

## Kako reindustrijalizirati Hrvatsku

U sinergiji s poslovnom zajednicom i uz podršku investicija javne uprave naša akademska i istraživačka zajednica može i mora dati respektabilan razvojni obol.

**Piše: Professor emeritus dr. sc. Nedjeljko Perić<sup>1</sup>**

Industrija je kroz povijest dokazala svoju transformacijsku sposobnost. Na koji način će to učiniti i u vremenima tranzicije ka klimatskoj neutralnosti i digitalnom vodstvu, u stalno promjenljivom i nepredvidivom svijetu? Svijet je već zakoračio u značajne transformacije u pogledu načina na koji se proizvode proizvodi i isporučuju usluge zahvaljujući digitalizaciji.

Svijet polagano izlazi iz globalnog šoka bez presedana – pandemije koronavirusa. Ali, postoje stalno tinjajući i drugi svjetski šokovi koji izazivaju krize, kao što je primjerice američko-kineski trgovinski rat. Svaki ekonomski šok ostavlja značajne posljedice. Na primjer, pandemija koronavirusa uzrokuje zaključavanja, mijenjajući naše potrošačke i proizvodne navike. Ta će se zaključavanja vremenom i postupno ublažavati, ali će dugoročno utjecati na oblikovanje svijeta u kojem živimo, svijeta na čije će oblikovanje značajno utjecati buduće klimatske promjene s posljedicama narušavanja biološke raznolikosti. To bi moglo izazvati nove buduće šokove te je stoga nužno, globalno gledajući, usredotočenje na aspekte održivosti, robusnosti, sigurnosti i otpornosti. Aktualnu Četvrtu industrijsku revoluciju treba nadograditi/redizajnirati komponentama antifragilnosti, tj. svojstvima sustava kojima se napredak temelji na anticipaciji stresa, šokova, volatilnosti, pogrešaka, napada ili nekih drugih nepoželjnih pojava.

Na hrvatsko društvo i gospodarstvo, na svom razvojnem putu, mogu ozbiljno utjecati globalni, ali i lokalni šokovi i njihove krizne posljedice. Kao zemlja s ograničenim

---

<sup>1</sup> ravnatelj Inovacijskog centra Nikola Tesla i professor emeritus na FER-u

potencijalima Hrvatska treba imati jasnu agendu za svoj budući opstanak. Treba riješiti ključno pitanje – kako reindustrijalizirati Hrvatsku, u smislu nacionalne proizvodnje, na profitabilan i ekološki prihvatljiv način? Hrvatska ima priliku iskoračiti u dobrom smjeru – u smjeru razvoja pametne industrije (*Croatian Smart Industry*)<sup>2</sup>. Nakon donošenja Nacionalne razvojne strategije 2030. pred nama je donošenje Strategije pametne specijalizacije, sektorskih strategija, nacionalnih planova i planova razvoja jedinica lokalne samouprave. U tim dokumentima „pametne industrije“ trebale bi imati istaknuto mjesto. Postali su nam već stalni pojmovi kao što su Smart Energy, Smart Food, Smart City, Smart Agri, Smart Health Care, Smart Supply ...

Pametne industrije, kao sastavna komponenta 4. industrijske (tehnološke) revolucije, i novi poslovni modeli, definitivno su smjer kojim moramo ići.

