

Compendiu



Promovarea și dezvoltarea competențelor aferente Industriei 4.0





Cuprins

Capitolul I	Fabricile Inteligente	1
Capitolul II	Realitate Augmentată și Realitate Virtuală pentru Industria 4.0	16
Capitolul III	Cloud Computing	29
Capitolul IV	Imprimarea 3D pentru Industria 4.0	43
Capitolul V	Robotica	60
Capitolul VI	Securitatea cibernetică în Industria 4.0	71
Anexă:	Metodologie pentru crearea unui atelier de lucru.....	87

Contribuții ale partenerilor:

DANMAR COMPUTERS (Poland)
ECAM-EPMI (France)
Istituto Superiore E. Mattei (Italia)
MACDAC ENGINEERING CONSULTANCY BUREAU Ltd – MECB (Malta)
M.K. INNOVATIONS LTD (Cipru)
SC LUDOR ENGINEERING SRL (România)
STUCOM SA (Spania)



Fabrici Inteligente

de **Samir HAMACI**
s.hamaci@ecam-epmi.com

În ultimii ani, în Europa, s-au implementat mai multe inițiative sub numele de Fabrica Inteligentă (Smart Factory). Printre fondatorii care catalizează aceste mișcări, anunțând începutul celei de-a patra revoluții industriale, regăsim publicarea raportului german "Recomandări pentru Inițiativa Strategică în Industria 4.0".

Totuși, cum funcționează Fabrica Inteligentă a acestei a patra revoluții industriale? Care este impactul ei în economia europeană?

Pentru a răspunde acestor întrebări, lucrarea de față abordează aceste probleme punând accent pe diferitele componente tehnologice care îi conferă fabricilor trăsăturile inteligente, precum și pe caracteristicile tehnice strâns legate de funcționarea lor, considerate a fi promițătoare pentru economia europeană.

Materii necesare pentru o carieră în acest domeniu:

ȘTIINȚE

TIC

MATEMATICĂ

FIZICĂ

BIOLOGIE

CHIMIE



Cuprins

1	Introducere	3
2	Revoluții Industriale	3
3	Fabrica Inteligentă: Caracteristici.....	5
3.1	Fabrica Verde.....	6
3.2	Fabrica Conectată	7
3.3	Fabrica Agilă.....	7
3.4	Fabrica Digitală.....	7
4	Componente Tehnologice.....	8
5	Fabrica inteligentă în Europa	11
6	Impactul social și economic a Fabricii Inteligente în Europa	12
7	Provocările Fabricii Inteligente.....	13
8	Concluzii	14
9	Referințe.....	15



1 Introducere

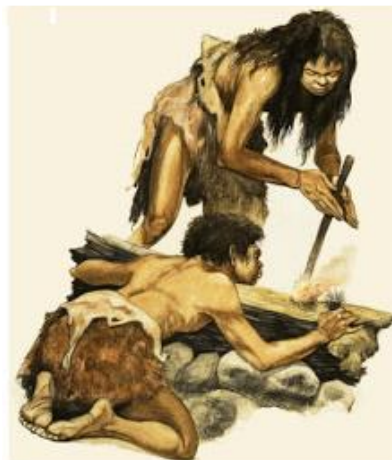
Industria europeană are o pondere 23,8% din Produsul Intern Brut (PIB) al Europei și este motorul-cheie în inovare, productivitate, creștere economică și crearea de noi locuri de muncă. În industria europeană lucrează mai mult de 30 milioane de oameni din Europa, iar acest număr se dublează prin activități de suport, cum ar fi cele logistice. În plus, 80% din exporturile europene sunt produse industriale [22].

Cu toate acestea, Europa a trecut printr-o perioadă de eroziune inexorabilă a poziției bazei sale industriale, poziția de lider mondial în mai multe sectoare importante fiind disputată de noi competitori. Unul din principalele răspunsuri la aceste provocări stă în dezvoltarea excelenței tehnologice în industrie prin integrarea și dezvoltarea noilor tehnologii avansate. Aceste tehnologii sunt asociate, printre altele, cu o echipamente de producție adaptive și cu tehnologii ale informației și comunicației destinate fabricației.

Promovată de apariția acestor noi tehnologii, Industria 4.0 reprezintă o nouă generație de fabrici care le încorporează pentru a da naștere unei fabrici inteligente interconectate unde angajații, aparatura și produsele interacționează unele cu altele într-un ecosistem (clienți, furnizori, stoc). Termenul Industria 4.0 a apărut în 2011 la Forumul Internațional al Industriei care a avut loc în Hanovra. El se referă la o nouă perspectivă asupra mijloacelor de producție, care a dus la apariția celei de-a patra revoluții industriale. Dar înainte de acest moment, industria a trecut prin câteva etape ale evoluției sale.

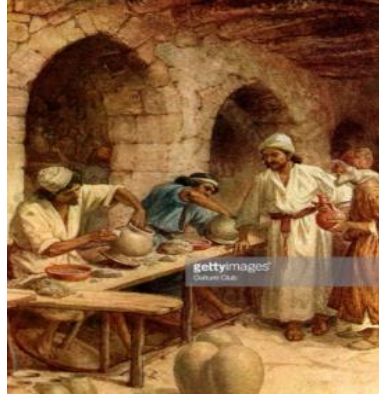
2 Revoluții Industriale

Din punct de vedere istoric, putem considera că activitatea de manufactură a început încă din timpuri preistorice. Pentru a se proteja de factorii externi care îi periclitau existența (clima, animalele sălbatice, natura) omul a învățat să acționeze asupra mediului înconjurător (să controleze focul, să prelucreze piatra, peșterile folosite ca habitat). Descoperirea focului și a măiestriei procesului de producere a focului prin frecare a avut un impact decisiv în evoluția socială și economică. Folosit la început pentru a pregăti mâncarea, pentru a se proteja de animalele sălbatice, focul a fost folosit și pentru a transforma materia (în special metale). Toate aceste activități sunt considerate a fi primele semne ale industriei inventate de om.



Sursă imagine: ancient-history

Urmează Antichitatea. Această perioadă se caracterizează prin apariția olăritului și prin invenția roții olarului, folosită în crearea pieselor circulare din ceramică. De asemenea, se folosesc fibre vegetale pentru fabricarea pieselor de vestimentație, utilizate de om pentru protecția împotriva climei reci și a sălbăticiiei naturii din această perioadă.



Sursă imagine: Cultureclub

Mai târziu, s-a folosit la scară largă puterea morilor de apă, în Evul Mediu, pentru a transforma orice, de la boabele de grâu în făină până la semințe în ulei



Sursă imagine: Wikipedia

Urmează perioada modernă, era revoluțiilor industriale. Prima Revoluție Industrială (secolul al XVIII-lea) care poate fi numită Industria 1.0 a constat în apariția mașinilor cu motor. Își are rădăcinile în dezvoltarea mineritului și a extracției cărbunelui cât și în dezvoltarea motorului cu abur de către James Watt în 1769. Ea va transforma radical procesul de fabricație. Industria artizanatului va fi înlocuită de producția mecanizată. În fabrici, revoluția coincide cu folosirea motorului cu aburi ca instrument care pune în mișcare mașinile și care permite creșterea productivității. Acest fapt duce la o producție mai mare și la apariția produselor fabricate în serii mici.

A Doua Revoluție este adusă de folosirea petrolului și a electricității, la sfârșitul secolului al XIX-lea. Ea va moderniza mijloacele de producție. Industria auto și industria chimică vor beneficia din plin. De acum înainte, mașinile folosite în producție nu vor mai fi „pe abur” ci „electrice”. Această perioadă coincide cu epoca taylorismului și cu apariția liniilor de asamblare care transformă muncitorii nepricepuți în muncitori productivi.

Ulterior are loc, pe la mijlocul secolului al XX-lea, a Treia Revoluție Industrială, numită Industria 3.0, odată cu apariția electronicii, telecomunicațiilor și a informaticii. Aceste discipline diferite vor permite crearea simplă de automatizări importante, care eliberează muncitorii de sarcinile cele mai dificile. Acesta este începutul automatizării și al producției de masă.



Industria 4.0 [12, 15] este a patra etapă a revoluției industriale, caracterizată prin fuziunea dintre fabrici și internet. Fiecare verigă din lanțul de aprovizionare, instrumente și posturi de lucru comunică unele cu altele prin internet și prin rețele virtuale. Aparatura, sistemele și produsele finite schimbă informații între ele, atât în sistem cât și în exterior. Prin optimizarea facilităților de producție, fabricanții speră să producă mai repede, cu costuri mai mici, mai ecologic.

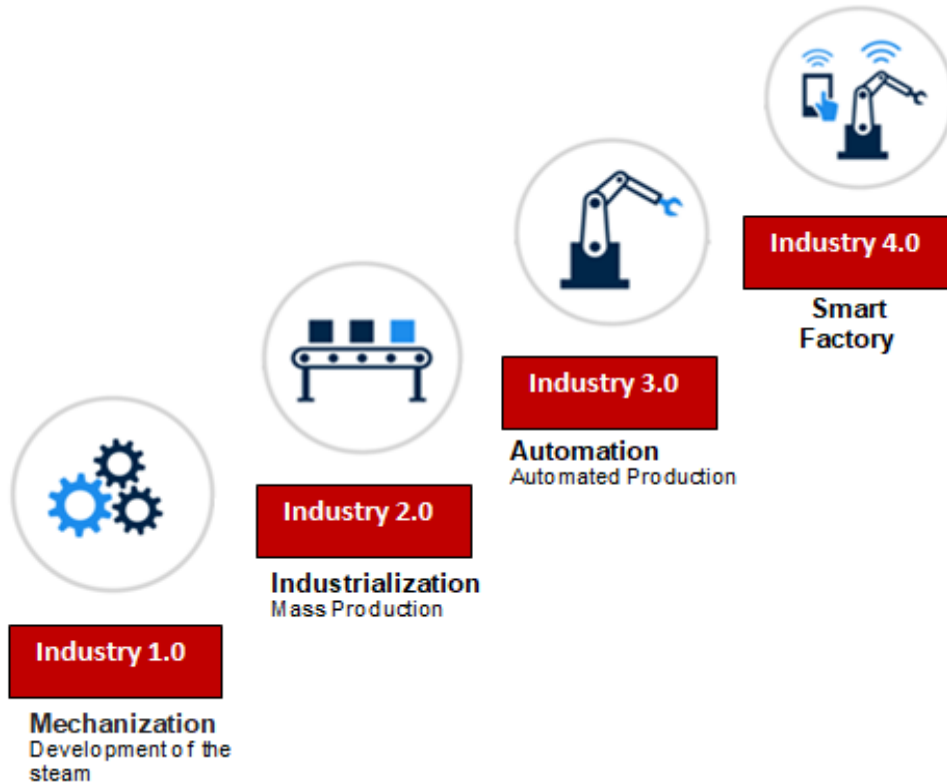


Figura 1. Cele patru revoluții industriale

Industria 1.0 – Mecanizarea- Dezvoltarea tehnologiei cu aburi; Industria 2.0 – Industrializare- Producția de masă; Industria 3.0 – Automatizarea- Producția automatizată; Industria 4.0 – Fabrica Inteligentă

Cunoscută și sub numele de Fabrica Inteligentă, Industria 4.0 se va echipa cu aparatură inteligentă, sisteme de stocare și echipamente și facilități care vor schimba informații autonom, pentru a se putea verifica unele pe altele și pentru a declanșa acțiuni independente. Cu Industria 4.0, se vor implementa îmbunătățiri fundamentale în domeniul ingineriei, producției cât și în procesele lanțului de aprovizionare. Sistemele de producție vor fi conectate la rețelele corporatiste cât și în afara acestora (în afara ecosistemului lor).

3 Fabrica Inteligentă: Caracteristici

Fabrica Inteligentă a Industriei 4.0 reprezintă o abordare tehnologică care folosește echipamente conectate la internet pentru supravegherea procesului de producție. Ea integrează tehnologii avansate cum sunt Internetul lucrurilor (Internet of Things - IoT), robotica, imprimarea 3D, realitatea virtuală/ realitatea augmentată, Big Data și inteligența artificială. Implementarea sa necesită integrarea senzorilor inteligenți în mașini pentru a recupera date cu privire la funcționarea și performanțele acestora.

Înainte de Industria 4.0, aceste date erau salvate în baze de date locale, instalate chiar pe mașini, de exemplu, și folosite pentru mentenanță în caz de avarie. În prezent, în fabricile inteligente, aceste date sunt colectate în cloud, putând fi accesate, de oriunde, și folosite de către ingineri pentru analiză în scopul detectării unor semnale de avertizare în caz de avarie a

unei componente din toate sistemele de producție. Pentru a evita o oprire neprevăzută, se lansează o intervenție de mentenanță preventivă.

Aceste date sunt folosite și pentru identificarea etapelor în care procesul de producție este încetinit și pentru a simula diferite scenarii de producție, în vederea determinării modului de operare suficient de eficient.

Odată cu extinderea Fabricii Inteligente și cu creșterea numărului de mașini conectate la Internetul lucrurilor, comunicarea dintre mașini va duce la automatizarea și robotizarea extinsă. De exemplu, sistemele de producție inteligente vor putea controla materiile prime pe măsură ce stocul se diminuează, să repartizeze alte mașini de producție pentru a onora comenzile, și să pregătească canale de distribuție când comenzile sunt gata.

Mai jos, arătăm principalele caracteristici ale fabricilor inteligente (Figura 2).

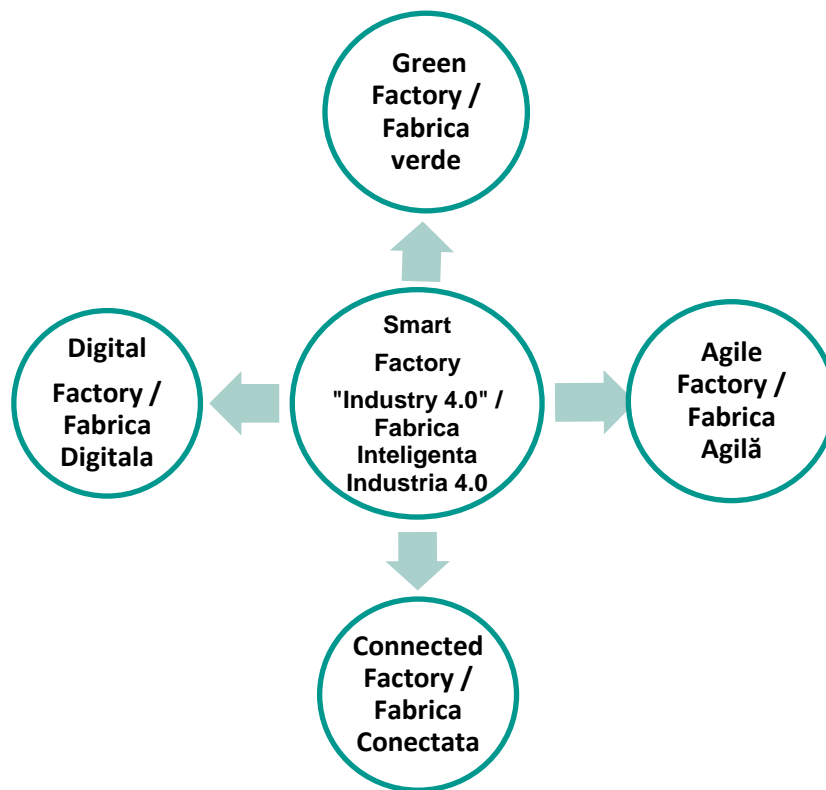


Figura 2. Caracteristicile fabricii inteligente

3.1 Fabrica Verde

Fabrica inteligentă a Industriei 4.0 este ecologică, creând produse industriale prin procese non-poluante, conservând energia și resursele naturale (sisteme multi-energetice: fotovoltaice, eoliene etc.). Își industrializează produsele prin implementarea modurilor de producție cu impact limitat asupra mediului și a climatului. Această uzină este economică, nu va face risipă de energie și resurse grație unei rețele de comunicație și schimb de informații urgente și permanente, care coordonează nevoile și disponibilitățile.

3.2 Fabrica Conectată

În Figura 3, sunt grupate funcțiile unei fabrici conectate, funcții esențiale care contribuie la înțelegerea sistemului. O infrastructură cloud inteligentă [18] este întărită prin intermediul algoritmilor pentru a executa: detectarea și predicția condițiilor critice, verificarea și validarea configurărilor. Folosirea soluțiilor colaborative poate crește productivitatea prin promovarea muncii în echipă, partajarea informațiilor și organizarea lor. Ele oferă un set de instrumente de comunicare cum ar fi mesagerie, calendar, notificări, mesaje instant, discuțiile pe forumuri, partajarea fișierelor etc.

Rețeaua Wireless Inteligentă (RWI) este un concept dezvoltat de Comitetului pentru standarde TR45.2 al Telecommunications Industry Association (TIA). Se bazează pe un standard industrial deschis (open) care permite conectarea și relaționarea cu succes a echipamentelor de la diverși furnizori, și care permite crearea automată a conexiunii în roaming între diverse rețele.

