

A cincea revoluție industrială și impactul ei social

Acad. Dorel BANABIC
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca

“Galeria Academica” BAR Cluj Napoca
Cluj-Napoca, 24 Februarie 2026

Introducere

„Astăzi decidem cum va fi lumea în 2050 și tot astăzi o pregătim pe aceea din 2100.

În funcție de ceea ce facem noi acum, copiii și nepoții noștri vor locui într-o lume în care se va putea trăi sau vor traversa un infern blestemându-ne.

Pentru a lăsa o planetă locuibilă, trebuie să ne dăm osteneala să gândim viitorul, să înțelegem de unde vine și cum trebuie acționat asupra lui."

J. Attali, *Scurtă istorie a viitorului*, Polirom, Iași, 2007

- **Evoluția tehnologiilor de la a patra (Industry 4.0) la a cincea (Industry 5.0) revoluție industrială**
- **Impactul social al celei de-a cincea revoluții industriale**
- **Prefigurarea celei de-a șasea revoluții industriale (Industry 6.0)**
- **Istoria tehnicii și a industriei românești (EAR, Springer)**



EVOLUȚIA TEHNICII ȘI TEHNOLOGIILOR DE LA PRIMA LA A PATRA REVOLUȚIE INDUSTRIALĂ ȘI IMPACTUL LOR SOCIAL

Laudă inginerului român

Discurs de recepție

<https://www.youtube.com/watch?v=kdR5vkaKIhY>

http://academiaromana.ro/com2018/pag_com18_0926.htm

Gradul de complexitate



Perioada preindustrială
- energia umană, animală și a apei

Forța brută

1782

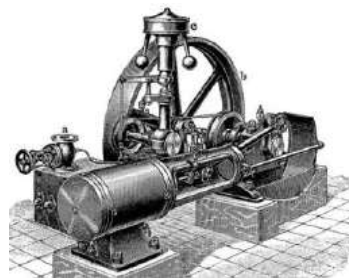


Prima revoluție industrială

- introducerea mecanizării
- energia apei și aburului

Mecanizarea

Motorul cu abur



Linia de montaj Ford



A doua revoluție industrială

- introducerea producției de masă și a diviziunii muncii
- energia electrică

Electrificarea

1913

PLC Modicon 084



A treia revoluție industrială

- introducerea electronicii și informaticii
- automatizarea producției

Digitizarea

1969

Conceptul **Industry 4.0**



A patra revoluție industrială

- introducerea sistemelor cyber-fizice
- conectivitatea obiectelor (IoT)

Conectivitatea

2011



Timpul

Evoluția tehnologiilor de la Prima la a Patra Revoluție Industrială

Când și în ce va consta următoarea revoluție industrială?

Semnul distinctiv al omului, care-l deosebește de primate, este *capacitatea acestuia de a-și construi unelte cu care să-și construiască alte unelte*.

Următoarea revoluție industrială va avea loc în momentul în care ***uneltele vor avea capacitatea de a-și construi alte unelte***: își vor gândi, proiecta și realiza singure mijloacele (sau instrumentele) de care au nevoie pentru îndeplinirea sarcinilor date de subiectul uman.

Roboții vor proiecta și construi roboți!

Când? În câțiva ani!

Prefigurări în acest sens sunt deja realizate: *există deja programe de calculator care „scriu” la rândul lor programe*.

O primă etapă a următoarei revoluții este dezvoltarea **Inteligenței Artificiale**

Există deja aplicații ale **Inteligenței Artificiale** în: medicină, comunicații, bănci, secretariat, automobile, aviație, robotică, etc.

Previziuni privind evoluția programelor de *Inteligență Artificială* în domeniul compunerii de lucrări literare:

- până în anul 2024 vor fi funcționale programele de traducere automată a textelor; (Google Translation)
- până în anul 2026 vor fi utilizabile programele de scriere de eseuri cu scop didactic, utilizabile de elevi și studenți; (ChatGPT)
- după anul 2050 programele de Inteligență Artificială vor fi capabile să scrie romane.

Recent, un roman compus de un program de Inteligență Artificială a fost aproape de a câștiga un premiu literar în Japonia.

Discursul de recepție la Academia Română (Banabic, 2018)



<1782



Forța brută



Perioada preindustrială

-energia umană, animală
-a apei

1782



Mecanizarea

Industry 1.0

-introducerea mecanizării
- energia apei și aburului

1913
(1870)



Electrificarea

Industry 2.0

- linia de montaj
- diviziunea muncii
- energia electrică

1969



Digitizarea

Industry 3.0

- electronizarea;
- digitizarea
- automatizarea

2011



Conectivitatea

Industry 4.0

- sistemele cyber-fizice
- conectivitatea obiectelor
(IoT)

