. T.: *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster Ltd, 2003.

#### **Časopisi i stručna literatura:**

15. Aelker J., Bauernhansl T., Ehm H.: *Managing Complexity in Supply Chains: A Discussion of Current Approaches on the Example of the Semiconductor Industry*, Procedia CIRP, vol. 7, 2013.
16. Balakrishnan R., Linsmeier T. J., & Venkatachalam M.: *Financial Benefits from JIT Adoption: Effects of Customer Concentration and Cost Structure*, The Accounting Review, br. 71(2), 1996.
17. Chen S., Lei J., Moinzadeh K.: *Operations Management in Semiconductor and Computing Technology Industries: Capacity, Outsourcing, and Production*, Springer Series in Supply Chain Management, vol 19., 2022.
18. Christensen C. M., King S., Verlinden M. & Yang W.: *The New Economics of Semiconductor Manufacturing*, IEEE Spectrum, vol. 45, br. 5, 2008.
19. Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T.: *The governance of global value chains*, Review of International Political Economy, br. 12 (1), 2005.
20. Gostin, L. O., & Wiley, L. F.: *Governmental public health powers during the COVID - 19 pandemic: stay-at-home orders, business closures, and travel restrictions*, Jama, br. 323 (21), 2021.
21. Gunasekaran, A., & Yusuf, Y. Y.: *Agile supply chain: strategy for competitive advantage*, International Journal of Production Economics, br. 62 (1-2), 2002.
22. Hwei W. C., Chen N., & Chang H. J.: *The Impact Of Just In Time On Firm Performance*, Journal of Business & Economics Research, vol. 7, br. 2, 1998.
23. Jaber, M. Y., & Bonney, M., *The impact of just-in-time on the semiconductor supply chain in the UAE*, International Journal of Production Research, br. 55 (9), 2017.
24. Kamakura N.: *From globalising to regionalising to reshoring value chains? The case of Japan's semiconductor industry*, Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, vol. 15, br. 2, 2022.

25. Levitt, M.E., & Abraham, J.: *Just-in-time methods for semiconductor manufacturing*, IEEE/SEMI Conference on Advanced Semiconductor Manufacturing Workshop, 3-9., 1990.
26. Liao S. H., Hu T.C., Knowledge transfer and competitive advantage on environmental uncertainty: An empirical study of the Taiwan semiconductor industry, *Technovation*, vol. 27, br. 6-7, 2007.
27. Moore, G. E.: *Cramming more components onto integrated circuits*, *Electronics*, br. 38, 1965.
28. Patel V. & Solanki J.: Just in time concept used in construction project, *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 06, br. 07, 2020.
29. Shalf J.: *The future of computing beyond Moore's Law*. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, br. 378, 2020.
30. Shih W.: *Is It Time to Rethink Globalized Supply Chains?*, *MIT Sloan Management Review*; Cambridge vol. 61, br. 4, 2020.
31. Trappey, C. V.: *Just-in-time in the semiconductor industry: applications and limitations*, *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 59, br. 1-2, 1996.

#### **Internet izvori:**

32. 116th Congres (2020) H.R.7178 - CHIPS for America Act, <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/7178>, pristup: 19.01.2023.
33. Accenture (2021) *Going Vertical: A new integration era in the semiconductor*, [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-158/Accenture-Vertical-Integration-POV-Vertical-20.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-158/Accenture-Vertical-Integration-POV-Vertical-20.pdf), pristup: 10.11.2022.
34. Accenture (2021) *Top 5 trends to impact the semi industry in 2022*, <https://www.accenture.com/us-en/blogs/high-tech/top-5-trends-to-impact-the-semi-industry-in-2022>, pristup: 28.12.2022.
35. Air Cargo Market Analysis March 2022, *Air cargo volumes fall to late-2020 level* <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-freight-monthly-analysis---march-2022/>, pristup 29.11.2022.
36. Allied Market Research (2022) *Semiconductor Market*, <https://www.alliedmarketresearch.com/semiconductor-market-A17597>, pristup: 17.10.2022.

