

# Analiza utjecaja azijsko centralizirane industrije čipova i poluvodiča na geostrateški položaj EU

---

**Pavlović, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:989641>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet Informatike

**MARKO PAVLOVIĆ**

**ANALIZA UTJECAJA AZIJSKO CENTRALIZIRANE INDUSTRIJE ČIPOVA I  
POLUVODIČA NA GEOSTRATEŠKI POLOŽAJ EU**

Diplomski rad

Pula, rujan, 2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet Informatike

**MARKO PAVLOVIĆ**

**ANALIZA UTJECAJA AZIJSKO CENTRALIZIRANE INDUSTRIJE ČIPOVA I  
POLUVODIČA NA GEOSTRATEŠKI POLOŽAJ EU**

Diplomski rad

**JMBAG: 0303061138, redoviti student**

**Studijski smjer: Informatika**

**Predmet: IT management**

**Mentor: Ivan Pogarčić, Darko Etinger**

Pula, rujan, 2021.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani \_\_\_\_\_, kandidat za magistra \_\_\_\_\_ ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

\_\_\_\_\_

U Puli, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ godine



## IZJAVA o korištenju autorskog djela

Ja, \_\_\_\_\_ dajem odobrenje Sveučilištu  
Jurja Dobrile  
u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, \_\_\_\_\_ (datum)

Potpis

\_\_\_\_\_

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. SVJETSKI OPSKRBNI LANAC POLUVODIČA I ČIPOVA .....	3
2.1. Dizajn, izrada i sastavljanje .....	5
2.2. Ljevaonice kao usko grlo lanca opskrbe poluvodiča.....	6
2.3. Začeci čipova te shvaćanje njihove važnosti .....	8
2.4. Proces izrade čipa.....	9
3. POLITIČKI ASPEKT – ULOGA POLUVODIČA U SVJETSKOJ GEOPOLITICI ...	11
3.1. Kako je Europa ispala iz svjetske tehnološke trke.....	11
3.2. EU između SAD-a i Kine .....	14
3.2.1. Trenutna situacija u Kini .....	18
3.3. Ovisnost zapadnog svijeta o Tajvanu.....	20
4. EKONOMSKI ASPEKT – PRIHODI, UDIO U BDP-U I POSKUPLJENJA .....	22
4.1. Važnost industrije poluvodiča u svjetskoj ekonomiji .....	24
5. SOCIJALNI ASPEKTI – UTJECAJ KRIZE NA RADNA MJESTA TE NA DOSTUPNOST POTROŠAČKE ELEKTRONIKE.....	26
5.1. Početak pandemije.....	27
5.1.1. Izlazak „Ampere“ grafičkih kartica .....	28
5.1.2. „Skalperi“ i „Botovi“.....	30
5.1.3. AMD-ova situacija .....	31
5.2. Popularizacija Crypto rudarenja .....	31
5.3. nVidijin pokušaj stabiliziranja cijena .....	32
5.4. Trenutno stanje tržišta.....	32
5.5. nVidijina kupnja ARM-a te protivljenje Europske Unije.....	33
5.6. Europska autoindustrija i njena ovisnost o čipovima .....	35
5.7. Privremena rješenja za proizvođače automobila.....	35

5.8. Kako Europska autoindustrija planira oživjeti vlastitu proizvodnju poluvodiča i mikročipova .....	36
5.9. Kineska autoindustrija .....	38
6. TEHNOLOŠKI ASPEKT – POSEBNOSTI EU INDUSTRIJE POLUVODIČA .....	39
6.1. Veliki adut Europske Unije – ekstremna ultraljubičasta litografija.....	41
6.2. Europski savez za dizajn i proizvodnju poluvodiča.....	46
7. ZAKLJUČAK .....	49
POPIS LITERATURE .....	52
POPIS SLIKA .....	58

## 1. UVOD

Integrirani krugovi, čipovi i poluvodiči su pokretači današnje tehnologije, te se od njih očekuje da olakšaju ljudsku svakodnevicu i povećaju produktivnost u svim sferama života. Kina i SAD su trenutno u tihom tehnološkom ratu, a nadmoć u proizvodnju poluvodiča je trenutno objema silama glavni cilj, a tu je u igri i EU koja želi ojačati svoj položaj u svemu tome. Globalna industrija poluvodiča je izrazito specijalizirana, koncentrirana na par područja u svijetu te zahtjeva ogromna ulaganja u vidu novca i vremena koji je potrebno utrošiti prije postavljanja tvornice spremne za početak proizvodnje naprednih čipova. Upravo su to, uz specifično obrazovani ljudski kapital koji je također potreban, razlozi zbog kojeg je letvica visoko postavljena za sve zemlje koje žele početi ili razvijati svoju dosadašnju industriju čipova i poluvodiča.

Sami proces izrade čipova se u današnjem svijetu odvija većinom u Tajvanu i Južnoj Koreji. Za razliku od proizvodnje, dizajnom i razvojem dominira SAD. Iako neka američka tvrtka zbog dizajna čipa drži prava na njegova korištenja i distribuciju, vlada i dalje na sami proces izrade tih čipova izvan SAD-a gleda kao potencijalnu stratešku ranjivost. Zbog toga su bivša Trumpova, ali i sadašnja Bidenova garnitura imali te imaju iste ciljeve, a to je i proces same izrade čipova što više prebaciti na američko tlo. Na drugoj strani šahovske ploče, Kina – iako najveći svjetski proizvođač elektronske robe, nema razvijene kapaciteta za domaću proizvodnju poluvodiča i čipova koji se koriste u naprednim tehnološkim uređajima.

Kako se oslanjaju na uvoz istih, kineske kompanije su ranjive u vidu američke intervencije prema Tajvanu i Južnoj Koreji kako bi se Kini uspostavile određene sankcije. Prioritet kineske industrijske strategije novog doba je zasigurno postati vodeći svjetski proizvođač poluvodiča i mikročipova.

U kontekstu kinesko-američkog nadmetanja i u ovom polju, te kao dio strategije da se ekonomski suverenitet Europe uzdigne sa sadašnjih razina, Europska komisija je u ožujku 2021. godine, objavila plan podizanja postotka sudjelovanja EU u svjetskoj proizvodnji visoko naprednih čipova u sklopu plana za razvoj nazvanog – Digitalni kompas. Plan se, naravno, temelji na novčanim poticajima državama članicama i tvrtkama koje se bave ovom industrijom izvan EU, a bile bi voljne podizati svoje



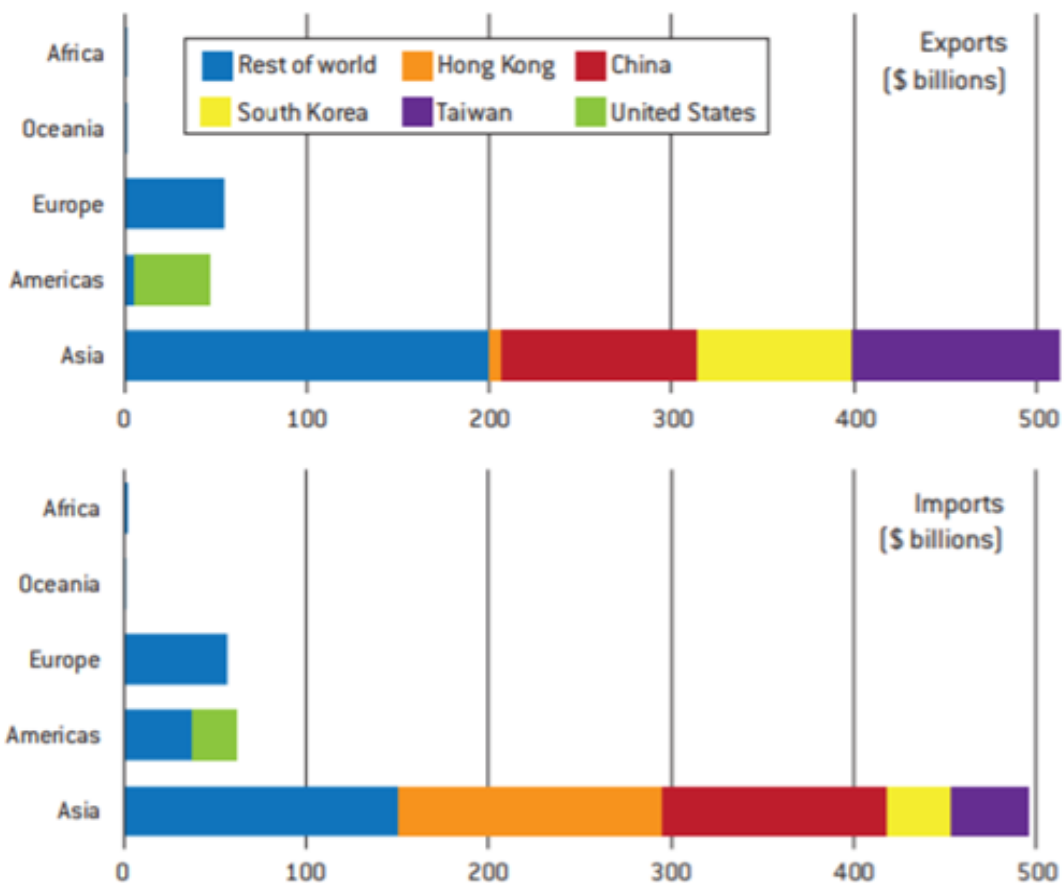
tvornice na tlu EU. No hoće li će ti poticaji biti dovoljni, te hoće li Europa sa svojim padajućim utjecajem u svijetu biti u stanju privući elitne igrače industrije kojoj uloga nije samo tehnološka već i političko strateška. Čak i Kini te SAD-u, koji de facto imaju neograničena novčana sredstva što se tiče poticanja bilo kakve industrije, a pogotovo one od strateške važnosti, neće biti lako preuzeti kontrolu nad ovim usko specijaliziranim sektorom.

Kako bi smo došli do što preciznijeg zaključka na kraju, pokušati ćemo cijelu situaciju analizirati kroz primjenu PEST analize. To znači da se temi pristupa kroz strukturirane cjeline kako bi se cijela situacija bolje evaluirala. U njoj se sagledavaju specifični politički, ekonomski, socijalni i tehnološki aspekti teme te se kroz njihovu analizu dolazi do preciznijeg zaključka na kraju.

## 2. SVJETSKI OPSKRBNI LANAC POLUVODIČA I ČIPOVA

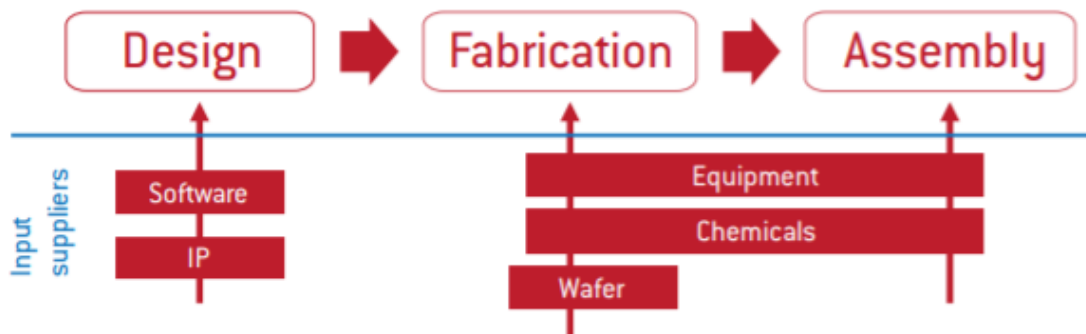
Poluvodiči su zaslužni za razne funkcije u elektronskim uređajima. Najvažnije su memorijske i logičke funkcije. Čipovi se sastoje od poluvodičkog materijala (najčešće silicija) u koje se tada elektroničke komponente ugrađuju. Najjednostavnije objašnjeno, napredak u ovoj industriji se pokušava dobiti postavljanjem većeg broja komponenti na što manju površinu kako bi se dobilo više procesorske snage sa što manje utrošene energije. To se izražava kao „node size“ odnosno veličina čvora, gdje što manji „node“ ukazuje na tehnološki napredniji čip, piše Pierret, R. F. (1996.).

Najnoviji mobilni uređaji koriste procesore dizajnirane s 5 nm (nanometarskim) čvorovima. Lovejoy, B. (2021.) navodi kako je sama proizvodnja elektroničkih komponenti nano razmjera izrazito kompleksna i zahtjeva izrazito napredne uređaje i materijale. Upravo je kompleksnost i potrebni kapital doveo do specijalizacije i koncentracije sektora proizvodnje u samo par mjesta na svijetu: Tajvan, Južna Koreja, Japan, Kina, SAD te određene europske zemlje. Ako geografski prikažemo proizvodnju poluvodiča vidimo da ona slijedi svoje najveće potrošače, no sama proizvodnja se temelji i na nacionalnim industrijskim strategijama započetim u drugoj polovici prošloga stoljeća ( Azijski Tigrovi). U izvozu poluvodiča su najzastupljenije azijske zemlje, dok američke tvrtke uključujući Intel, IBM, Micron i ostale većinom opskrbljuju domaće tržište pa se tako SAD prikazuje kao relativno maleni igrač u brojkama izvoza. Europa je kako mali proizvođač – tako i mali konzument poluvodiča.



Slika 1. Prikaz vrijednosti (valuta - dolar, jedinica - milijarda) izvoza i uvoza integriranih krugova određenih područja (Izvor: <https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/>)

Sektor poluvodiča i mikročipova možemo smatrati kao „pobjednik uzima sve“, modelom u inovacijskoj trci, pišu Hunt, W. i Zwetsloot, R. (2020.). Kako bi držale korak, tvrtke moraju prisvojiti najbolji ljudski kapital i potrošiti ogromne iznose na opremu, istraživanja i razvoj.



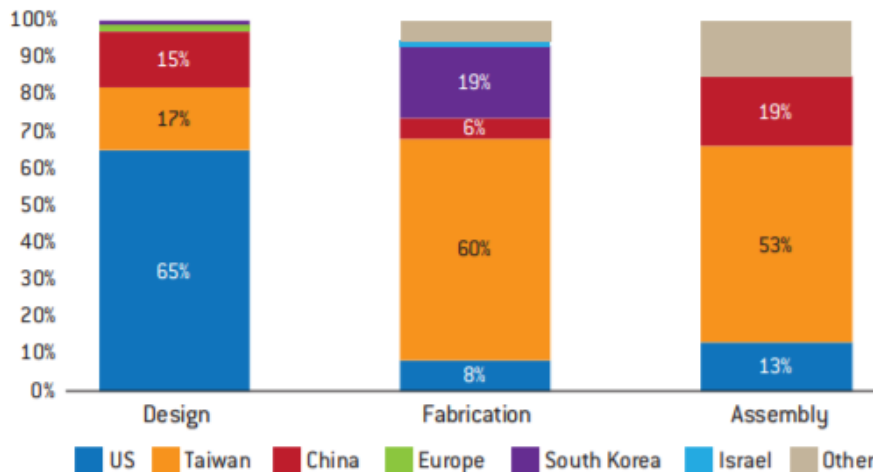
Slika 2. Slikovit prikaz proizvodnje poluvodiča putem procesa dizajna, proizvodnje i sastavljanja (Izvor: <https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/>)

Prema Microcontroller Division Applications (bez dat.), proces proizvodnje poluvodiča se može podijeliti na tri glavna koraka - dizajn, sastavljanje te proizvodnju. Sama industrija se temelji na dva poslovna modela. Integrirani proizvođači, poput Intela i Samsunga, obavljaju i dizajn i proizvodnju svojih čipova. Ovakav model predstavlja gotovo 70% svjetske proizvodnje danas, dok je ranih 2000-tih godina predstavljao 90%.

Alternativa – model ljevaonice (velike tvornice čipova) je u ogromnom zamahu. Prema Grabowski, B. (2017.) uža specijalizacija omogućuje veću inovativnost, zbog toga određene velike tvrtke outsourcingu zadnji korak u procesu proizvodnje poluvodiča drugim kompanijama. Dok je sami dizajn njihov, sami čip se proizvodi negdje drugdje – najčešće u Tajvanu i Južnoj Koreji. Ovakve tvrtke uključuju Apple, nVidiju, AMD, Teslu, Huawei. 2020. godine, ljevaonice čipova (foundries) su proizvele 33% poluvodiča u svijetu.

## 2.1. Dizajn, izrada i sastavljanje

Donja slika nam prikazuje geografsku raspodjelu u koracima proizvodnje čipova. Dizajneri specificiraju fizičku arhitekturu poluvodiča odlučujući njene funkcije, elektroničke komponente te njihov raspored na poluvodiču. SAD su predvodnik takvih tvrtki (Intel, AMD, Nvidia, Qualcomm, Apple) te čine 65 % tržišta u tom dijelu proizvodnje čipova. Europske tvrtke koje dizajniraju čipove čine samo 2% svjetskog udjela.



Slika 3. Geografska raspodjela u koracima proizvodnje čipova (Izvor: <https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/>)

Drugi korak u proizvodnji – izrada, je onaj zbog kojeg se i vodi svjetsko tehnološko nadmetanje sila, a u kojemu dominiraju Tajvan te Južna Koreja.

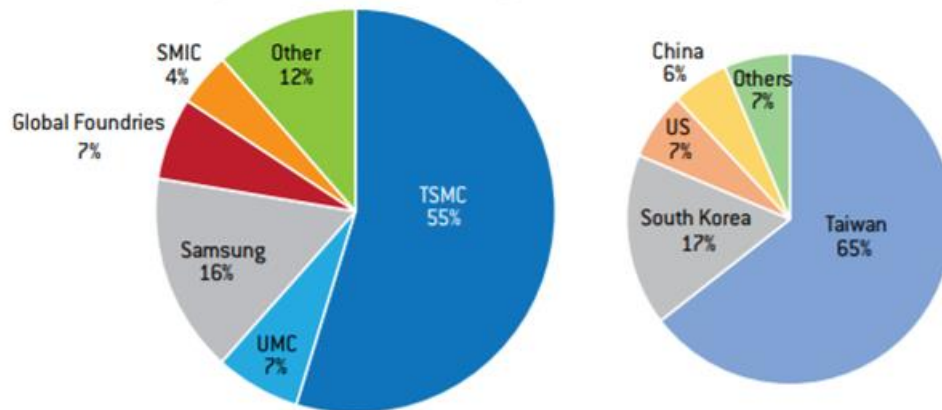
Sastavljanje poluvodiča i čipova u konkretne funkcionalne komponente (grafičke čipove, procesore itd.) te njihovo testiranje je treći korak proizvodnje te u njemu postotak nije bitno promijenjen naspram drugoga koraka proizvodnje.

Ako pogledamo i industrije koje opskrbljuju industriju poluvodiča, poput silicijskih wafera, kemikalija i strojeva tu Europa stoji solidno te je tu zapravo najjača u cijelom lancu opskrbe poluvodiča. Velike renomirane EU tvrtke u toj specijaliziranoj industriji čine nizozemski AMSL (strojevi koji se koriste u proizvodnji čipova), njemački Aixtron (kemikalije) te francuski Riber (također strojevi), prema Fiott, D i sur. (2021.).

## 2.2. Ljevaonice kao usko grlo lanca opskrbe poluvodiča

Podsektor ljevaonica čipova je prošao kroz najveću koncentraciju poslovanja u posljednjih dvadesetak godina. Pet tvrtki koje čine 90% svjetske proizvodnje poluvodiča u modelu ljevaonica su pozicionirane u samo 4 zemlje svijeta. TSMC i Samsung su jedine tvrtke koje imaju mogućnosti proizvoditi napredne čipove (ispod 10 nm), s time da TSMC daleko vodi u kapacitetima proizvodnje. 2018. godine, američka ljevaonica čipova – Global Foundries te tajvanski UMC su odustale od držanja koraka u smislu inovacija, potrebnog znanja, opreme i na kraju krajeva –

novca te su se fokusirale na proizvodnju čipova koji nisu najnapredniji (veći nm) te se koriste u manje zahtjevnim elektroničkim proizvodima. To nam samo govori – koliko je industrija ljevaonica ekskluzivno svjetsko društvo, piše Shilov, A. (2021.)