2020



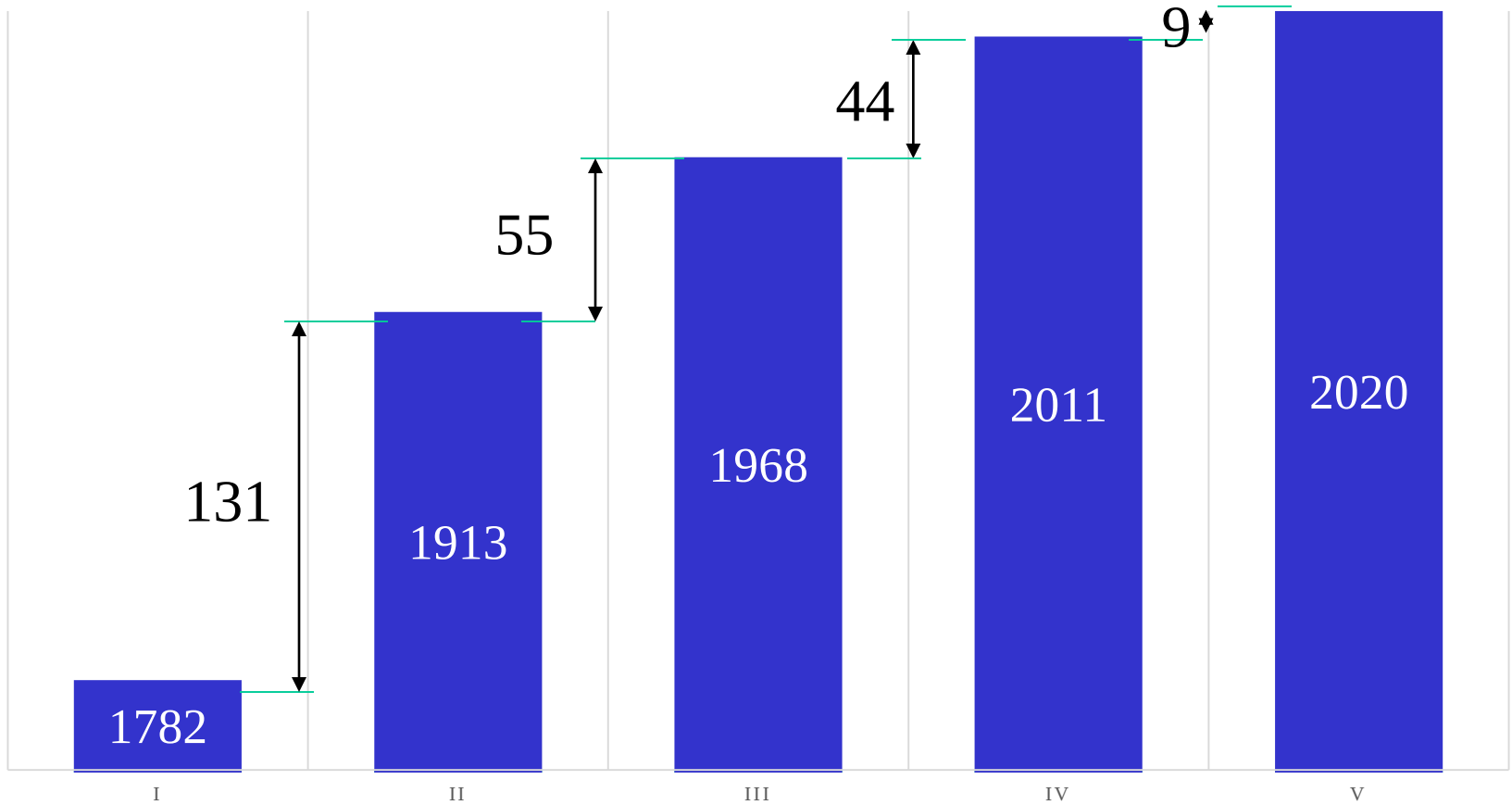
Colaborarea
H2M, M2M

Industry 5.0

-sisteme cyber-fizice cognitive
-sustenabilitate
-personalizarea de masa

Evoluția tehnologiilor de la Prima la a Cincea Revoluție Industrială

DURATA DINTRE REVOLUTIILE INDUSTRIALE



Evoluția duratei dintre Revoluțiile Industriale

A cincea revoluție industrială (Industry 5.0) reprezintă un concept al dezvoltării economice și tehnologice globale, care pune accent pe *colaborarea dintre oameni și tehnologie*, cu scopul de a crea o *societate sustenabilă, rezilientă și umanizată*.

A patra revoluție industrială s-a concentrat pe digitalizare, inteligență artificială (AI), internetul lucrurilor (IoT) și automatizare, în timp ce **a cincea revoluție industrială** își propune *să reintegreze factorul uman într-un mod echilibrat, alături de tehnologiile avansate*.

Ce reprezintă a Cincea Revoluție Industrială

Colaborarea om-mașină:

În loc să înlocuiască oamenii, tehnologiile inteligente (cum ar fi AI și roboții) sunt proiectate să colaboreze cu aceștia. Se pune accent pe îmbunătățirea creativității, productivității și satisfacției factorului uman la locul de muncă.

Personalizarea produselor și serviciilor:

Industria 5.0 promovează personalizarea în masă, adaptând produsele și serviciile pentru a răspunde cerințelor individuale.

Sustenabilitatea:

Industria 5.0 prioritizează tehnologiile care reduc impactul negativ asupra mediului, încurajează utilizarea resurselor regenerabile și promovează o economie circulară.

Caracteristicile principale ale revoluției industriale 5.0 (1)

Etica și valorile umane:

Integrarea tehnologiei trebuie să fie ghidată de principii etice, respectând drepturile și bunăstarea umană, pentru a preveni marginalizarea anumitor grupuri și a promova incluziunea socială.

Recalificarea forței de muncă:

Se pune un accent major pe pregătirea forței de muncă pentru a se adapta la noile cerințe tehnologice, oferindu-le noi competențe și oportunități.

Tehnologii verzi și ecologice:

Adoptarea tehnologiilor ecologice, cum ar fi energia verde, producția responsabilă și reducerea amprente de carbon, este un pilon central.

Caracteristicile principale ale revoluției industriale 5.0 (2)

Tehnologiile emergente:

Apariția soluțiilor de colaborare om-mașină și a tehnologiilor axate pe sustenabilitate a marcat tranziția către noi modele de producție și consum.

Creșterea conștientizării asupra sustenabilității:

Mișcările globale pentru protecția mediului și reducerea inegalităților sociale au accelerat adoptarea principiilor Revoluției 5.0.

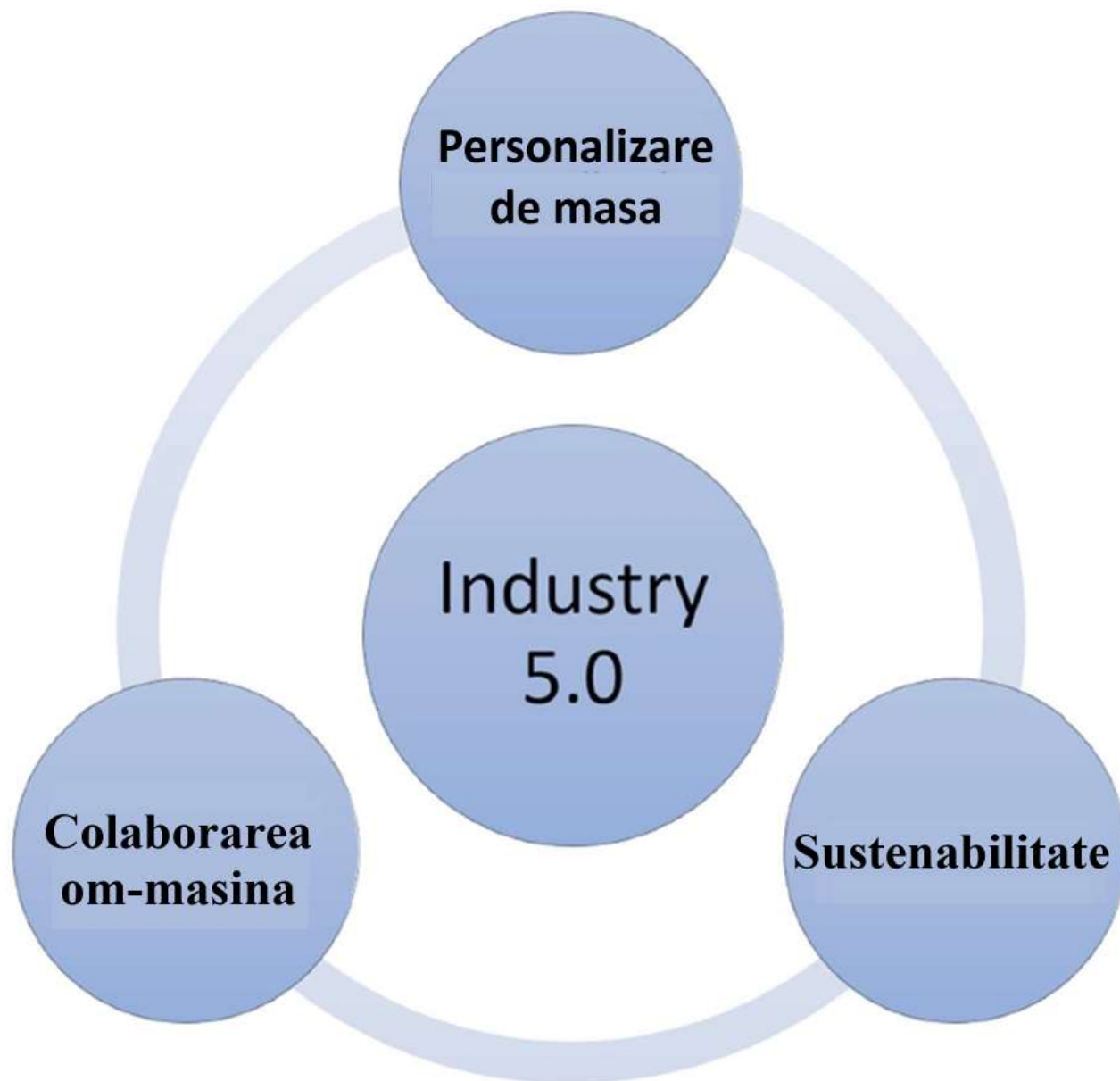
Pandemia de COVID-19 (2020-2022):

Pandemia a evidențiat necesitatea unui echilibru între tehnologie și nevoile umane, mai ales în contextul sănătății, muncii la distanță și a lanțurilor de aprovizionare globale.