## 16 naprednih tehnologija

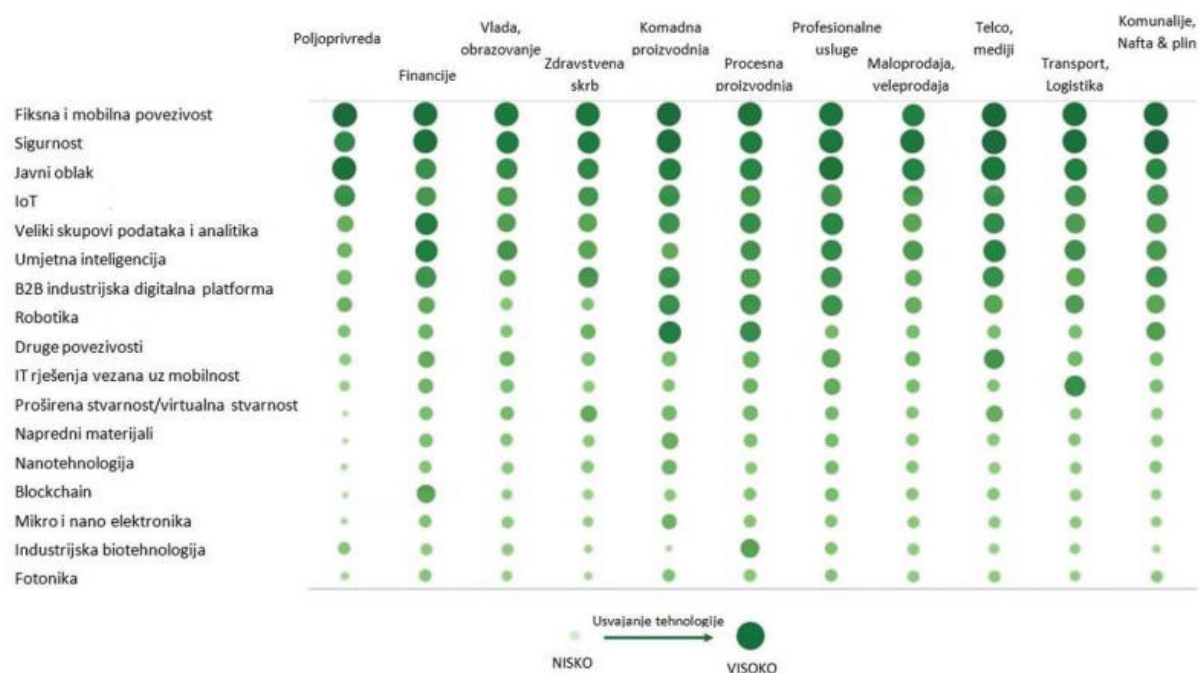
Temeljne tehnologije na kojima se razvija 4. industrijska revolucija su (Izvor: Advanced Technology for Industry):

- Napredne proizvodne tehnologije
- Napredni materijali
- Umjetna inteligencija (AI)
- Proširena i virtualna stvarnost
- Veliki skupovi podataka (Big Data)
- Tehnologija blokovskih lanaca (Blockchain)
- Računarstvo u oblaku
- Povezivost
- Industrijska biotehnologija
- Internet stvari (IoT)
- Mikro i nano-elektronika
- Mobilnost
- Nanotehnologija
- Fotonika
- Robotika
- Sigurnost (kibernetička sigurnost)

---

<sup>2</sup> Pametne industrije i digitalna transformacija, Izvješće ekspertne skupine, Infodom, Zagreb, svibanj 2021.

Većina navedenih tehnologija po svojim su obilježjima digitalne tehnologije. Iz slike 1. vidljiva je horizontalna difuzija navedenih tehnologija u raznim industrijama na EU razini. Tehnologije „opće namjene“ kao što su povezivost, sigurnost, javni oblak, mobilna rješenja, veliki skupovi podataka i analitika, Internetom omogućena mobilna rješenja i industrijske digitalne platforme potrebne su za sve industrije te se u tom smislu i usvajaju. One predstavljaju neophodni tehnološki portfelj, ali ne i dovoljni – za digitalnu transformaciju proizvodnog sektora. Najrelevantnije napredne tehnologije za digitalizaciju proizvodnog sektora su robotika, umjetna inteligencija (AI), Internet stvari (IoT) i tehnologija blokovskih lanaca (Blockchain).