Slika 4. Prikaz ljevaonica - udjela glablanih prioda prema tvrtki i lokaciji (Izvor: <https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/>)

Ljevaonice su činile 36 % od 109.1 milijardi dolara investicija u sektoru tijekom 2020. godine. Nema sumnje kako će investicije biti sve veće narednih godina. TSMC zbog svoje ekstremno dominantne pozicije na tržištu planira povećati svoje investicije u 2021. godini za čak 63%, a u sljedeće tri godine investirati 100 milijardi dolara, piše Wu, D. (2021.).

Samsung je u periodu od 2017. do 2020. uložio 93 milijarde dolara u kapacitete i mogućnosti svojih ljevaonica čipova, dok planira uložiti dodatnih 100 milijardi tijekom sljedećeg desetljeća. Prema Hwang, J. i Lee, S. (2021.) ove ogromne cifre, potreba za usko specijaliziranim ljudskim kadrom te potreba za osiguravanje ugovora za proizvodnju čipova s tvrtkama koje ih dizajniraju prije same izgradnje ljevaonica, čini ulazak novih tvrtka u ovo društvo gotovo pa nemoguć.

TSMC i Samsung – koji čine duopol nad proizvodnjom čipova i procesora koji se koriste u mobilnim telefonima, računalnim procesorima, grafičkim karticama, tabletima, i podatkovnim centrima predstavljaju moguću opasnost u opskrbnom lancu tih proizvoda, a koja se već ostvarila.

Iz kineskog stajališta, ovisnost o vanjskim proizvođačima dijelova elektroničkih uređaja predstavlja potencijalnu opasnost. Zbog toga se planira ulaganje u domaćeg predvodnika u sektoru ljevaonica – SMIC. Iako je SMIC 2019. napredovao do mogućnosti proizvodnje 14 nm čipova, te iako novac kineskoj vlasti ne predstavlja problem za realizaciju mogućnosti proizvodnje najnaprednijih čipova ispod 10 nm postoji još jedna prepreka. Prema Udin, E. (2020.) to su trgovinske restrikcije nametnute od strane SAD-a, koje se odnose na esencijalnu visokotehnološku opremu potrebnu za proizvodnju, čeka se kineski odgovor u ovom tehnološkom ratu za proizvodnjom što manjih (naprednijih) čipova. Zbog toga po nekim procjenama proizvodnja čipova ispod 10 nm od strane Kine nije ostvariva u vrlo kratkom periodu.

### **2.3. Začeci čipova te shvaćanje njihove važnosti**

Nacionalne vlade su fokusirane na industriju poluvodiča još od njenog početka kasnih 50tih godina prošloga stoljeća. Poslije 2. svjetskog rata, izum tranzistora je otvorio put daljnjim tehnološkim otkrićima poput integriranog kruga (1959.) te mikroprocesora (1971.). Saylor Academy (2020.) tvrdi kako su ovi izumi obilježili stvaranje Silicijske doline te početak razvoja u skladnosti sa Mooreovim zakonom koji kaže – da će se broj tranzistora na čipu svake dvije godine udvostručiti – a njegovu teoriju su u početku na životu držale tvrtke poput Fairchild-a , Intel-a te Texas Instrumentsa. Američka vlada, pogotovo vojna i obavještajna agencija, su izrazito podupirale ovu industriju koja je do dana današnjeg ostala strateška.

Američka podrška sektoru je išla kroz financiranja istraživanja na sveučilištima i vojsci, dok je potražnja elektroničkih uređaja u populaciji sve više rasla. Kolaboracije u vidu istraživanja između rivala u sektoru je dovelo do nakupljanja sve više tehnoloških tvrtki u Kaliforniji. Potpore u državama Azijskih Tigrova su bile specifične za svoje vrijeme i geološki položaj. Uzmimo za primjer Tajvan. Industrija Tajvana je izrasla zahvaljujući političkoj volji da razvije strateške sektore u 80tim godinama. Vodstvo sa tehnološkom ekspertizom je imalo u cilju osigurati ekonomsku nezavisnost od Kine, a domaće ljevaonice koja su, slobodno možemo reći, tehnološka čuda te pokretači današnjeg svijeta kakvog znamo, su tajvanski odgovor na postavljene ciljeve (Mathews, J. A. i Cho, D.-S., 2007.).

Stvoreno je okruženje okupljeno oko sveučilišta, industrije te razvojnih centara kako bi se stvorili uvjet za kvalitetnu naobrazbu stanovništva. Financijske potpore od strane države koje su preusmjerene iz primarnih djelatnosti., gdje se nije očekivao nikakav profit u bliskoj budućnosti, svojim domaćim tvrtkama je bio još jedan od ključnih poteza tajvanske vlade koji je pridonio statusu tajvanskih kompanija danas.

Alsop, T. (2021.) piše kako je 1976. godine, 70% svjetske opskrbe dolazilo iz SAD-a, 20% iz Europe, a 5 % iz Japana, dok danas Azija čini čak 80% te iste opskrbe. No i potražnja i potreba se promjenila, od tradicionalnih IT proizvoda do naprednih bežičnih uređaja te sve naprednijih uređaja u transportnom sektoru – gdje elektronika igra bitnu ulogu kako u automobilima, tako i u avionima, vlakovima itd.

## **2.4. Proces izrade čipa**

Prije nego li dublje počnemo ulaziti u problematiku rada, prođimo kroz osnovne korake u proizvodnji čipova, od materijala do samih uređaja. Uzmimo za primjer jedan moderni računalni procesor:

1. Početak u pijesku – proces kreiranja računalnog procesora započinje sa tipom pijeska koji se naziva silikatni pijesak, koji se sastoji od silicijevog dioksida. Silicij je osnovni materijal u proizvodnji poluvodiča te zbog toga mora biti savršeno čist prije nego li se koristi u proizvodnom procesu.
2. Pročišćavanje silicija – pijesak prolazi kroz veći broj pročišćavanja te filtriranja kako bi se dobio silicij pogodan za uporabu u elektronicu. Takav se smatra ukoliko mu je čistoća minimalno 99.9999%.
3. Rezanje „wafera“ – sljedeći korak u proizvodnji je proizvodnja kružnih krugova u IT svijetu zvani „ waferi“ (na hrvatskom oblatne ili samo krugovi silicija). Oni su rezani što je tanje moguće, ali se također pazi da se i dalje mogu koristiti u daljnjim koracima proizvodnog procesa. Silicijski waferi se tada poliraju te se njihova površina sprema za litografiju.
4. Fotoresistiranje – nakon rezanja i poliranja, provodi se ključni korak fotoresista. To je materijal koji zapravo i omogućava ocrtavanje uzoraka pomoću naprednih strojeva na silicijski wafer. Tada se taj precrtani sloj dovodi do kalupa UV veličina koji će pomagati snopu svjetlosti ocrtati uzorke na čip.



5. Ionizacija te „doping“ – materijal fotoresista se u ovom koraku ispiru te se silicijski wafer bombardira sa ionima u cilju poboljšavanja svojih mogućnosti električnog sprovođenja
6. Fotolitografija – uzorak se tada pomoću snopa svjetlosti ocrta na wafer. Ovaj proces se ponavlja više puta dok se ne dobije željeni oblik struktura na čipu. O ovome koraku ćemo više u daljnjem tekstu, jer upravo on je najbitniji u današnjoj svjetskoj tehnološkoj bitki između svjetskih sila i njihovih tvornica mikročipova.
7. Galvaniziranje – izolacijski bakreni sloj se primjenjuje na površinu skoro gotovog tranzistora te se tri male rupe urezuju u njega koje će služiti za dodavanje većih fizičkih dijelova na tranzistor.
8. Spajanje tranzistora – tranzistori se potom spajaju u arhitekturu koja će činiti jedan računalni procesor. Spajanje i raslojavanje tih dijelova je izrazito kompleksno, a u jednom procesoru može biti i do 30 slojeva metalnih spojeva koji su međusobno povezani navode Flynn i Luk (2010.)
9. Testiranje – čipovi na waferu su spremni za rezanje i testiranje. Čipovi tada idu u konačno pakiranje u kojima dobivaju poznati izgled računalnog procesora.

### **3. POLITIČKI ASPEKT – ULOGA POLUVODIČA U SVJETSKOJ GEOPOLITICI**

Kako se tehnologija uvukla u sve pore ekonomije, osnovne jedinice samih uređaja i industrije su postale pijuni svjetske geopolitike. Asocijacije između naprednih tehnologija i geopolitičkog rivaliteta nisu novost. One se temelje na činjenicama da tehnologija svojim inovacijama služi ponajprije vojnoj i obavještajnoj opremi. U međuvremenu, nove digitalne tehnologije i platforme su kreirale i nove sigurnosne brige za nacionalne vlade u smislu privatnosti informacija, nadzora, novih metoda kriminala koristeći tehnologije s kojima službe nisu upoznate, a sve te brige čine potencijalne okidače koji indirektno mogu utjecati na ekonomsku stabilnost i politički poredak.

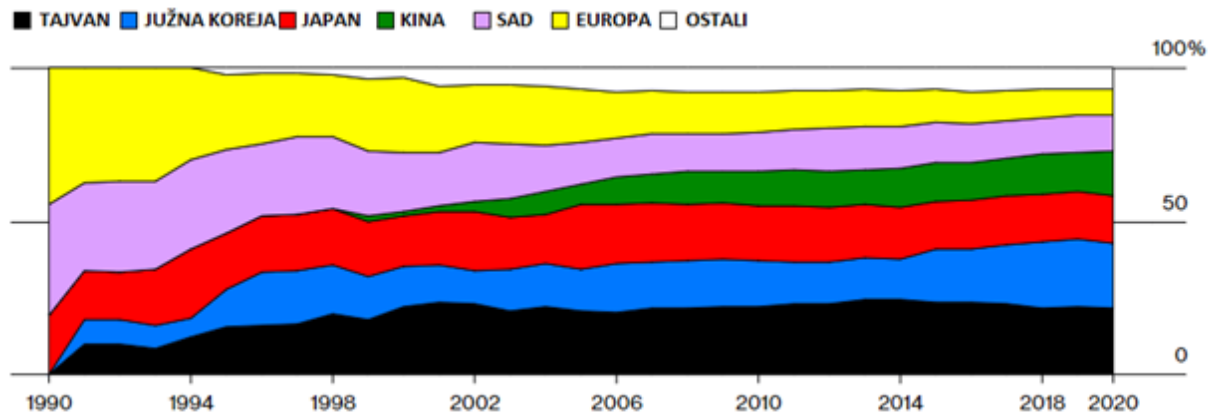
Imajući u vidu centralizaciju koja vlada u proizvodnji osnovne komponente svih tehnoloških uređaja – čipova, svjetske sile ispituju svoj geostrateški položaj u tom tehnološkom lancu opskrbe. Dvije najveće svjetske sile SAD i Kina – obadvije na komponente u mreži koja pokreće digitalnu ekonomiju gledaju kao ključne za svoju digitalnu, a time i nacionalnu sigurnost. Tiho rivalstvo između te dvije države u biti možemo nazvati „tehnološkim hladnim ratom“, u kojemu se prevlast u naprednoj tehnologiji gleda kao ključ za ostvarivanje ekonomske i političke dominacije.

U tom kontekstu, i brige Europske Unije oko poluvodiča i čipova rastu – pogotovo sredinom 2020. godine kada je već jasno postalo da je svijet u krizi nestašice čipova koje su ranile europsku industriju ( pogotovo onu neprepoznatljiviju te potencijalno najbitniju – automobilsku). Postavlja se pitanje – kako EU može obraniti interese Unije u svjetskom okruženju gdje se svi agresivno bore za tehnološku prevlast?

#### **3.1. Kako je Europa ispala iz svjetske tehnološke trke**

Vratimo se u 90-te godine. prošloga stoljeća. Bilo je to vrijeme kada je EU dominirala mobilnom industrijom (2G i 3G), imala nadmoćne mobilne proizvođače sa Nokiom kao svjetskim liderom, izrađivala dijelove osobnih računala te bila zaslužna za 22% svjetske proizvodnje poluvodiča. Ovih dana donose se konzervativne strategije na razini Unije da postane „ svjetski lider u inovacijama i ekonomiji podataka“. Danas, samo dvadesetak godina kasnije, na kompetitivnijem tržištu nego li u to doba, EU

proizvodi manje od 10% svjetske količine čipova, uvozi gotovo sve mobilne uređaje, laska sa mobilnim tehnologijama te je ovisna o SAD-u i Kini za implementaciju novih poput 5G-a. Koji su krivi potezi čelnika EU, odnosno uzroci svega toga?



Slika 5. Postotak udjela u globalnoj proizvodnji poluvodiča kroz godine (Izvor: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Yw26Owi0NdEJ:https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-03/chip-shortage-taiwan-south-korea-s-manufacturing-lead-worries-u-s-china+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es>)

Europa je, očito iz gornje slike, jako nazadovala što se tiče tehnološkog suvereniteta. Može se reći da je brod „prvog vala“ tehnologije već otplovio, sa ogromnom industrijom i servisima koristeći komercijalni Internet kao temelj svog djelovanja ( a koji je izmišljen u srcu Europe – CERN-u), pametnim telefonima ( Apple 2007. sa svojim iPhoneom praktički odmah istrebljuje tada vladajuće Nokiu i Ericsson sa tržišta bez njihovog pravovremenog odgovora na novu ulogu mobitela ), te veliki tehnološkim tvrtkama koje se temelje na podacima (Facebook, Google, Amazon). Mnoge europske tehnološke kompanije odlaze u SAD u potrazi za financiranjem, zbog toga jer Europa ne posjeduje zajedničko tržište za takozvana „Venture Capital“ ulaganja, odnosno uniju kapitalnog tržišta. EU također nema ni ekvivalent američkom Sand Hill Roadu, adresi u Palo Alto u srcu Silicijske doline koja obiluje raznim investitorima spremnih na ulaganje u nove ideje, a ni unificirane burze u elektroničkom obliku poput američkog NASDAQ-a. Možemo reći ni da sama financijska kultura u Europi nije okrenuta financijskim rizicima te prevelikim ulaganjima izvan javnog sektora, a naravno ni dosta različitih kultura i jezika u vidu ljudi unutar same Unije ne pomažu.

Također, europske ljevaonice čipova nisu uspjele držati korak sa industrijom inovacija. U 2020. godini, samo 3% svjetskih ulaganja u ljevaonice je bio u Europi. Velike europske ljevaonice, koje uključuju Global Foundries ( Njemačka), STMicroelectronics (Francuska i Italija), Bosch (Njemačka), Infineon(Njemačka) te NXP (Nizozemska) imaju mali udio u svjetskoj proizvodnji, te se on procjenjuje na 10%. Jedine ljevaonice koje proizvode moderne čipove su Global Foundries i STMicroelectronics, ali čak i njihove mogućnosti, odnosno čipovi kakve proizvode, su nekoliko generacija iza onih najnaprednijih tajvanskih, južno korejskih pa čak i američkih. Unatoč tome, u svojim specifičnim sektorima čipova poput onih za automobile ili uređaje koji ne zahtijevaju veliku procesorsku snagu, europske tvrtke su ipak konkurentne.

Pokušaj izgradnje ili oživljavanja Europskog digitalnog suvereniteta (ili bar autonomije) je važna tema europskih ureda u Bruxellesu u zadnjih godinu dana. Europska komisija donosi mnogo odluka koje se tiču same industrije poluvodiča i njene revitalizacije. „DIGITAL COMPAS 2030“ i „ HORIZON EUROPE“, su samo neki od ciljeva postavljenih za Stari kontinent, a projektima koji će pomagati da se te strategije ostvare biti će omogućena pomoć u vidu financijskih sredstava kroz „*NEXT GENERATION EU AND THE MULTIANNAL FINANCIAL FRAMEWORK 2021-2027*“ U njemu, 20% od čak 2 bilijuna eura će biti raspodijeljeno za digitalizaciju i inovaciju. Članice EU su očito čvrsto uvjerenе u važnost jačanja ove industrije zbog svih ovih odluka i strategija donesenih u kratkom vremenskom roku. Ulog za EU je veliki – vraćanje kontrole tehnološkog suvereniteta ili otpisivanje istog i ovisnost o volji drugih. No da bi se prvi scenarij ostvario, EU mora shvatiti srž svojih krivih poteza u prošlosti odnosno zadnjih tridesetak godina.

Nedostatak poluvodiča u zadnje vrijeme je svim svjetskim silama pokazao koliko su ti mali elektronički dijelovi bitni za autonomnost u smislu geopolitike. 23. siječnja 2021. godine, njemački ministar ekonomije i energije, Peter Altmaier piše pismo tajvanskoj ministrici trgovine – Wang Mei Hua, tražeći je pomoć u ublažavanju nestašice poluvodiča s kojom se njemačka autoindustrija suočava. Altmaier je pismo pisao u nadi da bi svojim statusom mogao privoliti TSMC da svoje već ionako pretrpane kapacitete prioritizira za izgradnju čipova potrebnu njemačkoj autoindustriji, piše Shattuck, T. (2021.).

Tajvanska ministrica se u ovoj cijeloj situaciji zasigurno osjećala nadmoćno jer joj je prišao i Bidenov glavni savjetnik za ekonomiju – Brian Deese sa sličnim nastojanjima da TSMC prioritizira američke potrebe dok je predsjednik Biden naredio hitno analiziranje potencijalnih opasnosti za SAD u opskrbi kritičnih stvari. Pod kritične stvari se naravno misli na poluvodiče i mikročipove.

### **3.2. EU između SAD-a i Kine**

Ako pogledamo cijelu svjetsku geostratešku tehnološku sliku, europsko gospodarstvo je moguća potencijalna žrtva američkih trgovinsko-tehnoloških mjera protiv Kine. Još važnije, te mjere mogu direktno utjecati na proizvodnju poluvodiča, dovodeći do ekonomske štete za europske potrošače, kako vidamo i danas na primjeru autoindustrije. Pogoršanje dosadašnje trgovinskog odnosa između najvećih svjetskih potrošača izazvano odnosom SAD-a i Kine, Europu mora natjerati na analiziranje svoje ovisnosti na američke vanjske odluke. Brige oko strateške neovisnosti, predstavljene 2013. godine su se najviše odnosile na vojno-obavještajnu industriju, no naknadno su proširene da uključuju i gospodarsko-ekonomsko pitanja. Posljednjih mjeseci SAD je pojačao pritisak na Kinu u području poluvodiča na dva načina, a oba su Tajvan uvukla dublje u američko-kineski tehnološki sukob. Prvo, elementi američke vlade zabrinuti su za dugoročnu sigurnost opskrbnih lanaca za napredne poluvodiče koji se koriste u vojsci i osjetljive civilne aplikacije sve više nastoje osigurati da SAD zadrži pristup pouzdanim proizvođačima. Najava da će od 15. svibnja TSMC uložiti do 12 milijardi dolara u izgradnju 5-nm proizvodnog pogona u Arizoni važan je korak naprijed u ovim nastojanjima. Iako u priopćenju TSMC-a to nije izričito navedeno, ulaganje je imalo za cilj otvoriti put TSMC-u da postane dio Pentagonovog "pouzdanog" lanca opskrbe, vjerojatno zbog osjetljivosti o tome kako bi se to shvatilo u Pekingu. a moguće je da je to jedan od ciljeva projekta. Istog dana kada je TSMC najavio svoj novi pogon u Arizoni, SAD je izdao dugo očekivano pravilo o izravnim stranim proizvodima koje je trebalo zaustaviti isporuke naprednih poluvodiča Huaweijevoj podružnici HiSilicon iz TSMC-a.