Conferințe și inițiative globale:

Organizații, precum Uniunea Europeană, au început să integreze în strategii conceptele de sustenabilitate și umanizare a tehnologiei, promovând inițiative precum "Green Deal" și "Digital Compass 2030".

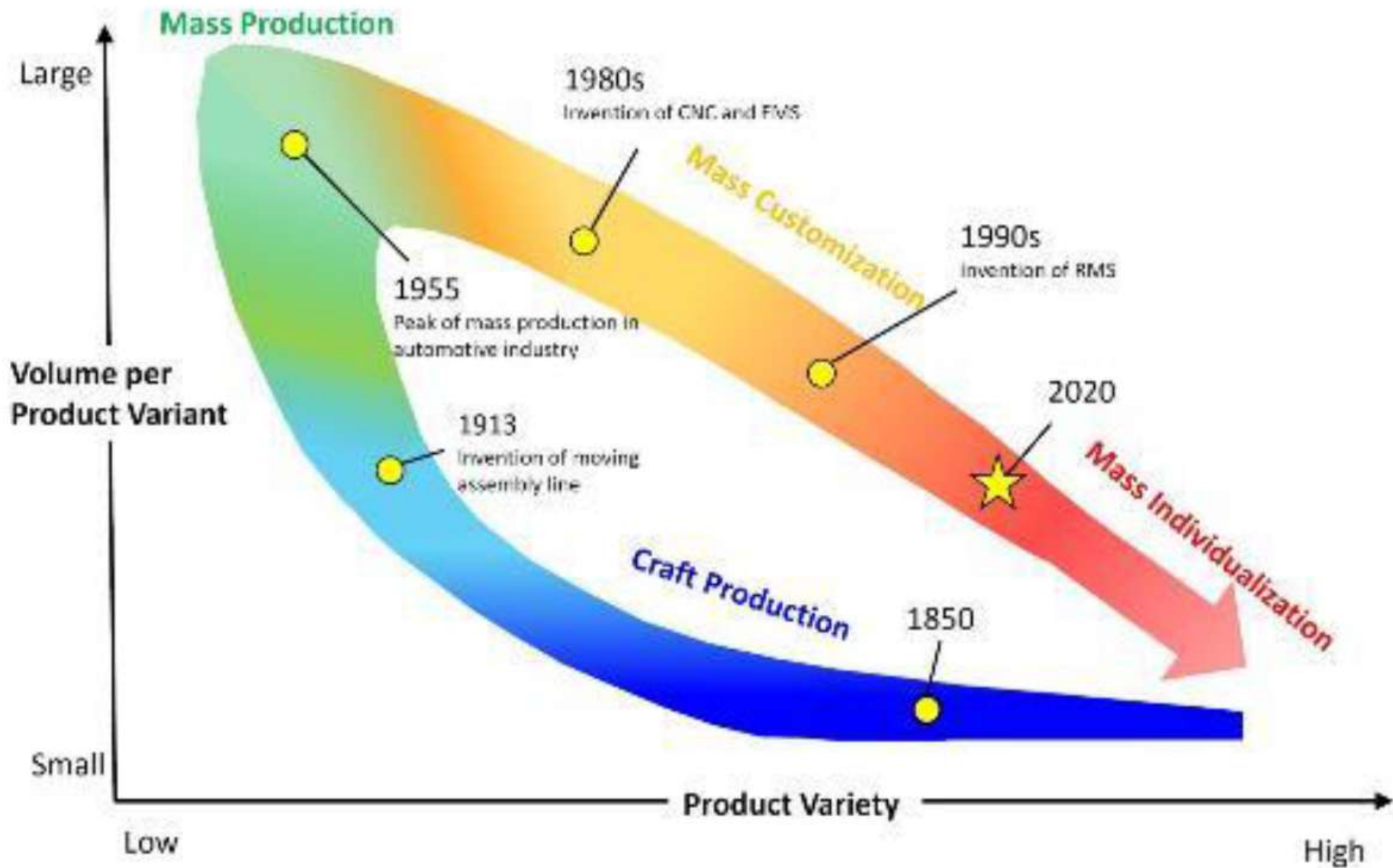
Factorii care au favorizat apariția revoluției industriale 5.0



Principalele attribute ale Industry 5.0



Principalele tehnologii în Industry 5.0



**Relația dintre varietatea produselor și volumul produselor,
în diferite paradigme de producție**

Paradigmă	Arhitectura produsului	Tip produs	Rolul clientului
Producție artizanală	Unic	Produsele cerute de cumpărător	Furnizare cerințe
Producție în masă	Unificat	Produse identice	Alegere un produs
Personalizare în masă	Modular	Produs cu opțiuni	Alegere o opțiune oferită
Individualizarea în masă	Arhitectură deschisă	Produsul proiectat de cumpărător	Implicat în designul unic al produsului

Caracteristicile paradigmelor producției



Conceptul de personalizare a produselor

Increase flexibility

Increasing complexity and product variety –
For example automotive industry

Configuration options VW Golf

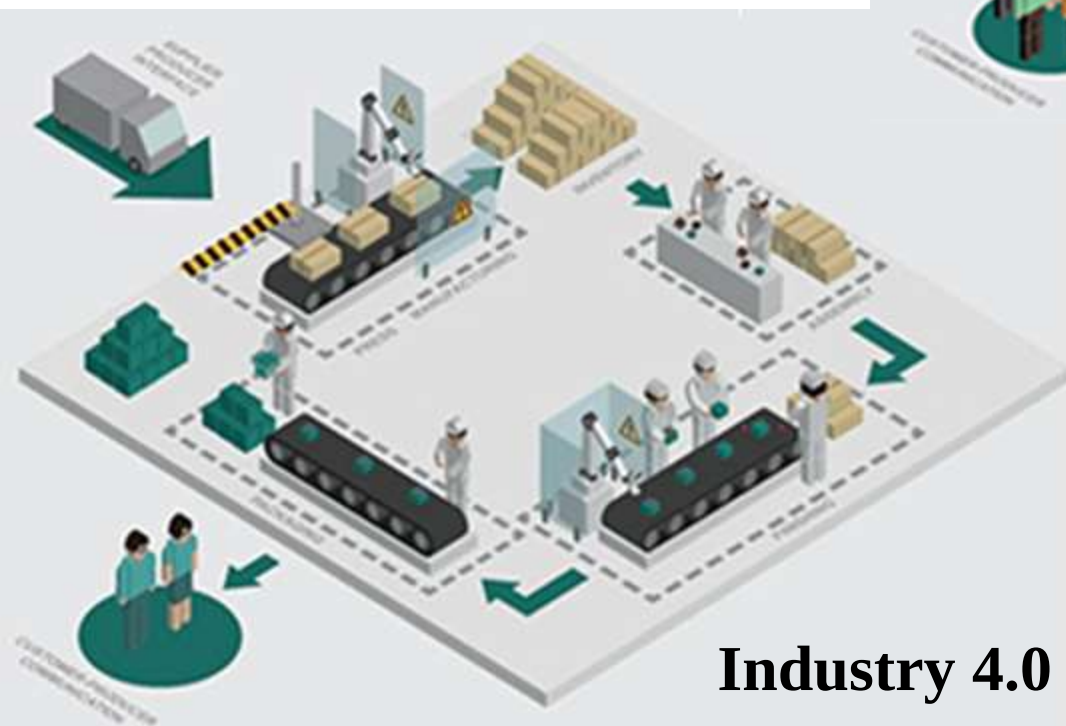
Engines	11
Gears	3
Bodypanels	2
Chassis	4
Tire/rim combinations	10
Colors	45
Multimedia systems	11
Phone options	6
Assistance systems	15
Other selectable options	43