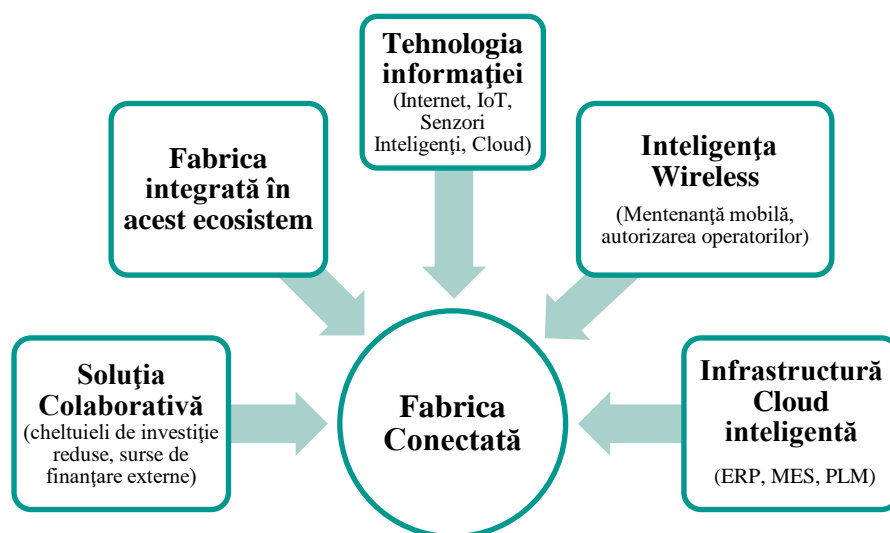


Figura 3. Caracteristicile principale ale unei fabrici conectate

3.3 Fabrica Agilă

O Fabrică agilă [8], este o uzină aptă să se repare singură și să adopte configurații în conformitate cu constrângerile operaționale (clienți, furnizori, mediu, etc.). Spre deosebire de flexibilitatea care caracterizează capacitatea unui sistem fizic de a se muta de la prima configurare cunoscută (A) la o a doua configurare cunoscută (B), agilitatea este cea care caracterizează capacitatea unui sistem fizic de a se muta de la prima configurare cunoscută (A) la o a doua configurare necunoscută (B). Agilitatea necesită ca sistemul să fie inteligent, capabil de comunicare (IoT, producție în cloud, cibernetică etc.). Ea are în vedere: tehnologia; luarea deciziilor; managementul resurselor umane; investiția și volumul capitalului.

3.4 Fabrica Digitală

Fabrica Digitală este setul tuturor instrumentelor digitale care permit proiectarea procesului de fabricație a unui produs. Ea permite validarea specificațiilor care definesc producția unui obiect

prin folosirea instrumentelor de simulate 3D a procesului, în concordanță cu modelul digital al produsului.

4 Componente Tehnologice

Fabrica Inteligentă (Industrializare 4.0) se caracterizează printr-un set de inovații tehnologice (v. Figura 4), care îi permite să fie competitivă, eficientă și conectată permanent cu angajații, echipamentele de producție, clienții și teritoriul său. Se bazează pe conceptul Sistemelor Fizice Cibernetice (Cyber Physical Systems - CPS).

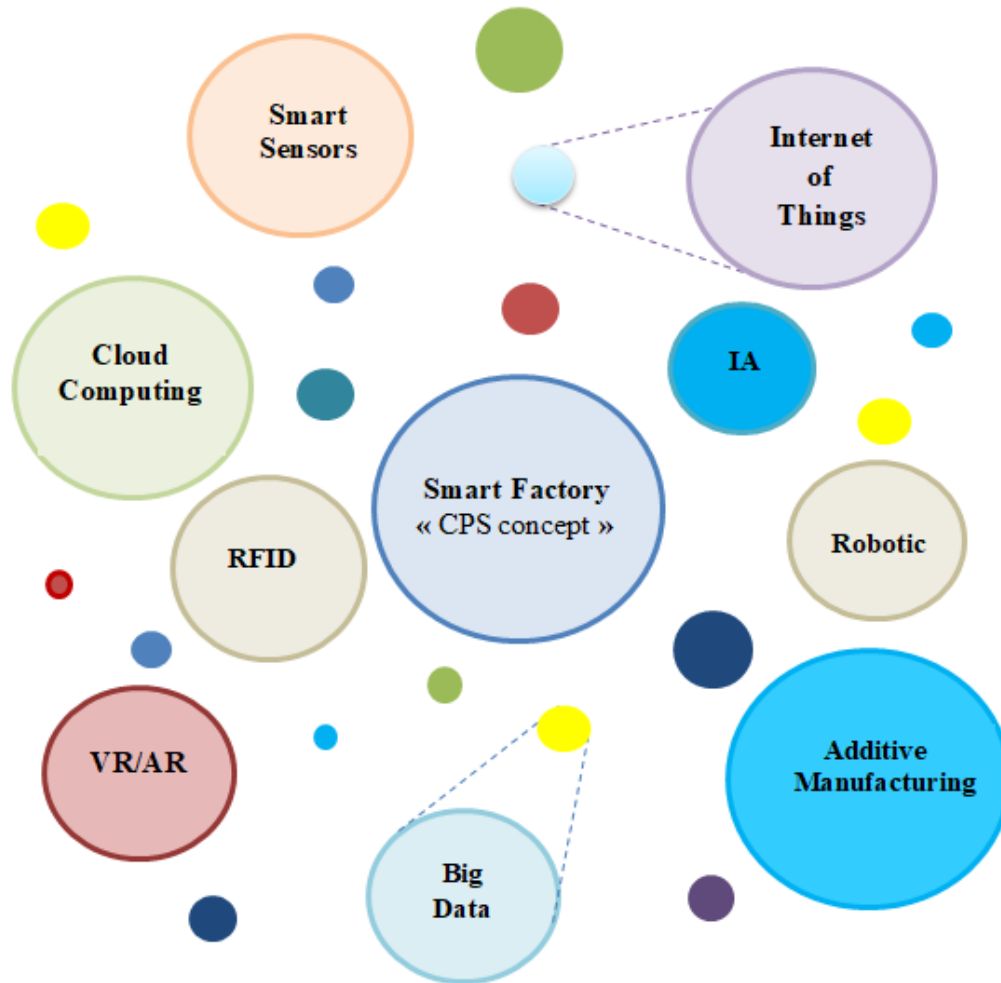


Figura 4. Componentele Tehnologice ale Fabricii inteligente

[Senzori inteligenți; Cloud computing; Internetul Lucrurilor; RFID; Fabrica inteligentă (concept CPS); Realitate virtuală/ Realitate augmentată; Big Data; IA; Robotică; Fabricație aditivă]

• **Sistemele Fizice Cibernetice (Cyber Physical Systems - CPS).** Conform [9], termenul a apărut în 2006 la National Science Foundation grație lui Helen Gill. Acest concept se referă la o nouă generație de sisteme cu capacități computaționale și fizice integrate care pot comunica cu exteriorul printr-o gama variată de noi modalități. Din acest moment, aceste termene au devenit foarte populare și au fost folosite pentru a se referi la sisteme precum senzorii inteligenți, computere încorporate, componente de acționare, etc pentru a obține „caracteristici inteligente” [5] și [17].



CPS sunt sisteme de colaborare a entităților computaționale aflate într-o conexiune continuă cu lumea fizică din jur, oferind și utilizând în același timp servicii de accesare și procesare de date prin intermediul internetului. În [9] autorii definesc un CPS ca un sistem fizic prin care operațiunile sunt monitorizate, controlate, coordonate și integrate de un sistem de calcul (computer).

În contextul industrial, termenul de Sisteme Fizice Cibernetice de Producție (Cyber-Physical Production Systems - CPPS) se folosește cu referire la ultimele descoperiri previzibile în Tehnologia Informației și Comunicațiilor (TIC) în timp ce Știința și Tehnologia producției (STP) sunt pilonii principali în Industria 4.0 [11].

Modelul descris în Figura 5 [20] arată că Sistemele Fizice Cibernetice de Producție sunt alcătuite din sistemul fizic de producție care, cu ajutorul unor obiecte pline de senzori, este conectat de fapt la Internetul Lucrurilor (IoT). În acest fel, CPPS pot partaja, folosi, procesa, sau modifica datele în funcție de recomandarea algoritmilor puternici controlați de sistemul de analiză Big Data. Acești algoritmi vor fi instalați în secțiunea sistemului cibernetic a modelului descris în Figura B, care constă din patru secțiuni care interacționează între ele.

- Sistemul Fizic: include procese industriale, utilități și sursa de producție și de stocare a energiei.
 - Interfața: Include senzorii inteligenți [10] și elementele de acționare (folosite, de exemplu, în alegerea sursei de energie în conformitate cu condițiile climatice existente).
 - Secțiunea sistemului cibernetic: generează controlul asupra sistemului de producție și asupra resurselor.
 - Comunicarea în rețea: circulația bidirecțională a datelor între sistemul cibernetic și lumea de dinafara rețelei, prin internet.
- **Cloud Computing.** Cloud Computing este o infrastructură în care capacitatea de calcul și de stocare sunt administrate de servere controlate de la distanță și accesate de utilizatori prin conectare la internet. Este folosit deja la scară largă pentru software și managementul datelor. În domeniul industrial, unde interconectarea dintre secțiile de producție și diverse departamente din companie necesită partajarea unui volum mare de date, Cloud Computing permite distribuirea ușoară și rapidă a acestora.
 - **Internetul Lucrurilor (IoT).** Este o tehnologie încorporată în mașini pentru a le verifica starea în timp real, în scopul analizării comportamentului acestora. Prezența senzorilor pe mașini și obiecte în timpul procesului de producție permite mașinilor să cunoască istoricul de fabricație al unui produs, comanda finală aferentă acestuia și să poată răspundă automat sau prin intermediul stației centrale de control.
 - **Realitate Virtuală / Realitate Augmentată.** O utilizare directă urmărește să furnizeze imediat informații de mentenanță despre tehnicile de reparare a unei camere, de exemplu, prin intermediul unor ochelari pentru realitate augmentată. Această tehnologie poate fi folosită și pentru instruire, sau pentru a face etapele de proiectare mai puțin abstracte, permițând astfel implicarea mai multor părți interesate.
 - **Fabricația aditivă.** Această tehnologie este foarte promițătoare. Dincolo de producția de prototipuri, fabricația aditivă permite deja producția în serii mici a unor piese complexe, piese de rezervă și chiar a unor dispozitive și scule personalizate. Odată cu dezvoltarea tehnologiilor, viteza și acuratețea imprimării 3D ar trebui să se intensifice și să permită producția la o scară largă.

- **Robotica.** Robotul industrial este oficial definit sistem fizic programabil capabil să manipuleze pe trei sau mai multe axe, versatil, reprogramabil, cu control automat. Aplicațiile tipice includ sudura, vopsirea și roboții pentru asamblare.
- **Senzori inteligenți.** Acești senzori permit o mai bună performanță, cu supraveghere și optimizare în timp real, mai multă agilitate în schimbarea configurării, start rapid, o mai mare disponibilitate pentru mentenanță predictivă și diagnoză de la distanță, o mai mare eficiență prin sistemul de monitorizare și control.

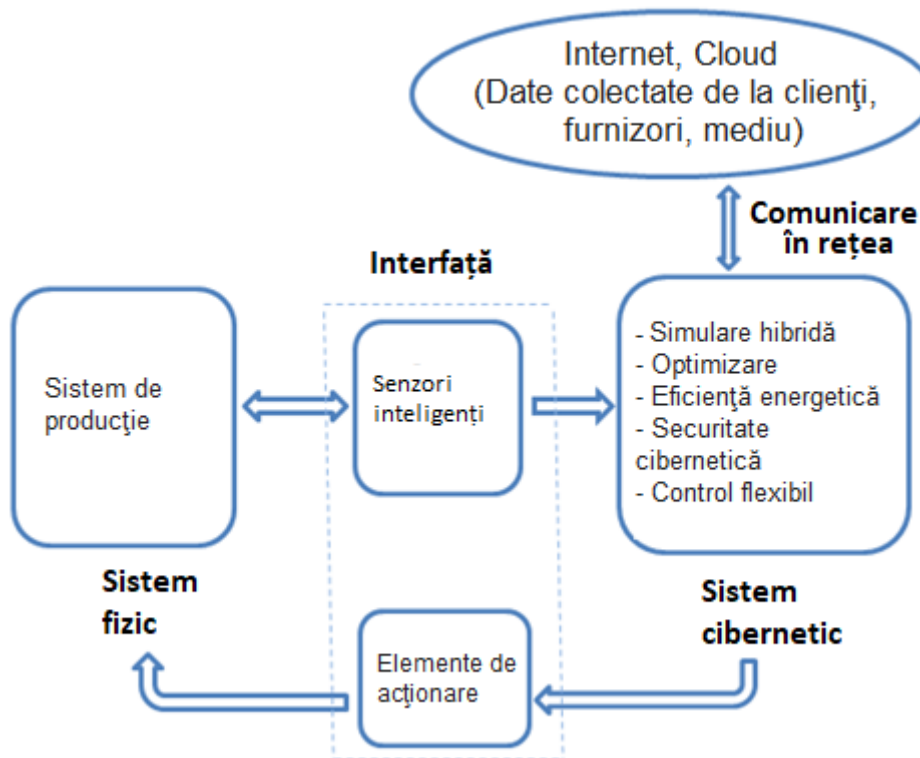


Figura 5. Modelul de Sistem Fizic Cibernetetic de Producție

- **Big Data.** Acesta este un concept care se referă la stocarea unui volum enorm de informații într-o bază de date digitală. Denumirea apare în octombrie 1997, în conformitate cu arhivele Association for Computing Machinery (ACM), în articole științifice despre provocările tehnologice ale vizualizării „unor seturi mari de date”.
- **Inteligența Artificială.** Folosirea tehnicilor algoritmice avansate, bazate pe inteligența artificială, permite exploatarea unui volum mare de date. Aceștia optimizează performanța echipamentelor prin implementarea mentenanței predictive și cresc calitatea producției prin controlul proceselor, identificând corelările dintre mulțimea de parametri de producție.
- **Identificare prin frecvență radio (Radio Frequency Identification - RFID)** este o metodă de stocare și de regăsire a datelor, la distanță, folosind markere cunoscuți ca "transpondere RFID" sau "etichete RFID". Acestea sunt obiecte mici, precum etichete autocolante, care se pot încorpora în produse. Ele includ o antenă asociată cu un chip electronic care le permite primirea semnalului și generarea unui răspuns la solicitarea transmisă prin semnal radio de la emițător. Aceste chipuri electronice conțin un

identificator și posibile date adiționale. În Fabrica inteligentă, mașinile și obiectele comunică între ele: circuitul RFID le permite partajarea de informații importante cu sistemele de producție. Fabrica inteligentă se verifică singură și își eficientizează producția. Schimbul de date permanent în Fabrica inteligentă facilitează organizarea și autonomia lanțurilor aprovizionare.

5 Fabrica inteligentă în Europa

Fabrica inteligentă sau "Industria 4.0" este una din provocările tot mai mari în Europa, care trebuie să gestioneze transformarea unei flote învechite. În acest context, se observă o formă de competiție între diferite țări care încearcă să accelereze tranziția industriei spre modelul fabricii inteligente. Germania a dat startul în 2011; i s-a alăturat rapid principalele puteri economice europene, îngrijorate de viitorul industriei lor. Mizele diferă de la țară la țară, dar aceasta e o chestiune de întărire a poziției lor de lider în domeniul fabricării mijloacelor de producție și de competitivitate în producție.

De aceea, proiectele tehnologice în favoarea progresului industrial prosperă aproape peste tot în Europa. Mai jos, vom prezenta o trecere în revistă a câtorva inițiative promițătoare.

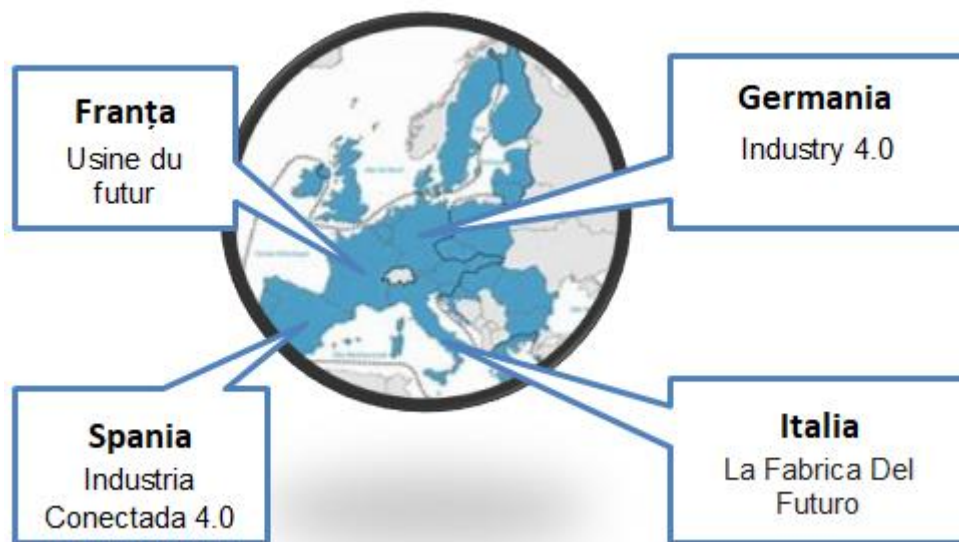


Figura 6. Fabrica Inteligentă în Europa

- **Europa** (Factories of the Future). Inițiativa "Factories of the future" se alătură cadrului european al planului de redresare economică. Este un parteneriat public- privat care finanțează dezvoltarea tehnologiilor aplicabile în fabrici. În cadrul programului (2007-2013) [21], s-au acordat 650 milioane de euro. Ulterior, s-au bugetat 1,15 miliarde euro, cu ocazia lansării programului Horizon 2020.
- **Germania** (Industria 4.0). Planul german lansat în 2012, reia foaia de parcurs în privința investițiilor în sisteme, o inițiativă adoptată în 2009 [26]. Guvernul Angelei Merkel ar fi dorit extinderea lucrărilor în tot ce ține de domeniul producției de bunuri și a serviciilor. Conducătorii Bosch și de Academia de Științe și Inginerie (Acatech) [1][2], planul vizează a patra revoluție industrială, în special echipamentele de producție inteligente. Raportul înaintat în 2013 conține exemple concrete și recomandări în opt domenii: standardizarea arhitecturii industriale; managementul sistemelor complexe; banda largă de comunicații;



securizarea datelor; organizarea muncii; lucrul cu organismele de standardizare; eficientizarea resurselor; instruirea și dezvoltarea personală.