37. Apple (2020) *Apple Reports Second Quarter Results*, <https://www.apple.com/hr/newsroom/2020/04/apple-reports-second-quarter-results/>, pristup 19.01.2023.
38. BBC News (2014) Philips, Samsung and Infineon in 138m-euro cartel fine, <https://www.bbc.com/news/business-29046449>, pristup: 19.01.2023.
39. BBC News (2019) *Apple ordered to pull iPhones from stores in Germany* <https://www.bbc.com/news/business-46749566>, pristup: 19.01.2023.
40. BBC News (2020) *Coronavirus: Italy extends emergency measures nationwide*, <https://www.bbc.com/news/world-europe-51810673>, pristup: 07.11.2022.
41. BBC News (2020) *Coronavirus: UK lockdown extended for 'at least' three weeks*, <https://www.bbc.com/news/uk-52309891>, pristup: 07.11.2022.
42. Bloomberg (2022) *Interview*, <https://www.resilinc.com/in-the-news/watch-resilincs-ceo-bindiya-vakil-on-bloomberg-tvs-balance-of-power/>, pristup: 08.11.2022.
43. Boston Consulting Group: *How the US Can Strengthen the Global Semiconductor Ecosystem*, <https://www.bcg.com/publications/2022/how-the-us-can-strengthen-the-global-semiconductor-industry>, pristup: 28.12.2022.
44. Bustelo P. (1993) *The European Semiconductor Industry and the impact of South Korea's inroads*, <https://eprints.ucm.es/id/eprint/26367/1/9323.pdf>, pristup: 21.11.2022.
45. Canalys (2020) *Global smartphone shipments fall 13% in Q1 2020 due to COVID - 19, with further deterioration expected in Q2*, <https://www.canalys.com/newsroom/canalys-worldwide-smartphone-shipments-fall-due-to-coronavirus/> pristup: 02.11.2022.
46. Canalys (2021) *Global smartphone market Q1 2021*, <https://www.canalys.com/newsroom/canalys-worldwide-smartphone-market-Q1-2021>, pristup: 19.01.2023.
47. CHIPS (2021) *Are you ready to reject just-in-time sourcing?*, <https://www.cips.org/supply-management/analysis/2021/august/are-you-ready-to-reject-just-in-time-sourcing/>, pristup: 08.11.2022.
48. Consumer Reports (2021) *Global Chip Shortage Makes It Tough to Buy Certain Cars*, <https://www.consumerreports.org/cars/buying-a-car/global-chip-shortage-makes-it-tough-to-buy-certain-cars-a8160576456/>, pristup: 29.10.2022.

49. Consumer Technology Association (2020) *U.S. Consumer Technology Industry Sales to Reach Record \$422 Billion in 2020*, [https://www.cta.tech/Resources/Newsroom/Media-Releases/2020/January/Consumer-Tech-U-S-Sales-to-Reach-Record-\\$422-B-\(1\)#:~:text=Skyrocketing%20popularity%20of%20streaming%20services,according%20to%20a%20new%20Consumer](https://www.cta.tech/Resources/Newsroom/Media-Releases/2020/January/Consumer-Tech-U-S-Sales-to-Reach-Record-$422-B-(1)#:~:text=Skyrocketing%20popularity%20of%20streaming%20services,according%20to%20a%20new%20Consumer), pristup: 02.11.2022.
50. Counterpoint (2020) *Global smartphone ASP up 10% YoY in Q2 2020 even as shipments see highest ever decline*, <https://www.counterpointresearch.com/global-smartphone-asp-10-yoy-q2-2020-even-shipments-see-highest-ever-decline/>, pristup: 19.01.2023.
51. Counterpoint (2020) *MediaTek Becomes Biggest Smartphone Chipset Vendor for First Time in Q3 2020*, <https://www.counterpointresearch.com/mediatek-biggest-smartphone-chipset-vendor-q3-2020/>, pristup: 19.01.2023.
52. Counterpoint (2020) *Smartphones Beat DRAM Drum to Meet Performance Demand*, <https://www.counterpointresearch.com/smartphones-dram-trends-2019-2020/>, pristup: 16.12.2022.
53. Counterpoint (2021) *Average Smartphone NAND Flash Capacity Crossed 100GB in 2020*, <https://www.counterpointresearch.com/average-smartphone-nand-flash-capacity-crossed-100gb-2020/>, pristup: 16.12.2022.
54. Counterpoint Research (2022) *Global foundries reports*, <https://www.counterpointresearch.com/globalfoundries-reports-strong-q3-2022-home-industrial-iot-fastest-growing-end-market-2022/>, pristup: 20.02.2023.
55. CSET (2022) *Priorities for CHIPS Act Incentives*, <https://cset.georgetown.edu/publication/sustaining-u-s-competitiveness-in-semiconductor-manufacturing/>, pristup: 19.01.2023.
56. Deloitte (2020) *Understanding COVID-19's impact on the automotive sector*, <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/about-deloitte/articles/covid-19/covid-19-impact-on-automotive-sector.html>, pristup: 02.11.2022.
57. Deloitte (2021) *Five fixes for the semiconductor chip shortage*, <https://www.deloitte.com/an/en/our-thinking/insights/industry/technology/semiconductor-supply-chain-solutions.html>, pristup: 08.11.2022.
58. Deloitte (2022) *Boosting resilience: Working with like-minded partners to orchestrate critical supply chains*,

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/ie-gps-supply-chain-reorchestration-report-21032023.pdf>, pristup 08.11.2022.