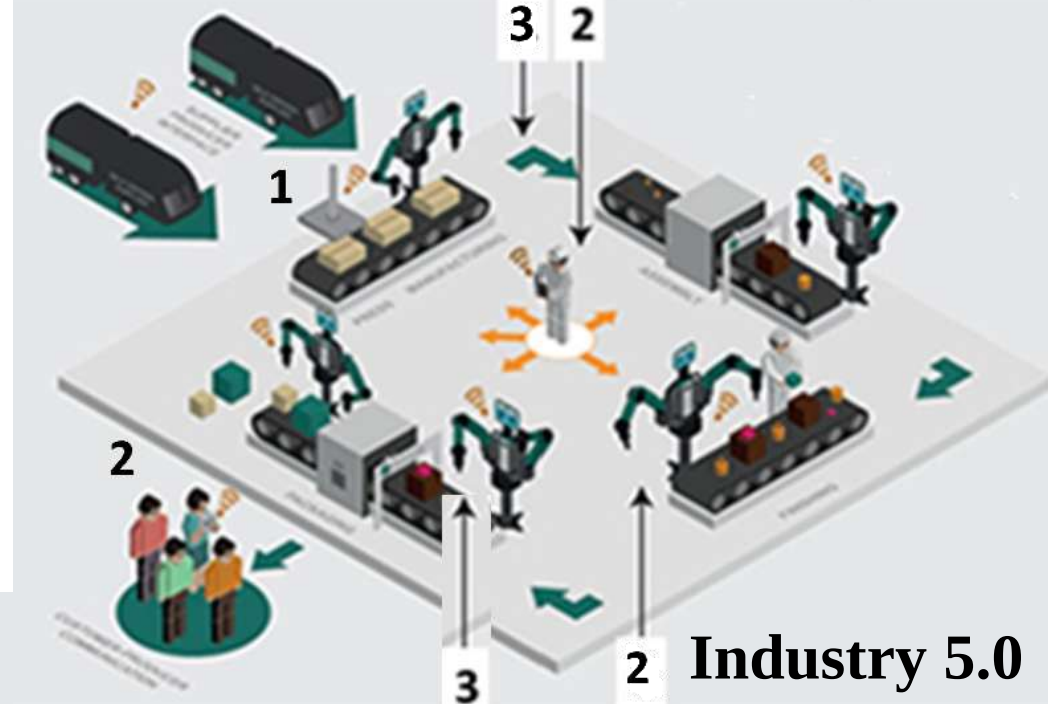
Several trillion possible combinations¹⁾

Source: Volkswagen Configurator VW Golf, ¹⁾estimated

Integrarea roboților în liniile de producție alături de operatori umani pentru eficientizarea proceselor.



Industry 4.0

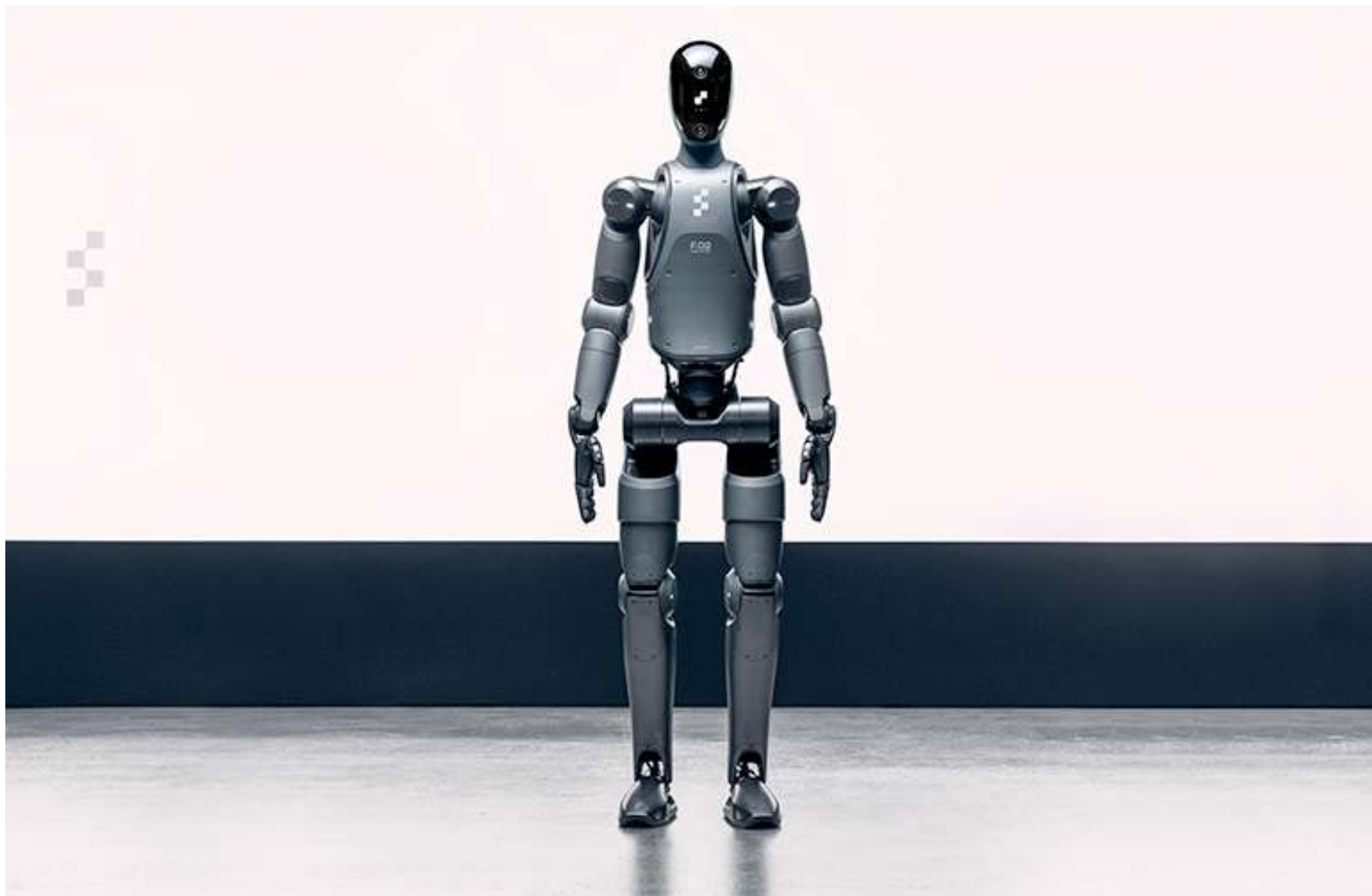


Industry 5.0

1-M2M 2-H2M 3-Cobotica

Utilizarea roboților colaborativi care lucrează alături de operatori pentru a prelua sarcinile grele, în timp ce oamenii se ocupă de deciziile critice.