- **Italia (La Fabbrica del Futuro).** Este unul din cele 4 proiecte "Progetti Bandiera"; aceste mari proiecte au fost lansate în 2012 de Italia și au fost finanțate cu 13 milioane de euro [24]. Planificată pe o durată de trei ani, inițiativa "Fabbrica Del Futuro" - Fabrica Viitorului sprijină cercetarea pentru a crește competitivitatea industriei italiene. Guvernul italian a dorit ca programul să constituie o verigă de legătură între cercetarea italiană și europeană. Un important efort de aliniere: "Fabbrica Del Futuro" - împărtășește toate obiectivele și temele definite de programul "Factories of the future" al Comisiei Europene. Zece proiecte de cercetare italiene sunt distribuite în cinci categorii: Fabrica evoluționară și reconfigurabilă, Fabrica sustenabilă, Fabrica pentru oameni, Fabrica de produse personalizate și Fabrica de înaltă performanță.
- **Franța (Usine du futur - Uzina Viitorului)** Proiectul "Usine du futur" a fost lansat de președintele republicii în 2015 [25]. El vizează modernizarea industriei. Comerțul va fi transformat: de la responsabilul cu managementul digital, la angajați, care vor fi aduși nu să intervină direct asupra mașinilor ci să le controleze. Proiectul prezintă etapele evoluției industriale.
- **Spania (Industria Conectada 4.0 - Industria Conectată 4.0)** În 2014, guvernul spaniol anunță proiectul "Industria Conectada 4.0" [23]. Obiectivul acestui proiect este digitalizarea și în special îmbunătățirea competitivității sectorului industrial spaniol; proiectul a devenit un plan strategic care susține companiile în dezvoltarea digitală. Pentru consolidarea proiectului, în 2017, guvernul spaniol a alocat 97.5 milioane de euro ca împrumuturi pentru proiecte inovative și pentru cercetarea companiilor industriale, astfel încât 68 milioane de euro (împrumuturi și ajutoare directe) au fost accesate de companii din sectorul TIC iar 10 milioane euro au fost alocate pentru un pol inovativ.

Obiectivul proiectului "Fabrica inteligentă": fiecare companie trebuie să facă pași pe calea modernizării utilajelor industriale și pe calea transformării modelului său economic prin digitalizare. De asemenea, proiectul oferă asistență în transformarea modelelor de afaceri, organizarea lor și a modurilor de proiectare și marketing într-o lume în care tehnologiile digitale depășesc granița dintre industrie și servicii. Această a patra revoluție industrială face posibilă comunicarea dintre lanțurile de producție și obiecte.

6 Impactul social și economic a Fabricii Inteligente în Europa

Digitalizarea a modernizat industria iar randarea inteligentă a fost urmată de producție. Datele colectate fac posibilă anticiparea nevoilor. De fapt, ea a revoluționat modul de producție și au apărut noi meserii. De exemplu:

- **Responsabil cu transformarea digitală (Chief digital officer),** termen foarte popular în industrie. Misiunea sa este strategică deoarece trebuie să conducă un grup industrial să intre complet în era digitală. După un inventar, el face un plan de acțiune definind prioritățile digitale ale companiei și strategia de urmat.
- **Managerul fabricii viitorului** este cea de-a doua poziție de conducere. El este responsabil de o echipă care anticipează evenimente viitoare: digitalizare, volum mare de date, robotizare, instrumente digitale etc. Accesarea acestei poziții necesită, în general, o experiență mare în industrie și în leadership-ul echipelor.



În fine, unele meserii se schimbă din cauza apariției senzorilor inteligenți în fabrici, care urmăresc și înregistrează execuția operațiunilor de producție, evaluează uzura mașinilor și anticipează viitoare avarii. Sunt vizate, în special, meseriile care privesc mentenanța. Angajații vor trebui să controleze mașinile și nu să intervină direct pe ele. Abilitățile lor vor trebui să evolueze și vor trebui să învețe cum să administreze datele.

- Dincolo de câștiguri, în termeni de competitivitate, această revoluție pune omul în centrul fabricii viitorului. Ea contribuie la un număr de evoluții sociale și schimbări în mediul înconjurător care pun accentul pe semnificația și acceptarea acestor evoluții pentru operator, consumatori și comunitate, percepute ca un întreg.
- Pentru operatori, poate fi sinonimă cu îmbunătățirea calității vieții la locul de muncă, de exemplu, prin prevenirea afecțiunilor musculo-scheletice (MSDs) printre altele, prin simularea digitală care optimizează dimensionarea stațiilor de lucru. Similar, automatizarea flexibilă și folosirea roboților colaborativi (cobots) se elimină sarcinile oboșitoare și deplasările inutile. În fine, folosirea datelor transmise de unii senzori este un vector de siguranță mărită, de exemplu prin acționarea mecanismelor de oprire a echipamentelor.
- Pentru consumatori, ea oferă un nivel mai bun de siguranță, grație unei mai bune calități și prin trasabilitatea produselor (control online, ajustare rapidă în caz de defect, folosirea blockchain pentru a identifica sursa componentelor, etc.). Permite, de asemenea, o mai bună măsurare a impactului consumului produselor (o mai mare transparență, mai multe informații), conducând la o mai mare răspundere și la o mai bună încredere între părți.
- În sfârșit, pentru comunitate, fabrica inteligentă reduce impactul asupra mediului, mai ales prin optimizarea consumului de energie și reducerea cantității de deșeuri.

7 Provocările Fabricii Inteligente

Toate progresele tehnologice necesită întărirea capacității industriei de a se proteja de riscurile asociate cu folosirea frauduloasă a datelor. Conectivitatea echipamentelor oferă o suprafață semnificativă expusă atacurilor din partea indivizilor răuvoitori. Sistemele computerizate ale fabricilor pot fi atacate iar riscul major este furtul secretelor de producție și chiar oprirea liniilor de producție. Aceste atacuri pot fi diverse, de exemplu:

- **Atacul prin folosirea rețelelor wireless** Liniile de producție vor fi conectate cu exteriorul prin rețele wireless. Dacă nu sunt securizate, pot fi atacate din exterior și se pot accesa astfel secretele de producție sau se pot afecta negativ operațiunile din fabrică.
- **Atacul asupra echipamentelor cu stick USB** Operatorul de la mentenanță rulează de pe un stick USB un program nou în consola centrală - Programmable Logic Control (PLC) - a liniei de producție. Dacă programul este virusat, el poate defecta sau distruge PLC-ul.
- **Atacul prin e-mailul de serviciu** un angajat al sediului central al companiei deschide un e-mail și accesează un document virusat. Acesta activează un cod care virusează computerul iar datorită conexiunii dintre calculatoarele de la managementul producției și rețelele de computere, virusul se va răspândi și va infecta rețeaua IT industrială.
- **Atacul prin blocarea serviciului (DoS)** Un hacker identifică o conexiune la internet nesecurizată și o accesează din exterior, având acces astfel la rețeaua industrială de computere a fabricii. Blochează cu cereri computerul operatorului care controlează și supervizează stația. Acesta devine inactiv, iar fabrica nu mai poate controla producția.



Securitatea cibernetică va trebui să prevină și să ia în considerație aceste multiple breșe pentru hackeri. Provocarea va fi prevenirea intruziunilor în sisteme și identificarea anomaliilor din rețea în timp real. Odată penetrată structura, daunele pot fi semnificative. Nici un sistem nu poate fi inatacabil, iar sistemele de producție inteligente nu fac excepție. Ca exemple de atacuri cibernetice asupra unui sistem fizic putem cita atacul cibernetic cu virus "Stuxnet". Acesta a produs în 2010 daune la aproximativ 1000 de centrifuge iraniene de mare viteză folosite la îmbogățirea uraniului [3][16]. Putem menționa și piratarea companiei Sony Pictures Entertainment [8] în Noiembrie 2014, atacul cibernetic asupra datelor deținute de compania Yahoo în 2016 [7], și accesarea informațiilor private ale clienților companiei Anthem Health Insurance în decembrie 2014 [4]. În 2016, a existat un atac cibernetic asupra unei rețele de energie electrică și s-a oprit energia electrică în mai mult de 100.000 de locuințe [16]. În ultima decadă, sectorul industrial a fost unul din cele mai vizate sectoare de atacuri cibernetice [13][14]. În acest domeniu s-au raportat cele mai multe incidente de securitate la agenția de control industrial Industrial Control Systems Cyber Emergency Response Team (ICS-CERT) în 2015 [19]. Aceste atacuri folosesc tehnica „Harpooning” pentru a accesa neautorizat informații valoroase sau secrete comerciale [6].

Dincolo de riscurile atacurilor cibernetice, care reprezintă o provocare majoră a fabricii inteligente, sunt și alte provocări pentru această uzină pe care le-am prezentat în tabelul de mai jos:

Fabrica Inteligentă "Industria 4.0"	Provocări Imediate	<ul style="list-style-type: none">• Riscuri de atacuri cibernetice• Deschiderea rețelelor scoate în evidență probleme• Preluarea controlului asupra instalației• Vandalism, război cibernetic• Companii și guverne• Dezarmați în fața acestor atacuri.
	Provocări globale	<ul style="list-style-type: none">• Peisaj geopolitic incert• Cerere crescută de energie• Instabilitatea guvernelor politice• Regulamente complicate și complexe.•
	Provocări tehnologice	<ul style="list-style-type: none">• Producție maximă la costuri energetice minime• Trebuie depășite multe obstacole tehnologice (Inteligentă distribuită, Cloud etc.)• Probleme tehnologice (imprimarea 3D, computerizare mobilă...)

8 Concluzii

Inteligentă, conectată, eficientă și economică, Fabrica inteligentă constituie o provocare tehnologică puternică în industria europeană. Este și un concept economic revoluționar, conceput de Cancelaria Germaniei pentru a limita efectele relocării producției sau chiar pentru a-l inversa. Se estimează apariția a 24 milioane de locuri de muncă noi în Europa, grație Fabricii inteligente a Industriei 4.0. Suntem la începutul unei noi ere și se vor înregistra multe progrese tehnologice (Inteligentă distribuită, Cloud etc.).



9 Referințe

- [1] Acatech Cyber-Physical Systems: Driving Force for Innovation in Mobility, Health, Energy and Production. Acatech, Position Paper, (2011).
- [2] Acatech Integrierte Forschungs agenda Cyber-Physical Sytems. Study, (2012).
- [3] D. Albright, P. Brannan, W. Christina. Did Stuxnet take out 1,000 centrifuges at the Natanz enrichment plant? Institute for Science and International Security, (2010).
- [4] Anthem. How to access & sign up for identity theft repair & credit monitoring services. Anthem, Inc, (2015).
- [5] A. Cardenas (2009). Challenges for securing cyber physical systems. In workshop on future directions in cyber-physical systems security (Vol.5).
- [6] A. Deloitte. Global cyber executive briefing – manufacturing. Deloitte Touche Tohmatsu Limited, (2014).
- [7] M. Fahey, N. Wells. Yahoo data breach is among the biggest in history. CNBC, www. cnbc.com, (2016).
- [8] T. Lee The Sony hack: *how it happened, who is responsible, and what we relearned*. Vox Media, (2014).
- [9] E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, Edition 1.5, LeeSeshia.org, 2014.
- [10] F. Ortega-Zamorano, J. Jerez, I. Molina, L. Franco, Smart sensor/actuator node reprogramming in changing environments using a neutral network model. Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 30, Pages 179-188, (2013).
- [11] J. Jasperneite, was hinter Begriffen wie Industrie 4.0 steckt. In: Computer & Automation, (2012).
- [12] V. Saurabh, A. Prashant, B. Santosh, Industry 4.0 – A Glimpse. Procedia Manufacturing, Elsevier, Volume 20, Pages 233-238, (2018).
- [13] Symantec. Symantec Corporation; (2014).
- [14] Symantec. Symantec Corporation; (2015).
- [15] K.D. Thoben, S. Wiesner, T. Wuest, Industrie 4.0 and Smart Manufacturing- A Review of Research Issues and Application Examples, International Journal of Automation and Technology Vol.11 No.1, 4-16, (2017).
- [16] N. Tuptuk, S. Hailes. The cyberattack on Ukraine's power grid is a warning of what's to come. The Conversation US, Inc, (2016).
- [17] L. Wang, M. Torngren and M. Onori (2015) Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing. Journal of Manufacturing Systems.
- [18] M. Yigit, V. Cagri, S., Baktir, Cloud computing for smart Grid application. Computer Networks, Volume 70, 9 September 2014, Pages 312-329, (2014).
- [19] ICS-CERT. ICS-CERT *monitors newsletters*. Department of Homeland Security, (2016).
- [20] S. Hamaci, I. El-Abbassi, M. Uzunova and M. Darcherif "Reference architecture for modeling the dynamic behavior of smart manufacturing systems" The 16th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, Ho Chi Minh City, Vietnam, APIEMS 2015.
- [21] Commitment and Coherence ingredients for success in science and innovation.
https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/fp7_final_evaluation_expert_group_report.pdf
- [22] L'industrie européenne, un secteur à défendre dans la compétition mondiale
<https://www.touteurope.eu/actualite/l-industrie-europeenne-un-secteur-a-defendre-dans-la-competition-mondiale.html>
- [23] Spain: Industria Conectada 4.0, Digital Transformation Monitor, January 2017.
- [24] Industria 4.0, La fabrica del futura, Técnica y tecnología, Julio 2015.
- [25] L'Industrie du Futur est la matrice de la stratégie industrielle française , revue DGE, 2015
- [26] Germany : Industrie 4.0, Digital Transformation Monitor, European Commission 2017.



Realitate Augmentată și Realitate Virtuală pentru Industria 4.0

de **Amanda Azzopardi**
amandagalea@gmail.com

Industria 4.0 este al patrulea pas al revoluției industriale, caracterizată de fuziunea dintre internet și fabrici. Fiecare verigă din lanțul de producție și de aprovizionare, echipamente și stații de lucru, comunică între ele prin internet și prin rețelele virtuale. Echipamentele, sistemele și produsele schimbă informații între ele și cu exteriorul. Prin diverse tehnologii și prin optimizarea facilităților de producție, producătorii speră să producă mai repede, la un cost mai mic și mai ecologic.

Două tehnologii care pot fi exploatare de producători în această a patra etapă a revoluției industriale sunt Realitatea Augmentată (AR) și Realitatea Virtuală (VR). Cu aceste tehnologii se pot testa virtual proiecte fără nevoia unui prototip fizic iar procesele de producție pot fi simulate și optimizate, înainte de a lansa procesul de producție propriu-zis. Rezultatele sunt imediate iar costurile sunt diminuate drastic.

Materii necesare pentru o carieră în acest domeniu:

ȘTIINȚE					
TIC					
MATEMATICĂ					
FIZICĂ					
BIOLOGIE					
CHIMIE					



Cuprins

1	Introducere	18
2	Istoria Realității Augmentate (AR) și a Realității Virtuale (VR).....	19
3	Stadiul implementării și tehnologiile generice.....	20
4	Utilizarea AR și VR în aplicațiile industriale.....	23
4.1	Aplicații AR în proiectarea industrială.....	24
4.2	Aplicații AR în asamblarea industrială.....	25
4.3	Aplicații AR în mentenanța industrială.....	25
4.4	Aplicații AR în planificare fabricilor.....	26
5	Direcții viitoare ale AR și a VR în industrie	27
6	Referințe.....	28

1 Introducere

Realitatea Augmentată (AR) completează lumea reală cu ajutorul obiectelor virtuale (generate de computer), obiecte care par să coexiste în același spațiu cu obiectele din lumea reală [1]. Imaginea interactivă 3D se suprapune deasupra câmpului vizual real al utilizatorului pentru a integra lumea virtuală în cea reală [2]. După cum a fost descris de Azuma et al. [3], [4], sistemul de Realitate Augmentată (AR) are următoarele caracteristici:

- Combină obiectele reale și virtuale în lumea reală;
- Aliniază obiectele reale și virtuale;
- Funcționează în mod interactiv, în trei dimensiuni, și în timp real.

Realitatea Virtuală (VR) este o simulare generată de computer a unei imagini tridimensională sau a unui mediu înconjurător tridimensional cu care o persoană care folosește un echipament electronic special, asemănătoare cu o cască, poate interacționa, într-un mod aparent fizic [5]. În mediul unui sistem de Realitate Virtuală (VR), controlul interactiv asupra imaginii prezentate este foarte important și oferă senzația de a fi parte din scena virtuală, nu din poziția unui observator, ci ca participant la simularea virtuală. Interacțiunea îi permite utilizatorului să controleze obiectele virtuale și întreaga scenă virtuală în timp real [6], [7].