Slika 1. Usvajanje naprednih tehnologija u industriji (Izvor: Advanced Technologies for Industry, Survey November 2020)

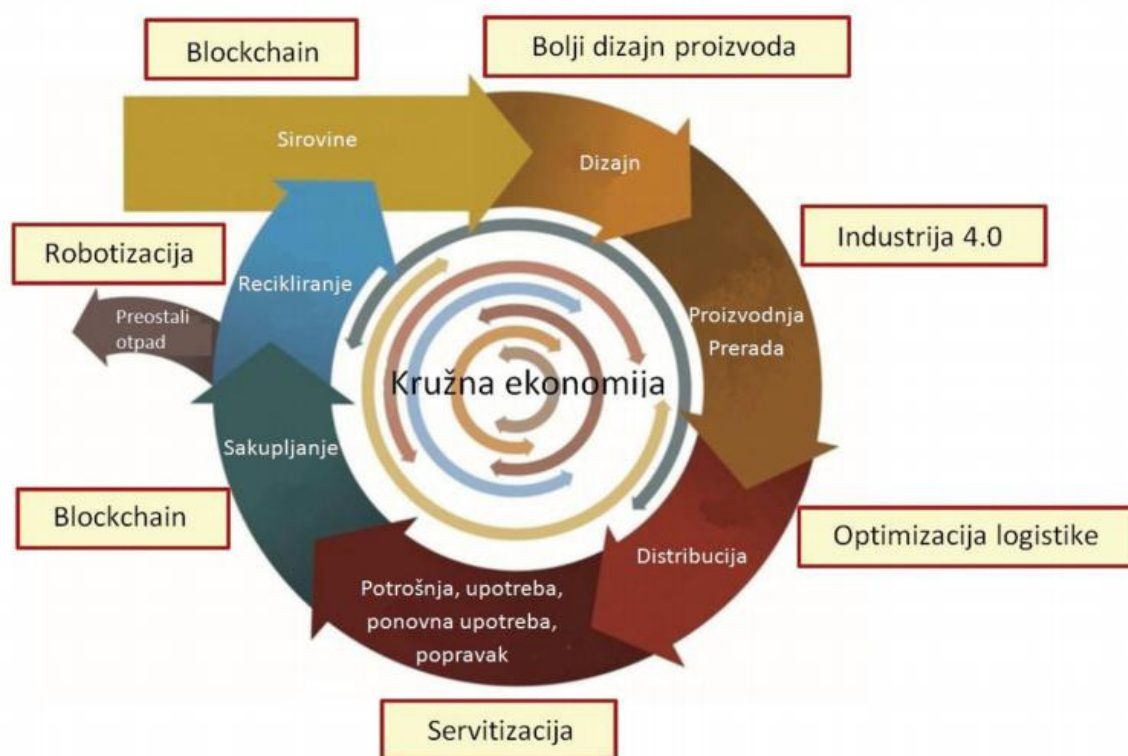
Većina navedenih tehnologija ni izdaleka još nije došla do faze visoke zrelosti, odnosno široke potencijalne tržišne primjene. Stoga ih treba, kao i one nenavedene, ili nadolazeće, promatrati kroz obzor daljnjeg razvoja koji karakterizira visoka brzina evolucije i snažan disruptivni potencijal. To će implicirati da će tehnologije konvergirati prema ekonomiji podataka s podatkovnim prostorima za njihovu pouzdanu razmjenu i ponovnu upotrebu. Iznimna je važnost naprednih tehnologija u kontekstu kružnog gospodarstva.

## Kružno gospodarstvo

Ideja i koncept kružnog gospodarstva izazov je na pretjerano iskorištavanje prirodnih resursa potrebnih za postizanje rasta i gospodarskog razvoja što ima negativan utjecaj na okoliš te istodobno uzrokuje da se ti resursi smanjuju i da postaju skuplji. Ideja kružnog gospodarstva nudi nove načine za stvaranje održivog modela gospodarskog

rasta te se u svijetu ubrzano afirmira. Na EU razini protagonist kružnog gospodarstva je Europski zeleni plan (*European Green Deal*) koji je jako spregnut s drugim razvojnim EU programima. Koncept kružnog gospodarstva logično se uklapa u platformu Industrije 4.0.