Colaborarea om-mașină în Industry 5.0 versus Industry 4.0



Robotul umanoid *Figure 02* testat de BMW la fabrica din Spartanburg



Robotul umanoid Figure 03 utilizat pentru activitati casnice



Linia de asamblare robotizata pentru BMW Serie 5



Robotul biomimetic Moya

- **Evoluția tehnologiilor de la a patra (Industry 4.0) la a cincea (Industry 5.0) revoluție industrială**
- **Impactul social al celei de-a cincea revoluții industriale**
- **Prefigurarea celei de-a șasea revoluții industriale (Industry 6.0)**
- **Istoria tehnicii și a industriei românești (EAR, Springer)**



Medicină



Fabricație



Mobilitate



Viața casnică



Bănci și finanțe



Agricultură



Educație

Impactul celei de-a cincea revoluții industriale

Colaborarea om-mașină în medicină:

Roboții și inteligența artificială (AI) nu înlocuiesc medicii, ci îi asistă. De exemplu, AI poate analiza imagini medicale, sugera diagnostice sau recomanda tratamente, lăsând medicilor mai mult timp pentru interacțiunea cu pacienții.

Exoschelete și alte tehnologii asistive sunt utilizate pentru a ajuta personalul medical în manipularea pacienților sau în chirurgii complexe.

Medicină personalizată:

Utilizarea datelor genomice, metabolomice și de stil de viață pentru a crea tratamente personalizate, adaptate la profilul unic al fiecărui pacient.

AI și analiza big data permit identificarea tiparelor de răspuns la tratamente, optimizând terapiile.

Tehnologii avansate pentru diagnostic și tratament:

Nanotehnologia pentru livrarea precisă a medicamentelor la nivel celular.

Dispozitive de diagnostic portabile, conectate la Internet of Medical Things (IoMT), care oferă monitorizare în timp real a sănătății pacienților (ex: senzori purtabili pentru detectarea timpurie a bolilor).

Caracteristicile principale ale revoluției industriale 5.0 în medicină-1

Telemedicină îmbunătățită:

Industry 5.0 îmbunătățește serviciile de telemedicină, oferind consultații video asistate de AI, traducere automată a limbajului medical și acces la specialiști din întreaga lume. Monitorizarea la distanță a pacienților cu boli cronice, cu intervenții proactive bazate pe date

Sustenabilitate și accesibilitate:

Dezvoltarea de medicamente și echipamente medicale care sunt mai puțin costisitoare și mai prietenoase cu mediul. Programe de sănătate globală care folosesc tehnologii avansate pentru a face tratamentele accesibile în zonele defavorizate.

Educația și reskilling-ul în medicină:

Platformele de realitate virtuală (VR) și realitate augmentată (AR) sunt utilizate pentru pregătirea medicilor și personalului medical, permițând simulări complexe ale intervențiilor chirurgicale sau situațiilor de urgență.

Au fost dezvoltate de firme specializate (Quibim) programe de AI specializate în diagnosticarea cancerului în faze incipiente (QP-Prostate, QP-Lung, etc.) sau ale bolii Alzheimer (QP-Brain).



Imagistica în medicină



Utilizarea roboților în chirurgie (da Vinci Xi) specific Industry 5.0



Realitatea augmentată în medicină

Two-dimensional tissue

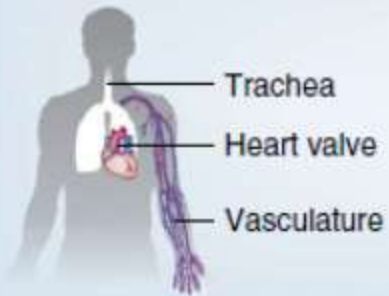


Skin



Cartilage

Hollow tubes



Vasculature



Aortic valve



Tracheal splint

Solid organs



Kidney

Example de organe umane obținute prin bio-imprimare

Fabricația este domeniul de origine al conceptului de revoluție industrială, unde se trece de la eficiența mașinilor la simbioza om-robot.

Colaborarea Om-Mașină si Mașină-Mașină (Coboți)

Utilizarea roboților colaborativi care lucrează alături de operatori pentru a prelua sarcinile grele, în timp ce oamenii se ocupă de deciziile critice.

Apariția fabricii complet automatizate (China 2030)

Roboții se vor ocupa de tot ce înseamnă producție; software-urile și AI-ul se vor ocupa de tot ce înseamnă monitorizare, coordonare, corectare de procese etc.

Personalizarea în Masă

Capacitatea de a crea produse unice, adaptate nevoilor specifice ale clienților, la costuri de producție de serie.

Sustenabilitatea

Implementarea economiei circulare și reducerea amprente de carbon prin optimizarea consumului de resurse cu ajutorul IA.

Impactul celei de-a cincea revoluții industriale în fabricație

1. Vehicule Autonome (Self-Driving) Aceasta este cea mai vizibilă aplicație. IA procesează date de la senzori (Lidar, Radar, Camere) pentru a „vedea” lumea.

Percepție în timp real: Recunoașterea pietonilor, a altor mașini și a semnelor de circulație în fracțiuni de secundă.

Luarea deciziilor: IA decide când să frâneze, să accelereze sau să schimbe banda, învățând constant din milioane de kilometri parcurși virtual și real.

2. Managementul Inteligent al Traficului Orașele devin „Smart Cities”

Semafoare adaptive: IA analizează fluxul de mașini prin camere video și ajustează durata culorii verzi pentru a fluidiza traficul, reducând timpul de așteptare cu până la 25%.

Predicția aglomerației: Aplicații precum Google Maps sau Waze folosesc IA pentru a anticipa unde se va forma un dop de trafic și îți oferă o rută alternativă înainte ca tu să ajungi acolo.

Impactul celei de-a cincea revoluții industriale în mobilitate-1

3. Mobilitatea ca Serviciu (MaaS) și Micro-mobilitate

IA optimizează modul în care folosim resursele de transport partajate.

Ride-sharing (Uber/Bolt): Algoritmi complecși potrivesc șoferii cu pasagerii, calculează prețul dinamic în funcție de cerere și optimizează rutele pentru a prelua mai mulți pasageri (Uber Pool).

Poziționarea trotinetelor/bicicletelor: IA prezice unde va fi cea mai mare cerere de trotinete electrice într-o anumită oră și zi, ajutând companiile să le distribuie strategic în oraș.

4. Mentenanța Predictivă

În loc să reperi un autobuz sau un tren după ce s-a stricat (blocând traficul), IA anticipează defecțiunea.

Senzori IOT: Monitorizează vibrațiile, temperatura și uzura componentelor.

Intervenție timpurie: Sistemul anunță echipa de service că o piesă va ceda în următoarele 48 de ore, permițând repararea ei în timpul nopții, fără a afecta programul de transport.

Industry 5.0 transformă locuința într-un mediu care anticipează nevoile umane, punând accent pe binele locatarului și personalizare extremă.

De la Casa Inteligentă la Casa Cognitivă

Simbioza cu ritmul circadian: Sistemele de iluminat și climatizare nu funcționează după un program fix, ci se ajustează automat în funcție de starea ta de spirit, nivelul de cortizol sau calitatea somnului detectată de senzori portabili.

Interacțiune naturală: Trecem de la comenzi vocale simple la asistenți care înțeleg contextul emoțional și pot purta discuții complexe pentru a te ajuta să iei decizii.

Coboții Casnici (Roboți Colaborativi)

Asistență în bucătărie: Brațe robotice care nu doar gătesc singure, ci te ajută la tăiatul legumelor sau la curățenie, învățând preferințele tale specifice de gust și textură.

Suport pentru persoanele în vârstă: Roboți capabili să ofere asistență fizică (ajutor la ridicare, monitorizarea medicamentelor), punând accent pe empatie și siguranță, nu doar pe funcționalitate.

Impactul celei de-a cincea revoluții industriale în viața casnică

Băncile evoluează de la interfețe digitale la consiliere bazată pe încredere și etică.