59. EE Times (2022) *Global Top 10 foundries*, <https://www.eetasia.com/global-top-10-foundries-total-revenue-up-6-in-3q-2022/>, pristup: 20.02.2023.
60. EETimes (2021) *Nvidia Touts Computing at Both Ends of the Scale*, <https://www.eetimes.com/nvidia-touts-computing-at-both-ends-of-the-scale/>, pristup: 13.11.2022.
61. Expense Reduction Analyst (2021) *Semiconductor shortage to cause rise in prices in 2021*, <https://uk.expensereduction.com/news/semiconductor-shortage-to-cause-rise-in-prices-in-2021/#:~:text=Key%20Issues,meet%20demand%20in%20Q4%202021>, pristup: 05.12.2022.
62. ExtremeTech (2020) *We've Never Seen Intel Struggle Like This*, <https://www.extremetech.com/computing/313208-weve-never-seen-intel-struggle-like-this>, pristup: 16.12.2022.
63. Forbes (2020) *How The Smartphone Industry Is Driving Semiconductor Manufacturing Innovation*, <https://www.forbes.com/sites/patrickmoorhead/2020/06/16/how-the-smartphone-industry-is-driving-semiconductor-manufacturing-innovation/?sh=ed4b4a31269c>, pristup: 03.11.2022.
64. Forbes (2020) *Trump Administration Adds China's Biggest Chip Maker To Trade Blacklist For Alleged Military Ties*, <https://www.forbes.com/sites/siladityaray/2020/12/04/trump-administration-adds-chinas-biggest-chip-maker-to-trade-blacklist-for-alleged-military-ties/>, pristup: 19.01.2023.
65. Gartner (2020) *COVID - 19: Impact on the worldwide electronics industry*, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-09-gartner-forecasts-worldwide-semiconductor-revenue-to-0>, pristup: 02.11.2022.
66. Gartner (2020) *Worldwide Semiconductor Revenue Grew 10.4% in 2020*, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-12-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-10-4-percent-in-2020>, pristup: 04.11.2022.
67. Gartner (2021) *Gartner Says Worldwide Semiconductor Revenue Grew 10.4% in 2020*, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-12-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-10-4-percent-in-2020>, pristup: 12.01.2023.

68. Gartner Research (2021), *Competitive Landscape: Semiconductor Foundry Services*, <https://www.gartner.com/en/documents/4003734>, pristup: 06.12.2022.
69. Gartner. (2021) Gartner Says Worldwide Semiconductor Revenue Grew 10.4% in 2020, Outperforming Forecast, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-04-12-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-10-4-percent-in-2020>, pristup: 12.01.2023.
70. GSM Arena (2018) *Counterclockwise: RAM capacity through the years*, [https://www.gsmarena.com/counterclockwise\\_ram\\_capacity\\_through\\_the\\_years-news-30756.php](https://www.gsmarena.com/counterclockwise_ram_capacity_through_the_years-news-30756.php), pristup: 16.12.2022.
71. Harvard Business Review (2022) *Don't Abandon Your Just-In-Time Supply Chain, Revamp It*, <https://hbr.org/2022/10/dont-abandon-your-just-in-time-supply-chain-revamp-it>, pristup: 28.10.2022.
72. Iberle K. (2010) *Lean System Integration at Hewlett-Packard*, <https://kiberle.com/wp-content/uploads/2016/01/2010-Lean-System-Integration-at-HP.pdf>, pristup: 19.11.2022.
73. IC Insights (2015) *Top 10 Worldwide Semiconductor Sales Leaders*, <https://epsnews.com/2015/04/19/top-10-ic-makers-break-50-market-share/>, pristup: 06.12.2022.
74. IC Insights (2020) *COVID – 19 Slams Q1 2020 Global Semiconductor Sales*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/COVID – 19-Slams-Q1-2020-Global-Semiconductor-Sales/> pristup: 02.11.2022.
75. IC Insights (2020) *TSMC: The World's First \$100 Billion Semiconductor Company*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/TSMC-The-Worlds-First-100-Billion-Semiconductor-Company/>, pristup: 06.12.2022.
76. IC Insights (2021) *AMD to Take Share from Intel in \$72 Billion CPU Market*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/AMD-to-Take-Share-from-Intel-in-72-Billion-CPU-Market/>, pristup: 10.12.2022.
77. IC Insights (2021) *Apple, Samsung Among Those Getting Preferential Treatment From Foundries*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Apple-Samsung-Among-Those-Getting-Preferential-Treatment-From-Foundries/>, pristup: 06.12.2022.
78. IC Insights (2021) *Global Wafer Capacity 2021-2022*, <https://www.icinsights.com/dataresearch/recent-reports/> , pristup: 09.12.2022.