Slika 2. ilustrira tijek materijala (i energije) u proizvodnom zatvorenom krugu koji opskrbljuje sirovina za nove proizvode. Više je ključnih aspekata na koje treba općenito obratiti pozornost, a posebno u automatiziranom kružnom gospodarstvu. Svakako treba istaknuti: dizajn proizvoda; optimizaciju proizvodnih procesa; optimizaciju logističkih procesa u distribuciji proizvoda; servitizaciju u korištenju, upotrebi, ponovnoj upotrebi i popravcima; skupljanje rabljenih proizvoda podržano tehnologijom blokovskih lanaca; recikliranje rabljenih proizvoda podržano robotima te proizvodnju reciklirane sirovine. Posebno valja ukazati na važnost servitizacije u kružnom gospodarstvu kao proširenom poslovnom modelu za povećanje prihoda i dobiti koja uključuje ne samo proizvode i osnovne usluge nego i izvedbu proizvoda, ili čak upravljanje proizvodom/ uslugom unutar organizacije kupca. „Živčani sustav“ kružnog gospodarstva su napredne digitalne tehnologije.



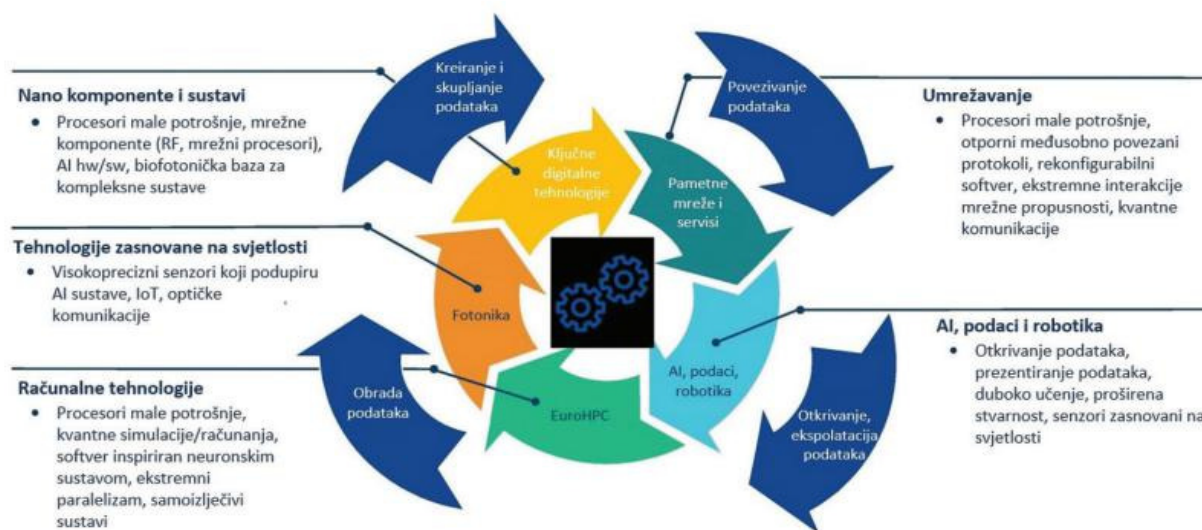
Slika 2. Digitalne tehnologije za kružno gospodarstvo

## Nove digitalne tehnologije u kružnom toku

Uloga istraživanja i razvoja jezgrenih digitalnih tehnologija ilustrirana je na slici 3., što se također može promatrati kroz odgovarajući kružni proces. Unutarnji krug više je usmjeren na hardverski aspekt digitalnih tehnologija: ključne digitalne tehnologije koje

podržavaju nanokomponente i nanosustave; pametne mreže i usluge koji omogućuju umrežavanje; umjetna inteligencija, podaci i robotika; računala visokih performansi koja su temelj za brze računalne operacije; fotonika kao tehnologija zasnovana na svjetlosnim efektima. Takva hardverska osnova omogućava razne složene operacije nad podacima: kreiranje i skupljanje podataka; povezivanje podataka; otkrivanje i eksploatacija podataka; obrada podataka.

Novе digitalne tehnologije podloga su za izgradnju kapaciteta koji će osnažiti konkurentnost gospodarstva.