IA Emoțională

Sisteme capabile să detecteze starea de spirit a clienților și să ofere soluții financiare empatică

IA Explicabilă (XAI)

Algoritmi care oferă argumente clare pentru deciziile luate, permițând consilierilor umani să comunice mai transparent cu clienții

Banking Sustenabil

Monitorizarea investițiilor pentru a se asigura că acestea respectă standardele de mediu și responsabilitate socială.

Impactul celei de-a cincea revoluții industriale în bănci și finanțe

1. Colaborarea Om-Robot

Spre deosebire de generația anterioară, unde roboții înlocuiau oamenii, Industry 5.0 introduce roboții colaborativi (cobots).

Asistență, nu înlocuire: Roboții preiau sarcinile repetitive, periculoase sau obositoare în timp ce fermierul ia deciziile strategice bazate pe intuiție și experiență.

Personalizare: Tehnologia permite adaptarea proceselor la nevoile specifice ale unei micro-ferme, nu doar la producția de masă.

2. Agricultura Regenerativă și Circulară

Industry 5.0 nu urmărește doar profitul, ci și protejarea planetei.

Gestionarea resurselor: Utilizarea IA pentru a reduce consumul de apă și pesticide la nivel de plantă individuală, nu doar la nivel de parcelă.

Valorificarea deșeurilor: Implementarea sistemelor de economie circulară

3. Reziliența și Siguranța Alimentară

4. Îmbunătățirea Calității Vieții Fermierului

Impactul celei de-a cincea revoluții industriale în agricultură

Învățământul devine un proces holistic, centrat pe unicitatea elevului.

Hiper-personalizarea

Crearea de parcursuri educaționale unice bazate pe talentele și ritmul fiecărui elev.

Reumanizarea

Profesorul devine mentor, punând accent pe abilități precum empatia, etica și gândirea critică

Învățarea Imersivă

Utilizarea Gemenilor Digitali (Digital Twins) și a Realității Augmentate pentru simulări complexe fără riscuri.

Impactul celei de-a cincea revoluții industriale în educație

- **Evoluția tehnologiilor de la a patra (Industry 4.0) la a cincea (Industry 5.0) revoluție industrială**
- **Impactul social al celei de-a cincea revoluții industriale**
- **Prefigurarea celei de-a șasea revoluții industriale (Industry 6.0)**
- **Istoria tehnicii și a industriei românești (EAR, Springer)**

Evoluția pe scurt in ultimele decade poate fi sintetizata astfel:

Industry 4.0: Mașini inteligente (Digitalizare).

Industry 5.0: Oameni și mașini lucrând împreună (Umanizare).

Industry 6.0: Oameni, mașini și biologie formând un singur organism (Simbioză om-mașină).

Observăm că pe măsura dezvoltării tehnologiilor acestea îl aduc pe om tot mai aproape de condiția de zeu: adică **nemuritor și fericit**.

De la a patra la a șasea revoluție industrială

Caracteristică	Industry 5.0 (Prezent/Emergent)	Industry 6.0 (Viitorul Vizionar)
Concept Central	Umanizarea: Tehnologia în serviciul omului.	Simbioza: Fuziunea om- mașină-biologie.
Interfața principală	Ecran, AR/VR, voce și gesturi.	BCI (Brain-Computer Interface): Controlul direct cu Gând.
Sursă de energie	Regenerabile (Solar, Vânt) + Baterii.	Micro-fuziune nucleară și captare wireless.
Natura Producției	Personalizare în masă (Mass customization).	Auto-asamblare: Produse care „cresc” singure.
Rolul AI	Co-pilot și asistent creativ.	Agenti AI: Entitate care auto-evoluează.
Impact de Mediu	Sustenabil: Amprentă de carbon zero.	Regenerativ: Fabrica “vindecă” ecosistemul.
Spațiu de Lucru	Fabrica hibridă (fizic + digital).	Metavers Industrial total + Colonii spațiale.
Materiale	Reciclabile, compozite inteligente.	Bio-materiale programabile și sintetice.

1. Fuziunea om–tehnologie

Interfețe creier–computer (*Neurolink*)

Exoschelete inteligente

AI care anticipează deciziile umane (Brain to Vehicle –Nissan)

Nu doar colaborare, ci extinderea capacităților umane.

2. Fabrici autonome (dark factory) (Nissan Intelligent Factory)

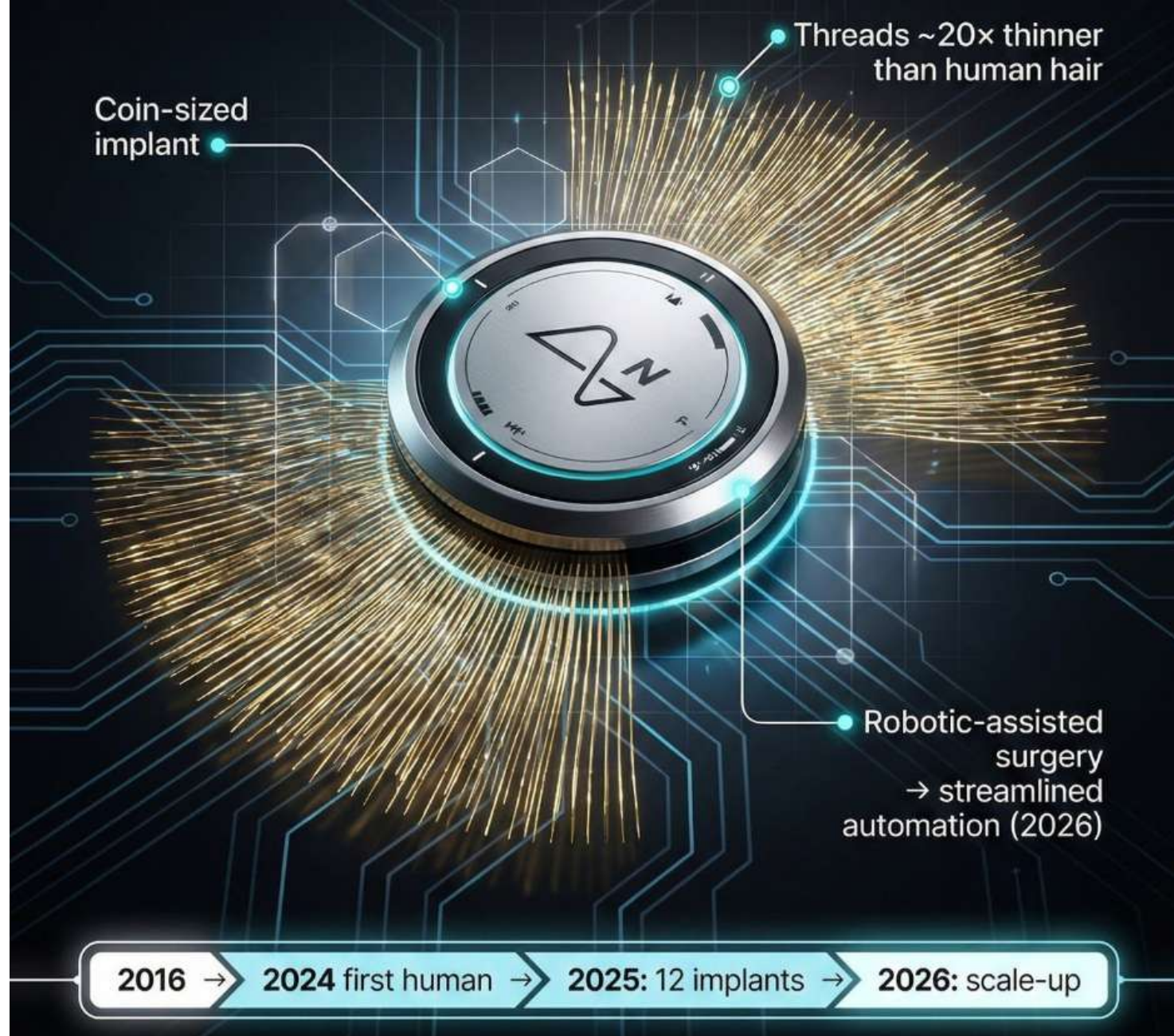
Sisteme care se auto-repară

Lanțuri de aprovizionare complet autonome

Conducerea procesului în timp real de AI (vezi India AI Impact Summit 2026)

Oamenii ar superviza mai mult strategia decât operațiunile

Cum ar putea arăta Industry 6.0?