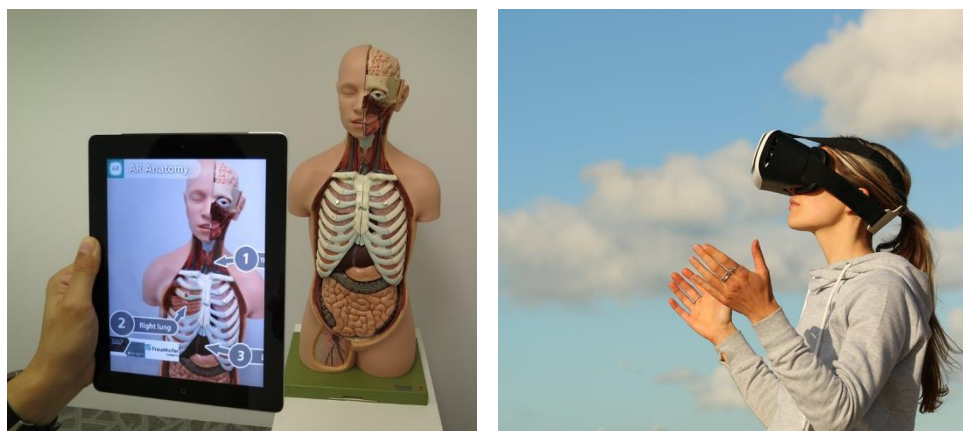


Figura 1. Realitatea Augmentată (AR) (stânga) și Realitatea Virtuală (VR) (*dreapta*)

Principala diferență între Realitatea Augmentată (AR) și Realitatea Virtuală (VR) este că, spre deosebire de sistemele de Realitate Virtuală (VR), unde utilizatorul este separat de lumea reală și cufundat în lumea virtuală, sistemele de Realitate Augmentată (AR) asigură interacțiunea liberă cu lumea reală, o completează și îi permit utilizatorului să-și sporească percepția senzorială folosind interactiv obiecte virtuale [8].



2 Istoria Realității Augmentate (AR) și a Realității Virtuale (VR)

Primul prototip de Realitatea Virtuală (VR) a fost Sensorama, dezvoltat între anii 1960-1962 de Morton Heilig. Heilig a creat un simulator multi-senzorial unde un film color, stereo a fost înregistrat și augmentat cu experiențe senzoriale cu ajutorul sunetului stereofonic, mirosului, vântului și a vibrațiilor. Aceasta a fost prima abordare în crearea sistemului de realitate virtuală; aceasta prezenta toate caracteristicile acestui mediu, dar nu era interactivă [30]. Azi Realitatea Virtuală (VR) are numeroase aplicații în diverse domenii ale științei - a devenit un instrument util pentru arhitecți, proiectanți, fizicieni, chimiști, doctori, chirurghi, etc. Totuși, din cauza costului său ridicat și a echipamentului fragil, până la sfârșitul anilor 1980, Realitatea Virtuală (VR) a stat ascunsă în spatele zidurilor laboratoarelor. Abia la începutul anilor 1990 mass-media a prezentat interes pentru această tehnologie și i-a făcut publicitate. În plus, dezvoltarea unor computere puternice și ieftine au permis răspândirea multor instalații deschise publicului. Primele aplicații au fost jocurile de tip arcade – jocuri pe calculator care aveau o extensie ce permitea crearea realității virtuale folosind un dispozitiv de tip cască (head mounted display - HMD) și un sistem de urmărire. Succesul mare înregistrat a forțat apariția pe piață a sistemelor de divertisment ulterioare, cum ar fi jocurile pe calculator cu curse de mașini cu utilizatori multipli, jocuri cu temnițe, simulatoare de zbor și altele [30].

Cu ajutorul dispozitivului HMDs, s-a descoperit că se pot afișa informații suplimentare îndreptând atenția utilizatorului către obiecte importante din lumea reală, de exemplu i se poate arăta calea către o țintă specifică (de exemplu se evidențiază prin puncte luminoase drumul către oraș) sau i se explică faptul că următorul pas este să îndeplinească o anumită sarcină (de la cele complexe, cum ar fi reparația unor dispozitive electronice complicate sau a unor elemente din nave spațiale în spațiu, la cele ușoare, cum ar fi punerea în funcțiune a unui fax, a unei imprimante cu laser sau să schimbe un cauciuc la mașină). Astfel a apărut Realitatea Augmentată (AR) [30].

Primele prototipuri de Realitatea Augmentată (AR) care au fost create în anii 1960 de pionierul în grafică computerizată Ivan Sutherland și de studenții lui de la Universitatea Harvard și de la Universitatea din Utah, au folosit un ecran suprapus peste imagini 3D reale (Figura 2). Cercetarea a continuat între anii 1970 și 1980, când au apărut dispozitive portabile ca Sony Walkman (1979), ceasuri și calendare personale digitale. Astfel s-a deschis calea spre computerele portabile personale apărute în anii 1990 când computerele personale au devenit destul de mici ca să poată fi purtate tot timpul. Primele computere palmtop includ Psion I (1984), Apple Newton MessagePad (1993), și Palm Pilot (1996). În prezent există multe platforme portabile care pot fi folosite drept suport pentru Realitate Augmentată (AR) cum ar fi asistenții digitali personali (PDA-uri), tabletele și telefoanele mobile. Termenul Realitate Augmentată (AR) a fost inventat la începutul anilor 1990 de Caudell și Mizell [9], cercetători la Boeing Corporation care lucrau la un sistem experimental de Realitate Augmentată (AR) menit să ajute muncitorii să strângă în mănunchi cablurile [1].

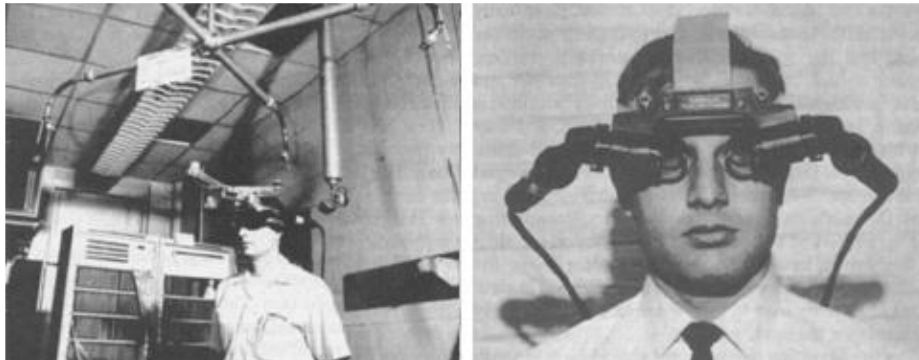


Figura 2. Primul prototip AR [1]

3 Stadiul implementării și tehnologiile generice

Posibilitățile permise de tehnologia Realitate Augmentată (AR) sunt infinite - mecanicii pot vedea instrucțiunile și etapele reparării unui echipament necunoscut, chirurgii pot vedea imaginile organelor scanate cu ultrasunete când sunt în operație, pompierii pot vedea schemele clădirilor pentru a evita pericolele ascunse, soldații pot vedea pozițiile lunetiștilor inamici, zăriți din drone de recunoaștere, iar noi putem citi recenzii pentru fiecare restaurant pe lângă care trecem pe stradă, sau să ne batem cu extraterestri înalți de 3 metri în drum spre serviciu [1].



Figura 3. Un exemplu din numeroasele aplicații ale AR

Realitatea Augmentată nu este restricționată la un anumit dispozitiv de afișare a imaginilor cum ar fi HMD, nici definiția ei nu se limitează la simțul văzului, deoarece AR ar putea fi aplicată la toate simțurile, incluzând auzul, mirosul și simțul tactil. Totuși, dintre toate modalitățile senzoriale umane, văzul, auzul și simțul tactil sunt cele pe care le folosesc în general sistemele de AR în timp ce sistemele pentru simțul olfactiv (mirosul) și simțul gustativ (gustul) sunt mai puțin dezvoltate și folosite [1].

Există două tipuri de soluții de AR – AR bazată pe locație și AR bazată pe marker. AR bazată pe marker folosește un tip de imagine, ca un cod 2D, pentru a produce rezultatul atunci când imaginea este detectată de un dispozitiv de citire sau de o cameră (Figura 4). AR bazată pe locație, pe de altă parte, se bazează pe capacitățile dispozitivului folosit, de exemplu localizare GPS, vitezometru (Figura 5).

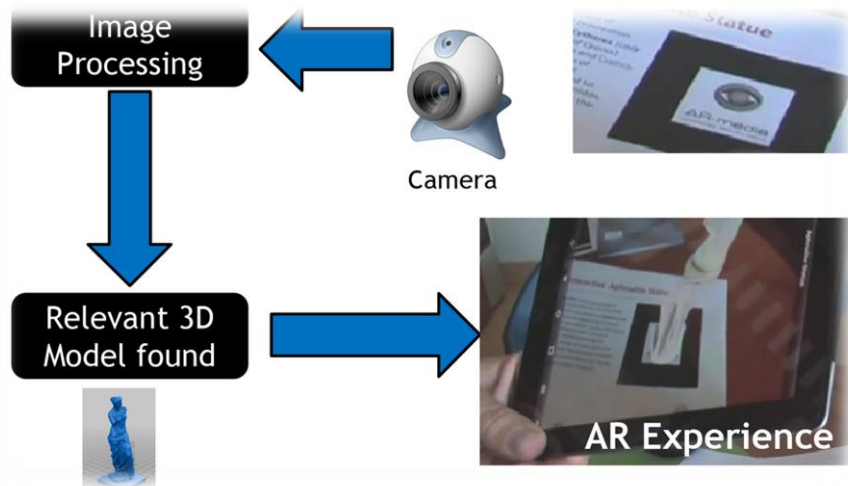


Figura 4. Realitate Augmentată (AR) bazată pe marker

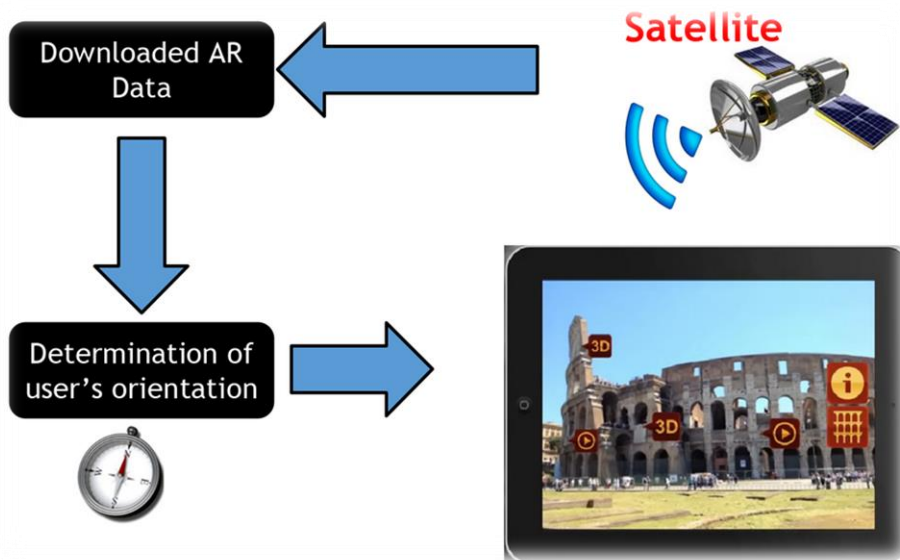


Figura 5. Realitate Augmentată (AR) bazată pe locație

În sistemele de Realitate Virtuală (VR), principalul criteriu de clasificare este nivelul de imersiune a utilizatorului în mediul virtual. Acest nivel de imersiune este obținut în general prin proiecția stereoscopică, oferind utilizatorului iluzia de adâncime spațială. Cele trei niveluri de imersiune oferite utilizatorului sunt următoarele [30]:

- Desktop VR numite uneori sisteme Window on World (WoW). Acestea sunt cele mai simple tipuri de aplicații de VR. Acest nivel de imersiune folosește un monitor

convențional pentru a afișa imaginea lumii virtuale (în general monoscopice). Nu este folosit nici un alt senzor

- Sistem VR de tip acvariu (Fish Tank VR) este o versiune îmbunătățită a Desktop VR. Aceste sisteme suportă dispozitive de urmărire montate pe cap și îmbunătățesc senzația de „a fi acolo” datorită efectului de paralaxă. Se folosește în continuare un monitor convențional (adesea cu ochelari LCD cu obturator pentru vederea stereoscopică) dar în general tehnologia suportă senzori suplimentari.
- Sistemele imersive sunt versiuni supreme ale sistemelor VR. Acestea îi oferă posibilitatea utilizatorului să se imerseze total în lumea virtuală generată de computer cu ajutorul unui HMD care suportă vederea stereoscopică a scenei în funcție de poziția utilizatorului și în funcție de orientarea sa în spațiu. Aceste sisteme pot fi perfecționate cu audio și interfețe tactile și senzoriale.

Figura 6 prezintă cele mai importante părți ale ciclului interacțiunii om-computer-om, fundamentale în sistemele de imersiune. Utilizatorul este echipat cu un dispozitiv HMD de urmărire și, opțional, cu un dispozitiv acționat manual (de exemplu mouse tridimensional, mânușă cu senzori tactili, etc). Dispozitivul HMD funcționează pe baza a două ecrane separate așezate în fața ochilor utilizatorului, fiecare fiind alimentat cu o imagine separată, pentru a-i crea utilizatorului o imagine stereoscopică. Când persoana îndeplinește diverse acțiuni, cum ar fi mersul sau când își întoarce capul (adică își schimbă poziția), datele care descriu comportamentul său alimentează computerul prin dispozitivul conectat la calculator. Computerul procesează informația în timp real și generează feedbackul potrivit care este transmis înapoi utilizatorului prin dispozitivele pe care le poartă acesta. Astfel, utilizatorul se poate mișca în voie, fără întreruperi, și poate vedea o imagine din direcția în care se uită - pe scurt, este plasat în lumea virtuală care îl înconjoară complet [2]. În concluzie se poate spune că dispozitivele de creare a Realității Virtuale (VR) conectate la computer sunt responsabile pentru interacțiune, dispozitivele purtate de utilizator fiind responsabile pentru a-l face să simtă imersiunea în spațiul virtual iar softul este responsabil pentru un control adecvat și pentru sincronizarea cu mediul virtual [30].

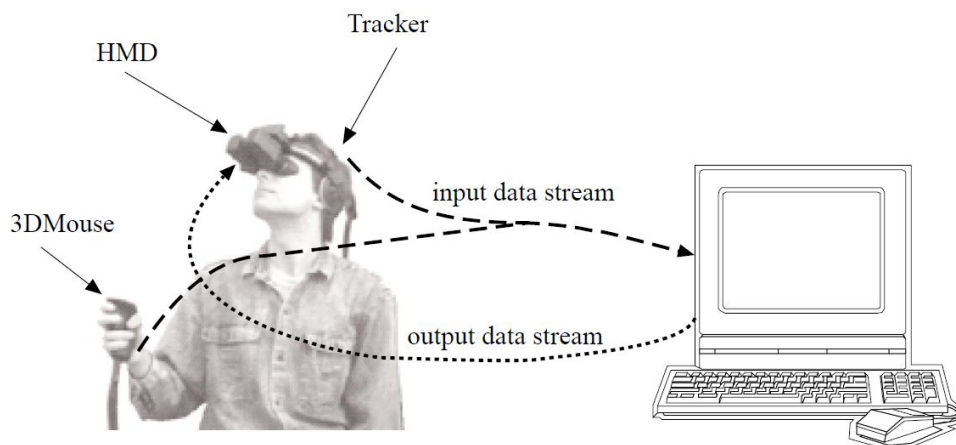


Figura 6. Componente de bază ale unui VR imersiv

O altă tehnologie folosită pentru proiectarea realității virtuale este sistemul personal CAVE™, care oferă o imersiune totală în lumea virtuală prin intermediul unor ecrane mari de proiecție. Acest sistem se aseamănă cu o cameră mică cu ecrane mari în loc de pereți. Sistemele de bază au trei pereți, cele mai avansate au și acoperiș și podea. Proiecția pe ecranul din spate se folosește pentru generarea imaginii pe toate ecranele

active. Utilizatorul este înconjurat de o imagine tridimensională a mediului virtual și este echipat cu ochelari speciali pentru a putea vedea imaginea stereoscopică. Sistemul solicită prezența a cel puțin trei proiectoare pentru a genera o imagine sincronizată, uneori este nevoie de o rețea de calculatoare ca să genereze o imagine constantă, în timp real. Figura 7 prezintă o proiectie CAVE [2].

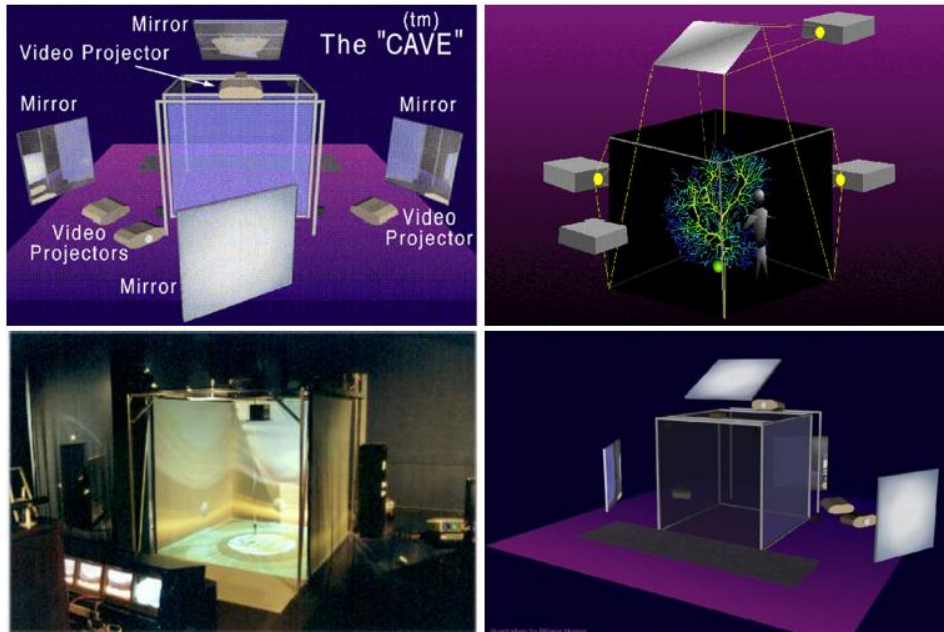


Figura 7. Principiile sistemului CAVE™

4 Utilizarea AR și VR în aplicațiile industriale

Realitate Virtuală (VR) se folosește la scară largă în procesul de fabricație, termenul de Fabricație Virtuală ("Virtual Manufacturing" - VM) a fost inventat, de fapt, pentru a descrie integrarea VR și a tehnologiilor de fabricație. Fabricația Virtuală (VM) este un mediu de fabricație sintetic integrat folosit pentru îmbunătățirea tuturor nivelurilor de decizie și control în procesul și sistemul de fabricație. Domeniile de aplicare ale VM pot avea o gamă largă, de la integrarea subfuncțiilor proiectului (de exemplu schițe, analiza cu elemente finite și crearea prototipului), până la îndeplinirea funcțiilor într-o fabrică, cum ar fi planificarea, operațiunile de producție și control [10]. De exemplu, s-a implementat un laborator virtual de mașinare pentru instruirea în operarea mașinilor-unelte [11], unde se pot dobândi atât cunoștințe exhaustive cât și abilități de mașinare prin instruire într-un mediu sintetic interactiv. Folosind ochelari stereo fixați pe cap și mănuși interactive, cursanții pot opera virtual un strung sau pot seta parametrii de prelucrare și derula un program G-code pentru un CNC ca să prelucreze automat o piesă. Performanțele procesului, precum condițiile de așchiere, forța de tăiere, puterea de tăiere, rugozitatea suprafeței și durata de viață a sculei pot fi simulate cu modelele de evaluare a procesului de prelucrare [10].