Slika 3. Istraživanje i inovacije kao podloga za ključne digitalne tehnologije

## Pet stupova

Okvirni europski program Obzor Europa (*Horizon Europe, HE*) i njemu komplementarni Digitalni europski program (*Digital European Program, DEP*) ključni su europski programi u razdoblju 2021. – 2027. za istraživanje, razvoj i primjenu tehnologija i na njima zasnovanih inovacija za održanje i povećanje konkurentnosti europskih gospodarstava. Naglasak u HE-u je podržavanje rane faze inovacijskog lanca (znanstvena istraživanja, uključivo preliminarna testiranja, provjera koncepta i pilotski projekti), dok je DEP usmjeren na razvoj i rasprostiranje tehnologija, što podrazumijeva testiranje rješenja na pilotskim projektima većih razmjera i preuzimanje uspješnih rezultata istraživanja (postignutih kroz HE) i njihovo iskorištavanje za nove implementacije.

Pet je stupova na kojima se temelji DEP (Slika 4.): umjetna inteligencija, računarstvo visokih performansi, kibernetička sigurnost, te napredne digitalne vještine i rasprostiranje digitalnih tehnologija.

Ključni mehanizmi za provedbu DEP-a su Europska digitalna inovacijska središta (*European Digital Innovation Hub, EDIH*)<sup>3</sup> koja imaju za cilj izgraditi tehnološke ekspertize i eksperimentalnu infrastrukturu kako bi se omogućila digitalna transformacija industrije i javnog sektora. EDIH-ovi predstavljaju proširenje postojećih DIH-ova (financiranih u programu H2020) kroz izgradnju međunarodnih koridora i umrežavanja EDIH-a; EDIH-ovi ne zamjenjuju DIH-ove. Usluge koje nude EDIH-ovi su: testiranje prije ulaganja, vještine i osposobljavanje, potpora za pristup financijskim sredstvima te izgradnja inovacijskih ekosustava i umrežavanje. Logični partneri u konzorcijima EDIH-a su organizacije za istraživanje i razvoj tehnologija (RTO) i tehnička sveučilišta/fakulteti u suradnji s gospodarskim udruženjima, klasterima, Europskom poduzetničkom mrežom (EEN), akceleratorima/inkubatorima, inovacijskim agencijama i institucijama za stručno osposobljavanje.

Ključno je za EDIH-ove da trebaju služiti digitalizaciji i digitalnoj transformaciji gospodarstva, osobito malih i srednjih poduzeća te javnoj administraciji. EDIH-ovi su zamišljeni da djeluju kao pristupne točke prema europskoj mreži EDIH-ova za lokalne organizacije. Oni će se, kao orkestratori, aktivno umrežavati s drugim inovacijskim središtima, dijeleći najbolju praksu i specijalistička znanja te dovoditi kompanije u kontakt s drugim kompanijama sličnog vrijednosnog lanca. Također, EDIH-ovi će biti posrednici između javne administracije i kompanija koje pružaju tehnološke usluge e-upravi.