79. IC Insights (2021) *IC Insights Bulletin: Automotive IC Market Forecast to Surge 25% This Year*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Automotive-IC-Market-Forecast-To-Surge-25-This-Year/>, pristup: 18.12.2022.
80. IC Insights (2021) *Top 10 Semiconductor Sales Leaders Forecast to Increase Marketshare in 2021.*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Top-10-Semiconductor-Sales-Leaders-Forecast-To-Increase-Marketshare-In-2021/>, pristup: 5.12.2023.
81. IC Insights (2021) *Top 15 Semiconductor Companies' Sales Surge by 14%*, <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Top-15-Semiconductor-Companies-Sales-Surge-by-14/>, pristup: 15.12.2022.
82. IC Insights (2022) *Companies Expected to Increase Spending by >40% in 2022*, <https://www.design-reuse.com/news/51522/2022-semi-industry-capex-forecast.html>, pristup: 06.12.2022.
83. IDC (2020) *Quarterly Mobile Phone Tracker*, <https://www.businesswire.com/news/home/20200430006052/en/Worldwide-Smartphone-Market-Suffers-Its-Largest-Year-Over-Year-Drop-in-Q1-2020-Due-to-COVID-19-According-to-IDC>, pristup: 19.01.2023.
84. IDC (2021) *Worldwide Semiconductor Market Shares, 2020: The Year of the COVID - 19 Pandemic*, <https://cts.businesswire.com/ct/CT?id=smartlink&url=http%3A%2F%2Fwww.idc.com%2F&esheet=52371793&newsitemid=20210202005299&lan=en-US&anchor=IDC&index=2&md5=9a61c652e6f6b8496ed7d59e27985bd9>, pristup 01.12.2022.
85. IDC (2021) *Worldwide Yearly Mobile Phone Tracker*, <https://www.fonearena.com/blog/331889/worldwide-smartphone-shipments-q4-2020.html>, pristup: 19.01.2023.
86. IDTechEx (2022) *Semiconductors for Autonomous and Electric Vehicles 2023-2033*, <https://www.idtechex.com/en/research-report/semiconductors-for-autonomous-and-electric-vehicles-2023-2033/921>, pristup 16.11.2022.
87. IHS Markit (2020) *Global semiconductor shortage to slash light vehicle production in the first quarter by more than 672,000 units*, <https://www.reuters.com/article/us-gm-semiconductors-exclusive-idCAKBN2A32LL>, pristup: 16.12.2022.