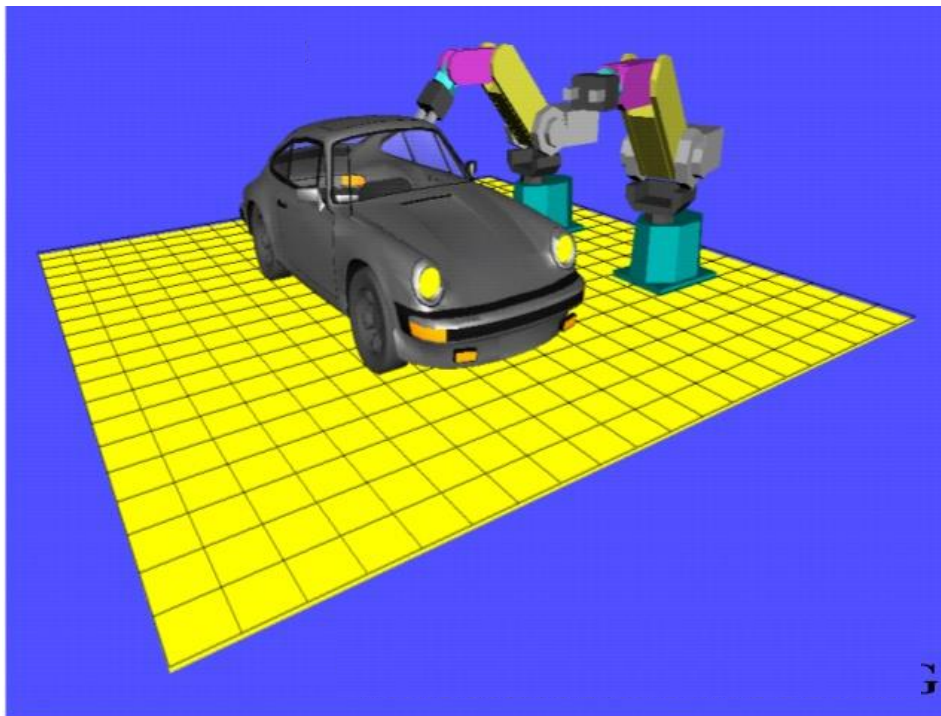


Figura 8. Fabricația Virtuală (VM) [12]

În plus, unele softuri comerciale pentru VM, cum ar fi VNC de la Delmia, pot simula procese de fabricație în mediu 3D și pot detecta coliziunile [10]. Folosind un sistem de VM utilizatorii pot selecta și testa diferiți parametri de prelucrare pentru a evalua și optimiza procesele de producție. Ca rezultat, costurile de fabricație și timpul de execuție pot fi reduse, ducând la îmbunătățirea productivității.

Similar, cum explică Novak-Marcincin et al. [13], Realitatea Augmentată (AR) poate și ea să servească în câteva sectoare de producție, incluzând controlul asistat AR al roboților, testarea și asamblarea asistată de AR, transportul și depozitarea asistată AR. Aplicațiile AR pot fi folosite și pentru procesul de planificare în uzină [14]. Informațiile generate de computer se suprapun în mediul real și nu îl înlocuiesc, ca în cazul VR [15].

Proiectarea, asamblarea, mentenanța și planificarea sunt domenii tipice unde AR se poate dovedi folositoare în aplicațiile industriale [1], după cum vom vedea în cele ce urmează.

4.1 Aplicații AR în proiectarea industrială

Realitatea Augmentată (AR) se poate folosi la scară largă în scenariile de proiectare industrială, de exemplu pentru vizionarea și experimentarea unui nou proiect fără a fabrica acel prototip în realitate. Fiorentino et al. [16] au conceput laboratorul Space Design MR care permite, de exemplu, vizualizarea și modificarea arhitecturii unor componente auto precum și așezarea unui motor (Figura 9**Figura**). Laboratorul MR Lab a folosit și date de la compania auto Daimler-Chrysler pentru a crea simularea unui autoturism, numită Clear and Present Car, simulare unde se poate deschide portiera unui concept de mașină virtuală și experimenta interiorul, amplasarea bordului și design-ul interfeței pentru testarea funcționalității (Figura 9**Figura**) [17], [18].



Figura 9. stânga –Proiectul spațial , dreapta – simularea Clear and Present Car [17], [18]

4.2 Aplicații AR în asamblarea industrială

Pentenrieder et al. [19] arată cum compania Volkswagen folosește AR în asamblarea mașinilor pentru a analiza interferența îmbinărilor, a planifica liniile de producție și atelierele, pentru a compara variațiile și pentru a verifica piesele. Și compania Boeing folosește AR pentru diagramele schematice și documentația aferentă, proiectând imaginile direct pe plăcile de lemn pe care sunt direcționate, grupate și conectate cablurile electrice [20].

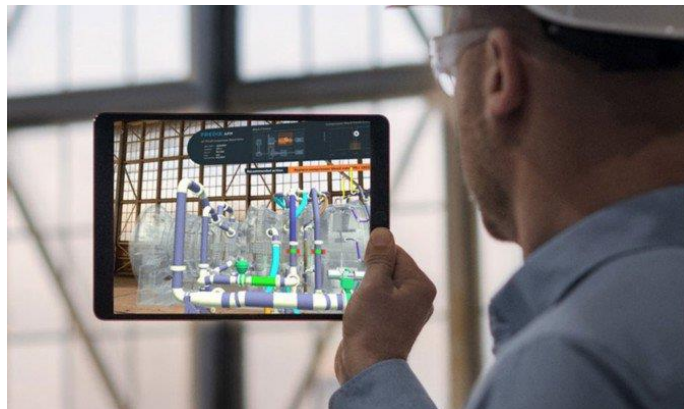


Figura 10. Realitatea Augmentată (AR) folosită în asamblarea industrială [21]

4.3 Aplicații AR în mentenanța industrială

Aparatura sau structurile complexe necesită multe abilități și experiență din partea personalului de mentenanță iar AR se dovedește a fi utilă în acest domeniu, de exemplu oferind viziunea tip "raze X" sau sondarea automată a mediului cu senzori adiționali pentru a atrage atenția utilizatorului asupra zonelor cu probleme [1]. Friedrich [22] a arătat intenția Ford de a folosi AR ca ajutor pentru rezolvarea problemelor electrice la autovehicule, iar un angajat MicroVision a declarat că Honda și Volvo au comandat sistemele Nomad Expert Vision Technician pentru a-i ajuta pe tehnicienii lor prin furnizarea de informații despre istoricul mașinilor și despre reparații [23].



Figura 11. Realitatea Augmentată (AR) folosită în service și reparații [24]

4.4 Aplicații AR în planificare fabricilor

Înainte de instalarea unui spațiu de producție într-o fabrică, proiectanții trebuiau să fie siguri că au generat cea mai bună schemă posibilă, care să susțină procesele de fabricație, să optimizeze spațiul și producția și să garanteze întreținere ușoară și profitabilitate [25]. De aceea, rezultatul planificării trebuie evaluat din punctul de vedere al cerințelor de producție, pentru a fi validat. Ca parte a unei inițiative de dezvoltare a echipamentelor digitalizate pentru a sprijini planificarea în fabricii, Francalanza et al. [15] au contribuit la un cadru de planificare bazat pe AR, alcătuit din scheme care îl ajută pe responsabilul cu planificarea să obțină un model AR dintr-o schiță inițială. Prin folosirea modelului AR, părțile interesate, precum operatorii de utilaje managementul companiei și inginerii de producție, pot vizualiza planul pentru fabrică. Aceasta îl ajută pe responsabilul cu planificarea să ia decizii mai bune prin modificarea schemei, în funcție de feedbackul primit de la părțile interesate.



Figura 4: Realitatea Augmentată (AR) folosită în planningul din fabrică [15]



5 Direcții viitoare ale AR și a VR în industrie

În prezent, mulți ingineri au posibilitatea să proiecteze și să testeze proiectele lor (motoare, aerodinamica elementelor și chiar construcții mecanice întregi) cu ajutorul VR. Testarea unei mașini, a comportamentului său pe șosea, a accelerației și a altor proprietăți este o alternativă ieftină și interesantă la procesele tradiționale de proiectare care adesea pot dura ani întregi [30].

În domeniul AR, din cercetările timpurii din anii 1960 până în 2010 când s-a răspândit la scară largă, s-au înregistrat progrese continue spre obiectivul de a combina lumea virtuală cu cea reală [31]. Până în 2020, Feiner [26] a prevăzut că „realitatea augmentată va avea un efect mult mai profund în privința dezvoltării și a interacțiunii noastre cu computerele viitorului”. Odată cu apariția tehnologiilor complementare, cum ar fi rețelele tactile, inteligența artificială, cibernetica și interfețele non invazive conectate pe creier, AR poate deschide calea computerizării omniprezente [27] mai naturale [28] sau chiar a simbiozei om-computer, cum a prevăzut Licklider [29] în 1950.



6 Referințe

- [1] D. W. F. van Krevelen, R. Poelman. A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. *International Journal of Virtual Reality* (ISSN 1081-1451), Volume 9, 2010.
- [2] D. Grajewski, F. Górski*, P. aw Zawadzki, A. Hamrol. Application of Virtual Reality Techniques in Design of Ergonomic Manufacturing Workplaces. *Procedia Computer Science* 25 pp. 289 – 301, 2013.
- [3] R. T. Azuma. A survey of augmented reality. *Presence*, 6(4):355–385, Aug. 1997.
- [4] R. T. Azuma, Y. Baillet, R. Behringer, S. K. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre. Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6):34-47, 2001.
- [5] https://en.oxforddictionaries.com/definition/virtual_reality
- [6] Riel A, Draghici A, Draghici G, Grajewski D, Messnarz R. Process and product innovation needs integrated engineering collaboration skills. *Journal of Software: Evolution and Process* 2012; 24(5): 551-560.
- [7] Robles De La Torre G. Principles of Haptic Perception in Virtual Environments, In *Human Haptic Perception: Basics and Applications*, pp. 363-379. Birkhäuser Basel. 2008.
- [8] Azuma RT. A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments* 1997; 6(4): 355–385.
- [9] T. P. Caudell and D. W. Mizell. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Proc. Hawaii Int'l Conf. on Systems Sciences*, pp. 659-669, Kauai, HI, USA, 1992. IEEE CS Press. ISBN 0-8186-2420-5.
- [10] S.K. Ong and A.Y.C Nee. *Virtual and Augmented Reality applications in manufacturing*, 2004. ISBN 978-1-84996-921-5.
- [11] Fang X.D., Luo S., Lee N.J., Jin F. Virtual Machining Lab for Knowledge Learning and Skills Training. *Computer Applications in Engineering Education* 6(2): 89-97, 1998.
- [12] <https://www.slideshare.net/nishant2612/virtual-manufacturing>.
- [13] J. Novak-Marcincin, J. Barna, M. Janak, L. Novakova-Marcincinova, *Augmented Reality Aided Manufacturing*, *Procedia Comput. Sci.* 25, 2013.
- [14] W.S. F. Doil, *Augmented Reality for manufacturing planning*, *Proc. Workshop Virtual Environ.* EGVE3903, 71–76, 2003.
- [15] E. Francalanza, J. Borg, P. Farrugia, L. Farrugia, *Augmented Reality in the Digital Factory*, *Proc. of 2016 International Conference on Augmented Reality for Technical Entrepreneurs (ARTE'16)*, 47-50, 2016.
- [16] M. Fiorentino, R. de Amicis, G. Monno, and A. Stork. Space design: A mixed reality workspace for aesthetic industrial design. *ISMAR'02: Proc. 1st Int'l Symp. on Mixed and Augmented Reality*, Darmstadt, Germany, Sep. 30-Oct. 1 2002. IEEE CS Press. ISBN 0-7695-1781-1, pp. 86-318.
- [17] H. Tamura. Steady steps and giant leap toward practical mixed reality systems and applications. In *VAR'02: Proc. Int'l Status Conf. on Virtual and Augmented Reality*, Leipzig, Germany, Nov. 2002.
- [18] H. Tamura, H. Yamamoto, and A. Katayama. Mixed reality: Future dreams seen at the border between real and virtual worlds. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6):64-70, Nov./Dec. 2001.
- [19] K. Pentenrieder, C. Bade, F. Doil, and P. Meier. Augmented reality-based factory planning - an application tailored to industrial needs. In *ISMAR'07: Proc. 6th Int'l Symp. on Mixed and Augmented Reality*, pp. 1-9, Nara, Japan, Nov. 13-16 2007. IEEE CS Press. ISBN 978-1-4244-1749-0.
- [20] D. Mizell. Boeing's wire bundle assembly project. *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*. CRC Press, Mahwah, NJ, 2001, pp. 447-467. ISBN 0805829016.
- [21] <https://vaaju.com/japaneng/what-is-ar-latest-information-ar-applications-examples-of-usage-etc-mogura-vr/>
- [22] W. Friedrich. ARVIKA - augmented reality for development, production and service. *ISMAR'02: Proc. 1st Int'l Symp. on Mixed and Augmented Reality*, Darmstadt, Germany, Sep. 30-Oct. 1 2002. IEEE CS Press. ISBN 0-7695-1781-1, pp. 3-6.
- [23] E. Kaplan-Leiserson. Trend: Augmented reality check. *Learning Circuits*, Dec. 2004.
- [24] <https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/bosch-banks-on-augmented-reality-applications-for-workshops-trainings-and-sales-42966.html>
- [25] Association of German Engineers (VDI):, *VDI 5200-1:2011 Factory Planning - Planning Procedures*, VDI-Verlag GmbH, Dusseldorf, 2011.
- [26] S. K. Feiner. Augmented reality: A new way of seeing. *Scientific American*, 286(4), Apr. 2002.
- [27] M. Weiser. The computer for the 21st century. *Scientific American*, 265(3):94-104, Sep. 1991.
- [28] G. D. Abowd and E. D. Mynatt. Charting past, present, and future research in ubiquitous computing. *ACM Trans. on Computer-Human Interaction*, 7(1): 29-58, Mar. 2000.
- [29] J. Licklider. Man-computer symbiosis. *IRE Trans. On Human Factors in Electronics*, 1:4-11, 1960.
- [30] T. Mazuryk and M. Gervautz. *Virtual Reality History, Applications, Technology and Future*. *Futures*, Volume 25, Issue 9 (1993), pp. 963-973
- [31] M. Billinghurst, A. Clark, and G. Lee. A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends, in Human-Computer Interaction*, vol. 8, no. 2-3, pp. 73–272, 2014.



Cloud Computing

de Giorgos PAPAIOANNOU
giorgos@cosmic-innovations.eu

În Cloud Computing, conglomerate mari de sisteme informatice partajează o infrastructură IT, care permite accesarea de către clienți a produselor, serviciilor și soluțiilor în timp real, prin internet, în general pe baza unui abonament. Este una din tendințele actuale în tehnologie deoarece poate reduce costurile și simplifica procesele. Prezintă modele diferite și oferind o gamă largă de servicii, soluțiile de tip cloud pot satisface orice nevoie, de la doar stocarea datelor până chiar la lansarea de noi produse pe piață. Toate acestea pot fi realizate prin serviciul de tip cloud corespunzător. Companiile fac eforturi pentru a folosi corect infrastructura cloud în vederea atingerii obiectivelor lor de afaceri.

Cloud Computing este una din tehnologiile-cheie în Industria 4.0 și a oferit tehnologiei Big Data o modalitate de a stoca, extrage și analiza un volum imens de informații. Cu tot mai multe organizații care adoptă Cloud Computing, piața crește semnificativ în fiecare an, aducând plus valoare economiei, noi oportunități de angajare, noi abilități și noi afaceri.