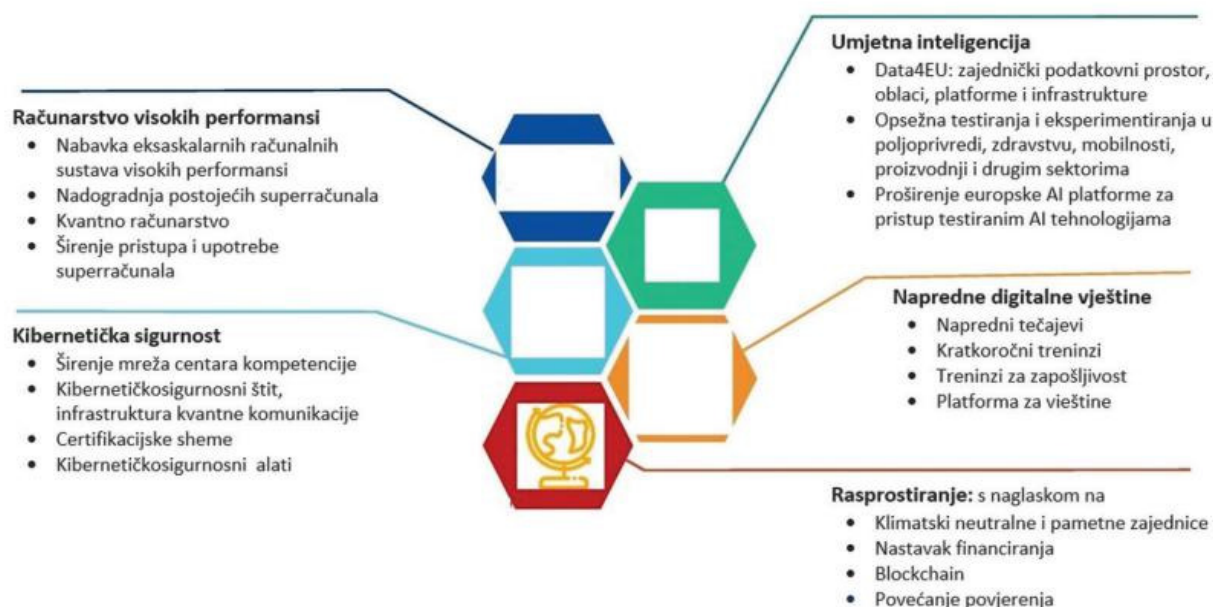
Europska komisija (EK) polaže velike nade u DEP i njen mehanizam EDIH te se nakon nacionalnih predodabira očekuje ograničeni poziv EK-a za projektne prijave EDIH-ova. Za ilustraciju<sup>4</sup>, jedan od pet predodabranih hrvatskih EDIH-a je CROBOHUB++ (CROatian Industry and Society BOosting – European Digital Innovation HUB). CROBOHUB++ specijaliziran je u trima ključnim područjima DEP-a: umjetna inteligencija, kibernetička sigurnost i računarstvo visokih performansi (HPC) te u sljedećim tehnologijama: robotika, računalni vid, internet stvari, ugradbeni sustavi upravljanja i automatizacije, pametna sensorika, tehnologija blokovskih lanaca i digitalne simulacije. Tehnologije u kojima je CROBOHUB++ specijaliziran vrlo su široko primjenjive, ali će se CROBOHUB++ primarno orijentirati na sljedeće sektore: (1) proizvodna industrija, (2) digitalizirana poljoprivreda, (3) energija i okoliš i (4) javna i državna uprava. Potporom digitalnoj transformaciji u navedenim sektorima CROBOHUB++ može snažno i izravno pridonijeti podizanju razine digitalne zrelosti hrvatske industrije i društva.

---

<sup>3</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/edihs>

<sup>4</sup> [https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool?p\\_p\\_id=digitalinnovationhub\\_WAR\\_digitalinnovationhubportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_digitalinnovationhub\\_WAR\\_digitalinnovationhubportlet\\_edihTabParam=Candidate+European+DIHs](https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool?p_p_id=digitalinnovationhub_WAR_digitalinnovationhubportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_digitalinnovationhub_WAR_digitalinnovationhubportlet_edihTabParam=Candidate+European+DIHs)

Inicijative i planovi DEP-a i HE-a i njihovih provedbenih mehanizama otvaraju prozore za značajniji iskorak hrvatskih institucija za istraživanje i razvoj tehnologija u sinergiji s gospodarskim sektorom i institucijama javne uprave. Stoga valja mudro, strateški i odgovorno pristupiti provedbi Nacionalnog plan obnove i otpornosti (NPOO) za razdoblje 2021. – 2026., imajući u vidu dugoročniji Europski zeleni plan.