88. IMF (2021) *Quantum computing's possibilities and perils*, <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2021/09/quantum-computings-possibilitiesand-perils-deodoro>, pristup: 28.12.2022.
89. IMF (2022) *Supply Bottlenecks: Where, Why, How Much, and What Next?*, <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WP/2022/English/wpiea2022031-print-pdf.ashx>, pristup: 07.01.2023.
90. Intel Corporation (2019) *Form 10-K" (US Securities and Exchange Commission, 2020)* <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/50863/00000508632000011/a12282019q4-10kdocument.htm>, pristup: 19.01.2023.
91. Intel Corporation (2022) *The Journey Inside<sup>SM</sup>, an Intel® Education Program*, <https://www.intel.com/content/www/us/en/education/k12/the-journey-inside/explore-the-curriculum/microprocessors.html#:~:text=From%20start%20to%20finish%2C%20a%2Cwafer%20holds%20hundreds%20of%20microprocessors>, pristup: 12.12.2022.
92. International Energy Agency (2021) *Global EV Outlook 2021*, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>, pristup: 16.01.2023.
93. International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (2020) *World Motor Vehicle Production: Production Statistics June 2020.*, <https://www.oica.net/category/production-statistics/2020-statistics/>, pristup: 03.11.2022.
94. Jabil (2022) *Why The Chips Are Down*, <https://www.jabil.com/blog/global-chip-shortages.html>, pristup: 06.12.2022.
95. Kharpal, A. (2021) *Global chip shortage hits Apple, BMW and other tech and car companies.* CNBC, <https://www.cnbc.com/2021/03/12/global-chip-shortage-hits-apple-bmw-and-other-tech-and-car-companies.html>, pristup: 24.11.2022.
96. KPMG (2021) *Semiconductor Supply Chain Resiliency: Key 2021 Audit Considerations*, <https://info.kpmg.us/news-perspectives/technology-innovation/2021-semiconductor-outlook.html>, pristup: 05.12.2022.
97. Li, P. (2021) *Chip Shortage Hits Car Industry: Stellantis to Cut Production*, *The Wall Street Journal*, <https://www.wsj.com/articles/chip-shortage-hits-car-industry-stellantis-to-cut-production-11620423913>, pristup: 05.12.2022.
98. MarketsandMarkets (2020) *Internet of Things (IoT) Market by Component, Application, Organization Size, and Region - Global Forecast to 2025*,

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/internet-of-things-market-573.html>, pristup: 10.12.2022.

99. McKinsey & Company (2018) *The road to 2025 and beyond: What's driving the global automotive industry?*, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-road-to-2025-and-beyond-whats-driving-the-global-automotive-industry>, pristup: 5.12.2022.
100. McKinsey & Company (2019) *Semiconductor supply chain: A changing landscape*, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Semiconductors/Our%20Insights/Semiconductor%20supply%20chain%20A%20changing%20landscape/Semiconductor-supply-chain-A-changing-landscape.ashx>, pristup: 08.11.2022.
101. McKinsey & Company (2020) *Strategies to lead in the semiconductor world* <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/strategies-to-lead-in-the-semiconductor-world>, pristup: 29.10.2022.
102. McKinsey & Company (2021) *Semiconductor shortage, how the automotive industry can succeed*, <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/semiconductor-shortage-how-the-automotive-industry-can-succeed>, pristup: 12.01.2023.
103. McKinsey & Company (2021) *Why the semiconductor shortage won't be easy to solve*, <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/why-the-semiconductor-shortage-wont-be-easy-to-solve>, pristup: 08.11.2022.
104. McKinsey & Company. (2021) *McKinsey on Semiconductors*, <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/mckinsey-on-semiconductors>, pristup: 08.11.2022.
105. McKinsey & Company (2021) *The semiconductor decade*, <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-semiconductor-decade-a-trillion-dollar-industry>, pristup: 16.01.2023.
106. MIT (2022) *How auto companies are adapting to the global chip shortage*, <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/how-auto-companies-are-adapting-to-global-chip-shortage>, pristup: 29.10.2022.
107. Nikkei Asia (2022) *Chip crunch eases for phones and PCs, but not for cars*, <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Chip-crunch-eases-for-phones-and-PCs-but-not-for-cars>, pristup: 06.12.2022.