Materii necesare pentru o carieră în acest domeniu:

ȘTIINȚE

TIC

MATEMATICĂ

FIZICĂ

BIOLOGIE

CHIMIE



Cuprins

1	Introducere	31
1.1	Definiție.....	31
1.2	Caracteristici	31
1.3	Arhitectura Cloud Computing	31
1.3.1	Modele de servicii.....	33
1.3.2	Modele de infrastructuri computerizate cloud.....	33
1.4	Avantajele Cloud Computing.....	34
1.5	Provocările Cloud Computing	34
1.6	Cloud Computing și Industria 4.0	35
1.6.1	Cloud manufacturing	35
2	Stadiul de implementare al Cloud Computing	36
2.1	Exemple de implementare a Cloud Computing	36
2.2	Adoptarea Cloud Computing în industrie – cazul Amazon	37
3	Tendențe preconizate în Cloud Computing	38
3.1	Parametrii tendințelor pieței	38
3.2	Tendențe în 2019.....	38
4	Implicațiile Cloud Computing asupra pieței muncii din UE în viitor	39
4.1	Competențe-cheie pentru gestionarea Cloud Computing.....	39
4.2	Impactul pe piața muncii în UE	40
5	Concluzii.....	40
6	Referințe.....	41



1 Introducere

Cloud Computing a apărut ca un serviciu la cerere, prin internet, un serviciu de ultimă generație. Această tehnologie nouă și emergentă folosește conceptele de conectivitate, putere de procesare, virtualizarea și resurse de stocare, și le partajează pe internet [1]. Serviciile bazate pe Cloud Computing se folosesc din ce în ce mai mult în diverse sectoare, crescând eficiența accesării resurselor reconfigurabile ale infrastructurii de calcul. Această creștere rapidă a utilizării se datorează avantajelor considerabile ale stocării și menținerii resurselor informatice în spații de stocare virtuale nelimitate, cu metoda cea mai eficientă din punct de vedere al costurilor, scalabilității și continuității afacerii [2].

Totuși, există unele preocupări semnificative pentru furnizorii de servicii și pentru utilizatorii finali ai acestei tehnologii puternice și moderne, care au de-a face cu securitatea și confidențialitatea. Aceste două preocupări sunt cele mai dificile probleme legate de Cloud Computing și au devenit cauze ale limitării dezvoltării acestei tehnologii și scăderii încrederii în ea [3].

1.1 Definiție

Conform National Institute of Standards and Technology (NIST), Cloud Computing este definită ca “un model pentru a face posibil, la cerere, accesul prin rețea la un conglomerat partajat de servicii informatice configurabile (de exemplu rețele, servere, spații de stocare, aplicații și servicii) care pot fi furnizate rapid și lansate cu eforturi de administrare mici și interacțiune minimă cu furnizorul de servicii.” [4]. Această definiție concepută de NIST este considerată cea mai acceptabilă de comunitatea științifică.

Cu alte cuvinte, Cloud Computing este “o rețea de resurse virtualizate ușor de folosit și de accesat (cum ar fi hardware, platforme de dezvoltare și/sau servicii). Aceste resurse pot fi reconfigurate în mod dinamic pentru a se adapta la o încărcare variabilă, permițând și o optimizare a folosirii resurselor. Aceste rețele de resurse sunt folosite, în general, plătiind în funcție de consum” [5].

1.2 Caracteristici

NIST [4] prezintă cinci caracteristici ale Cloud Computing:

1. *Autoservire la comandă*: Nu este necesară interacțiunea umană cu fiecare furnizor de servicii când utilizatorul dorește să acceseze serviciile de tip cloud.
2. *Acces extins la rețele*: Performanțele rețelei sunt disponibile oricând și pot fi accesate de oriunde, de pe diverse dispozitive (telefoane mobile, tablete, laptopuri, stații de lucru).
3. *Punerea în comun a resurselor*: Resursele informatice ale furnizorului sunt grupate ca să servească mulți clienți folosind un model bazat pe utilizatori mulți, cu resurse fizice și virtuale diferite, care sunt repartizate în mod dinamic, în baza solicitărilor.
4. *Flexibilitate rapidă*: Scalarea rapidă internă și externă a capacităților cloud-ului care sunt administrate și lansate în mod flexibil, la cerere.
5. *Serviciu contorizat*: Utilizarea resurselor este monitorizată, controlată și raportată, oferind transparență atât pentru client cât și pentru furnizor.

1.3 Arhitectura Cloud Computing

Arhitectura unui mediu Cloud Computing constă din 4 nivele: nivelul hardware / centru de date, nivelul infrastructură, nivelul platformă și nivelul aplicații [6]. Se adaugă un al cincilea nivel, conform [3], nivelul rețea. Figura 1 ilustrează diferitele nivele ale arhitecturii Cloud Computing.

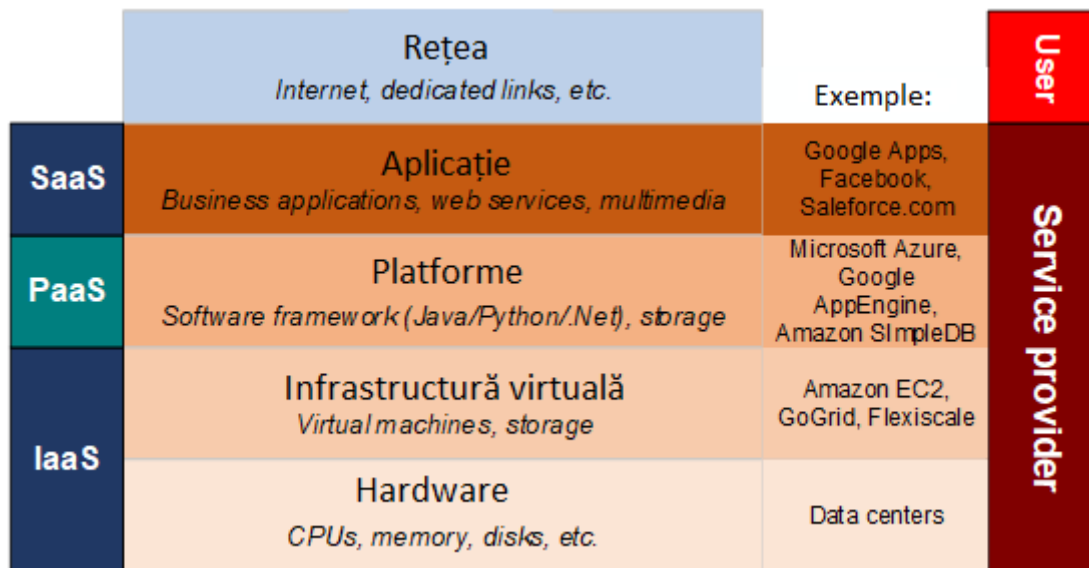


Figura 1 Arhitectura Cloud Computing conform [3] și [6] .

- Nivelul hardware

Nivelul hardware este, în general, implementat în centrele de date. Este responsabil de coordonarea resurselor fizice ale cloud-ului. Acestea includ servere, router-e, switch-uri, surse de energie și sisteme de răcire. Un centru de date conține în general mii de servere care sunt organizate în rack-uri și interconectate prin switch-uri, router-e și alte elemente [6].

- Nivelul infrastructură

Nivelul infrastructură, numit și nivelul de virtualizare, creează o colecție de resurse informatice și de stocare prin separarea resurselor fizice folosind tehnologii de virtualizare și creând dispozitive virtuale (VM). Multe caracteristici-cheie ale Cloud Computing, cum ar fi repartizarea dinamică a resurselor, sunt disponibile prin tehnologiile de virtualizare, de aici și importanța acestui nivel [6].

- Nivelul platformă

Nivelul platformă constă în sistemele de operare și din schemele-cadru de aplicații. Acest nivel are ca singur scop minimalizarea sarcinii lansării aplicațiilor direct în containerele VM. De exemplu, o schemă-cadru de aplicații oferă suport pentru implementarea stocării, bazelor de date și a business logic-ului pentru aplicațiile web tipice [6].

- Nivelul aplicații

Nivelul aplicații constă în aplicațiile cloud efective. Aplicațiile cloud pot folosi caracteristica de scalare automată a Cloud Computing pentru a obține o mai bună performanță, mai mare disponibilitate și costuri mai mici de operare [6].

- Nivelul rețea

Nivelul rețea aparține părții front-end a cloud-ului și implică mijloacele pe care le folosește clientul pentru a accesa și beneficia de pe urma tehnologiilor Cloud Computing (de exemplu, Internetul) [3].

1.3.1 Modele de servicii

Cloud Computing oferă servicii care pot fi clasificate în trei categorii: infrastructură ca serviciu (IaaS), platformă ca serviciu (PaaS) și software ca serviciu (SaaS) [6]:

1. *Infrastructură ca serviciu:* IaaS se referă la furnizarea, la cerere, a resurselor de infrastructură, în termeni de dispozitive virtuale - VM. Proprietarul Cloud Computing care oferă IaaS se numește furnizor IaaS. Exemple de furnizori IaaS: Amazon EC2 [7], GoGrid [8] și Flexiscale [9].
2. *Platformă ca serviciu:* PaaS se referă la furnizarea resurselor pe nivelul platformă, incluzând suport pentru sistemul de operare și dezvoltarea schemelor cadru software. Exemple de furnizori PaaS: Google App Engine [10], Microsoft Azure [11] și Force.com [12].
3. *Software ca serviciu:* SaaS se referă la furnizarea, la cerere, a aplicațiilor pe Internet. Printre furnizorii SaaS se numără Salesforce.com [11], Rackspace [13] și SAP Business ByDesign [14].

Figura 2 arată modelul de afaceri în domeniul Cloud Computing în funcție de diverse servicii explicate mai jos

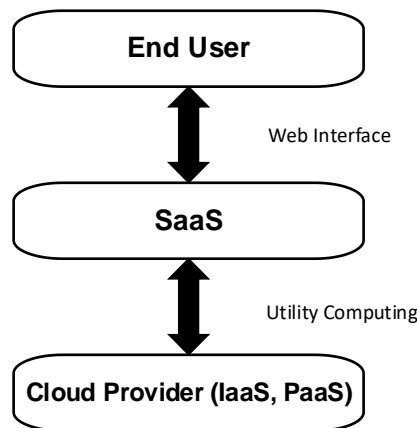


Figura 2 Model de afaceri în Cloud Computing, adaptat din Zhang et al. (2010) [6]

1.3.2 Modele de infrastructuri computerizate cloud

Există patru tipuri diferite de cloud, fiecare cu avantajele și dezavantajele sale. Motivul pentru care există tipuri diferite rezidă în diversele aspecte care trebuie luate în considerație când o companie, de exemplu, vrea să își lanseze o aplicație în mediul cloud. Unele companii sunt interesate de minimalizarea costurilor operațiunilor, în timp ce altele preferă o mai bună fiabilitate, siguranță și securizare [6]. De aici rezultă cele patru tipuri diferite de cloud:

1. Cloud public: Este un serviciu cloud accesibil publicului general. Deși este considerată cea mai ieftină opțiune pentru furnizori și utilizatori, nu este securizată și nu se exercită un control asupra datelor [3] [6].
2. Cloud privat: Este un serviciu cloud conceput pentru a fi utilizat de o singură organizație. Un cloud privat se poate realiza și administra de o organizație sau de furnizori externi privați și oferă cel mai mare grad de control asupra performanței, a securizării și a siguranței [3] [6].
3. Cloud hibrid: Este un serviciu cloud care combină caracteristicile celor publice și ale celor private. Folosește medii de găzduire (hosting) integrate cu diferite niveluri de



securizare și confidențialitate în partajarea resurselor IT între abonați. Într-un cloud hibrid, o parte din infrastructura serviciului se derulează în cloud privat, iar restul în cloud public. Se are în vedere, de asemenea, creșterea eficienței prin optimizarea resurselor între cloud-urile private și publice [3] [6].

4. Cloud virtual privat (VPC) / Cloud-ul comunității: Un VPC funcționează deasupra cloud-urilor publice și este o soluție la limitările specifice pentru cloud private și publice. Prin folosirea tehnologiei rețelei virtuale private (VPN), se permite furnizorilor de servicii să seteze protocoale de securitate în conformitate cu nevoile lor. Este, de asemenea, considerată a fi o soluție ieftină și facilă pentru companiile care doresc să se îndrepte spre o infrastructură bazată pe cloud [3] [6].

1.4 Avantajele Cloud Computing

Conform [15], avantajele Cloud Computing includ în principal costuri scăzute, disponibilitate în rețea, putere de inovare, extensibilitate crescută și o utilizare la îndemână. Cloud Computing este o soluție rentabilă pentru aplicații cu trafic mare de date. În plus, de una din caracteristicile principale ale Cloud Computing – dispozitivul virtual (VM) – beneficiază și furnizorii și utilizatorii. Dispozitivul virtual (VM) poate crea iluzia operării directe pe dispozitivul fizic și poate fi benefic pentru izolarea și partajarea resurselor între multiplele sisteme operaționale. În serviciul de stocare, de exemplu, utilizatorii cloud pot folosi liber resursele cloud cu planuri de creștere sau reducere; furnizorii de cloud pot, de asemenea, crește performanța serverelor și resurselor [15]. În plus, [16] prezintă mai multe avantaje ale Cloud Computing:

1. *Administrare ușoară:* Menținerea infrastructurii, fie hardware sau software, este simplificată și astfel departamentul IT are mai puțin de lucru. De asemenea, aplicațiile care solicită mai mult spațiu de stocare sunt mai ușor de folosit în mediul cloud. În cele din urmă, la nivelul utilizatorului, este nevoie doar de un browser web cu conexiune la Internet.
2. *Reducerea costurilor:* Principalul avantaj pentru IMM-uri este acesta. Cloud Computing reduce drastic costurile IT pentru IMM-uri deoarece nu sunt necesare sisteme costisitoare pentru utilizarea ocazională de resurse informatice puternice.
3. *Funcționare neîntreruptă:* Cloud Computing are o frecvență redusă a avariilor, oferind astfel utilizatorilor servicii în mod continuu.
4. *Gestionarea dezastrelor:* În caz de dezastre, o copie de rezervă (un backup) este foarte utilă. Fiecare companie își păstrează sau ar trebui să își păstreze în cloud un backup al datelor importante. De asemenea, serviciile cloud de stocare a datelor nu doar stochează datele într-un alt spațiu virtual și nu pe site, ci au și sisteme de rezervă pentru recuperarea datelor în caz de dezastre.
5. *Computerizare ecologică:* Emisiile nocive provocate de folosirea extinsă a sistemelor în companii, deșeurile electronice generate odată cu trecerea timpului și consumul de energie electrică sunt principalele dezavantaje ale folosirii sistemelor informatice actuale. Acestea pot fi reduse, într-o oarecare măsură, prin folosirea serviciilor cloud și generarea mai redusă de deșeuri electronice.

1.5 Provocările Cloud Computing

Există câteva provocări pe care Cloud Computing trebuie să le depășească. Această secțiune prezintă o listă a celor mai importante provocări după cum au fost ele definite de [17].

1. *Probleme de securitate:* Aceste probleme privesc securitatea datelor personale și ale organizației, fiabilitatea sistemului în privința conexiunii la internet (căderea conexiunii, viteza etc.), specificațiile politicilor de utilizare, din moment ce nu există politici și constrângeri legale unitare pe piață, cât și protejarea confidențialității datelor pe care utilizatorii le salvează în cloud.



2. *Probleme de competiție:* Cloud Computing are un impact major asupra producătorilor de echipamente hardware și software tradiționale. Serviciile Cloud Computing erau, cândva, cumpărate de mulți utilizatori însă, în ultimii ani, se observă un declin al interesului pentru acestea. În plus, există o competiție între furnizori, competiție care îi afectează pe utilizatori, astfel încât unui utilizator sau unei companii îi este greu să se aboneze la un alt furnizor și să își mute toate datele și resursele.
3. *Probleme guvernamentale:* Avantajele Cloud Computing sunt observate de guverne care vor să utilizeze aceste servicii, dar riscurile de securitate sunt un obstacol în calea partajării datelor importante și secrete între guverne și furnizorii de servicii cloud.
4. *Probleme educaționale:* deoarece Cloud Computing este o tehnologie în curs de dezvoltare, sunt necesare foarte multe competențe noi iar școlile și universitățile ar trebui să-și revizuiască curriculele în domeniile IT, al computerelor și al cursurilor de inginerie.

1.6 Cloud Computing și Industria 4.0

Industria 4.0 este un sistem complex și flexibil care implică tehnologia digitală de fabricație, tehnologia rețelilor de comunicație, tehnologia informatică, tehnologia automatizării și multe alte sectoare. Pe de o parte, baza implementării sale se fundamentează pe proiectarea și simularea digitală, pe procese de fabricație automatizate, pe relaționarea managementului datelor de producție și pe managementul procesului de producție, transformând întregul proces pentru a accesa cunoștințe și regulile de management, a extrage, analiza, evalua date și a lua decizii. Pe de altă parte, Industria 4.0 se bazează pe sisteme cibernetice fizice, care utilizează computerizarea, tehnologiile de control și comunicație în strânsă colaborare pentru a realiza sisteme inteligente de producție capabile de detecție în timp real, control dinamic și servicii de informații [18].

Printre tehnologiile-cheie ale Industriei 4.0 se află și Cloud Computing care ajută la realizarea conceptelor celei de-a patra revoluții industriale. Cloud Computing oferă servicii de înaltă performanță cu costuri reduse, care pot fi folosite pentru a stoca și a partaja ușor volumul mare de date generate de utilajele de producție și de alte echipamente industriale.

1.6.1 Cloud manufacturing

Cloud manufacturing provine din tehnologiile Cloud Computing și din conceptele Industriei 4.0 ale producției digitale și ale tehnologiei informației. Cloud manufacturing poate fi definit ca un model de serviciu de producție inteligent și colaborativ [19].

Resursele de producție distribuite (de exemplu mașini-unelte, imprimante 3D, software pentru proiectare asistată de calculator / producție / inginerie / planificare procese, arhive digitale de modele, baze de date etc.) și capacitățile de producție (de exemplu capacitățile de proiectare, de fabricare, de asamblare, de simulate și de testare etc.) sunt interconectate și formează un conglomerat partajat pe platforma cloud de producție. În cloud manufacturing, clienții, furnizorii și managerii de platforme au de câștigat desfășurând afaceri în domeniul serviciilor de producție.