Interfeța creier-computer (Neurolink)



Exoschelet intelligent



Exemplu de lanț de aprovizionare complet autonom



Fabrica autonomă in Industry 6.0

3. Hiper-personalizare

Produse personalizate, la scară mare

Design generat instant pe baza preferințelor clientului

4. Industrii regenerative

Nu doar „zero impact”, ci impact pozitiv asupra mediului

Fabrici care produc mai multă energie decât consumă

Materiale complet reciclabile

Procese care refac ecosisteme

5. Economii conduse de AI

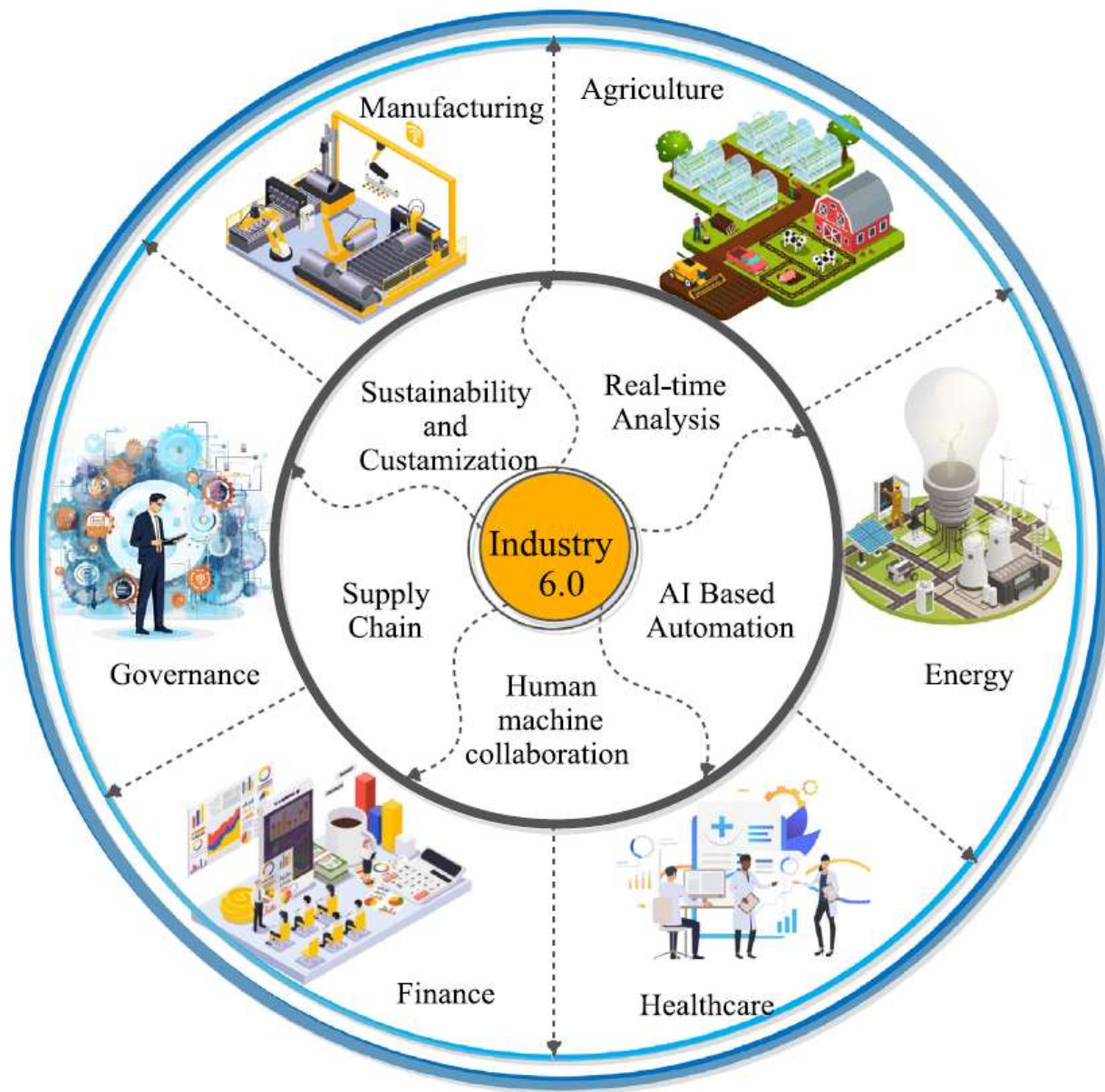
AI ar putea coordona piețe, logistică și producție aproape fără fricțiuni.

Cum ar putea arăta Industry 6.0?