Postupci SAD-a naglašavaju kako je Tajvan postao žarište i pokretač novih američkih briga o putanji industrije poluvodiča. Od 2017., kako su mogućnosti dizajna kineskog domaćeg poluvodiča porasle, a tenzije u američko-kineskoj tehnologiji su se

pogoršale, kineska interakcija vodećim tajvanskim tvrtkama, uključujući Huawei/HiSiliconov odnos TSMC-om, značajno su se povećali. Pritom je Peking počeo poticati TSMC na preseljenje glavnih proizvodnih operacija i napredne tehnologije na kopno. Tvornica TSMC-a u Nanjingu, koja trenutno proizvodi na 16 nm, najnaprednija je u Kini, iako se opirala proširenju i pružanju vrhunske proizvodnje u svojim pogonima u Kini. Umjesto toga, napredna proizvodnja za kupce, poput HiSilicon, porasla je u TSMC-ovim pogonima na Tajvanu. HiSilicon je u prvom tromjesečju TSMC-u donosio 14% prihoda.

Američkim dužnosnicima također je postalo neugodno zbog sve veće prisutnosti kineskih inženjera u TSMC-u, za koje smatraju da povećavaju potencijalne rizike od krađe IP-a ili uvođenja zlonamjernih programa hardvera ili softvera u opskrbne lance vezane za SAD. Sve veće sumnje SAD-a u pogledu Tajvana kao sigurnog utočišta za IP SAD-a - konkretno, potencijal kineskih obavještajnih službi da ubace zlonamjerna kôd ili hardver u napredne dizajne poluvodiča - drugi su vjerojatni pokretač iza uvjerenja TSMC-a da izgradi napredne proizvodne pogone u SAD-u. Vodeće američke tehnološke tvrtke, uključujući mnoge koje već opskrbljuju američku vladu i vojsku, oslanjaju se na TSMC za proizvodnju svojih vrhunskih poluvodiča. Američke tvrtke čine oko 60% prihoda TSMC-a.

Donedavno su američke politike za rješavanje ovih rizika bile prvenstveno obrambene, uključujući i američki popis akcija i naknadnih poteza protiv Huaweija. Novo pravilo izravnog stranog proizvoda SAD-a (US foreign direct product rule) za ciljanje isporuka poluvodiča u HiSilicon od dobavljača iz trećih zemalja, uključujući TSMC također pada u vodu. Pravilo ima za cilj zahtijevati od tvrtki kao što je TSMC da se prijave za licencu, s pretpostavka poricanja, prije isporuke proizvoda napravljenih prema američkoj tehnologiji u HiSilicon-u, tumače Ting-Fang, C. i Li, L. (2020.).

Iako je nejasan tekst pravila u početku dovodio u sumnju hoće li TSMC biti prisiljen za podnošenje zahtjeva za takvu licencu, TSMC je u lipnju pojasnio da će se pridržavati duha, a ne slova regulacije. TSMC je prestao primati narudžbe od HiSilicon sredinom svibnja. U srpnju je najavio da je pronašao zamjene za izgubljeno poslovanje s HiSiliconom i da će prestati svoj odnos s tvrtkom sredinom rujna.

Američka akcija usmjerena na Huaweijev pristup TSMC-u bila je velika eskalacija u američko-kineskom tehnološkom hladnom ratu - vjerojatno zapaženija od "original May 2019 entity list action" koja ograničava Huaweijev pristup širokom spektru američkih tehnologija. Dok su Huaweijevi dobavljači pronašli brojne načine oko popisa entiteta, nova ograničenja za poluvodiče koja uključuju američku tehnologiju imaju potencijal osakatiti kinesku tvrtku koja se možda neće moći natjecati u globalnom tržištu dugoročno bez pristupa najsuvremenijim čipovima.

Postoji potencijal za Huawei da zaobiđe neke prepreke - u pogledu svoje sposobnosti korištenja TSMC-a da proizvodi čipove za njegove buduće proizvodne linije. Tvrtka je nedavno najavila pojačanje suradnje s tajvanskim dobavljačem čipova za pametne telefone MediaTek i s UNISOC-om, vodećim domaćim proizvođačem čipova za mobilne aplikacije uz podršku Tsinghua Unigroup i National IC Investicionog fonda. Obojica dizajniraju čipove ispod razine 10 nm, ali se oba oslanjaju na TSMC za izradu. Hoće li Huawei moći koristiti čipove ovih tvrtki za napredne potrošačke uređaje, ovisi o načinu primjene pravila o izravnom inozemnom proizvodu. Pojašnjenje pravila za Huawei izdano u kolovozu od Ministarstva trgovine, čini se da je zatvorio ovu aveniju u kolovozu. Također uvelike su proširili opseg pravila, koja sada uključuju u osnovi sve elektroničke komponente proizvedene korištenjem američke tehnologije gdje su Huawei ili podružnice na bilo koji način uključeni kao posredni ili krajnji korisnici.

Do kraja kolovoza dobavljači Huaweiija pokušavali su isporučiti komponente prije krajnjeg roka 14. rujna, neki su čak bili spremni isporučiti poluproizvode, dok je američka industrijska trgovačka grupa poluvodiča pritiskala Ministarstvo trgovine da produži rok za usklađenost. Za ostale ključne poluvodiče, poput čipova osnovnog pojasa za 5G bazne stanice, nije bilo jasnih alternativni za Huawei čak i prije ažuriranja novog pravila, ako TSMC kanal ostane zatvoren.

Rezultirajuća neizvjesnost o Huaweijevom opskrbnom lancu već utječe na globalni telekomunikacijski sektor. Čini se da su nedavne američke akcije Washingtonu dale prednost u kampanji da uvjere ključne europske saveznike i druge zemlje istomišljenika da zabrane tvrtki primjerice njihovo uvođenje 5G-a. Britanska vlada je navela zabrinutost zbog utjecaja pravila izravnih stranih proizvoda SAD-a na Huawei

zato što su u svojoj nedavnoj odluci naveli da od britanskih mobilnih operatera zahtijevaju uklanjanje Huawei opreme iz njihovih mreža.

Iako je odluka donesena usred jakog utjecaja tzv. "hawkish sentiment" među zakonodavcima Konzervativne stranke uslijed pandemije, važniji motiv za britanski plan bilo je strepnja među nacionalnom sigurnosnom ustanovom da bi nova američka ograničenja koja ciljaju Huawei mogla prisiliti kineskog dobavljača da padne natrag na alternativne dobavljače čije komponente nisu temeljito provjerene radi sigurnosnih rizika. Vlada je nastavila sa zabranom unatoč prognozama da će odgoditi dolazak 5G-a u Veliku Britaniju za najmanje dvije godine, a operatore koštati do 2 milijarde funti. Čak i u nedostatku službenih ili de-facto zabrana, mobilni operateri koji su se u povijesti oslanjali na Huaweijevu opremu morat će procijeniti rizike po dugoročnu održivost tvrtke kao globalnog dobavljača ako SAD zadrži svoje uporište u pristupu Huaweijskim najsvremenijim čipovima.

Sve to je i uzeto u obzir u prijedlozima (ali i zaključcima kako EU laska za SADom i Kinom) Europske Komisije za digitalnu transformaciju gospodarstva. Europa je možda izgubila tehnološki korak za azijskim zemljama i SAD-om, no digitalizacija industrije, nazvana „Industrija 4.0“ je izrazito važna da se održi europska konkurentnost u 4. industrijskoj revoluciji.

Neovisnost o stranim čipovima je od izrazite važnosti za automobilsku industriju, koja zapošljava oko 6% europske radne snage te predstavlja više od 7% EU GDP-a. Automobili postaju računala na kotačima, te osobito u potencijalnoj budućnosti gdje će upravljati sami sobom bez potrebe ljudskog vozača, čipovi će postati još bitniji, a vjerojatno i najbitniji dio vozila. U ožujku 2021., pri pokretanju inicijative „digitalnog desetljeća“, Europska komisija je došla do zaključka da su digitalne tehnologije imaju sve veću geostratešku važnost te da su pandemija koronavirusa i sav kontekst oko zatvaranja koji je došao zajedno sa njom poticaj za brza djelovanja u tom sektoru. Digitalno desetljeće bi trebalo ostvariti svoje zadane ciljeve do 2030. godine, uključujući i cilj povećanja europskog utjecaja u svjetskoj proizvodnji poluvodiča.

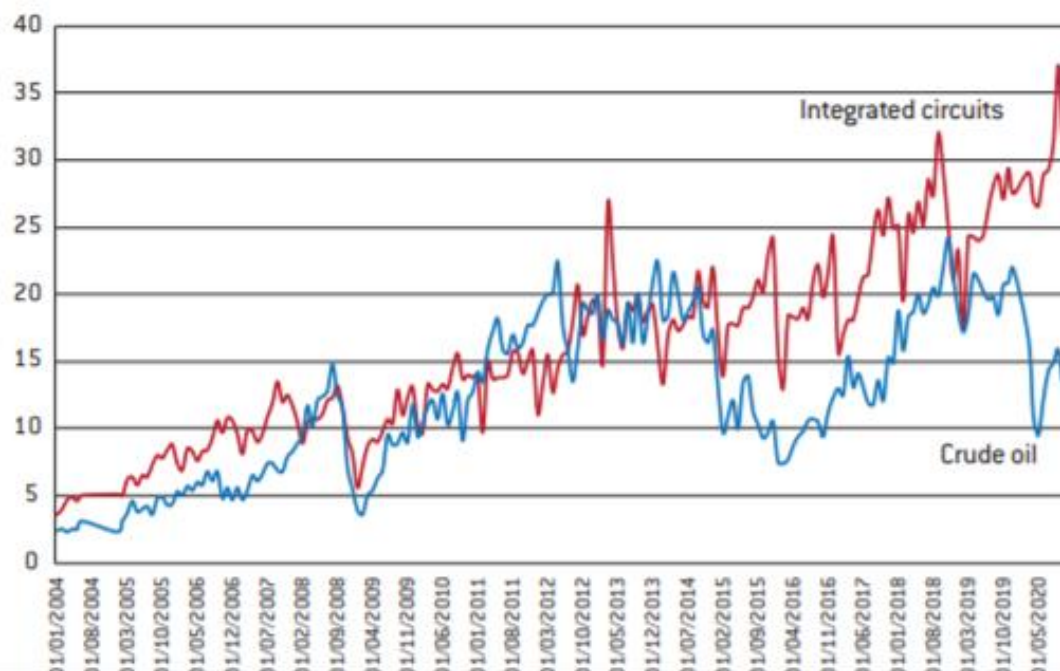


### 3.2.1. Trenutna situacija u Kini

Sljedeći Tajvan i Južnu Koreju, Kina je prvo pridobila tržišni udio u slabo plaćenim, no fizički zahtjevnim dijelovima sektora – poput sastavljanja i pakiranja uređaja, gdje je tako privukla ogromne strane investicije.

2015. godine, Kina si je postavila cilj postati neovisna u visokotehnološkoj industriji do 2025. godine, te osigurati mjesto predvodnika inovacija do 2050. Nazvana „Made in China 2025“, strategija ima u planu izbaciti iz lanca opskrbe strane dobavljače elektronske opreme te ojačavati svoju vlastitu IT industriju. (ponajviše se to odnosi na proizvodnju poluvodiča). Govoreći o brojkama iz te strategije, spominje se zadovoljavanje 70% potreba za poluvodičima iz vlastitih tvornica do 2025. No, vratimo li se u budućnost – odnosno sadašnju 2021. godinu – vidimo da stvari ne stoje baš tako, odnosno koliko su ti ciljevi teško ostvarivi čak i kad je u pitanju Kina, tumači Kania, E. B. (2019.). Također je u postavljenim ciljevima bilo zadovoljiti bar 40% svoje potrebe za poluvodičima iz domaće proizvodnje, no do 2019. su uspjeli taj postotak dovesti samo do 19%, dok je pola te domaće proizvodnje zapravo iz tvrtki koje, iako na kineskom tlu, nisu u kineskom vlasništvu.

Unatoč tome što postoci po svemu sudeći neće ispuniti ciljeve koje si je Kina postavila u roku to nimalo ne znači da se kineski sektor ljevaonica i ostalih tvrtki koje se bave poslovima oko čipova ne razvija. Broj novoregistriranih tvrtki u Kini od siječnja 2021. do lipnja 2021. se je utrostručio u odnosu na isti period 2020. godine po izvješću South China Morning Posta od strane Josh Ye-a (2021.). To je znak da Kina ne posustaje u ostvarivanju svog cilja samodostatnosti, te želji da smanji uvoz poluvodiča te tehnologija iz SAD-a te ostalih zemalja. Kineski najveći proizvođač čipova – SMIC, je također najavio gradnju nove ljevaonice u vrijednosti blizu 9 milijardi dolara. Ona će biti fokusirana na proizvodnju 28nm čipova te će imati kapacitet proizvoditi 100 000 12 inčnih wafera u jednom mjesecu. Iako će ova nova tvornica zasigurno biti ogromna, te dodatno ojačati kinesku industriju poluvodiča, neće pomoći Kini u ambicijama guranja ekonomije sa najnaprednijim tehnologijama i čipovima. Unatoč tome što proizvode puno za svjetske pojmove, poluvodiči su i dalje velika uvozna roba u Kinu, a kineskim vlastima to zasigurno ne odgovara.

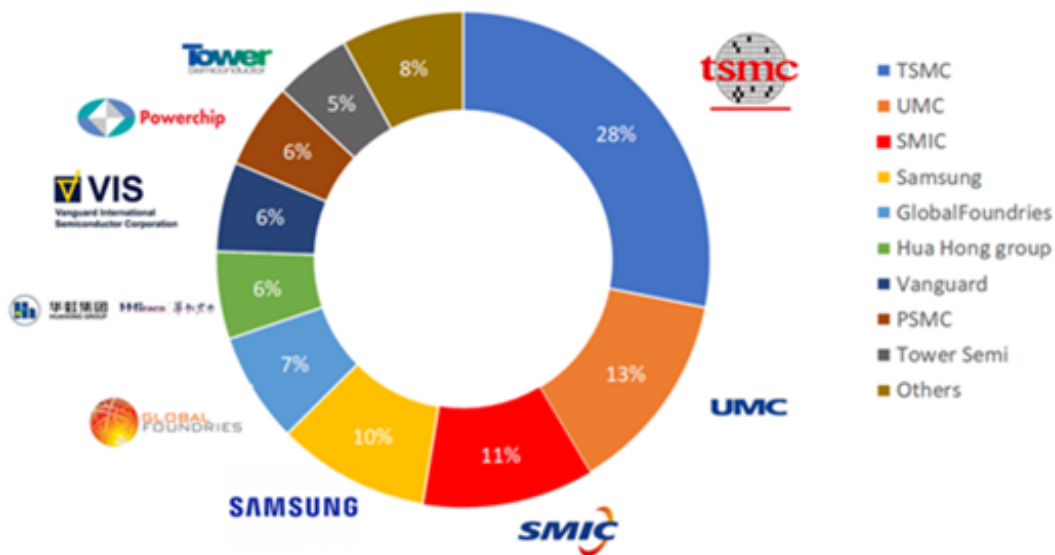


Slika 6. Integrirani krugovi postaju glavni uvozni materijal Kine (Izvor: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-02/china-stockpiles-chips-and-chip-making-machines-to-resist-u-s>)

Kina će zasigurno nastaviti ulijevati novac u ovaj sektor, njezini proizvođači vrlo se vjerojatno neće probiti na sam vrh svjetskih proizvođača, odnosno u integriranim krugovima specifičnim za aplikaciju - ASIC (Application Specific Integrated Circuit) upravo zbog raznih mjera nametnutih od SAD-a u vidu zabrana korištenja tehnologija iz određenih zemalja. Integrirani krugovi specifični za aplikaciju ili ASIC-ovi su, kako naziv govori, nestandardni integrirani krugovi koji su dizajnirani za određenu upotrebu ili primjenu. Općenito, ASIC dizajn će se primijeniti za proizvod koji će imati veliki proizvodni tijek, a ASIC može sadržavati vrlo veliki dio elektronike potrebne na jednom integriranom krugu. Kao što se može zamisliti, troškovi ASIC dizajna su visoki, pa stoga imaju tendenciju biti rezervirani za proizvode velike količine. Dakle, Kina neće uspjeti u naumu da u skorij budućnosti proizvodi procesne čvorove koji napajaju pametne telefone i računala i koje karakterizira manje od 7-10 nm. To je prvenstveno posljedica visokih i rastućih troškova potrebnih za istraživanje i razvoj te izazova instaliranja i upravljanja velike proizvodnje opreme poluvodiča potrebne za proizvodnju u komercijalnim volumenima čvorova ispod 10 nm.

### 3.3. Ovisnost zapadnog svijeta o Tajvanu

Iako je činjenica da Tajvan već duže vremena ima najveću ulogu i poziciju u svjetskim okvirima proizvodnje čipjenice, tek se u zadnje vrijeme zbog tekuće krize to zapravo i stavlja pod reflektore javnosti. Tajvan dominira tvornicama čipova i poluvodiča, ali i vanjskim suradnicima koji proizvode za njihove tvrtke. Studija tvrtke „Counterpoint Research“ objavljena početkom godine nam pokazuje kako TSMC dominira svjetskim tržištem sa udjelom od 28%. UMC, koji se većinom bavi proizvodnjom legacy node-ova (iznad 40 nm) , zauzima drugu poziciju sa 13% udjela tržišta.



Slika 7. Udio u svjetskoj proizvodnji čipova i poluvodiča (Izvor: <https://www.counterpointresearch.com/mega-wave-capex-cycle-logic-semiconductor-industry/>)

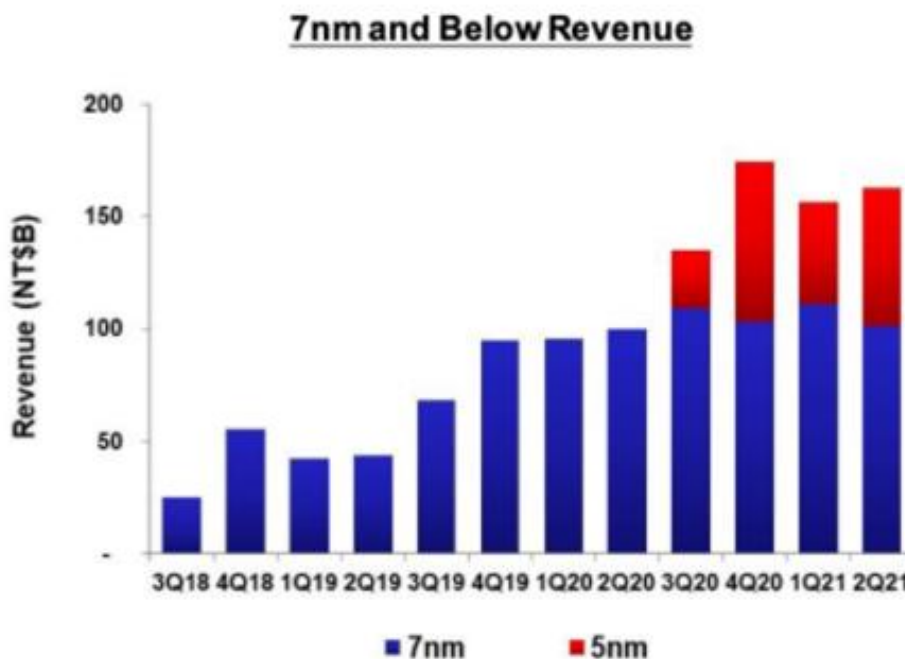
Koncentracija naprednih proizvodnih sposobnosti među nekolicinom zemalja i poduzeća rezultat su tržišnog pritiska koji je trajao desetljećima, a suparnici koji nisu bili u mogućnosti nositi se s velikim i povećanim kapitalnim ulaganjima potrebnih za natjecanje na globalnoj razini - ispali su iz utrke prema sve manjim poluvodičima. Potrebna je sve složenija oprema koja koristi značajna sredstva za svladavanje proizvodnje čipova. Ovaj će se trend vjerojatno nastaviti tijekom sljedećeg desetljeća. Trenutno su 5-nm čipovi (primjer Appleov A14 čip korišten u iPhoneu 12, proizveden od TSMC-a u Tajvanu) najnapredniji poluvodiči u komercijalnoj upotrebi. Također, poduzeće za proizvodnju čipova u vlasništvu tvrtke Huawei - HiSilicon radio je s

TSMC-om na najnovijem čipu iz serije Kirin od 5 nm. Unatoč rastućoj snazi kineskih tehnoloških tvrtki u područjima kao što su 5G, AI, mobilne aplikacije i kvantno računalstvo, zemlja ostaje daleko iza globalne vrhunske oštrice proizvodnje poluvodiča. Kao rezultat toga, Peking ima ambiciozne ciljeve za kinesku tehnologiju i ekonomski razvoj te kako bi ostali globalno konkurentni, no ipak njihova domaća tehnološka poduzeća oslanjaju se na inozemne tvornice za stvaranje svojih najnaprednijih čipova, što praktički znači da je Tajvan zasigurno najveći svjetski adut u proizvodnji najnaprednijih čipova.