108. NPD (2021) *Strong First Half Sales and Rising Prices Expected to Result in 7% Revenue Gain for the U.S. Consumer Electronics Industry in 2021*, <https://www.npd.com/news/press-releases/2021/strong-first-half-sales-and-rising-prices-expected-to-result-in-7-revenue-gain-for-the-u-s-consumer-electronics-industry-in-2021/>, pristup: 05.12.2022.
109. Reuters (2020) *Copper prices rally to 10-year peak on stimulus prospects*, <https://www.reuters.com/article/us-global-markets/copper-prices-rally-to-10-year-peak-on-stimulus-prospects-idUSKBN29Y0AD>, pristup: 06.12.2022.
110. Reuters (2020) *Global carmakers cut production due to semiconductor shortage*, <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/gm-extends-vehicle-production-cuts-due-global-chip-shortage-2021-02-09/>, pristup: 16.12.2022.
111. S&P Global (2021) *Game console makers grapple with chip shortages as demand outstrips supply*, <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/game-console-makers-grapple-with-chip-shortages-as-demand-outstrips-supply-65912826>, pristup: 05.12.2022.
112. SEMI (2021) *Open for Business: A Diverse Supply Chain for a Resilient Semiconductor Industry*, <https://www.semi.org/en/blogs/technology-trends/diverse-supply-chain-resilient-semiconductor-industry>, pristup 01.11.2022.
113. SEMI (2021) *2021 World Fab Forecast*, <https://www.semi.org/en/2021-world-fab-forecast>, pristup: 16.01.2023.
114. SEMI (2022) *World Fab Forecast*, <https://www.semi.org/en/products-services/market-data/world-fab-forecast>, pristup: 16.01.2023
115. Semiconductor Industry Association (2020) *Global Semiconductor Industry Calls on Nations to Prioritize Essential Supply Chain Operations During COVID-19*, [https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2020-04/Global%20Semiconductor%20Industry%20Statement%20on%20COVID-19\\_.pdf](https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2020-04/Global%20Semiconductor%20Industry%20Statement%20on%20COVID-19_.pdf), pristup: 16.01.2023.
116. Semiconductor Industry Association (2021) *2021 SIA Factbook*, <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/2021-SIA-Factbook-FINAL1.pdf>, pristup: 06.12.2022.
117. Semiconductor Industry Association (2021) *2021 SIA Factbook*, <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/2021-SIA-Factbook-FINAL1.pdf>, pristup: 06.12.2022.

118. SemiconductorEngineering (2021) *Where Are The Autonomous Cars?*, <https://semiengineering.com/where-are-the-autonomous-cars/>, pristup: 16.11.2022.
119. SIA/BCG Report (2021) [https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021\\_1.pdf](https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf), pristup: 02.11.2022.
120. Slidesharecdn.com (2012) *JIT – Implementation steps*, <https://image.slidesharecdn.com/Just-In-Time-091227221417-phpapp01/95/Just-In-Time-28-728.jpg?cb=1261952112>, pristup: 20.02.2023.
121. Statista (2020) *Global smartphone sales volume from 2011 to 2020*, <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/>, pristup: 2.12.2022.
122. Statista (2021) *Chip Production Shifts Away From Traditional Strongholds*, <https://www.statista.com/chart/25552/semiconductor-manufacturing-by-location/>, pristup: 16.01.2023.
123. Statista (2022) *Global revenue generated by semiconductor vendors since 2009*, <https://www.statista.com/statistics/270590/global-revenue-generated-by-semiconductor-vendors-since-2009/>, pristup: 20.02.2023.
124. Statista (2022) *Global semiconductor sales since 1988*, <https://www.statista.com/statistics/266973/global-semiconductor-sales-since-1988/>, pristup: 20.02.2023.
125. Statista (2022) *Number of vehicles removed from production worldwide due to the semiconductor shortage in 2021*, <https://www.statista.com/statistics/1288308/automotive-production-reduction-semiconductor-shortage/>, pristup: 24.11.2022.
126. Statista & Research Gate (2022) <https://www.statista.com/statistics/271490/quarterly-global-smartphone-shipments-by-vendor/>, [https://www.researchgate.net/figure/Smartphone-components\\_fig1\\_220624246](https://www.researchgate.net/figure/Smartphone-components_fig1_220624246), pristup: 16.01.2023.
127. Straits Research (2021) *Automotive Semiconductor Market Share, Size, Trends, Industry Analysis Report By Component; By Application; By Vehicle Type; By Region: Segment Forecast, 2021 - 2029.*, <https://straitsresearch.com/report/automotive-semiconductor-market>, pristup: 16.11.2022.