Slika 4. Digitalna potpora za izgradnju kapaciteta

## Dugoročne razvojne perspektive

Znanstvena istraživanja na kojima će se temeljiti razvoj budućih tehnologija u narednim dekadama, iz sadašnje perspektive, u velikoj mjeri odnosit će se na: informacijsko-tehnološke znanosti, neuroznanosti, biotehnologiju, nanotehnologiju te energiju i pohranu energije (posebno na vodikovu tehnologiju), energetska učinkovitost sa snažnim utjecajem na ublažavanje klimatskih promjena i znanost o materijalima.

Europska komisija je u siječnju 2021. godine objavila tekst kojim se najavljuje Industrija 5.0<sup>5</sup>

kao evolucijski komplement Industrij 4.0. s naglaskom na istraživanje i inovacije kao pokretače održivosti, usmjerenosti na čovjeka te otpornosti europske industrije. Fokus je premješten s dioničara na vrijednost dionika s materijalnim i nematerijalnim pogodnostima za sve zainteresirane. Dakle, naglašava se veća uloga ljudskih čimbenika i integracija u inkluzivne socijalne sustave. Također, naglašava se veća orijentacija na usluge i na tzv. strategiju održivosti 3R: *Reduce, Reuse, Recycle*. To je nedvojbeno i cilj kružnog gospodarstva kao bitne sastavnice Europskog zelenog plana. Tehnologije i

<sup>5</sup> [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50\\_en](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en)

koncepti koji omogućuju Industriju 5.0 su među ostalim: povećanje suradnje između ljudi i pametnih sustava (kobotika), omogućavanje masovnog prilagođavanja u održivim kibernetičko-fizikalnim sustavima, senzorske mreže i rubno računarstvo za analizu okoliša, digitalni blizanci druge generacije koji uzimaju u obzir ne samo tvorničke procese nego i cijelo okruženje, povećana složenost proizvoda kao rezultat razvoja i usvajanja naprednih tehnologija u proizvodima i procesima te sve veća očekivanja kupaca.

Neke zemlje, poput Finske, u dugoročnim strateškim promišljanjima traže svoje mjesto i u Industriji 6.0. koju anticipiraju kao sveprisutnu virtualiziranu antifragilnu proizvodnju praćenu željom kupaca. Neke od bitnijih vizijskih komponenata Industrije 6.0 su: hiperpovezane tvornice u složenim, umreženim dinamičnim lancima opskrbe, ljudski digitalni blizanci koji povezuju proizvodnju (unaprijeđeni digitalni blizanci), „tvornice“ koje prodaju svoje proizvodne kapacitete slično kao što današnje globalne ICT kompanije prodaju računalne kapacitete, umjetna inteligencija koja optimizira proizvodnju kako bi se postigla održivost i antifragilnost.

Današnja Industrija 4.0 i njene sljednice, Industrija 5.0/6.0, dramatično mijenjaju svijet. Nedvojbeno je da će te promjene prouzročiti mnoge implikacije, uključivo i nove ratove bez konvencionalnih oružja. Takvi ratovi već se vode: za podatke, za talente, za digitalne platforme i ekosustave te kibernetički ratovi.

Postavlja se pitanje – Gdje je mjesto Hrvatske na globalnom obzoru tehnoloških i gospodarskih tijekova? U ovom času moguće je samo načelno odgovoriti: potrebno je izgrađivati vlastite sposobnosti za vlastiti razvoj. To je trajni nacionalni kapital koji utemeljuje dugoročno, održivo i otporno gospodarstvo i društvo. Nacionalni plan oporavka i otpornosti okvirno je dobro strukturiran i pruža mogućnosti hrvatskom gospodarstvu da učini iskorak u smjeru izgradnje pametnih industrija temeljenih na naprednim tehnologijama i novim poslovnim modelima. Hrvatska akademska i istraživačka zajednica, iako ograničenih kapaciteta, može i mora dati respektabilan razvojni obol u sinergiji s poslovnom zajednicom i uz podršku institucija javne uprave. Hrvatskoj je nasušno potrebno zajedništvo, holistička vizija, agilnost i odgovornost donositelja i provoditelja odluka. Hrvatskoj je potrebno unaprjeđenje tehnološke infrastrukture, osobito izgradnja razvojno-tehnoloških organizacija.