#### 4. EKONOMSKI ASPEKT – PRIHODI, UDIO U BDP-U I POSKUPLJENJA

Taiwan Semiconductor Manufacturing Company je u kolovozu 2021. obavijestio svoje klijente o značajnom poskupljenju čipova. Najveći svjetski proizvođač naprednih čipova će povećati cijenu na svim svojim proizvodnim procesima počevši od prosinca 2021. godine kako bi, naravno, iskoristili cijelu situaciju u kojoj se industrija i svijet nalaze.

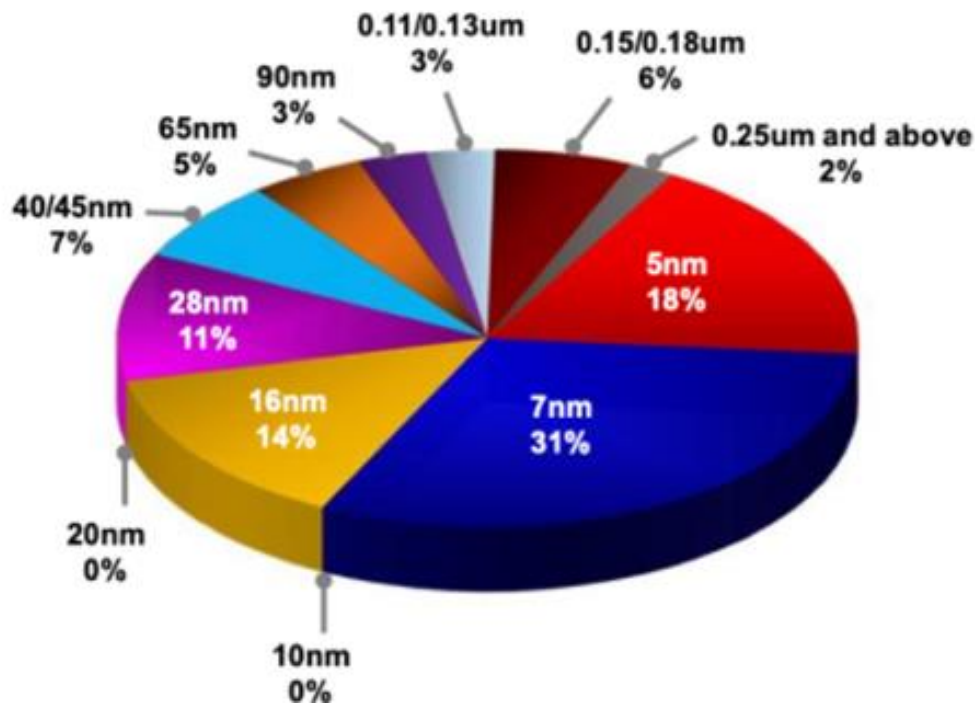
TSMC planira podignuti cijene svojih wafera koji se koriste u proizvodnji 7nm čipova za 10%, a cijene wafera koji se koriste za izradu čipova starijih generacija (16nm+) za 20% posto, pišu Hsinchu, M. C. i cShen, J. (2021.). Napredna tehnologija za proizvodnju 5nm i 7nm čipova je činila 49% prihoda od ukupnih 13.29 milijardi dolara u drugom kvartalu tekuće 2021. godine. što znači da će podizanje cijene ovih čipova za 10% donijeti više od 600 milijuna \$ dodatnih prihoda u prvom kvartalu 2022. godine.



Slika 8. Prihod od proizvodnje 7 nm i 5 nm čipova (Izvor: <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/TSMC-hikes-chip-prices-up-to-20-amid-supply-shortage>)

Stariji proizvodni procesi (16nm i 28nm čipovi) su činili 25% ukupnih prihoda tvrtke u drugom kvartalu, te je zasigurno da će i prihodi od tih čipova rasti. TSMC bi zbog svega

toga mogao uprihoditi dodatnih milijardu dolara samo na temelju svoje pozicije na tržištu u kojoj praktički diktira cijenu svojih usluga koje nitko drugi ne može ponuditi.

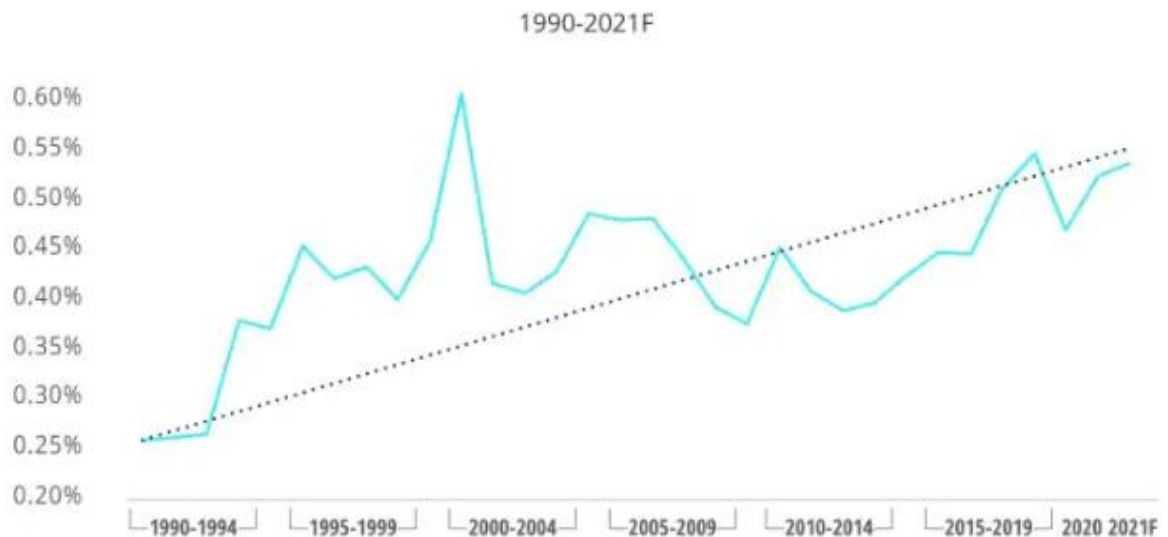


Slika 9. TSMC-ova raspodjela proizvodnih kapaciteta prema veličini čvora (Izvor: <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/TSMC-hikes-chip-prices-up-to-20-amid-supply-shortage>)

Ono što preostaje za vidjeti je koliko će ta poskupljenja direktno utjecati na konačne cijene proizvoda i uređaja koji koriste te čipove. Tvrtke koje prodaju potrošačku elektroniku poput Applea, Microsofta, Sonya i ostalih lakše mogu apsorbirati ovo poskupljenje zbog toga jer ti čipovi čine samo dio komponenti (odnosno dio troškova) unutar njihovih mobitela, prijenosnika, konzola i ostalih uređaja koje prodaju. To se isto odnosi i na proizvođače automobila. No za kompanije poput nVidije i AMD-a, čije su cijene proizvoda – odnosno računalnih komponenti, diktirane cijenom čipa pošto je taj čip gotovo i jedini trošak u proizvodu, ovo poskupljenje ih sigurno stavlja u nezavidniju situaciju.

#### 4.1. Važnost industrije poluvodiča u svjetskoj ekonomiji

Rast svjetskih cijena ove komponente nije iznenađujuć uzimajući u obzir sve veću popularnost i potražnju za pametnim uređajima, automobilima i ostalim tehnološkim uređajima zadnjih godina.



Slika 10. Udio industrije čipova u globalnom BDP-u (Izvor: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/growing-semiconductor-market.html>)

Na gornjoj slici možemo uvidjeti kako svjetska industrija čipova zauzima sve veći postotak globalnog BDP-a kroz godine. Sama uloga poluvodiča u svjetskoj ekonomiji zbog toga postaje bitnija i ostalim industrijama. U 90tim godinama prošloga stoljeća – kriza u industriji poluvodiča bi vjerojatno striktno utjecala na izrazito tehnološki orijentirane tvrtke, no danas kako vidimo - situacija je drugačija. No teško je točno brojkama opisati važnost industrije u svjetskim okvirima.

Počevši od 1996. godine – industrija poluvodiča je četiri puta doživjela godišnji rast od 35-60%, a pa od 15-50% čak pet puta. Ipak - bolji pokazatelj važnosti poluvodiča je mjerenje njihove prodaje u svjetskom udjelu BDP-a, pokazuje i situaciju okoline izvan specifične industrije – poput aspekata inflacije, ekonmskog rasta, ali i recesija.

Koristeći takav pristup, vidimo da u zadnja tri desetljeća, svjetski su prihodi od poluvodiča narasli sa 0.25% ukupnog postotka svjetskog BPD-a do 0.5% u 2020-toj. Ono što prihod ne uzima u obzir je dobit koja raste tijekom godinama. Početkom 90tih godina prošloga stoljeća, prosječna cijena čipa sa 1 MB memorije je iznosila 100 USD

(uzimajući u obzir inflaciju – to iznosi 200 USD u 2020.), a danas 1 MB košta otprilike 0.003 USD, kako navodi McCallum, J. C. Drugim riječima, tvrtke danas troše dvostruko više na poluvodiče nego li prije 30 godina, no za tu cijenu dobivaju tisuće puta bolje performanse u tim istim poluvodičima. Sami čipovi možda trenutno čine u postotcima mali udio svjetskog BDP-a (iako će ta brojka zasigurno biti veća narednih godina), no oni pogone bilijune dolara robe i procesa u svijetu.



## 5. SOCIJALNI ASPEKTI – UTJECAJ KRIZE NA RADNA MJESTA TE NA DOSTUPNOST POTROŠAČKE ELEKTRONIKE

Tehnološka premetanja na svjetskom tržištu, u ovoj današnjoj situaciji obični ljudi također izrazito osjete u svom dnevnom životu. King, I., Wu, D. i Pogkas, D. (2021.) pišu kako svaki komad elektronike koji koristi naprednije čipove postaje skuplji te ga je teže nabaviti u posljednje dvije godine. Pogledajmo računala, koja su neophodna za današnje funkcioniranje društva. Rast cijena komponenti računala kroz prethodne godine nisu novost, no ova kriza je drugačija. Limitirani opskrbni lanci, prevelika potražnja koja nije zabilježena do sad, nedostatak materijala za proizvodnju te svi ostali problemi indirektno uzrokovani COVID pandemijom. Posebno obratimo pozornost na jednu specifičnu komponentu – grafičku karticu – neophodnu za bilo koji grafički zadatak, istraživanje, posao ili igru. Prije kronološkog prolaska kroz trenutnu nestašicu, prisjetimo se prethodnih dizanja cijena GPU-ova te zašto su se one dešavale.

Azija i Pacifik 2015. godine su imali oko 20% veće cijene grafičkih kartica od ostatka svijeta izuzmemo li poreze i marže u tom dijelu planete zbog prevelike potražnje i problema u opskrbnim lancima, no cijene su se ubrzo vratile u normalu sljedeće godine sa izlaskom novih modela te rješavanjem problema opskrbnih lanaca od strane same nVidie i AMD-a. Market je doživio sličnu nestašicu 2017. godine kada je Nvidia izbacila svoju GTX 10 seriju, a AMD RX 500 seriju grafičkih kartica. Nestašica je proizašla iz toga što je Ethereum uz Bitcoin sve više dobivao pažnju šire javnosti, te mu je samim time i cijena rasla. To je godina kada se rudarenje valuta na grafičkim karticama popularizira, gdje doslovno svatko sa navedenim karticama može zarađivati uz prilično lagano postavljanje klijenta za rudarenje, tumači Thomas, J. (2021.).

Grafičke kartice su od svih komponenti jednoga računala možda i najosjetljivije na nestašice i volatilne cijene. Dvije najveće tvrtke za razvoj GPU-ova, AMD i nVidia zapravo proizvode samo mali broj svojih originalnih (eng. „reference model“) kartica. Oni ustvari svoj dizajnirani čip ( koje zapravo proizvode TSMC-ove i Samsungove tvornice) prodaju svojim partnerima koji tada izdaju svoje verzije tih čipova. Ovakav model poslovanja osigurava mnogo više izbora za krajnjeg potrošača jer različite kompanije nude različite vizije tih čipova gdje naprimjer možemo isti taj čip pronaći u

više različitih varijanti primjerice sa vodenim hlađenjem koje je namijenjeno zahtjevnijim zadacima koji će se obavljati ili tanju karticu sa tim čipom gdje je korisniku potrebna zbog manjeg kućišta koje posjeduje.

No, postoji jedan problem: Nvidia i AMD mogu postaviti svoju maloprodajnu cijenu za svoje proizvode, no ne mogu odrediti cijenu za koju će se ti čipovi prodavati pod drugim proizvođačima kartica, a one uveliko variraju o verzijama kartica, porezima, logistici i ostalom. Zbog svega toga u svijetu grafičkih kartica sugerirana cijena na početku prodaje novoga proizvoda nikada ni nije značila konačnu cijenu, nego se ta cijena nakon nekoga vremena proizvoda na tržištu iskristalizira. Ciljana cijena za koju AMD i Nvidia žele prodavati svoje proizvode tada postaje nebitna, nego se ona utvrđuje samom ponudom i potražnjom na tržištu.

Na početku izdavanja novih modela odmah se rasproda mali broj proizvedenih referentnih kartica proizvedenih od strane AMD-a i nVidie. Kartice od njihovih partnera dolaze tada na red, gdje se izbacuje veliki broj istih te se tako tržište stabilizira te se kupcima pruža više mogućnosti. Kako su i zadnja dva velika lansiranja novih modela (2015. i 2017.) obilježena nedostatkom kartica, kraj 2020. godine uz sve probleme koje je nosio je bio neizbježan za potpuni krah tržišta te probijanja cjenovnih granica za koje se nije mislilo da se mogu probiti.

## **5.1. Početak pandemije**

WHO 11. ožujka službeno koronavirus proglašava pandemijom. Ubrzo se sve države svijeta zatvaraju te se u većini njih prvih par tjedana dozvoljava izlazak samo u nužnim situacijama te osobama koje obavljaju poslove nužne za funkcioniranje društva i države same. Kako su svi poslovi koji su se obavljali u uredima, školama, i ostalim ustanovama prebačeni na online obavljanje svojih djelatnosti, potražnja za računalima je eksplodirala. Trenutno tržište jednostavno nije bilo spremno na iznenadni ogromni rast potražnje za svom elektronikom u vidu računala i njegovih komponenti. Prodavalo se sve što se proizvelo po mnogo višim cijenama nego uobičajenim (International Dana Corporation 2021.).

U isto vrijeme, industrija poluvodiča se, naravno, suočava sa svojim problemima izazvanim pandemijom. Uobičajen je proces rezervacije proizvodnih kapaciteta u ovim tvornicama, tako da kompanije potrošačke elektronike (no naravno ne samo one) poput Applea, AMD-a, nVidia-e, Sonya, svoje čipove na novim proizvodnim procesima rezerviraju mjesecima pa čak i godinama unaprijed.

### 5.1.1. Izlazak „Ampere“ grafičkih kartica

nVidia izbacuje svoju prvu grafičku karticu RTX 3080 17. rujna 2020. po preporučenoj cijeni od \$700 (cca. 4500kn) te tako obilježava početak nove „Ampere“ serije GPU-ova. Bez prevelikog iznenađenja, referentni modeli kartica su se odmah rasprodali samo bi odmah bile ponuđeni na stranicama poput eBaya, no naravno po mnogo višim cijenama. No čak ni to nije neuobičajeno za tržište grafičkih kartica.

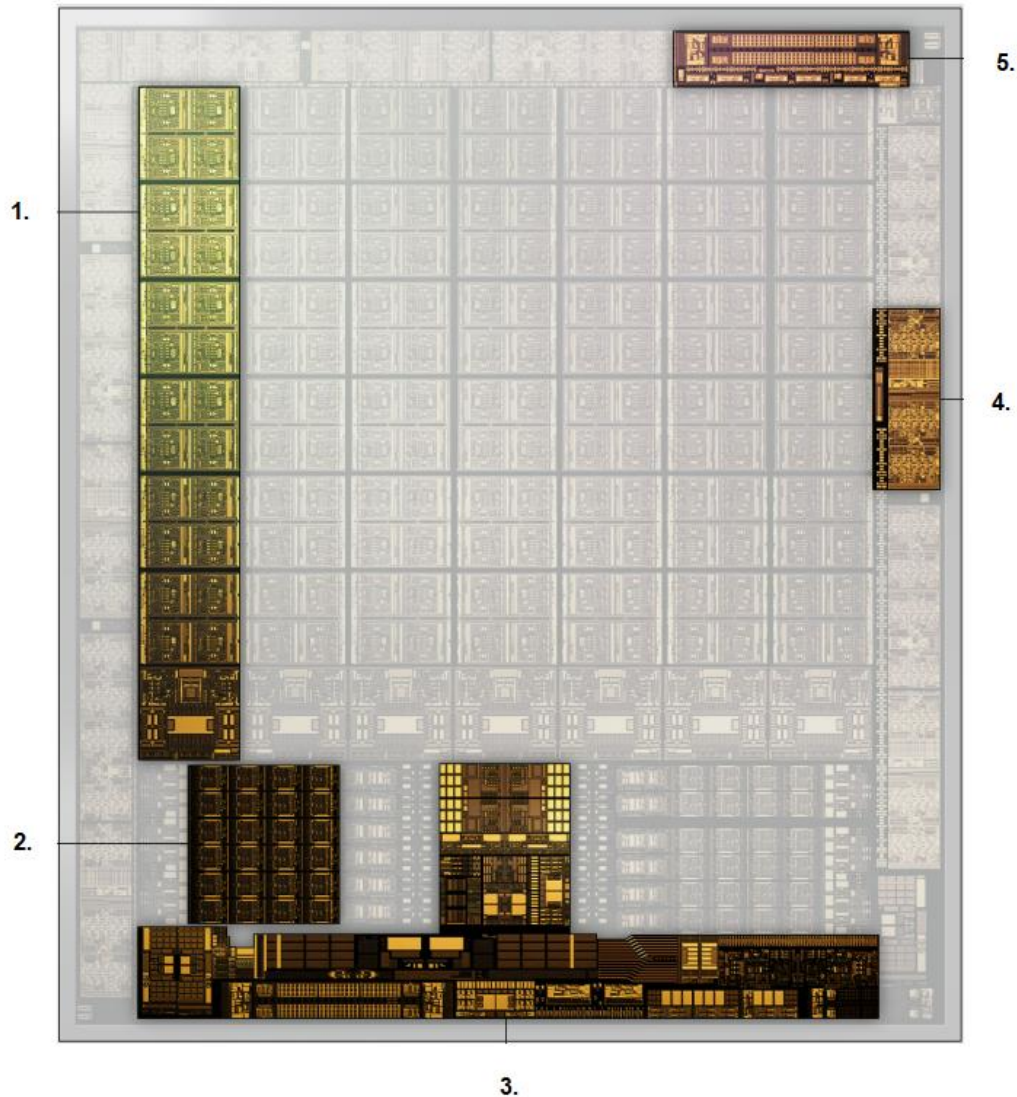
U to vrijeme, ta „kratkotrajna“ nestašica se prepisivala povećanoj potražnji. Glavni izvršni direktor nVidie Jensen Huang izjavio je da : *„RTX 3080 I RTX 3090 imaju problem potražnje, a ne opskrbnog lanca, te da nema problema koji se trebaju riješiti“* - tijekom GPU Technology Conferencea, aludirajući time na to da problemi izazvani koronom nisu nikako utjecali na lansiranje njihovih proizvoda (Krewell, K. 2021.).