128. Strategy Analytics (2021) *Automotive Semiconductor Market Forecast 2020-2025*, <https://www.strategyanalytics.com/access-services/components/automotive/powertrain-body-chassis-and-safety/market-data/report-detail/automotive-semiconductor-market-forecast-2020-2025/>, pristup: 18.12.2022.
129. Supply Chain Dive (2021) *What the global chip shortage tells us about supply chain resilience*, *Supply Chain Dive.*, <https://www.supplychaindive.com/news/global-chip-shortage-supply-chain-resilience/596504/>, pristup: 28.10.2022.
130. Supply Chain Management (2014) *JIT implementation in Toyota*, [https://cmuscm.blogspot.com/2014/02/understanding-toyotas-production-system\\_2.html](https://cmuscm.blogspot.com/2014/02/understanding-toyotas-production-system_2.html), pristup: 20.02.2023.
131. TechTarget (2021) *Top challenges of supplier relationship management*, <https://www.techtarget.com/searcherp/feature/Top-challenges-of-supplier-relationship-management>, pristup: 08.11.2022.
132. Techwire (2021) *The 5nm and 3nm chips by TSMC are maxed out. What happens next?*, <https://techwireasia.com/2021/08/the-5nm-and-3nm-chips-by-tsmc-are-maxed-out-what-happens-next/>, pristup: 16.12.2022.
133. The New York Times (1996) *World Semiconductor Market Grew 40% in '95*, <https://www.nytimes.com/1996/01/09/business/world-semiconductor-market-grew-40-in-95-report-shows.html>, pristup: 07.12.2022.
134. The New York Times (2020) *India Extends Coronavirus Lockdown by Two Weeks*, <https://www.nytimes.com/2020/05/01/world/asia/india-coronavirus-lockdown.html>, pristup: 07.11.2022.
135. The Semiconductor Industry Association (SIA) (2020) *Global semiconductor sales decrease*, <https://www.semiconductors.org/global-semiconductor-sales-decrease-3-6-percent-in-first-quarter-of-2020/>, pristup: 08.11.2022.
136. The ST (2022) *How Semiconductor Technology is Accelerating Electric Vehicle Growth*, Entrepreneur, <https://blog.st.com/how-semiconductor-technology-is-accelerating-electric-vehicle-growth/>, pristup: 28.12.2022.
137. The Wall Street Journal (2021) *Why the Chip Shortage Is So Hard to Overcome*, <https://www.wsj.com/articles/why-the-chip-shortage-is-so-hard-to-overcome-11618844905>, pristup: 04.12.2022.

138. TrendForce (2021) *TrendForce: Annual Foundry Revenue*, <https://www.techpowerup.com/288448/trendforce-annual-foundry-revenue-expected-to-reach-historical-high-again-in-2022-with-13-yoy-increase-with-chip-shortage-showing-sign-of-easing>, pristup: 06.12.2022.
139. TrendForce (2022) *Foundry Market Bulletin\_20230109*, <https://www.trendforce.com/research/download/RP230109SK>, pristup: 16.01.2023.
140. TSMC (2021) *Dedicated Foundry Technology*, <https://www.tsmc.com/english/dedicatedFoundry/technology.htm> , pristup: 16.01.2023.
141. World Economic Forum (2021) *Redefining Global Value Chains for the Future*, [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_A\\_Global\\_Rewiring\\_Global\\_Value\\_Chains\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Global_Rewiring_Global_Value_Chains_2022.pdf), pristup: 17.01.2023.
142. World Health Organization (2020) *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID - 19*, <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-COVID-19---11-march-2020/>, pristup: 07.11.2022.
143. World Intellectual Property Organization (2020) *World Intellectual Property Indicators 2020*, [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_941\\_2020.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2020.pdf), pristup: 19.01.2023.
144. WSTS (2020) *Q4 2020*, <https://www.wsts.org/76/103/WSTS-has-published-the-Q4-2020-market-figures>, pristup: 08.11.2022.
145. WSTS (2022) *Historical Billings Report*, <https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report>, pristup: 04.11.2022.

## PRILOG: ANKETNI UPITNIK

QUERY - Impact of Just in time Strategy on Semiconductor Industry in Covid -19 pandemic

The results of this query are fully anonymous. It will take you 10 - 15min to complete the questioner. Purpose of this questioner is to get the feedback from industry experienced people about semi conductor shortages experienced in 2020 & 2021. Data collected with this questioner will be used to make a Masters Thesis "Impact of Just in Time Strategy on Semi Conductor Industry in Covid -19 pandemic"

Please don't forget to click at the end on SUBMIT in order to save the answered questions.

**\* Required**

Company name : \*

---

Your current company position: \*

---

Your current company seniority: \*

Mark only one oval.

- Trainee
- Junior
- Senior
- Executive
- Board Member

In which country is your company HQ located? \*

Mark only one oval.

- China
- Taiwan
- Japan
- USA
- EU
- Other: \_\_\_\_\_

Years of relevant experience: \*

Mark only one oval.



- 20+
- 10 – 20
- 5 -10
- less than 5

Which industry are you coming from? \*

Mark only one oval.

- Smartphone
- Semiconductor manufacturing
- Car
- Consumer electronics
- Other: \_\_\_\_\_

### Impact of COVID-19 Pandemic on semiconductor supply chain

1. To the best of your knowledge what were the initial effects of the first \* lockdowns?

Check all that apply.