Așadar, o platformă cloud manufacturing sau o platformă cloud este o entitate care administrează un fond de resurse și capacități de producție într-o rețea, oferind infrastructuri IT integrate și instrumente, atât pentru clienți cât și pentru furnizori, pentru a pune la dispoziție și, respectiv, a folosi servicii cloud la cerere [19].

2 Stadiul de implementare al Cloud Computing

Cheltuielile cu implementarea Cloud Computing cresc până la de 4,5 ori valoarea cheltuielilor în IT din 2009 și se presupune că vor crește la mai mult de 6 ori valoarea cheltuielilor în IT până în 2020. Conform IDC [20], cheltuielile pentru Cloud Computing publice vor crește de la 67 miliarde \$ în 2015 la 162 miliarde \$ în 2020, ducând la apariția a 1.9 milioane de noi locuri de muncă și la venituri de 389 miliarde \$ [21]. Figura 3 arată cheltuielile cu implementarea serviciilor IT cloud în lume din 2016 până în 2022.

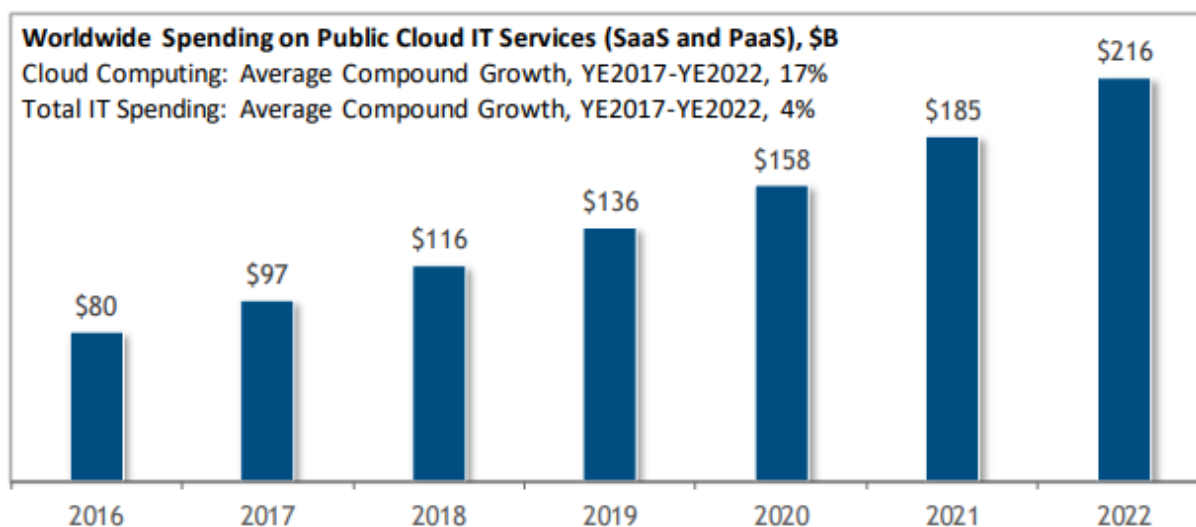


Figura 3 Creșterea rapidă a software-ului Cloud Computing, 2016-2022 [21]

Odată cu mutarea de noi companii în cloud, acestea au devenit soluții de masă, fiind prezente atât în afaceri cât și în viața personală. Utilizările Cloud Computing nu se limitează la e-mail-urilor personale sau stocarea de date ci, mai degrabă, aceste soluții scalabile au devenit și mediul preferat pentru dezvoltarea, testarea și punerea la dispoziție a softurilor. Exemple de implementare a Cloud Computing se găsesc pretutindeni, de la aplicațiile de mesagerie până la serviciile de comunicare online audio și video [22].

Pe de altă parte, tehnologia cloud nu a fost adoptată pe scară largă în Europa până în 2017. Până în 2016, doar 21% din companiile din UE, în special companii nou înființate, utilizau serviciile cloud. Conform [23], acest lucru s-a întâmplat din cauza regulamentelor de protecție a datelor, deoarece fiecare țară din Europa avea propria legislație privind procesarea datelor. Situația s-a schimbat în 2017 prin aprobarea Regulamentului General de Protecție a Datelor (GDPR). Companiile au văzut o oportunitate de a combina infrastructura locală cu scalabilitatea și disponibilitatea infrastructurii cloud publice. Un studiu realizat în 2018 de 451 Research [24] a arătat că 80% din afacerile din UE erau în stadiul proiectării strategiei lor de tranziție spre cloud sau sunt în faza de tranziție.

În continuare sunt prezentate câteva exemple de implementare a Cloud Computing și caracteristicile proprii ale cloud care i-au asigurat popularitatea pe piață.

2.1 Exemple de implementare a Cloud Computing

1. *Netflix* [25] folosește avantajul scalabilității Cloud Computing pentru a administra vârfurile de cerere fără a trebui să investească în computer hardware. Această mișcare de a migra de la centrele de date proprii la cloud i-a permis companiei să-și extindă baza de clienți fără a avea nevoie să investească în crearea și întreținerea unei infrastructuri costisitoare [22].
2. *Chatbot-ii bazați pe Inteligență Artificială* (de exemplu Siri [26], Alexa [27] și Google Assistant [28]) utilizează puterea de procesare și capacitățile extinse Cloud Computing



- pentru a stoca informații despre preferințele utilizatorilor, furnizând soluții personalizate, mesaje și produse bazate pe nevoile și comportamentele clienților [22].
3. *Instrumentele de comunicare* (de exemplu Skype [29], WhatsApp [30]) se bazează pe infrastructura cloud care permite utilizatorilor să se bucure de avantajele accesării rețelelor pentru citirea e-mailurilor, mesajelor, calendarului etc. Toate aceste informații sunt stocate pe hardware-ul furnizorilor de servicii și sunt accesate prin internet [22].
 4. *Instrumentele de productivitate* (de exemplu Microsoft Office 365 [31], Google Docs [32]) sunt bazate pe infrastructura cloud, ceea ce permite utilizatorilor să folosească aceste aplicații oriunde și oricând. În plus, datele sunt stocate în cloud și pot fi partajate online cu utilizatori multipli care, de exemplu, vor să lucreze pe același document, în același timp [22].
 5. *Procesele de business*, de exemplu customer relationship management (CRM) și enterprise resource planning (ERP), se bazează pe un furnizor de servicii cloud. Software-ul ca serviciu - Software as a Service (SaaS) a devenit metoda cea mai populară de livrare a software-ului pentru companii [22]. Câteva exemple ale acestui model sunt Salesforce [12], Hubspot [33] și Marketo [34].
 6. *Instrumentele de recuperare, de salvare și stocare a datelor* (de exemplu Dropbox [35], Google Drive [36], Amazon S3 [37]) se bazează și ele pe tehnologia cloud. Furnizorii de servicii cloud sunt responsabili pentru stocarea și securizarea datelor și pentru respectarea legislației și a regulamentelor în vigoare. Datele sunt stocate și accesate la cerere de către utilizator, iar recuperarea datelor este mai rapidă prin cloud [22].
 7. *Dezvoltarea aplicațiilor* devine mai ușoară prin platformele cloud, fie că este vorba despre aplicațiile web, aplicații mobile sau jocuri. Folosind tehnologia cloud sunt create pentru utilizatori experiențe cross-platform scalabile. Aceste platforme cloud includ biblioteci și instrumente pre-codate, care cresc viteza și simplifică procesul de dezvoltare [22]. Amazon Lumberyard [38] este un exemplu de joc dezvoltat în cloud.
 8. *Testarea și dezvoltarea aplicațiilor și programelor software* se poate face în cloud, scutind compania de cheltuieli adiționale și de timp pierdut cu pregătirea unei locații fizice pentru testare. Aceste locații virtuale cloud de testare și dezvoltare pot fi scalate în funcție de nevoi [22]. LoadStorm [39] și BlazeMeter [40] sunt două exemple de medii virtuale de testare bazate pe cloud.
 9. *Analize Big Data* se pot realiza în cloud. Cloud Computing permite analiștilor de date să înțeleagă datele din structura internă a companiei, să le analizeze în vederea descoperirii unor tipare și în vederea unei mai bune înțelegeri, să găsească corelații și să facă predicții, să prevadă o viitoare criză și să ajute în luarea deciziilor. Serviciile cloud fac posibilă extragerea cunoștințelor dintr-o cantitate imensă de date, oferind o putere mai mare de procesare și instrumente mai sofisticate [22]. Instrumente open-source pentru Big Data sunt, de exemplu, Hadoop [41], Cassandra [42] și HPCC Systems [43].
 10. *Rețelele sociale* funcționează tot în cloud. Facebook [44], LinkedIn [45], Twitter [46], și alte site-uri de socializare care sunt folosite pentru partajarea informațiilor între utilizatori, au nevoie de o soluție de găzduire (hosting) puternică pentru a administra și stoca datele în timp real, utilizarea soluțiilor cloud fiind decisivă [22].

2.2 Adoptarea Cloud Computing în industrie – cazul Amazon

Un exemplu de adoptare a Cloud Computing în industrie este sistemul companiei Amazon de a manipula comenzile folosind roboți interconectați. Roboții KIVA lucrează pe principiile tehnologiei cloud. Roboții KIVA primesc informații despre locația produsului în depozit în momentul când clientul apasă butonul „check-out”. Acești roboți, aparținând anterior Kiva Systems și, în prezent, Amazon Robotics, sunt programați să circule în cele patru direcții cardinale pentru a ajunge la destinație. Ca să reducă aglomerația de pe „autostrăzile” din depozite, roboților li se dă comanda să circule pe sub rafturi cât mai mult posibil. Odată ajunși la raftul dorit, dispozitivele execută o mișcare în spirală ca să ridice raftul de jos și să-l



transporte la o linie unde personalul selectează și împachetează produsele cerute. Robotul se întoarce apoi în depozit și găsește un nou loc în sectorul plin cu rafturi [47].

3 Tendințe preconizate în Cloud Computing

După cum am precizat de mai multe ori în această lucrare, adoptarea Cloud Computing poate aduce multe avantaje. Totuși, unele companii încă ezită să-și transfere informațiile în cloud, în special din cauza riscurilor de securitate. Dar chiar și cu aceste riscuri, adoptarea serviciilor cloud este în creștere continuă și conform UnfoldLabs [48], această creștere se datorează utilizării perfecționate a serviciilor bazate pe cloud, incluzând aici mobilitatea, eficiența crescută, rentabilitatea, colaborarea eficientizată și viteza conectivității.

3.1 Parametrii tendințelor pieței

- “Cheltuielile alocate de companii pentru infrastructura cloud cresc la 16% CAGR între 2016 și 2018”, afirmă SiliconANGLE [49].
- “Cel puțin jumătate din cheltuielile din domeniul IT vor fi pentru tehnologiile cloud în 2018, ajungând la 60% din infrastructura IT și 60–70% din totalul cheltuielilor pentru software, servicii și tehnologie, până în 2020. Se prevede, de asemenea, că în același an tehnologia cloud va fi instrumentul preferat în livrarea datelor pentru analiză”, arată un studiu IDC relevant [21].
- “Cheltuielile în serviciile IT (IT-as-a-Service) pentru centrele de date, programe și servicii ajung la 547 miliarde \$ la sfârșitul anului 2018”, potrivit unui studiu realizat de Deloitte [50].

Noile avantaje ale Cloud Computing care vor influența potențialul dezvoltării pieței includ: modele ușor de livrat, management și mentenanță IT simplificate, securitate integrată și servicii de livrare, administrare și de asistență fiabile [48].

3.2 Tendințe în 2019

1. *Dezvoltarea serviciilor și soluțiilor cloud:* Din ce în ce mai multe organizații aleg utilizarea infrastructurii ca serviciu - Infrastructure as a Service (IaaS), platformelor ca serviciu - Platform as a Service (PaaS), și a software-ului ca serviciu - Software as a Service (SaaS) pentru a sprijini operațiunile lor de business [48] [51].
2. *Soluțiile cloud hibride:* Modelul cloud hibrid oferă o soluție de tranziție care combină infrastructura locală pre-existentă cu serviciile cloud publice și private, permițând companiilor tranziția spre tehnologia cloud în ritmul lor, și posibilitatea de a fi, în același timp, eficiente și flexibile [49].
3. *Automatizarea în Cloud:* Companii de toate dimensiunile vor căuta să gestioneze arhitectura lor cloud cu instrumente care oferă soluții de automatizare pentru diferite procese. Automatizarea va simplifica munca administratorilor de cloud prin reducerea costurilor și timpului necesar și eliminarea proceselor manuale, cum ar fi muncile de calibrare, furnizare și backup [49].
4. *Internetul Lucrurilor (IoT) și tehnologia cloud:* Majoritatea dispozitivelor IoT se bazează pe tehnologia cloud pentru a funcționa, în special când aceste dispozitive conectate lucrează împreună. Dispozitivele IoT conectate, cum ar fi electrocasnicele, mașini și electronice, au o extensie bazată pe cloud ca mijloc de comunicare și de stocare a datelor și informațiilor. Tehnologia cloud suportă aceste dispozitive și, cum observăm tot mai multe dispozitive IoT produse și vândute, rezultă că utilizarea tehnologiei cloud va continua să crească [46].
5. *Cloud Computing fără servere:* Permite dezvoltatorilor realizarea și rularea aplicațiilor și serviciilor fără a se preocupa de administrarea / operarea serverelor, utilizarea în



creștere a cloud-ului sau tipurile de utilizare. În plus, fără o infrastructură de servere de administrat, *Cloud Computing fără servere* crește eficiența, permițând dezvoltatorilor să se conecteze și să-și extindă serviciile cloud pentru a aborda mai ușor aplicațiile și utilizatorii multipli. Cloud Computing fără servere solicită mai puțin timp și efort și simplifică lansarea noilor actualizări [52].

6. *Edge Computing*: În 2019 se prevede extinderea operațiunilor de procesare a datelor la limita rețelelor, pentru optimizarea Cloud Computing. Este rezultatul extinderii utilizării dispozitivelor conectate la Internet. Folosirea Edge Computing va fi necesară pentru a rula servicii în timp real deoarece facilitează eficientizarea traficului de la dispozitivele IoT și permite analiza datelor locale în timp real. [46].

4 Implicațiile Cloud Computing asupra pieței muncii din UE în viitor

Odată cu extinderea pieței Cloud Computing, după cum am explicat în secțiunile 2 și 3, organizațiile devin conștiente de nevoia de a-și crește atât cunoștințele tehnice cât și cele de business pentru a înțelege schimbările aduse de tehnologia cloud, cum să beneficieze de pe urma adoptării tehnologiei cloud și cum să administreze și să integreze Cloud Computing și serviciile bazate pe cloud.

Specialiștii au nevoie de cursuri de formare și de instruire pentru a înțelege, a lucra cu și a beneficia de această tehnologie [53].

4.1 Competențe-cheie pentru gestionarea Cloud Computing

Noile competențe necesare pentru gestionarea Cloud Computing sunt strâns legate de arhitectura sa, de beneficiile și provocările care apar odată cu această tehnologie. Tabelul 1 rezumă competențele și rolurile potențiale din cadrul Cloud Computing în concordanță cu provocările descrise de [54].

Tabelul 1 Competențele și rolurile apărute din cadrul Cloud Computing în concordanță cu provocările descrise de [54].

Provocare	Competență	Rol potențial
Disponibilitate/ Încredere	<ul style="list-style-type: none">- Procesele curente de management în caz de dezastre vor trebui să sufere modificări care să reflecte tranziția spre cloud. În plus, în timp ce tehnologia cloud promite să se ocupe de planificarea recuperării în urma dezastrelor pentru organizații, avariile în cloud arată că, totuși, că e nevoie de planificare în caz de dezastre.- Acordurile SLA dintre clienți și furnizorii cloud trebuie să fie redactate foarte bine și să acționeze ca o garanție. Un acord SLA specifică detaliile serviciului furnizat, incluzând garanții cu privire la disponibilitate și performanță.	Manager provizionare
Securitate	<ul style="list-style-type: none">- Ofertele cloud actuale sunt, în esență, publice. De aceea, există potențiale provocări adiționale pentru a face mediul cloud la fel de sigur ca și sistemele IT interne.	Manager în domeniul juridic și al securității
Integrare/ Personalizare	<ul style="list-style-type: none">- Interconectează domeniile tehnologiei, asigură coerență mediului computerizat și administrează evoluția platformei cloud pentru serviciile complete de business.	Arhitect Cloud
Managementul furnizării	<ul style="list-style-type: none">- Gestionează relațiile cu furnizorii de cloud și cu broker-ii de servicii cloud și îi încorporează după nevoi în managementul serviciilor și în procesul de livrare.- trece de la a fi un furnizor intern de servicii la a fi un manager al furnizorilor externi de servicii.	Manager în domeniul furnizării



Rezistența culturală	<ul style="list-style-type: none">- Gestionează schimbarea- Administrează dezvoltarea competențelor.	Manager în domeniul formării
Tranziție și execuție	<ul style="list-style-type: none">- Administrează configurația, operațiunile și performanța mediilor cloud pentru scopuri diverse, scopuri în afaceri și servicii.- Evaluează motivațiile critice pentru tranziția afacerilor spre tehnologia cloud.	Analist Cloud

4.2 Impactul pe piața muncii în UE

Cloud Computing are potențialul de a crea locuri de muncă de înaltă calificare în UE, pentru specialiști în IT și cu profile tehnologice. În septembrie 2012, Comisia Europeană a adoptat o strategie pentru dezvoltarea potențialului Cloud Computing în Europa. Strategia europeană în Cloud Computing - European Cloud Computing Strategy (ECCS) conturează acțiuni pentru a crea 2.5 milioane de noi locuri de muncă în Europa și un câștig anual de 160 miliarde €, aproximativ 1% din PIB, până în 2020. Este gândit astfel încât să accelereze și să crească utilizarea Cloud Computing în economie [55].