Ubrzo se ispostavilo da to nije bio slučaj. Nvidia je za svoju liniju Ampere grafičkih kartica odabrala Samsung i njihovu 8nm proizvodnu tehnologiju čipova. Polako počinju izlaziti članci portala bliskih industriji kako Samsungov proizvodni proces ima poteškoća pri proizvodnji te da tzv. „yield rate“ nije na očekivanim brojkama. Ukratko, manje je silicijskih tranzistora koji se mogu izvući sa jedne ploče obrađenog materijala ( eng. Silicon wafer) što znači manje dobivenih iskoristivih čipova. nVidia je ubrzo i obznanila problem, te je krivnju suptilno prebacila na Samsung, piše Hruska, J. (2020.).

U isto vrijeme, cijene DRAM-a odnosno memorije koja se koristi na grafičkim karticama, također počinju rasti zbog velike potražnje. Uz sve rastuće probleme u industriji, loš „yield rate“ u Samsungovim tvornicama, povećanje cijena DRAM-a, ogromnoj potražnji, nVidia se našla u bespomoćnoj situaciji te se dešava tzv. „paper

launch“ odnosno proizvod se samo službeno izbacio na tržište, no do njega je gotovo nemoguće doći.

Pogledajmo skicu čipa grafičke kartice izgleda na primjeru RTX 3090 grafičke kartice:



- 1. Grafički procesori** – klaster logičkih krugova koji su zaslužni za većinu osnovnih grafičkih funkcija jedne kartice, primjerice izračun sjena i tekstura u obradi nekog modela u nekom od grafičkih alata
- 2. L2 i memorijski kontroler** – ovdje čip sprema podatke koji su mu potrebni za brzo pristupanje te rad na njima
- 3. Input/Output** – ovaj dio čipa komunicira sa ulazno/izlaznim jedinicama računala i opreme

4. **„Frame buffer“** – dio memorije koja sprema informacije, a te informacije postaju prikaz slike na monitoru računala
5. **NVLink sučelje** – koristi se za prijenos podataka između dva čipa dvije grafičke kartice kako bi one mogle raditi sa udruženim snagama, te tako pružati bolje performanse u radu

Valja napomenuti da gore prikazani čip ima fizičku veličinu od samo 6.28 cm<sup>2</sup>, odnosno visok je i dug samo oko 2.5 cm, dok u sebi sadrži 28.3 milijarde tranzistora. Što je veličina čipa manja, on će biti efikasniji te koristiti manje energije. Dakle povećanjem broja tranzistora na što manjem prostoru se ostvaruje jači čip koji koristi manje energije.

### 5.1.2. „Skalperi“ i „Botovi“

Najspretniji i najvještiji su ubrzo kapitalizirali cijelu situaciju. Odmah nakon izbacivanja kartica na tržište, tzv. „scalpers“ ili u slobodnom prijevodu – oni koji odmah grabe svoj plijen, su došli na ideju korištenja skripti koje su automatski kupovale kartice čim bi one bile izbačene u nekoj online trgovini. Kako one same kupuju proizvode, tako su i dobile svoje ime – botovi, jer same obavljaju posao za svog korisnika. Na taj način su se pojedini ljudi domogli i po više od 40-tak kartica, tumači Kan, M. (2020.).

Pandemija je potaknula masovno korištenje takvih skripti za automatsko kupovanje proizvoda. Skenirajući svaku moguću trgovinu te eksploatacijom procesa prilikom online kupnje, pojedinac kojemu je grafička kartica trebala zbog posla, škole ili zabave jednostavno nije imao šanse doći do nje. Izvještaji o korištenju „bot“ skripti najčešće dolaze sa društvenih medija, tako da je teško odrediti točan broj kartica koji su kupljeni skriptama. Prema nekim procjenama smatra se da su scalperi prodali približno 50, 000 Nvidia RTX 3000 serije grafičkih kartica što im je uprihodilo više od 61.5 milijuna dolara, piše Adamson (2021.). No oni su samo jedni od mnogih, a dok se takvi sustavi implementiraju već je kasno. Kartica više nije bilo, što je značilo masivno poskupljivanje starijih već korištenih kartica.

### 5.1.3. AMD-ova situacija

AMD izbacuje svoje nove grafičke kartice sa najnovijom RDNA-2 arhitekturom 28. listopada 2020. Natječući se sa nVidiom, njihovi proizvodi su se javnosti činili kao odgovor na probleme sa nedostatkom proizvoda iz njihovog „rivala“ u industriji. Čak je pri lansiranju visoki dužnosnik AMD-a izjavio kako njihovi proizvodi neće doživjeti sudbinu „paper launch-a“. Naravno to nije bilo tako. Pri izlasku RX 6800 XT-a, 6000 te 6900 XT one se rasprodaju doslovno u sljedećih par minuta. Patent je isti. Skripte su jednostavno pokupovale sav asortiman koji se nudio te ga plasirale na već cjenovno divljajuće „second hand“ tržište po cijenama koje su ljudi primorani platiti ukoliko žele funkcionalno računalo za posao koji rade.

AMD se također suočio i sa sebi specifičnim problemima. Uz lansiranje novih proizvoda u vidu GPU-ova, tvrtka je istovremeno lansirala i novu seriju procesora te proizvodila nove APU-e koji će pokretati nove generacije kućnih konzola od strane Microsofta i Sonya a koje su također izlazile na tržište u to vrijeme. Za sve te svoje potrebe AMD je odabrao TSMC kao svog dobavljača čipova što je dodatno zakompliciralo stvari za sve njihove klijente.

### 5.2. Popularizacija Crypto rudarenja

Pred kraj 2020. kriptovalute doživljavaju veliki porast u vrijednosti. 1. prosinca 2020. vrijednost Etheruma (koji se najčešće rudari sa grafičkim karticama) je bila oko 600 dolara po novčiću dok je danas, u vrijeme pisanja ovog rada, njegova vrijednost oko 3000 dolara. Teško je procijeniti koliko je kartica otišlo u ruke rudara, no broj je zasigurno ogroman. Rudarenje je postao ozbiljan biznis, te učinkovitost samih skripti za kupovinu grafičkih kartica zasigurno ima i veze sa rudarima, odnosno njihovim željama i sredstvima da dođu do njih. Tvrtke više nisu mogle ignorirati nestašicu, a naposljetku se i 7 godina stara kartica GT 730 izbacuje na tržište, naravno po nerealnoj cijeni, samo kako bi ljudi imali bilo kakvu mogućnost za sklopiti računalo.



**GIGABYTE**

Grafička Gigabyte NVIDIA GeForce GT 730, 2GB GDDR5 - MAXI PONUDA

👍 Sviđa mi se (2)

Dostupnost artikla: **Na skladištu 19,99 kn dostava**

Vrijeme isporuke: **1 - 3 dana**

Garancija proizvođača: **24**

Šifra artikla: GV-N730D5-2GL

Kataloški broj:

Povrat robe: Moguće unutar 15 dana

**Cijena 883,16 Kn**

Količina:  + -

 Platite na 12 rata bez kamata. Već od 73,60 Kn mjesečno.

Izaberite način plaćanja gotovina, pouzećem ili internet bankarstvom i uštedite dodatnih 5%

Cijena s popustom: **839,00 Kn**

Slika 11. Kartica u hrvatskoj trgovini informatičke opreme stara 7 godina (Izvor: <https://www.instar-informatika.hr/graficka-gigabyte-nvidia-geforce-gt-730-pci-e-20-2048-mb-gddr5-64-bit-dual-link-dvi-d1hdmi1-300w/GV-N730D5-2GL/product/>)

### 5.3. nVidijin pokušaj stabiliziranja cijena

Krajem veljače, nVidia objavljuje svoj plan borbe protiv nedostatka grafičkih kartica na tržištu: Lite Hash Rate (LHR) grafičke kartice. Sa izbacivanjem nove grafičke kartice mid-segmenta RTX 3060, nVidia je objavila da će srezati efikasnost odnosno hash rate rudarenja Ethereum na njoj, a i svim buduće izbačenim karticama za pola putem drivera, tumači Trevisan, T. (2021.).

No naravno, da kao i svaka kompanija koja radi za profit – ne žele se lako odreći svoje novostečene klijentele u vidu rudara kriptovaluta. Najavljuju tzv. CMP ( Cryptocurrency Mining Processor) kartice, koje uopće ne posjeduju video output te su isključivo namijenjene rudarenju valuta. Te dvije zajedničke odluke imaju u cilju osigurati da regularne grafičke kartice sa tržišta dođu u ruke svih onima kojima su potrebne za posao, školu ili zabavu.

### 5.4. Trenutno stanje tržišta

Rudari ubrzo nakon najavljanja LHR-a pronalaze način da drivere na novim grafičkim karticama prebace na verzije bez LHR-a zbog nVidijine greške u kojoj je jedan beta driver dospio u javnost bez da je LHR protokol bio postavljen u njegovom kodu. Tako se taj driver širio među zajednicom rudara te je ubrzo LHR sa softwareskom solucijom postao beskoristan, budući da nitko više ne bi koristio novoizbačene drivere nego bi ostali na tome bez LHR limitera te rudarili dalje. Tada nVidia odlučuje LHR implementirati na samom hardwareskom nivou, odnosno

onesposobljava jezgre svojih GPU-ova za specifične algoritamske operacije koje rudarima pomažu u zaradi.

U svibnju 2021. , nVidia izbacuje RTX 3080 Ti i RTX 3070 Ti modele grafičkih kartica, odnosno poboljšane verzije modela izbačenih krajem 2020. godine koje su naravno LHR limitirane kao i sve buduće kartice namjenjene „običnim“ korisnicima. Kroz upute trgovcima te ograničenja pri prodaji više kartica jednoj osobi, pokušavaju se boriti protiv skripti za automatsko kupovanje.

U međuvremenu, Ethereum fondacija objavljuje svoj plan prelaska sa proof-of-work modela na proof-of-stake model. Time se „work“ odnosno rudarenje pomoću grafičkih kartica izbacuje iz jednadžbe što bi trebalo rezultirati odustajanjem od rudarenja određenih skupina i ljudi, što ujedno i znači više kartica na tržištu kako onom rabljenih tako i novih, tumači Wackerow, P. (2021.).

Nestašica novih i bitno poskupljivanje rabljenih kartica nije gotova, no trenutno u ljeto 2021. situacija je povoljnija nego li početkom godine. Ipak, poskupljenje samih komponenti od koje su grafičke kartice rađene, problemi u tvornicama poluvodiča, udaljenost istih od europskih tržišta te svi porezi koji se nalaze između krajnjeg potrošača i proizvođača i dalje označavaju da će grafičke kartice u budućnosti, ignorirajući inflaciju, ipak biti znatno skuplje nego li prije 2 godine.

## **5.5. nVidijina kupnja ARM-a te protivljenje Europske Unije**

Zavidna pozicija nVidije te neočekivani profiti izazvani najvećom potražnjom računalnih komponenti u povijesti u zadnjih godinu dana im je omogućila na skupa preuzimanja ostalih tvrtki. Tako u prosincu 2020. objavljuju detaljan plan i postupak preuzimanja britanske tvrtke ARM ,a cifra koja se spominje je 40 milijardi dolara. Većinu ARM-ovih dionica drži japanska investicijska banka Softbank. To preuzimanje bi instantno pretvorilo nVidiju u jednog od najprominentnijih igrača u mobilnoj tehnologiji, tumači Konstantinovic, D. (2020.)

Tvrtka ARM ne proizvodi vlastite čipove, odnosno ne posjeduje proizvodne pogone. Svoje patente, naravno licencira daljnjim tvrtkama koje proizvode njihove čipove.



Partneri dobivaju mogućnost da dizajniraju te proizvode svoje uređaje ili sisteme sa ovim čipovima kao pogonskom komponentom. Mnogi Samsungovi, Appleovi pametni telefoni i tableti ( odnedavno i Appleova računala sa novim procesorima baziranim na ARM arhitekturi ), odnosno svi uređaji koji koriste Qualcommove čipove – zapravo svoje postojanje mogu zahvaliti ARM-u. No, nVidia u ljeto 2021. nailazi na opoziciju u svojoj namjeri u vidu Europske Unije. Zaključak je službeno iznesen kroz britanski CMA ( Ured za konkurentno tržište ) koji zajedno sa EU govori da bi ova transakcija bila štetna za obadvije strane u smislu gušenja inovacija tvrtke koje bi tada indirektno gušile tu specifičnu industriju kojom se Europa još uvijek može pohvaliti. Zanimljivo je da britanski i EU službenici zajedno rade na ovom protivljenju, iako Velika Britanija službeno nije u Europskoj Uniji.

nVidia u trenutku pisanja ovoga rada, sprema žalbu koju bi uložila službenom Brüsselu u vezi zabrane. No unatoč svemu, još je prerano za zaključke u vidu završavanja ove situacije. Naravno da postoji i mogućnost dogovora između svih strana. Također su prema CMA-u upućene i riječi utjehe, odnosno nVidia tvrdi da njeno preuzimanje ARM-a ne bi značilo promjenu poslovanja ARM-a, odnosno mjenjanje njegovih trenutnih proizvoda i licenci u korist same nVidie. No, CMA i dalje ne popušta u svojim nastojanjima da do transakcije ne dođe (White, A. 2021.).

Zasigurno je da malo tvrtki u branši može izdvojiti 54 milijardi dolara za preuzimanje ARM-a, a čak i da mogu i one bi se vrlo vjerojatno susrele sa regulatornim problemima u smislu blokiranja od strane EU i Velike Britanije. Jedini kupac koji bi zadovoljavao te uvjete, odnosno da se tehnologija ne prebacuje u ruke američkih tvrtki te tako dodatno gubi na tehnološkoj inovaciji kontinenta, su investicijske tvrtke. No, upitno je koliko su one kvalitetniji izbor za samu tvrtku od tehnološkog giganta poput nVidije.

Biti će interesantno pratiti kako će se situacija odvijati, jer sigurno je da su službenici iz Brüssela nakon cijele situacije sa poluvodičima u svijetu, te nedavnim planovima Europske Unije o digitalnom suverenitetu – zabrinuti zbog mogućnosti gubitka utjecaja u jednoj od rijetkih europskih tvrtki koja zapravo prednjači u svom specifičnom polju u svijetu.

Na kraju, slobodno možemo reći da veliki dio potrošačke elektronike postaju luksuzni predmeti koji su teže nabavljivi generalnoj populaciji nego li prije dvije godine.

## **5.6. Europska autoindustrija i njena ovisnost o čipovima**

Proizvođači automobila u Europi su također u nezavidnoj situaciji. Cijela situacija stvara jako tešku situaciju u vidu otkaza, zaustavljanja proizvodnje – što direktno utječe na socijalne aspekte čitavog društva. U jednu ruku moraju obznaniti javnosti kako je ta industrija bila previše ovisna o čipovima koji su bili rađeni od strane samo par kompanija. U drugu ruku, priznanjem kako zaostaju za planiranom proizvodnjom, skraćuju radne sate svojim radnicima, te u par slučajeva i zatvaraju tvornice na određeno vrijeme, riskiraju veliki udar na cijene svojih dionica. Zbog toga se optimistično gleda na cijelu priču kroz intervjue i izjave gdje se uvijek na kraju istih zaključuje kako bi se ubrzo situacija trebala normalizirati iako u praksi trenutno to tako i ne izgleda.

Daimler (Mercedes Benz) je u travnju 2020. godine više od 18 000 svojih radnika smanjio radne sate dok su proizvodne trake dviju tvornica u Bremenu i Rastattu zaustavljene na jedan tjedan te su se otvarale s naknadnim dolaskom čipova, piše Agence France-Presse (2009.).

Audi, pod okriljem Volkswagen grupe, je također istog mjeseca obznanio javnosti da će u njegove dvije tvornice u Englstadtu te Neckarsulmu u južnoj Njemačkoj više od 10 000 radnika raditi po novom skraćenom radnom vremenu. I ostali proizvođači diljem Europe smanjuju broj radnika, smanjuju sate ili na neodređeno vrijeme zatvaraju svoje proizvodne pogone. Renault je primjerice ugasio čak tri od svoje četiri tvornice automobila u Španjolskoj zbog trenutne situacije sve do rujna 2021. godine te dao dopust 9 000 svojih radnika. Krajem srpnja objavljuju informaciju da će u 2021. godini izgubiti 200 000 potencijalno proizvedenih automobila zbog nedostatka čipova, pišu Automotive News Europe (2021.).

## **5.7. Privremena rješenja za proizvođače automobila**

U problemu nisu samo veliki poznati proizvođači automobila. Tu je cijeli spektar tvrtki i kooperanata koji proizvode određene dijelove automobila za njih. Sve je izglednije kako će se cijela situacija preliti i na 2022. godinu. Zbog održavanja optimalne proizvodnje, mnogi bi se proizvođači mogli okrenuti naknadnom opremanju

automobila, odnosno vozilo se djelomično proizvede, a dijelovi se u njega tada ugrađuju postepeno kako dolaze u tvornicu. No to donosi i svoje rizike i boljke. Proizvodnja vozila te njihovo naknadno skladištenje u tvornici samo kako bi ih se naknadno u neprecizno definiranom razdoblju ponovno nadograđivalo sigurno košta tvrtku više te nosi sa sobom niz širih problema. Naknadna ugradnja retrovizora ili drški za otvaranje vrata možda zvuči lagano, no naknadna ugradnja osjetljivih elektroničkih dijelova u ECU automobila zasigurno nije.

Druga mogućnost je potpuno izbacivanje određene opreme iz automobila samo kako bi se proizvodnja tih modela nastavila. Primjerice Renault je iz svog novog Arkana SUV modela kompletno izbacio planirani napredni veliki ekran sa sustavom navigacije i ostalim mogućnostima iza volana te sada koristi starije verzije iz prethodnih modela. Nissan čini isto, te trenutno u svoja vozila ne ugrađuju sustave navigacije koje bi inače ta vozila imala.

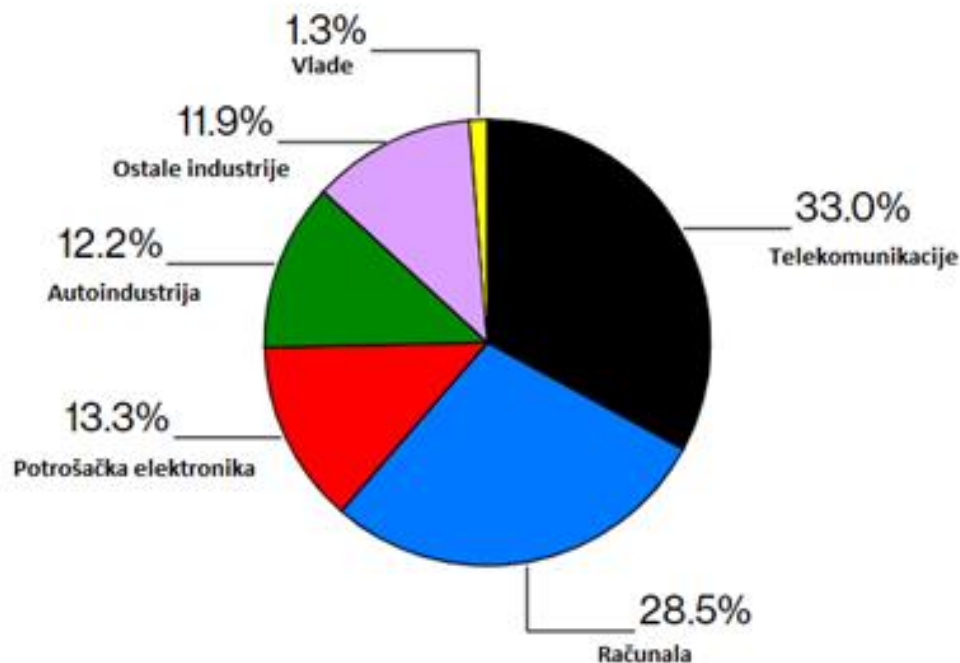
Prioritizacija najprofitabilnijih modela je još jedna mogućnost na stolu proizvođačima. Boljka te odluke je da kupci te trgovci automobila i dalje čekaju svoja ostala naručena vozila. Ultimativni rezultat toga bi bilo poskupljenje vozila zbog nestašice određenih modela te forsiranja drugih. Ipak, proizvođači najveće nade polažu u što brže dobivanje čipova za svoje potrebe. Govoreći na „Automotive Logistics and Supply Chain Europe“ online konferenciji, Jeremie Bouchard, direktor analitičke tvrtke IHS Markit, izjavio je da : *„neke kompanije naručuju i duple količine potrebnih čipova samo da bi ih dobili što prije te što više. To već napaćenom lancu opskrbe stvara još veće probleme. Umjetno stvorenom potražnjom se zbog toga ne može precizno odrediti kraj ove situacije.“* Također, situaciju uspoređuje i sa poznatim efektom „WC papira“ koji vežemo za 2020. godinu i početak COVID pandemije gdje su ljudi masovno kupovali i skladištili velike količine osnovnih namirnica (Chow, N. 2021.).