- Order cancellations
- Drop of demand
- Drop of sales
- Increase of demand
- Increase of sales
- No effects
- I am not aware of the effects
- Supply chain disruptions
- Other: \_\_\_\_\_

2. After the initial Lock-down has passed did your company experience an increase in demand for Electronics products? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

3. If you answered yes to the previous question, write down the % of increase in demand.

---

4. Has your company experienced a decrease of revenue during Covid-19 pandemic period? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

5. Did your company experience supply chain problems before Covid - 19 era? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

6. If you answered yes to the previous question, write down the year your company has experienced supply chain problems.

---

7. To the best of your knowledge, did your company implement any changes to the supply chain as a consequence of said problems. \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

8. What were Weeks of Stock levels of key components such as SoC chips or finished products in pre-Covid 19 era? \*

---

9. Did the limitations of available semiconductor products influence changes to end products?

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

10. What were the consequences of changes in product design? \*

Check all that apply.

- Usage of older generation semiconductor products
- Usage of readily available semiconductor products
- Downgrade of product performance
- Adjustment to product functions
- Downgrade of product characteristics
- Other: \_\_\_\_\_

11. Did your company experience limitations in sales of the most advanced devices due to lack of semiconductor products? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

12. Was your company to your knowledge forced to stop the innovations in the field of electronic devices due to shortage of semiconductor products? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

13. Years 2020 & 2021 saw oscillations in supply of semiconductors. To your knowledge, did your company employ a strategy of stock-piling semiconductor or finished products in that period? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

14. If you answered yes to the previous question, write down the number of weeks of targeted stock level.

\_\_\_\_\_

15. Based on your knowledge of industry and available information, what would be your assessment of how long will the shortages of semiconductors last?

(Please write the number of months in the field)

---

16. Are you familiar with the meaning of Just-In-Time strategy? \*

Mark only one oval.

- Yes  
 No  
 Not familiar  
 Not applicable

17. Are you familiar with the history of Just-In-Times strategy development & Toyota's principles? \*

Mark only one oval.

- Yes  
 No  
 Not familiar  
 Not applicable

18. Did your company implement principles of Just-In-Time strategy? \*

Mark only one oval.

- Yes  
 No  
 Not familiar  
 Not applicable

19. Do you have a person in your company who is in charge of Just-In-Time strategy? \*

Mark only one oval.

- Yes  
 No  
 Not familiar  
 Not applicable

20. If you answered yes to the previous question, how many years of experience has the employee in charge of Just-In-Time strategy?

---

21. To the best of your knowledge is the employee educated enough with Just-In-Time strategy details? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

22. Did your company employ risk assessment for Just-In-Time strategy? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

23. Just-In-Time as a strategy system has different areas of focus, which was the primary focus for your company? \*

Check all that apply.

- Product planning
- Inventory management
- Quality control
- Continuous improvement Supplier relationship
- Other: \_\_\_\_\_

24. Did your company implement changes to the Just-In-Time strategy system post COVID? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

25. How much education or training does a Just-In-Time strategy dedicated employee have during the year?

\_\_\_\_\_

26. To the best of your knowledge can you identify a deficiency in Just-In-Time strategy that was implemented in your company? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

27. If you answered yes to the previous question, what would be the source of deficiency?

Check all that apply.

- Product planning
- Inventory management
- Quality control
- Continuous improvement
- Supplier relationship
- Other: \_\_\_\_\_

28. To the best of your knowledge, has your company created or implemented plans for future changes of Just-In-Time strategy? \*

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable

29. If you answered yes to the previous question, what were the reasons?

Check all that apply.

- Identified weakness in supply chain
- Improper implementation of JIT
- Lack of JIT control
- Other: \_\_\_\_\_

30. To the best of your knowledge what area of Just-In-Time strategy should your company have focused on more? \*

Check all that apply.

- Product planning
  - Inventory management
  - Quality control
  - Continuous improvement
  - Supplier relationship Other:
- 

31. Are you familiar with Toyota's success in supply chain management during COVID-19?

\*

Mark only one oval.

- Yes
- No

32. If you answered yes to the previous question, could you identify sources of Toyota's success?

Check all that apply.

- Focus on continuous improvement
  - Integration of suppliers
  - Emphasis on quality
  - Employee involvement
  - Flexibility Not sure Other:
- 

33. If you answered positive to the previous two question, to the best of your knowledge, will your company implement some of Toyota's best practices?

Mark only one oval.

- Yes
- No
- Not familiar
- Not applicable