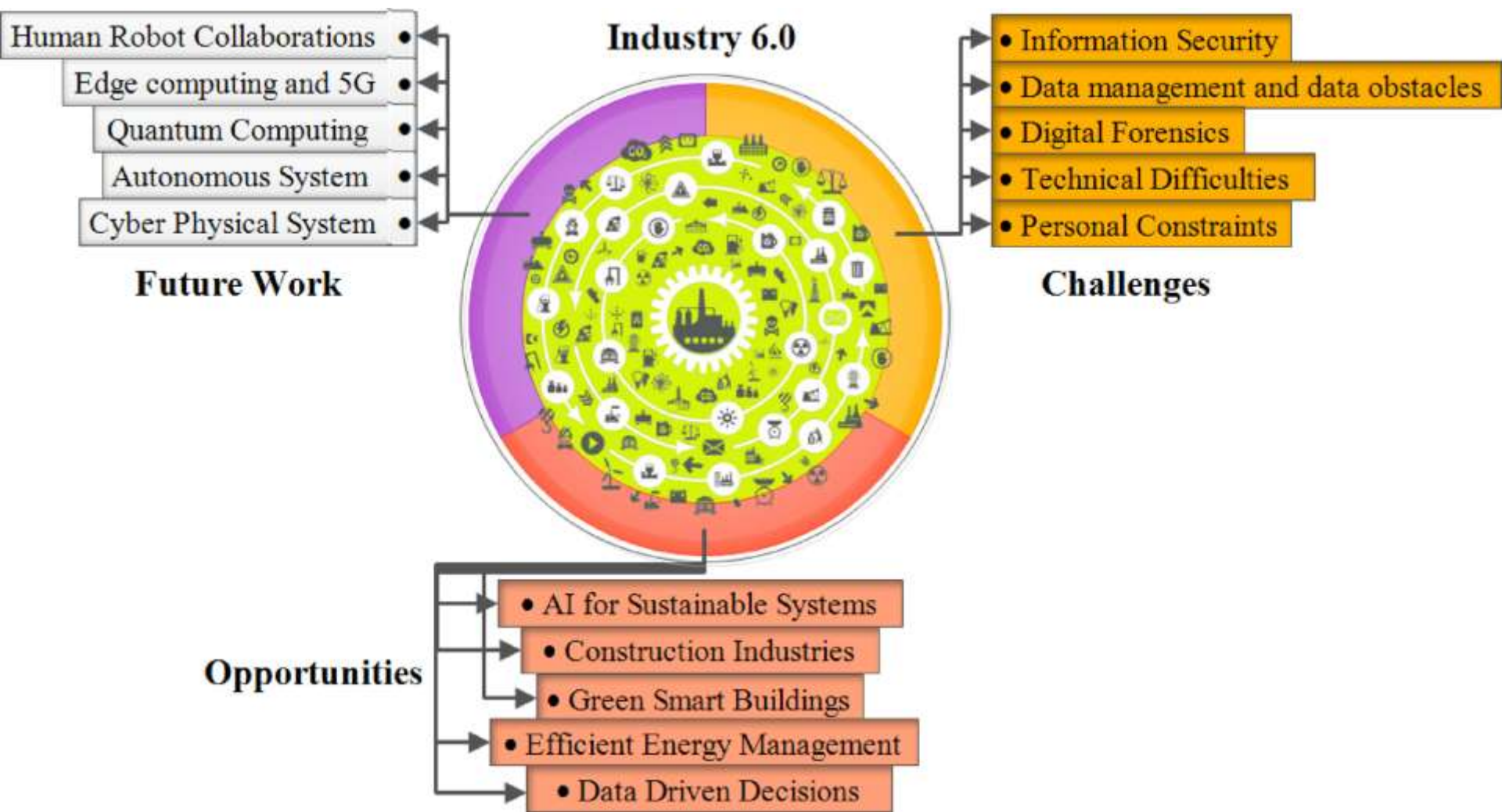




Caroserie de automobil realizata prin tehnologie “3D printing”



Domeniile de aplicare ale Industry 6.0



Sfidările, direcțiile de viitor și oportunitățile Industry 6.0

Dispariția dispozitivelor fizice:

În I 5.0 încă folosim tablete sau ochelari AR pentru a controla roboții.

În I 6.0, informația este proiectată direct în cortexul vizual, iar controlul brațelor robotice se face prin impulsuri nervoase, ca și cum ar fi propriile tale membre.

Fabrica este un „Copac”:

Dacă în I 5.0 ne mândrim că o fabrică are panouri solare, în I 6.0 fabrica folosește fotosinteză artificială pentru a produce materie primă din CO₂-ul din aer, transformând producția industrială într-un proces biologic de curățare a planetei.

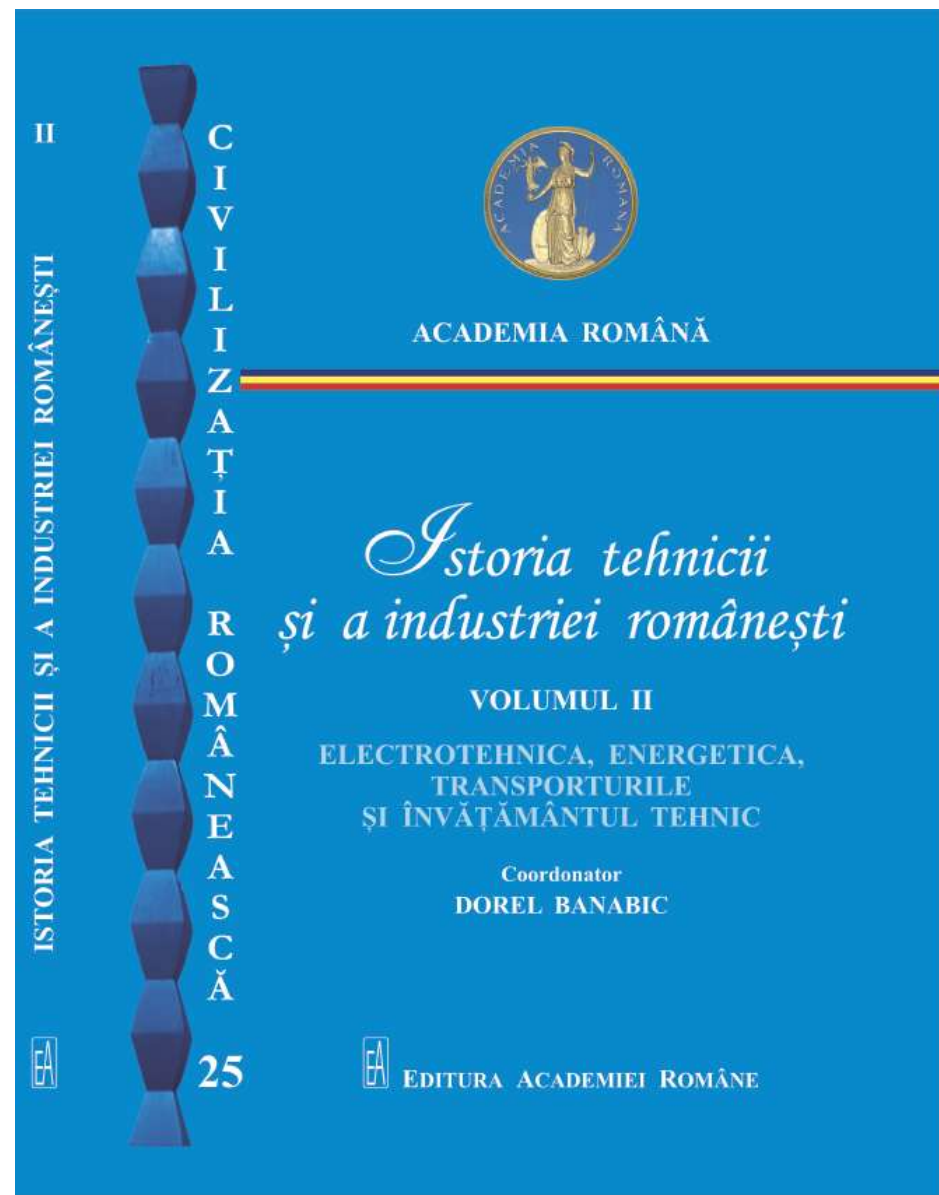
Proiectare Cuantică:

Designul unui produs nu mai este făcut prin încercări (trial and error).

Computerele cuantice simulează fiecare atom al noului produs, garantând că acesta va fi perfect funcțional și 100% biodegradabil înainte de a fi creat „molecular” în laborator.

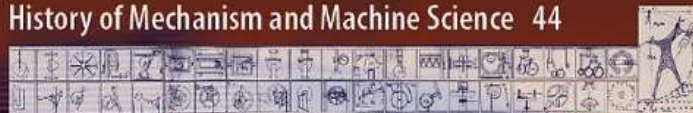
Cele 3 schimbări majore pe care le va aduce I 6.0

- **Evoluția tehnologiilor de la a patra (Industry 4.0) la a cincea (Industry 5.0) revoluție industrială**
- **Impactul social al celei de-a cincea revoluții industriale**
- **Prefigurarea celei de-a șasea revoluții industriale (Industry 6.0)**
- **Istoria tehnicii și a industriei românești (EAR, Springer)**



ISTORIA TEHNICII ȘI A INDUSTRIEI ROMÂNEȘTI (I, II)

History of Mechanism and Machine Science 44



Dorel Banabic *Editor*

History of Romanian Technology and Industry

Volume 1: Mechanics, Processing
Techniques and Construction

 Springer

History of Mechanism and Machine Science 45



Dorel Banabic *Editor*

History of Romanian Technology and Industry

Volume 2: Electrical Engineering,
Energetics, Transport and Technology
Education

 Springer

Vă mulțumesc pentru atenție!