## **5.8. Kako Europska autoindustrija planira oživjeti vlastitu proizvodnju poluvodiča i mikročipova**

Kako je proizvodnja čipova od sve veće važnosti za svjetske sile te njihova gospodarstva pokazale su nam 2020. te 2021. godina bolje nego li bilo koje dvije godine prije njih. Nestašica čipova, zajedno za europskom autoindustrijom koja se

oslanja na par stranih dobavljača za iste je tu industriju stavila u izrazito neugodan položaj.

Globalno, autoindustrija je proizvela 2 milijuna vozila manje nego li je planirano. To su podaci samo za 2021. godinu do mjeseca travnja, a istraživanje je proveo IHSmarkit. Od tih 2 milijuna, 450 000 je ne proizvedenih vozila u Europskoj Uniji, pišu Fulthrope, M. i Amsrud, P. (2021.). Kako bi smo shvatili zašto je autoindustrija najspominjanija od svih u ovoj krizi nestašice čipova, pogledajmo zaključak „Statiste“ iz 2019. godine o najvećim konzumentima proizvedenih čipova.



Slika 12. Prikaz udjela najvećih konzumenata proizvedenih čipova 2019. godine (Izvor: <https://www.statista.com/statistics/272872/global-semiconductor-industry-revenue-forecast/>)

Kao i u SAD-u, glavni ljudi Europske Unije su se našli u nezavidnom položaju te žele izbjeći dešavanje takvih situacija u budućnosti. Europska komisija kroz poticaje i partnerstva sa vaneuropskim partnerima pokušava agresivno potaknuti lokalnu proizvodnju poluvodiča. Postavlja se pitanje: Da li je za to prekasno, kako će te investicije utjecati na sadašnju krizu, te da li će taj ogromni novac koji se sprema za ulaganje u tu granu jednog dana isplatiti domicilnoj industriji?

## 5.9. Kineska autoindustrija

Iako je autoindustrija kao jedna od glavnih gospodarskih pokretača Europske Unije u padu i problemima zbog više faktora, čini se da Kina pojačava svoju svjetsku prisutnost i na toj fronti. Njihova autoindustrija je čini se, spremno dočekala globalnu nestašicu čipova i sve okrenula u svoju korist iz razloga što je Kina uvijek okrenuta domaćoj proizvodnji, te je koristila čipove iz svojih kineskih tvornica poluvodiča. Između siječnja i svibnja 2021. godine, izvezli su 760 000 vozila, što iznosi porast od nestvarnih 103% naspram istog razdoblja prethodne godine. Od toga, isporučeno je 20 000 električnih vozila, ponajviše u zemlje zapadne Europe, zahvaljujući Teslinoj megalomanskoj gigatvornici u Šangaju koja je počela sa radom ove godine te će zasigurno biti jedan od glavnih kotačića kineske autoindustrije narednih godina. Kina će definitivno predstavljati važnu ulogu u bliskoj budućnosti i u vidu električnih vozila, gdje su neki njihovi domicilni autobrendovi poput NIO-a te Xpenga već počeli izvoziti svoje automobile u Europu (zasad samo Norvešku), tumači Harwit, E. (1995.).

*„Nedostatak čipova u autoindustriji, koji je započeo krajem 2020. godine je uvelike utjecao na globalnu proizvodnju automobila. No, zasigurno je da su kineski proizvođači zbog svoje fleksibilnosti i veće dostupnosti domicilnih čipova puno manje osjetili tu krizu.“* – izjavio je Cui Dongshu, iz CPCA za Global Times (2021.).

## 6. TEHNOLOŠKI ASPEKT – POSEBNOSTI EU INDUSTRIJE POLUVODIČA

Na razini Europske Unije već postoje razne inicijative i planovi kako potaknuti europsku proizvodnju čipova i poluvodiča. U ožujku ove godine, Europska komisija je objavila „Digital Compass Plan“ u kojemu se kao cilj navodi barem udvostručiti trenutnu proizvodnju te time činiti 20% svjetske industrije čipova i poluvodiča (Bahrke, J. i Manoury, C. 2021.). To je vrlo ambiciozan cilj. No ulazeći u dublje brojke i pitanja, EU će morati odlučiti kakvu vrstu čipova domaća industrija najviše treba, kakve će čipove buduća industrija trebati, da li je uopće moguće dostići jugoistočnu Aziju te Kinu u naprednim proizvodnim procesima koji zahtijevaju ogromne količine novca, vremena i znanja da bi se zapravo i pokrenuli.

Trenutna situacija sa nestašicom čipova je kompleksna iz razloga što nedostaje čipova raznog spektra – a pogotovo onih manje kompleksnih, starijih čipova čija tehnologija postoji već 20 ili više godine poput 40nm, 90nm pa čak i 130nm čipova. Zaključak je to Mike Hogana, podpredsjednika auto, industrijskog te multi tržišnog poslovanja u GlobalFoundriesu na panelu Europske automoto logistike i opskrbe (Automotive Logistics 2021.).

Zapravo i električna vozila, koja sadrže značajan broj više mikročipova od standardnog automobila, a čija je potražnja u Europi u izrazitom porastu, koriste ove čipove sa većim nanometarskim proizvodnim procesom upravo zbog njihove veće pouzdanosti te dužeg životnog ciklusa. Zbog toga u današnjim automobilima ne pronalazimo napredne čipove koje nalazimo u računalima i mobitelima.

Unatoč tome, tvrtke i vlade, uključujući Europsku Komisiju, su i dalje svjesni važnosti onih najnaprednijih čipova, te im je cilj omogućiti proizvodnju veće vrijednosti poput onih 10nm ili 7nm čipova. Proizvodnja istih će zasigurno osigurati opskrbu za naprednije tehnološke uređaje u budućnosti, no oni zasigurno neće riješiti postojeći problem u opskrbi domaće autoindustrije. Nešto se uvijek pita i Ujaka Sama, tako da Amerikanci na čelu sa trenutnom Bidenovom administracijom također planiraju ojačavanje svoje vlastite proizvodnje mikročipova sa financijskom injekcijom od čak nestvarnih 2 bilijuna dolara. Sama brojka govori koliko je neovisnost u ovome segmentu bitna SAD-u. Intel planira sam uložiti 20 milijardi dolara u dvije nove tvornice

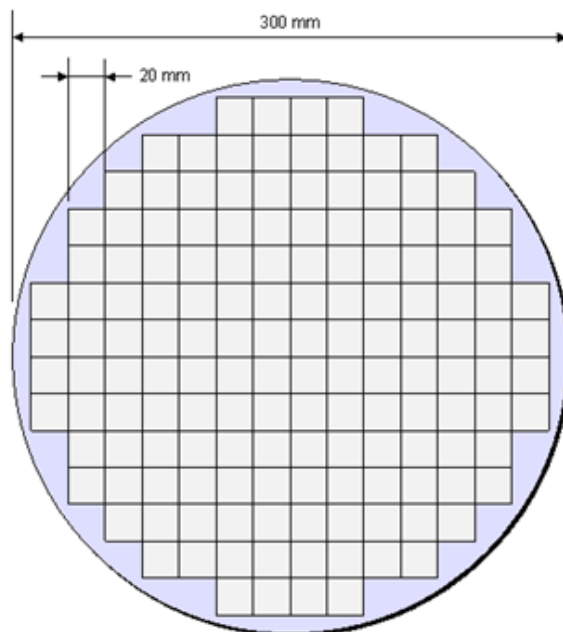
u Arizoni kako bi proširio svoj portfolio tvornica koje se bave ciljano proizvodnjom poluvodiča i mikročipova.

TSMC također pokušava surađivati te ojačavati svoje položaje u stranim zemljama kako bi se što više politički odmaknuo od Kine te su tako i oni objavili gradnju nove tvornice u Arizoni u vrijednosti od 12 milijardi dolara koja bi trebala započeti sa proizvodnjom 5nm čipova 2024 godine. Navodno je i Samsung u pregovorima sa SAD-om oko gradnji tvornica na njihovom tlu, otkriva Yang, S. (2021.).

Europska komisija očito smatra da je od strateške važnosti da EU postane kompetentnija u samostalnoj proizvodnji naprednijih mikročipova. Iako EU ima snažnu tehnološku i akademsku IT zajednicu, ona je ipak ovisna u uvozu najbitnijih komponenti poput procesora te raznih čipova -koji su temelj IT industrije. Konkretni potezi se već povlače. Pod okriljem IPCEI (Important Projects of Common European Interest) inicijative, ako se kompanije odluče proizvoditi napredne čipove sa manjim nanometarskim proizvodnim procesom te u njega ulože minimum 60% vlastitog novca, EU će financirati ostatak iznosa do maksimalnih 40% (Europska Komisija 2021.).

Dobra je vijest i da sami proizvođači mikročipova i poluvodiča globalno povećavaju te planiraju nova povećanja u proizvodnji – uključujući i one europske. Infineon Technologies planira ove godine početi graditi novu tvornicu mikročipova koja bi proizvodila čipove na 300 milimetarskim waferima u vrijednosti od 1.6 milijardi eura u Villachu – Austriji, otkrivaju Business & Financial Press (2018.).

Za shvaćanje, ilustracijom wafer-a od 300mm je prikazano koliko bi svaka ploča materijala (wafer) davala elementarnih integriranih krugova (die) od kojih se izrađuje jedan čip. U slučaju ove tvornice, ona bi dobivala 148 takvih krugova po jednoj ploči, no to je u praksi vjerojatno koja integrirani krug manje pošto neki otpadaju nakon nezadovoljavanja kriterija prilikom procesa testiranja.



Slika 13. Tehnički nacrt wafera od 300 mm (Izvor: <https://www.edn.com/how-many-silicon-chips-are-there-on-a-300-mm-wafer/>)

Robert Bosch, u međuvremenu, za potrebe autoindustrije otvara milijardu eura vrijednu tvornicu u Dresdenu na ljeto 2021. godine. Trenutno kompanija Bosch posjeduje dvije tvornice mikročipova u Reutlingenu – Njemačkoj, a ova u Dresdenu će biti njihova treća takve vrste, te je označena kao jednim od najbitnijih projekata u povijesti kompanije. Nova tvornica je odgovor Boscha na trenutnu situaciju u svijetu, gdje Njemačka i dalje želi sačuvati epitet države sa najvišom tehnološkom proizvodnjom.

### 6.1. Veliki adut Europske Unije – ekstremna ultraljubičasta litografija

Intel, Samsung i TSMC već su bili prisiljeni tražiti nove načine suradnje i udio troškova za održavanje trenutnog tempa vrhunskih inovacija. Kombinirana potrošnja na istraživanje i razvoj te kapitalni izdaci američkih tvrtki za poluvodiče porasli su 2019. godine na 72 milijarde dolara s 40 milijardi dolara u 2007. godini. Odražavajući rastuće troškove u toku s Mooreovim zakonom 2018. godine, još jedan veliki igrač, GlobalFoundries - u vlasništvu suverenog fonda UAE Mubadala - učinkovito je ispao iz utrke za globalno vodstvo, najavljujući da će napustiti razvojne napore za proizvodnju 7-nm čvorova, prvenstveno zbog previsokih troškova alata.

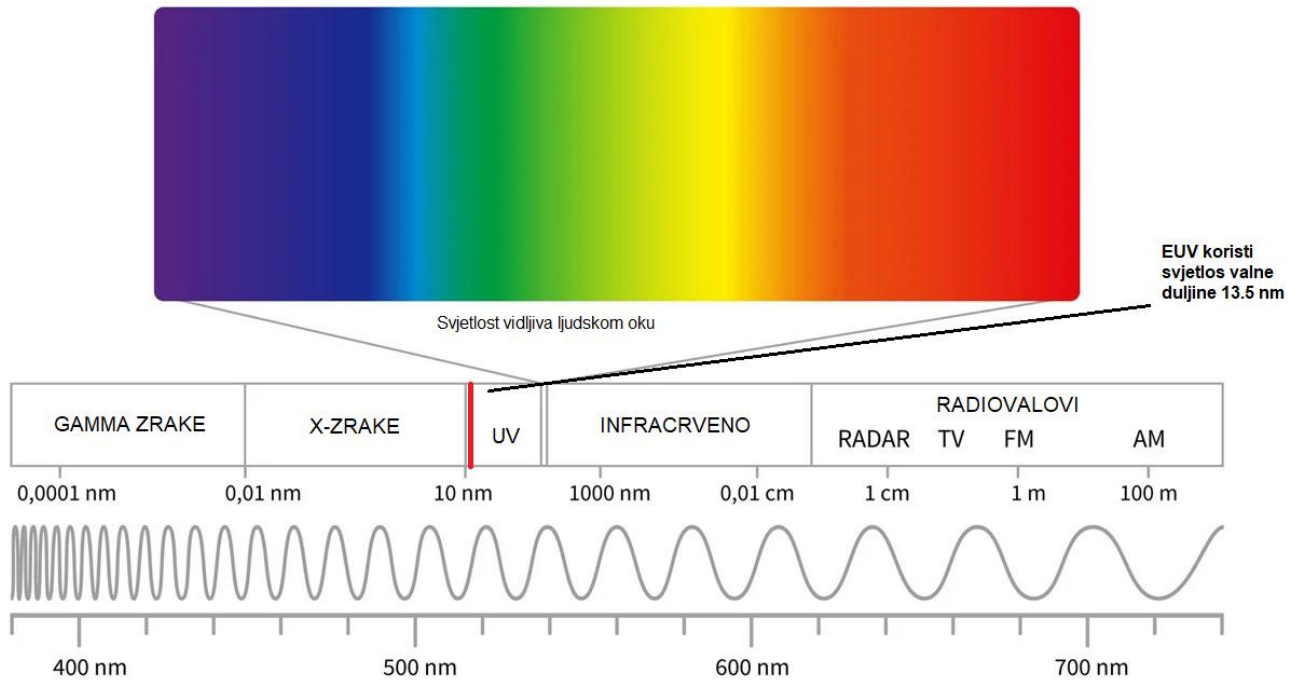


Jedno specifično usko grlo za SMIC i druge kineske proizvođače je ekstremno ultraljubičasto zračenje (EUV) litografska tehnologija, proizvodna tehnologija sljedeće generacije za koju je potrebno prijeći na čvorove ispod 7 nm. EUV, koji koristi kratke valne duljine ultraljubičastog svjetla za postizanje finijih i gušćih uzoraka sklopova nego što je moguće s ranijim tehnikama proizvodnje, koriste TSMC i Samsung na 7-nm procesnom čvoru. Intel radi na integraciji EUV-a u svoje komercijalne proizvodne linije, ali je naišao na probleme, tumači Nenni, D. (2021.). TSMC, Samsung i Intel će se oslanjati na EUV za 5 nm izradu čvorova. Tu na scenu stupa jedna iznimna europska tvrtka, no razjasnimo prvo ukratko što je to EUV.

EUV je iduća generacija poluvodičkih proizvodnih tehnologija koju razvijaju svjetski lideri u industriji za postizanje čvorova ispod 7 nm. Prethodno najmoderniji 10-nm procesni čvor koristio je svjetlost generiranu ekscimernim laserima s fluoridom argona na valnim duljinama do 193 nm za graviranje sklopova na silicijskim pločicama. Iako su znanstvenici uspjeli pomaknuti granice od 193 nm-ske litografije kroz inovacije poput uranjanja u vodu i drugih tehnika, radi poboljšanja razlučivosti proizvodnog procesa, ova su rješenja naišla na svoje efektivno ograničenje na 7 nm. Najnovija proizvodnja na 7 nm i niže pomoću TSMC-a i Samsunga koristi mješavinu EUV -a i tradicionalnijih litografskih tehnika kako bi se postigle manje veličine - što nije bilo moguće s ranijim metodama (ASML 2019.-2021.).

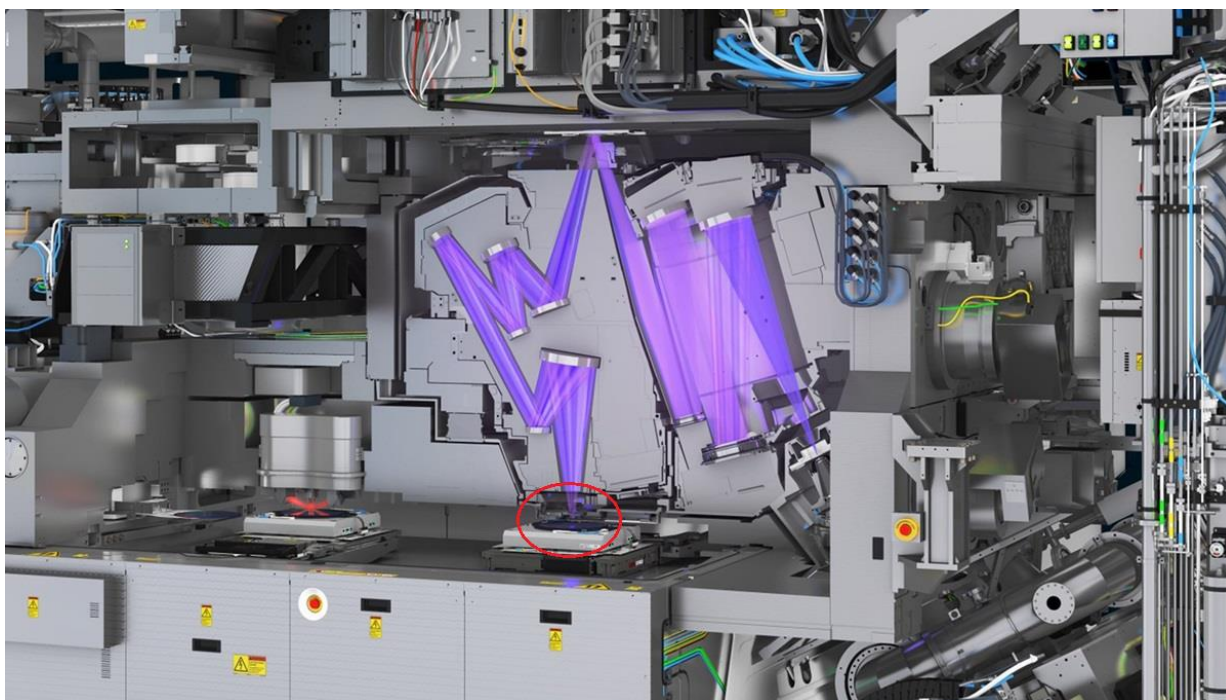
EUV tehnologija koristi svjetlo na valnim duljinama do 13,5 nm za urezivanje finijih značajki, što omogućuje gušće integrirane krugove koji isporučuju veću računalnu snagu uz niže zahtjeve za potrošnjom energije. U elektromagnetskom spektru, ekstremno ultraljubičasto zračenje je dio sa najviše energije u UV dijelu spektra. On se kreće između 100 i 10 nm , između x-ray radijacije (<10nm) te duboke ultraljubičaste (od 100 do 200 nm). Za usporedbu: vidljive valne duljine ljudskom oku se kreću u rasponu od 400 do 700 nm, a UV radijacijom se smatraju duljine od 400 do 280 nm. To su UV radijacije koje ispoljava naše Sunce te koje dohvaća Zemljinu površinu.

UKUPNI VALNI SPEKTRUM KOJI DANAŠNJIM TEHNOLOGIJAMA MOŽEMO OČITATI



Slika 14. Ukupni valni spektar koji današnjim tehnologijama možemo očitati (izvor: <https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html>)

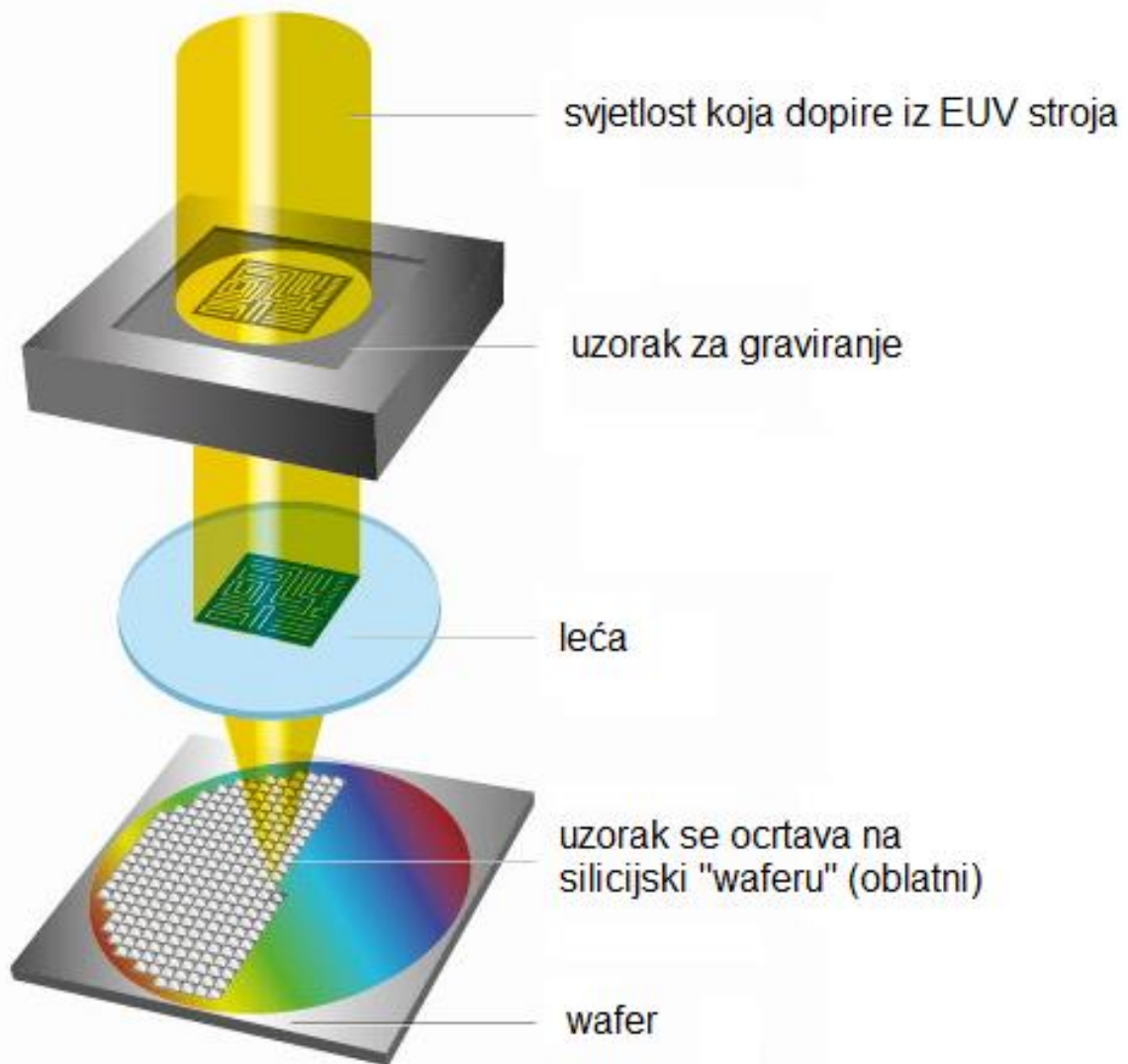
Međutim, proces stvaranja svjetlosnog snopa na tako kratkim valnim duljinama i njegovo iskorištavanje za stvaranje integriranih krugova uz komercijalno isplative prinose iznimno je složeno. EUV litografija uključuje stvaranje mikroskopskih kapljica kositra, koje se ispuštaju u vakuum, bombardiraju snažnim laserima i isparavaju u plazmu koja zatim emitira EUV svjetlo na ciljanoj valnoj duljini. EUV svjetlo fokusirano je i odbija se od niza ogledala te se posebno dizajniraju fotomaske prije urezivanja reflektiranog uzorka na silikonsku pločicu. Jednostavno rečeno: za stvaranje što manjih uzoraka na čipu potrebna su centrirani snopovi svjetlosti što manje valne duljine.



Slika 15. Prikaz litografije pomoću naprednih zrcala na jednom waferu (izvor: <https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems>)

Na gornjoj slici vidimo koliko je zapravo teško dobiti svjetlosni snop specifične valne duljine. Označeni dio slike predstavlja graviranje silicijskog wafera – odnosno litografiju. Ne postoji materijal koji može reflektirati dovoljan snop EUV spektruma putem jedne leće. Zbog toga se koristi više leća, koje reflektiraju jednu drugu te tako smanjuju snop svjetlosti do željene valne duljine. Ova ogledala se proizvode od molibdena (koji od svih elemenata najbolje reflektira EUV svjetlost). Taj element uspijeva od sebe reflektirati 74% svjetlosti što znači da se otprilike četvrtina radijacije gubi prilikom svakog odbijanja svjetlosti u drugo zrcalo. EUV ogledala su izrazito kompleksna za proizvesti. Njihova površina mora biti savršeno glatka i perfektno čista. Tu pričamo o atomskim razinama čistoće jer inače refleksija može biti deformirana, a snop svjetlosti nepovoljan za ocrtavanje čipa.

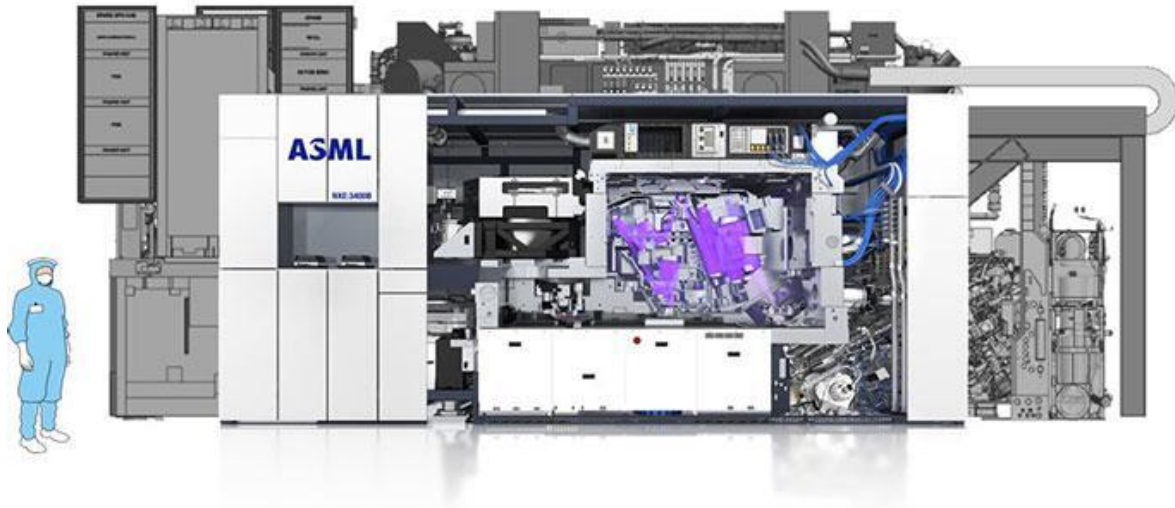
EUV-ovi značajni zahtjevi za snagom, potreba za remontom važnih dijelova proizvodnih procesa za rad s kraćim valnim duljinama UV svjetla i druge prepreke inženjeringa i performansi prepreke stvorile su značajne izazove za pokretanje EUV-a s dovoljnom radnom snagom, propusnošću i komercijalno isplativim prinosom. Na donjoj slici je grafički prikazan proces utiskivanja, odnosno litografije na silicijskim waferima.



Slika 16. Skicni prikaz proizvodnje čipa na „waferu“ odnosno svjetlosne litografije (Izvor: <https://bits-chips.nl/artikel/asml-for-beginners/>)

Nizozemska tvrtka za proizvodnju opreme za proizvodnju poluvodiča ASML jedina je svjetska komercijalni proizvođač litografske opreme EUV. EUV litografski strojevi mogu koštati više od 140 milijuna dolara. ASML-ova EUV oprema također koristi značajne količine američke tehnologije, dajući vladi SAD-a izgovor da pokuša kontrolirati isporuke EUV opreme u Kinu pod američkim propisanim regulacijama izvoza. Medijski izvještaji početkom 2020. ukazivali su na to daje SAD vršio pritisak na Nizozemsku da blokira isporuku napredne opreme za litografiju EUV-a SMIC-u putem ASML -a. Bez pristupa ovoj opremi i timovima inženjera na razini doktorata koji mjesecima rade na instaliranju i finom podešavanju, SMIC, a samim tim i Kina - možda neće imati održiv put do čvorova procesa ispod 7-10 nm u doglednoj budućnosti. Time će Huawei i druga kineska tehnološka poduzeća ostati ovisni o stranim dobavljačima

čipova. Da bi smo stvorili sliku kako taj stroj izgleda, promotrimo donju sliku u usporedbi sa odraslim čovjekom.



Slika 17. Stroj za litografiju čipova tvrtke ASML (izvor: <https://www.asml.com/en/news/stories/2020/asml-wins-semi-americas-award-for-euv>)

U međuvremenu, američke vanjske direktive koje ciljaju na oslabljenje Huaweiijeve tvrtke kojom se koriste za proizvodnju čipova - HiSilicon, su zasigurno pomogle u prekidanju spona između kineskog tehnološkog giganta te ljevaonica poluvodiča koje se nalaze na Tajvanu, pišu Woo, S. i Jie, Y. (2021.). ASML je zbog svega toga definitivno važan europski igrač u svjetskoj utakmici poluvodiča jer putem njega EU direktno ima utjecaj na proizvodnju najnaprednijih čipova današnjice, te bi ta tvrtka u industriji čipova trebala biti jedna od predvodnica Europe ka većoj tehnološkoj samostalnosti.

## 6.2. Europski savez za dizajn i proizvodnju poluvodiča

Uz dokumente i strategije donijete sredinom 2021. godine, EU je potaknula europske proizvođače čipova na kreiranje „Industrijskog saveza za procesorske i čip tehnologije“. Cilj saveza je ujediniti ciljeve ključnih tvrtki u polju na Starom kontinentu te pomoću njega također doći bliže do cilja tehnološkog suvereniteta. Glavni cilj saveza je da se 20% čipova koje se u Europi koriste – proizvode na europskom tlu. Detaljni plan još nije iznesen u službenoj dokumentaciji iz Brüsselsa, no zna se da se

cilja na pridobivanje TSMC-a na pomaganje europskim proizvođačima u proizvodnji naprednijih čipova.

Industrijski savez za procesorske i čip tehnologije je pokrenut 19. srpnja u Bruselu sa glavnim ciljem identificiranja trenutnih problema u industriji te tehnološkog razvoja potrebnog za uspješnost europskih tvrtki i organizacija u ovom savezu, a konačnici i svih tvrtki u istom sektoru na kontinentu.



*Slika 18. Logo novonastalog europskog saveza "Industrial Alliance for Processors and Semiconductor Technologies" (Izvor: European Commission 2021.)*

Savez želi ojačati i održavati suradnju sa Europskom Unijom i njenim inicijativama te pružiti potrebnu tehnologiju i resore u vidu čipova i poluvodiča kako bi Europa mogla neovisno proizvoditi svoju ključnu infrastrukturu te nove digitalne tehnologije, a to uključuje i pomaganje autoindustriji, industriji automatizacije, zdravstvenoj industriji te novim sistemima koji se okreću umjetnoj inteligenciji. Uz to, kako je naglašeno u dokumentu, europski ekosistem elektroničkih proizvoda, odnosno njihovih proizvođača će se ojačati te će se za to sve osigurati potrebna infrastruktura. Upravo se to i smatra najvećim nedostatkom koje Europa ima u ovom sektoru. Zbog toga se svaka tvrtka u sektoru poziva na priključivanje savezu. Uz ovaj savez, također je začeo i savez za velike industrijske podatke i cloud industriju, pošto se i te dvije grane informatičke industrije smatraju bitnima za tehnološku budućnost i suverenitet Europske Unije (European Commission 2021.).

Ciljevi ovih saveza nisu novost, zbog toga jer su oni već bili zacrtani na sastancima Europske komisije sredinom ožujka, kada je dokument Europskog digitalnog suvereniteta do 2030. i objavljen. Glavna novost koja se desila od te inicijative je ta da se privatni sektor koji se bavi dizajnom ili proizvodnjom poluvodiča i čipova poveže sa državnim, odnosno europskim sredstvima predviđenima za ovu granu. 21. srpnja

2021., europski povjerenik Thierry Breton službeno posjećuje tvornicu čipova ST Microelectronics u Francuskoj. U razgovoru sa direktorom tvrtke – Jean-Marc Cheryem, dolaze do zaključka da je ključ povratka Europe na tehnološku mapu svijeta zapravo specijalizacija, a ne minijaturizacija. Pod minijaturizacijom se misli ulaganje novca u što naprednije čipove kakve proizvode TSMC i Samsung, tumači Drozdiak, N. (2021.).

## 7. ZAKLJUČAK

Političari tada Azijskih Tigrova u nastajanju su vjerojatno imali pogled u današnje dane. Njihovi potezi su doveli pogotovo dvije zemlje – Tajvan i Južnu Koreju u praktički monopolističku situaciju gdje upravljaju trenutno jednim od najtraženijih resursa na planeti. Sve velike svjetske sile se bore za njihovu pozornost, te se natječu koja će im više ponuditi (ne samo u smislu novaca) da bi svoje znanje u vidu tvornica i ljevaonica barem dijelom počeli otvarati na njihovom tlu. Možemo slobodno reći da su te dvije tvrtke ( a i zemlje) izišle kao najveći pobjednici iz situacije uzrokovane koronavirusom.

No, da li je sada prekasno za upumpavanje novaca europskih poreznih poreznika u nešto što je skupo te čija izgradnja i postavljanje proizvodnje dugo traje?

Iako tako nešto može zvučati kao i pametno rješenje za budućnost, zapitajmo se sljedeće. Svjetski opskrbeni lanac poluvodiča je izrazito kompleksan. Da se ljevaonica i izgradi u Europi, njezini proizvodi zasigurno nebi mogli ostati u Europi. Ako bi se sastavljanje i testiranje također obavljalo u Europi, proizvodi bi jednostavno bili preskupi za današnje svjetsko tržište. Ne zaboravimo da se većina čipova danas i šalje većinom za Kinu (jeftinija , ali i mnogobrojnija radna snaga), gdje ih onda tvornice ugrađuju u uređaje koji ih koriste. Da li bi to sve skupa bilo vrijedno spašavanja par promila/postotaka gospodarstva više u određenim industrijama tijekom krize?

SAD tu puno bolje stoji, TSMC zasada kompletno ignorira EU u njenim početnim nastojanjima da dovedu dio svoje proizvodnje na europsko tlo. Potpuno su se okrenuli Bidenu i njegovoj administraciji, te uskoro počinju graditi ljevaonice u Arizoni.

No da li to znači da će Europa zaostati još više u tehnološkoj razvijenosti? Ne mora nužno značiti.

Kako dovođenje TSMC-a ili Samsungovih ljevaonica čipova zvuči teško izvedivo, Europska Unija bi se trebala posvetiti onome čemu već ima, a to je monopolistička moć u lancu opskrbe najnaprednijih čipova u vidu naprednih ASML mašina koje se koriste za proizvodnju 7nm ili manjih veličina čvorova. Također i njemačke kompanije Trumpf te Zeiss oboje proizvode komponente tih strojeva, te upravo tako vidimo koliko zapravo opskrbeni lanac u ovoj industriji čini mnogo karika. Ove tvrtke bi se trebale proglasiti strateškima na razini Unije te čuvati od preuzimanja ili transfera tehnologije.



Uplitanje SAD-a u poslove ovih tvrtki te zabrana prodaje tehnologije su također nešto na što EU treba obratiti pozornost. EU se zasigurno neće odlučiti na prodaju tehnologije Kinezima, pa čak i bez američkog uplitanja, no ne smije doći do situacije u kojoj o sudbinama europskih tvrtki u potpunosti odlučuju vlade iz Washingtona.

Jačanje uloge u opskrbnom lancu također povećava moć prilikom kriza poput ove te EU kroz razne mehanizme tada može obezbijediti potrebne čipove za svoje potrebe. Trenutno plan Europske Komisije u nastojanju da 20% svjetske proizvodnje čipova do 2030. bude u Europi zvuči ekstremno nerealno. Zbog prethodno nabrojanih razloga gradnja ljevaonice u EU je podjednaka gradnji katedrale u pustinji. Investiranje u poslovne sustave izgrađene u EU, a koji se nalaze u lancu opskrbe poluvodiča i čipova, a ne financiranje stranih je zapravo i jedini korak ka što većoj samostalnosti, jer potpuna samostalnost u današnjem svijetu više jednostavno nije moguća. Ovo se pogotovo odnosi na tvornice koje još opskrbljuju bitne europske industrije poput autoindustrije, zdravstva, te industrijske automatizacije. Također, ako govorimo o pravoj političkoj sigurnosti sljedećih godina – AI je tek u zamahu te ima potencijal biti primjenjiv u gotovo svakoj industriji.

Iako se na SAD gleda kao partnera u svim sferama već dugi niz godina, sa svim aferama vezanih za špijunaže, proboje sigurnosti i ostalima – EU je svjesna činjenice da se u najključnijim stvarima mora pouzdati u svoje snage. Smatranje SAD-a strateškim partnerom se ne može promijeniti u bliskoj, ali i daljoj budućnosti, zbog svih veza koje su nastale od 2. svjetskog rata pa sve do danas. Iako su oboje članice NATO-a, surađuju u mnogim drugim organizacijama zajedno – te se oboje smatraju kao predvodnicima zapadnog svijeta, EU mora biti svjesna da je SAD-u ekonomski rast te prevlast nad Kinom na prvom mjestu. Da li će to štetiti njihovim partnerima dolazi na drugom mjestu, a zbog svega toga EU mora odlučiti koji je njezin stav u pitanju ove situacije, odnosno trenutnog tehnološkog rata između SAD-a i Kine. SAD i EU su službeno partneri, ali partnerstvo se mora prenijeti i na gospodarstvo, te si EU ne smije dopustiti da o ključnim gospodarskim pitanjima ovisi o volji iz Washingtona. EU se ne smije dovesti u situaciju da ispadne kolateralna žrtva tih obračuna, te da njeno gospodarstvo te državljani članica EU naposljetku budu gubitnici zbog cijele situacije. Pitanje je vremena kada će Kina uspjeti dohvatiti korak sa Tajvanom te početi proizvoditi najmodernije svjetske čipove.

Vlak za ljevaonice koje bi proizvodile najnaprednije čipove na europskom tlu je zasigurno prošao za EU (barem u tehnološkom planu do 2030.), no tehnološki napredak ne staje, a položaj u svjetskoj geopolitici se treba tražiti u industrijama i tehnologijama bliskima ovima kao što smo vidjeli na primjerima u radu. Europa znanja i ljudskoga kapitala zasigurno ima, sve je na službenom Brusselsu te njegovim potezima. Ciljevi su jasni: Europa se zbog svog gospodarstva i digitalne sigurnosti ne smije dovesti u situaciju u kojoj će njene poteze vući druge sile.

## POPIS LITERATURE

### Knjige

1. Harwit, E. (1995.) *China's Automobile Industry: Policies, Problems and Prospects (Studies on Contemporary China)*. Routledge
2. Mathews, J. A. i Cho, D.-S. (2007.) *Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia (Cambridge Asia-Pacific Studies)*. 1st Edition. Cambridge University Press.
3. Pierret, R. F. (1996.) *Semiconductor Device Fundamentals*. 2nd Edition. Massachusetts: Addison-Wesley Longman.
4. Michael J. Flynn, Wayne Luk, (2010.) *Computer System Design: System-on-Chip*, Wiley

### Izvori s interneta

1. Adamson (2021.) Scalpers Sold 50 Thousand GeForce RTX 3000 Cards for \$61.5 Million. [Online] Dostupno na: <https://www.gamepressure.com/newsroom/scalpers-sold-50-thousand-geforce-rtx-3000-cards-for-615-million/z32c77> [Pristupljeno: 3. kolovoza 2021.]
2. Agence France-Presse (2009.) Daimler Idles 18,000 Truck Workers for Several Months. [Online] Dostupno na: <https://www.industryweek.com/leadership/companies-executives/article/21942987/daimler-idles-18000-truck-workers-for-several-months> [Pristupljeno: 13. srpnja 2021.]
3. Alsop, T. (2021.) Semiconductor industry sales worldwide 1987-2022. [Online] Dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/266973/global-semiconductor-sales-since-1988/> [Pristupljeno: 5. srpnja 2021.]
4. ASML (2019.-2021.) EUV lithography systems. [Online] Dostupno na: <https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems> [Pristupljeno: 28. kolovoza 2021.]
5. Automotive Logistics (2021.) Watch: How today's chip shortage could help the automotive supply chain flourish in the long run. [Online] Dostupno na:

- <https://www.automotivelogistics.media/automotive-logistics-and-supply-chain-europe-live-2021-on-demand/watch-how-todays-chip-shortage-could-help-the-automotive-supply-chain-flourish-in-the-long-run/41793.article?adredir=1> [Pristupljeno: 14. kolovoza 2021.]
6. Automotive News Europe (2021.) Audi idles 10,000 staff on chip shortage. [Online] Dostupno na: <https://europe.autonews.com/automakers/audi-idles-10000-staff-chip-shortage> [Pristupljeno: 1. kolovoza 2021.]
  7. Automotive News Europe (2021.) Renault sees chip shortage hitting output. [Online] Dostupno na: <https://europe.autonews.com/automakers/renault-sees-chip-shortage-hitting-output> [Pristupljeno: 1. kolovoza 2021.]
  8. Bahrke, J. i Manoury, C. (2021.) Europe's Digital Decade: Commission sets the course towards a digitally empowered Europe by 2030. [Online] Dostupno na: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_21\\_983](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_983) [Pristupljeno: 10. kolovoza 2021.]
  9. Business & Financial Press (2018.) Infineon prepares for long-term growth and invests €1.6 billion in new 300-millimeter chip factory in Austria. [Online] Dostupno na: <https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/press/press-releases/2018/INFXX201805-054.html> [Pristupljeno: 18. kolovoza 2021.]
  10. Chow, N. (2021.) How the European automotive industry aims to build back semiconductor and chip supply. [Online] Dostupno na: <https://www.automotivelogistics.media/insight/how-the-european-automotive-industry-aims-to-build-back-semiconductor-and-chip-supply/41848.article> [Pristupljeno: 7. kolovoza 2021.]
  11. Drozdiak, N. (2021.) EU's Breton Says Time to Fix 'Naive' Approach to Chip Supply. [Online] Dostupno na: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-05-05/europe-looks-to-secure-chip-supply-after-naive-past-approach> [Pristupljeno: 9. rujna 2021.]
  12. European Commission (2021.) Alliance on Processors and Semiconductor technologies. [Online] Dostupno na: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/alliance-processors-and-semiconductor-technologies> [Pristupljeno: 5. rujna 2021.]

13. Europska Komisija (2021.) Important Projects of Common European Interest (IPCEI). [Online] Dostupno na: [https://ec.europa.eu/competition-policy/state-aid/legislation/modernisation/ipcei\\_hr](https://ec.europa.eu/competition-policy/state-aid/legislation/modernisation/ipcei_hr) [Pristupljeno: 17. kolovoza 2021.]
14. Fiott, D i sur. (2021.) Workshop: Achieving Strategic Sovereignty for the EU. [Online] Dostupno na: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/653634/EXP\\_O\\_STU\(2021\)653634\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/653634/EXP_O_STU(2021)653634_EN.pdf) [Pristupljeno: 16. lipnja 2021.]
15. Fulthrope, M. i Amsrud, P. (2021.) Global light vehicle production impacts now expected well into 2022. [Online] Dostupno na: <https://ihsmarkit.com/research-analysis/global-light-vehicle-production-impacts-now-expected-well-into.html> [Pristupljeno: 20. kolovoza 2021.]
16. Global Times (2021.) Tesla China sales won't slump in May despite controversy over car accidents: expert. [Online] Dostupno na: <https://www.globaltimes.cn/page/202106/1225425.shtml> [Pristupljeno: 7. kolovoza 2021.]
17. Grabowski, B. (2017.) Fab Or Fables: Which One Do You Choose? [Online] Dostupno na: <https://www.sigenics.com/blog/fab-or-fables> [Pristupljeno: 15. lipnja 2021.]
18. Hruska, J. (2020.) High Demand May Not Be Entirely Responsible for the Lack of RTX 3080 GPUs. [Online] Dostupno na: <https://www.extremetech.com/gaming/316485-high-demand-may-not-be-entirely-responsible-for-the-lack-of-rtx-3080-gpus> [Pristupljeno: 14. srpnja 2021.]
19. Hsinchu, M. C. i cShen, J. (2021.) TSMC to raise quotes for advanced, mature process technologies by 10-20%. [Online] Dostupno na: <https://www.digitimes.com/news/a20210825PD209.html> [Pristupljeno: 2. rujna 2021.]
20. Hunt, W. i Zwetsloot, R. (2020.) The Chipmakers: U.S. Strengths and Priorities for the High-End Semiconductor Workforce. *CSET Issue Brief*. [Online] Dostupno na: <https://cset.georgetown.edu/publication/the-chipmakers-u-s-strengths-and-priorities-for-the-high-end-semiconductor-workforce/> [Pristupljeno: 11. lipnja 2021.]

21. Hwang, J. i Lee, S. (2021.) Samsung to invest \$151 bn in foundry by 2030, up 28.5% from initial plan. [Online] Dostupno na: <https://www.kedglobal.com/newsView/ked202105130008> [Pristupljeno: 27. lipnja 2021.]
22. International Dana Corporation (2021.) PC Sales Remain on Fire as Fourth Quarter Shipments Grow 26.1% Over the Previous Year, According to IDC. [Online] Dostupno na: <https://www.businesswire.com/news/home/20210111005300/en/PC-Sales-Remain-on-Fire-as-Fourth-Quarter-Shipments-Grow-26.1-Over-the-Previous-Year-According-to-IDC> [Pristupljeno: 10. srpnja 2021.]
23. Kan, M. (2020.) How a Bot Bought Dozens of RTX 3080 Units Before Consumers Could Grab Them. [Online] Dostupno na: <https://www.pcmag.com/news/how-a-bot-bought-dozens-of-rtx-3080-units-before-consumers-could-grab-them> [Pristupljeno: 30. srpnja 2021.]
24. Kania, E. B. (2019.) Made in China 2025, Explained. [Online] Dostupno na: <https://thediplomat.com/2019/02/made-in-china-2025-explained/> [Pristupljeno: 2. srpnja 2021.]
25. King, I., Wu, D. i Pogkas, D. (2021.) How a Chip Shortage Snarled Everything From Phones to Cars. [Online] Dostupno na: <https://www.bloomberg.com/graphics/2021-semiconductors-chips-shortage/> [Pristupljeno: 7. srpnja 2021.]
26. Konstantinovic, D. (2020.) NVIDIA's \$40 billion acquisition of Arm, explained. [Online] Dostupno na: <https://www.businessofbusiness.com/articles/nvidia-acquires-arm-holdings-softbank-gpu-cpu-processing-40-billion-deal/> [Pristupljeno: 1. kolovoza 2021.]
27. Krewell, K. (2021.) Nvidia GPU Technology Conference Brings Out The AI All Stars. [Online] Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/tiriasresearch/2021/04/06/nvidia-gpu-technology-conference-brings-out-the-ai-all-stars/?sh=5411e2c457c8> [Pristupljeno: 18. srpnja 2021.]
28. Lovejoy, B. (2021.) 5nm chips: Apple will lead the way this year, with Samsung a distant 3rd. *9to5Mac*. [Online] Dostupno na: <https://9to5mac.com/2021/01/11/5nm-chips-2/> [Pristupljeno: 5. lipnja 2021.]

29. McCallum, J. C. (2021.) Memory prices 1957+ [Online] Dostupno na: <https://jcmmit.net/memoryprice.htm> [Pristupljeno: 15. kolovoza 2021.]
30. Microcontroller Division Applications (bez dat.) Introduction to semiconductor technology. AN900 application note. [Online] Dostupno na: [https://www.st.com/resource/en/application\\_note/cd00003986-introduction-to-semiconductor-technology-stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/application_note/cd00003986-introduction-to-semiconductor-technology-stmicroelectronics.pdf) [Pristupljeno: 13. lipnja 2021.]
31. Nenni, D. (2021.) Will Intel have enough EUV for 7nm? [Online] Dostupno na: <https://semiwiki.com/forum/index.php?threads/will-intel-have-enough-euv-for-7nm.14191/> [Pristupljeno: 20. kolovoza 2021.]
32. Saylor Academy (2020.) History of Computing Hardware (1960–Present). SC301. Computer Architecture. [Online] Dostupno na: <https://learn.saylor.org/mod/page/view.php?id=27024> [Pristupljeno: 2. srpnja 2021.]
33. Shattuck, T. (2021.) Looking to Taiwan in chip shortage. [Online] Dostupno na: <https://www.taipeitimes.com/News/editorials/archives/2021/02/27/2003752907> [Pristupljeno: 6. srpnja 2021.]
34. Shilov, A. (2021.) TSMC and Samsung Foundry Becoming Dominant Makers of Advanced Chips. [Online] Dostupno na: <https://www.tomshardware.com/news/tsmc-and-samsung-foundry-becoming-dominant-makers-of-advanced-chips> [Pristupljeno: 21. lipnja 2021.]
35. Thomas, J. (2021.) Graphics cards could get even more expensive next year, here's why. [Online] Dostupno na: <https://www.techradar.com/news/graphics-cards-could-get-even-more-expensive-next-year-heres-why> [Pristupljeno: 1. rujna 2021.]
36. Ting-Fang, C. i Li, L. (2020.) TSMC halts new Huawei orders after US tightens restrictions. [Online] Dostupno na: <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Huawei-crackdown/TSMC-halts-new-Huawei-orders-after-US-tightens-restrictions> [Pristupljeno: 6. srpnja 2021.]
37. Trevisan, T. (2021.) Nvidia LHR explained: What is a 'Lite Hash Rate' GPU? [Online] Dostupno na: <https://www.pcworld.com/article/3630808/nvidia-lhr->

- [explained-what-is-a-lite-hash-rate-gpu.html](#) [Pristupljeno: 25. kolovoza 2021.]
38. Udin, E. (2020.) SMIC CAN'T GO BELOW 10NM – WHAT'S THE WAY OUT FOR CHINESE FOUNDRIES? [Online] Dostupno na: <https://www.gizchina.com/2020/12/24/smic-cant-go-below-10nm-whats-the-way-out-for-chinese-foundries/> [Pristupljeno: 30. lipnja 2021.]
39. Wackerow, P. (2021.) PROOF-OF-STAKE (POS). [Online] Dostupno na: <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/> [Pristupljeno: 12. kolovoza 2021.]
40. White, A. (2021.) Nvidia's EU Filing for Arm Deal Kicks Off Tough Scrutiny. [Online] Dostupno na: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-09-08/nvidia-s-eu-filing-for-arm-deal-kicks-off-tough-scrutiny> [Pristupljeno: 9. rujna 2021.]
41. Woo, S. i Jie, Y. (2021.) China Wants a Chip Machine From the Dutch. The U.S. Said No. [Online] Dostupno na: <https://www.wsj.com/articles/china-wants-a-chip-machine-from-the-dutch-the-u-s-said-no-11626514513> [Pristupljeno: 2. rujna 2021.]
42. Wu, D. (2021.) TSMC to Spend \$100 Billion Over Three Years to Grow Capacity. [Online] Dostupno na: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-04-01/tsmc-to-invest-100-billion-over-three-years-to-grow-capacity> [Pristupljeno: 25. lipnja 2021.]
43. Yang, S. (2021.) TSMC to invest \$100 billion to increase semiconductor output. [Online] Dostupno na: <https://www.livemint.com/industry/manufacturing/tsmc-to-invest-100-billion-to-increase-semiconductor-output-11617337683007.html> [Pristupljeno: 15. kolovoza 2021.]



## POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz vrijednosti (valuta - dolar, jedinica - milijarda) izvoza i uvoza integriranih krugova određenih područja (Izvor: <a href="https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/">https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/</a> ) .....	4
Slika 2. Slikovit prikaz proizvodnje poluvodiča putem procesa dizajna, proizvodnje i sastavljanja (Izvor: <a href="https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/">https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/</a> ).....	5
Slika 3. Geografska raspodjela u koracima proizvodnje čipova (Izvor: <a href="https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/">https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/</a> ) .....	6
Slika 4. Prikaz ljevaonica - udjela glablanih prioda prema tvrtki i lokaciji (Izvor: <a href="https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/">https://www.statista.com/statistics/867210/worldwide-semiconductor-foundries-by-revenue/</a> ) .....	7
Slika 5. Postotak udjela u globalnoj proizvodnji poluvodiča kroz godine (Izvor: <a href="https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Yw26Owi0NdEJ:https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-03/chip-shortage-taiwan-south-korea-s-manufacturing-lead-worries-u-s-china+&amp;cd=1&amp;hl=es&amp;ct=clnk&amp;gl=es">https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Yw26Owi0NdEJ:https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-03/chip-shortage-taiwan-south-korea-s-manufacturing-lead-worries-u-s-china+&amp;cd=1&amp;hl=es&amp;ct=clnk&amp;gl=es</a> ) .....	12
Slika 6. Integrirani krugovi postaju glavni uvozni materijal Kine (Izvor: <a href="https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-02/china-stockpiles-chips-and-chip-making-machines-to-resist-u-s">https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-02/china-stockpiles-chips-and-chip-making-machines-to-resist-u-s</a> ) .....	19
Slika 7. Udio u svjetskoj proizvodnji čipova i poluvodiča (Izvor: <a href="https://www.counterpointresearch.com/mega-wave-capex-cycle-logic-semiconductor-industry/">https://www.counterpointresearch.com/mega-wave-capex-cycle-logic-semiconductor-industry/</a> ) .....	20
Slika 8. Prihod od proizvodnje 7 nm i 5 nm čipova (Izvor: <a href="https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/TSMC-hikes-chip-prices-up-to-20-amid-supply-shortage">https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/TSMC-hikes-chip-prices-up-to-20-amid-supply-shortage</a> ) .....	22
Slika 9. TSMC-ova raspodjela proizvodnih kapaciteta prema veličini čvora (Izvor: <a href="https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/TSMC-hikes-chip-prices-up-to-20-amid-supply-shortage">https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/TSMC-hikes-chip-prices-up-to-20-amid-supply-shortage</a> ) .....	23
Slika 10. Udio industrije čipova u globalnom BDP-u (Izvor: <a href="https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/growing-semiconductor-market.html">https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/growing-semiconductor-market.html</a> ) .....	24

Slika 11. Kartica u hrvatskoj trgovini informatičke opreme stara 7 godina (Izvor: <a href="https://www.instar-informatika.hr/graficka-gigabyte-nvidia-geforce-gt-730-pci-e-20-2048-mb-gddr5-64-bit-dual-link-dvi-d1hdmi1-300w/GV-N730D5-2GL/product/">https://www.instar-informatika.hr/graficka-gigabyte-nvidia-geforce-gt-730-pci-e-20-2048-mb-gddr5-64-bit-dual-link-dvi-d1hdmi1-300w/GV-N730D5-2GL/product/</a> ) .....	32
Slika 12. Prikaz udjela najvećih konzumenata proizvedenih čipova 2019. godine (Izvor: <a href="https://www.statista.com/statistics/272872/global-semiconductor-industry-revenue-forecast/">https://www.statista.com/statistics/272872/global-semiconductor-industry-revenue-forecast/</a> ) .....	37
Slika 13. Tehnički nacrt wafera od 300 mm (Izvor: <a href="https://www.edn.com/how-many-silicon-chips-are-there-on-a-300-mm-wafer/">https://www.edn.com/how-many-silicon-chips-are-there-on-a-300-mm-wafer/</a> ) .....	41
Slika 14. Ukupni valni spektar koji današnjim tehnologijama možemo očitati (izvor: <a href="https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html">https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html</a> ).....	43
Slika 15. Prikaz litografije pomoću naprednih zrcala na jednom waferu (izvor: <a href="https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems">https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems</a> ).....	44
Slika 16. Skicni prikaz proizvodnje čipa na „waferu“ odnosno svjetlosne litografije(Izvor: <a href="https://bits-chips.nl/artikel/asml-for-beginners/">https://bits-chips.nl/artikel/asml-for-beginners/</a> ) .....	45
Slika 17. Stroj za litografiju čipova tvrtke ASML (izvor: <a href="https://www.asml.com/en/news/stories/2020/asml-wins-semi-americas-award-for-euv">https://www.asml.com/en/news/stories/2020/asml-wins-semi-americas-award-for-euv</a> ) .....	46
Slika 18. Logo novonastalog europskog saveza "Industrial Alliance for Processors and Semiconductor Technologies" (Izvor: European Commission 2021.).....	47

## SAŽETAK

Zadnjih godina čipovi postaju sve bitniji resurs u geopolitičkim igrama. Te male elektroničke dijelove možemo smatrati zlatom u novoj zlatnoj groznici. Kriza i nestašica su izrazito pogodile najbitnije europske industrije, te se EU uhvatila u koštac rješavanja toga problema za budućnost. U radu ćemo proći položaj EU tokom godina u usporedbi sa ostalim silama, vidjeti što je to točno pošlo po krivu da je EU ispala iz te trke, te vidjeti kako svoj položaj može ponovno ojačati. Ako gledamo na čipove kao zlato, možemo reći da EU posjeduje lopate za kopanje istoga u vidu naprednih strojeva koje se koriste pri izradi istih tih čipova. Sljedeće godine će zasigurno biti zanimljive za pratiti u svijetu poluvodiča i čipova jer su u zadnje dvije godine svojim tvrtkama koje ih proizvode donosili ogromne profite. (oni napredniji) Da li povećani pritek novca znači i mogući brži razvoj tehnologije?

## **ABSTRACT**

Cutting-edge microchips are becoming more and more important in world's geopolitical game. We can consider them gold and draw a parallel with California's Gold Rush in 19 century. Because of the scarce of them, crisis hit all of the world's strongest industries including European one and now EU is making sure that it doesn't happen again in the future. In this paper we will see how EU holds up in comparison with other world's superpowers in terms of production and supply of semiconductors and chips, see what exactly went wrong resulting in EU falling out of that race and ultimately see if EU can regain it's old share of global production and influence.

If we are viewing microchips as gold, we can say that Europe has shovels for extracting that same gold. When we say shovels – we mean advanced machines that are used in making those chips. Next few years will be interesting to watch in world of semiconductor production because last years companies that produce them grew to be behemots in IT world. Will that also mean that technology will develop faster?