O parte din implementarea ECCS include înființarea unui Grup de Selecție Cloud a Industriei - Cloud Select Industry Group, C-SIG - creat cu intenția de a furniza o validare independentă și consiliere în adoptarea tehnologiei cloud și în privința provocărilor aferente [56].

Abilitatea de a raționaliza și de a rentabiliza prin virtualizare, automatizare și simplificarea setării softurilor înseamnă, în general, departamente IT care se pot face mai mult cu resurse mai puține în anumite zone, dar mai înseamnă și că fondurile pot fi eliberate și realocate potențial altor zone din IT unde este nevoie mai mare de personal [57]. Unele locuri de muncă din IT vor fi desființate, altele se vor schimba și vor evolua în funcție de cerințele tehnologiei. Acest lucru nu înseamnă neapărat că oamenii își vor pierde locurile de muncă, ci mai degrabă că angajații vor schimba rolurile și vor învăța noi deprinderi necesare și se vor recalifica.

În plus, dacă mai multe companii profită de Cloud Computing, furnizorii care oferă aceste servicii și infrastructura aferentă vor trebui să se dezvolte pentru a ține pasul cu cererea. De exemplu, o căutare rapidă pe un site cu locuri de muncă va demonstra că unii furnizori IT sunt interesați în creșterea eforturilor lor legate de cloud și angajează în consecință [55].

În fine, un studiu condus de Comisia Europeană în 2016 arată că piața Cloud Computing este în extindere și poate duce la crearea a 303.000 de noi afaceri între 2015 și 2020, majoritatea fiind în SME [58].

5 Concluzii

Cloud Computing nu este o tehnologie nouă, ea a apărut acum câteva decenii. Dezvoltarea rapidă a utilizării tehnologiilor cloud, care a început în 2009, în diverse ramuri și medii industriale este imposibil de negat. Tehnologiile cloud și-au îmbunătățit eficiența și fiabilitatea prin furnizarea unor oportunități semnificative. Din reducerea costurilor în domeniul TIC și realocarea acestora spre cheltuieli operaționale, până la scalabilitate, adaptabilitate și reducerea timpului de introducere pe piață, Cloud Computing s-a dovedit a fi o soluție dezirabilă pentru companii și a atras mulți specialiști, industriași, cercetători, investitori și guverne. În plus, dezvoltarea rapidă a Cloud Computing a încurajat companii IT populare să introducă diverse servicii bazate pe cloud, satisfăcând diferite piețe și diverse nevoi. Tendințele arată că Cloud Computing va fi adoptată și utilizată de aproape toată lumea iar multe din provocările acestei tehnologii vor fi depășite. În sfârșit, Cloud Computing a deschis o nouă eră a competențelor IT, creând milioane de noi locuri de muncă în lume și în special în Europa în ultimii ani, având un impact pozitiv asupra economiei europene. Odată cu progresele tehnologice înregistrate zi de zi, va fi interesant să privim cum va evolua în viitorul apropiat acest serviciu deosebit de util.



6 Referințe

- [1] M. Malathi, "Cloud computing concepts," ICECT 2011 - 2011 3rd Int. Conf. Electron. Comput. Technol., vol. 6, pp. 236–239, 2011.
- [2] M. Armbrust et al., "A view of cloud computing," Commun. ACM, vol. 53, no. 4, pp. 50–58, 2010.
- [3] F. F. Moghaddam, M. B. Rohani, M. Ahmadi, T. Khodadadi, and K. Madadipouya, "Cloud computing: Vision, architecture and Characteristics," Proc. - 2015 6th IEEE Control Syst. Grad. Res. Colloquium, ICSGRC 2015, pp. 1–6, 2016.
- [4] P. Mell and T. Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing.," Spec. Publ. 800-145, 2011.
- [5] L. M. Vaquero, L. Rodero-Merino, J. Caceres, and M. Lindner, "A break in the clouds," ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol. 39, no. 1, p. 50, 2009.
- [6] Q. Zhang, L. Cheng, and R. Boutaba, "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges," Internet Serv. Appl., pp. 7–18, 2010.
- [7] "Amazon Elastic Computing Cloud." [Online]. Available: aws.amazon.com/ec2.
- [8] "Cloud Hosting, CCloud Computing and Hybrid Infrastructure from GoGrid." [Online]. Available: <http://www.gogrid.com>.
- [9] "FlexiScale Cloud Comp and Hosting." [Online]. Available: www.flexiscale.com.
- [10] "Google App Engine.," [Online]. Available: <http://code.google.com/appengine>.
- [11] "Windows Azure." [Online]. Available: www.microsoft.com/azure.
- [12] "Salesforce CRM." [Online]. Available: <http://www.salesforce.com/platform>.
- [13] "Dedicated Server, Managed Hosting, Web Hosting by Rackspace Hosting." [Online]. Available: <http://www.rackspace.com>.
- [14] "SAP Business ByDesign." [Online]. Available: www.sap.com/sme/solutions/%0Abusinessmanagement/businessbydesign/index.epx.
- [15] K. Gai and S. Li, "Towards cloud computing: A literature review on cloud computing and its development trends," Proc. - 2012 4th Int. Conf. Multimed. Secur. MINES 2012, pp. 142–146, 2012.
- [16] Y. Jadeja and K. Modi, "Cloud computing - Concepts, architecture and challenges," 2012 Int. Conf. Comput. Electron. Electr. Technol. ICCEET 2012, pp. 877–880, 2012.
- [17] C. Li and Z. Deng, "Value of cloud computing by the view of information resources," Proc. - 2011 Int. Conf. Netw. Comput. Inf. Secur. NCIS 2011, vol. 1, pp. 108–112, 2011.
- [18] K. Zhou, T. Liu, and L. Zhou, "Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges," 2015 12th Int. Conf. Fuzzy Syst. Knowl. Discov. FSKD 2015, pp. 2147–2152, 2016.
- [19] L. Ren, L. Zhang, F. Tao, C. Zhao, X. Chai, and X. Zhao, "Cloud manufacturing: From concept to practice," Enterp. Inf. Syst., vol. 9, no. 2, pp. 186–209, 2015.
- [20] "IDC: The premier global market intelligence firm." [Online]. Available: <https://www.idc.com/>.
- [21] J. F. Gantz, "The Salesforce Economy Forecast: 3.3 Million New Jobs and \$859 Billion New Business Revenue to Be Created from 2016 to 2022," no. October, 2017.
- [22] NewGenApps, "Top 10 Cloud Computing Examples and Uses," 2017. [Online]. Available: <https://www.newgenapps.com/blog/top-10-cloud-computing-examples-and-uses>.
- [23] V. Fedak, "State of Cloud Adoption in Europe in 2018," 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/datadriveninvestor/state-of-cloud-adoption-in-europe-in-2018-dca5b06d94d6>.
- [24] "Going Hybrid: What Enterprises Want From Cloud Service Providers." [Online]. Available: https://www.eu.ntt.com/en/lp/Going_Hybrid_Report.html.
- [25] "Netflix." [Online]. Available: <https://www.netflix.com>.
- [26] "Siri." [Online]. Available: <https://www.apple.com/siri/>.
- [27] "Amazon Alexa." [Online]. Available: <https://developer.amazon.com/alexa>.
- [28] "Google Assistant."
- [29] "Microsoft Skype."
- [30] "WhatsApp: Simple, Secure, Reliable Messaging." [Online]. Available: <https://www.whatsapp.com/>.
- [31] "Microsoft Office 365." [Online]. Available: <https://products.office.com/en/?ms.url=office365com>.
- [32] "Google Docs." [Online]. Available: <https://www.google.com/docs/about/>.
- [33] "HubSpot CRM." [Online]. Available: <https://www.hubspot.com/products/crm>.
- [34] "Marketo: An Adobe Company." [Online]. Available: <https://www.marketo.com/>.
- [35] "Dropbox." [Online]. Available: <https://www.dropbox.com/business/tour/online-backup>.
- [36] "Google Drive." [Online]. Available: <https://www.google.com/drive/>.
- [37] "Amazon S3." [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/s3/>.
- [38] "Amazon Lumberyard." [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/lumberyard/>.
- [39] "LoadStorm." [Online]. Available: <https://loadstorm.com/>.
- [40] "BlazeMeter." [Online]. Available: <https://www.blazemeter.com/>.
- [41] "Apache Hadoop." [Online]. Available: <https://hadoop.apache.org/>.
- [42] "Apache Cassandra." [Online]. Available: <http://cassandra.apache.org/>.
- [43] "HPCC Systems." [Online]. Available: <https://hpccsystems.com/>.
- [44] "Facebook." [Online]. Available: <https://www.facebook.com/>.



- [45] "LinkedIn." [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/>.
- [46] "Twitter." [Online]. Available: <https://twitter.com/>.
- [47] P. Tracy, "Case study: Amazon embraces shipping automation, robotics," 2016. [Online]. Available: <https://www.rcrwireless.com/20160708/internet-of-things/amazon-automation-tag31-tag99>. [Accessed: 30-Jan-2019].
- [48] UnfoldLabs, "8 Trends in Cloud Computing for 2018," 2017. [Online]. Available: <https://medium.com/@Unfoldlabs/8-trends-in-cloud-computing-for-2018-d893be2d8989>.
- [49] P. Burris, "Wikibon report preview: How big can Amazon Web Services get?," 2017. [Online]. Available: <https://siliconangle.com/2017/02/20/wikibon-report-preview-big-can-amazon-web-services-get/>.
- [50] Deloitte, "Technology, Media and Telecommunications Predictions," 2017. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/gx-deloitte-2017-tmt-predictions.pdf>.
- [51] "5 Cloud Computing Trends to Expect in 2019," 2018. [Online]. Available: <https://n2ws.com/blog/aws-cloud/cloud-trends-2019>.
- [52] K. Corless, M. Kavis, and K. Norton, "Tech Trends 2019: Beyond the digital frontier." [Online]. Available: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/Tech-Trends-2019/DI_TechTrends2019.pdf.
- [53] "The IT profession and the cloud - are technical competencies on their way out?," 2015. [Online]. Available: <https://www.axelos.com/news/it-profession-and-the-cloud>.
- [54] J. O. Oredo and J. Nijihia, "Challenges of cloud computing in business: Towards new organizational competencies," *Int. J. Bus. Soc. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 150–161, 2014.
- [55] W. Long, "European Cloud Computing Strategy to create 2.5 million new jobs," 2014. [Online]. Available: <https://www.computerweekly.com/opinion/European-Cloud-Computing-Strategy-to-create-two-and-a-half-million-new-jobs>.
- [56] "European Cloud Strategy 2012." [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-cloud-computing-strategy>.
- [57] P. Pickett, "Cloud Computing Job Prospects," 2018. [Online]. Available: <https://www.thebalancecareers.com/cloud-computing-job-prospects-2071957>.
- [58] "Measuring the economic impact of cloud computing in Europe." [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/measuring-economic-impact-cloud-computing-europe>.



Imprimarea 3D pentru Industria 4.0

de Doru CANTEMIR
doru.cantemir@ludoreng.com

Imprimarea 3D (3DP), cunoscută și ca fabricația aditivă, este un termen general pentru acele tehnologii care construiesc obiecte tridimensionale dintr-un fișier digital, prin depunere de straturi succesive de material. Mai mult de 30 de ani această tehnologie s-a folosit în special pentru crearea prototipurilor dar, datorită progreselor înregistrate în ultimii ani, s-a extins în multe aplicații pentru o gamă largă de industrii și afaceri și poate acum juca un rol important în fabricile viitorului.

3DP este o tehnologie-cheie și un promotor al Industriei 4.0, facilitând descentralizarea prin distribuirea volumului de muncă între fabrici și utilaje, cu ajutorul serviciilor cloud.

Imprimarea 3D schimbă modul de producție, dezvoltare și distribuție a bunurilor fizice, afectând puternic modele de afaceri și lanțuri valorice, deschizând noi oportunități de piață și transformând lanțurile de aprovizionare. În consecință, 3DP este și un factor puternic de schimbare în ocuparea forței de muncă și va transforma piața muncii din Europa în mai multe feluri. 3DP va avea un impact semnificativ asupra viitorului omenirii, companiilor și națiunilor.

Odată cu creșterea utilizării 3DP în industria UE, nevoia de forță de muncă specializată corespunzător va crește cu pași rapizi. Pe de altă parte, unele locuri de muncă vor deveni redundante iar altele vor suferi schimbări importante. Aceste transformări vor favoriza personalul înalt calificat și instruit în imprimarea 3D în timp ce personalul slab calificat sau necalificat riscă să-și piardă locul de muncă.

Materii necesare pentru o carieră în acest domeniu:

ȘTIINȚE

TIC

MATEMATICĂ

FIZICĂ

BIOLOGIE

CHIMIE



Cuprins

1	Introducere.....	46
1.1	Fluxul de lucru în imprimarea 3D	46
1.2	Procesele de imprimare 3D	47
1.3	Tehnologiile de imprimare 3D	47
1.4	Modelarea prin extrudare termoplastică (FDM).....	48
1.5	Stereolitografia (SLA).....	48
1.6	Expunerea digitală la lumină (DLP).....	48
1.6.1	Sinterizarea Selectivă cu Laser (SLS).....	49
1.7	Avantajele imprimării 3D.....	49
1.7.1	Personalizarea eficientă a obiectelor	49
1.7.2	Libertate de creație unică.....	49
1.7.3	Fără pregătire de fabricație	49
1.7.4	Dezvoltarea produsului și prototiparea - mai ieftin, mai rapid și mai ușor.....	49
1.7.5	Reducerea riscurilor la lansarea unui nou produs.....	49
1.7.6	Reducerea cantității de deșeuri.....	50
1.8	Limitările imprimării 3D.....	50
1.8.1	Costuri mai mari pentru producții la scară largă.....	50
1.8.2	Gamă redusă de materiale, culori și finisaje	50
1.8.3	Rezistență și durabilitate limitate.....	50
1.8.4	Acuratețe scăzută, calitate scăzută a suprafeței și a detaliilor fine	50
1.8.5	Consumul mare de energie electrică.....	50
1.8.6	Imprimantele 3D sunt lente	50
2	Stadiul de implementare al 3DP	51
2.1	Adoptarea imprimării 3D.....	51
2.2	Utilizări curente ale 3DP	51
3	Tendențe preconizate în dezvoltarea imprimării 3D.....	53
3.1	Introducere.....	53
3.2	Creștere semnificativă a pieței globale 3DP	53
3.3	Dezvoltarea tehnologiei 3DP	54
3.4	Imprimare 3D cu metal.....	54
3.5	Extinderea utilizării 3DP în producție	54
3.6	Extinderea utilizării 3DP în domeniul sănătății	55



3.7	Cerere crescută de forță de muncă specializată în 3DP	55
3.8	Automatizarea	55
3.9	Creșterea vitezei de imprimare	55
3.10	Scăderea costurilor	56
3.11	Noi materiale în imprimarea 3D	56
3.12	Lărgirea gamei de aplicații	56
4	Implicațiile tehnologiei de imprimare 3D asupra viitorului pieței muncii în UE	57
4.1	Introducere	57
4.2	Competențe-cheie în 3DP	57
4.3	Impactul pe piața muncii	58
4.3.1	Crearea de noi locuri de muncă	58
4.3.2	Reconversia	58
4.3.3	Dispariția unor locuri de muncă	58
5	Concluzii	58
6	Referințe	59

1 Introducere

Imprimarea 3D (3DP), cunoscută și ca fabricația aditivă, este un termen general pentru acele tehnologii care construiesc obiecte tridimensionale dintr-un fișier digital, prin depunere de straturi succesive de material. În contrast cu metodologiile de fabricație substractivă, care se bazează pe îndepărtarea materialului, în fabricația aditivă (AM) se adaugă material în straturi succesive până când este realizat întregul obiect.

Primele imprimante 3D s-au folosit în anii 1980 dar erau mari și scumpe, cu capacități foarte limitate. De atunci, s-au înregistrat progrese extraordinare atât în ceea ce privește capacitățile cât și în privința costurilor. Datorită recentelor dezvoltări care au dus la scăderea prețului și a complexității imprimantelor 3D, 3DP a devenit disponibilă publicului larg și tehnologia a fost adoptată la scară largă în toate sectoarele industriale.

Imprimarea 3D este considerată o tehnică revoluționară în procesul de fabricație și transformă modul de producere, de dezvoltare și de distribuție a bunurilor fizice. Are un impact puternic asupra modelelor de afaceri și a lanțurilor valorice, deschizând noi oportunități de piață și transformând lanțurile de aprovizionare.

De asemenea, 3DP facilitează descentralizarea prin distribuirea volumului de muncă între fabrici și utilaje, cu ajutorul serviciilor cloud. 3DP este o tehnologie-cheie și un promotor al Industriei 4.0

1.1 Fluxul de lucru în imprimarea 3D

În general, 3DP presupune utilizarea unui computer, a unui model digital 3D, a unui software pentru slicing (slicer), a unei imprimante 3D și a materiilor prime specifice.

Imprimarea 3D începe cu modelul digital 3D al obiectului care trebuie imprimat. Acesta este apoi convertit într-un model format din rețele de triunghiuri (de obicei de tip STL) și trebuie feliat într-un set de secțiuni 2D cu o anumită grosime, care sunt apoi trimise la o imprimantă 3D care adaugă straturi succesive de material sub formă de lichid, pudră, foi sau altceva, strat peste strat, pentru a fabrica un obiect 3D din metale, ceramică, polimeri, compozite, materiale biologice etc. Un flux de lucru tipic pentru imprimarea 3D este reprezentat în **Figura 1**.

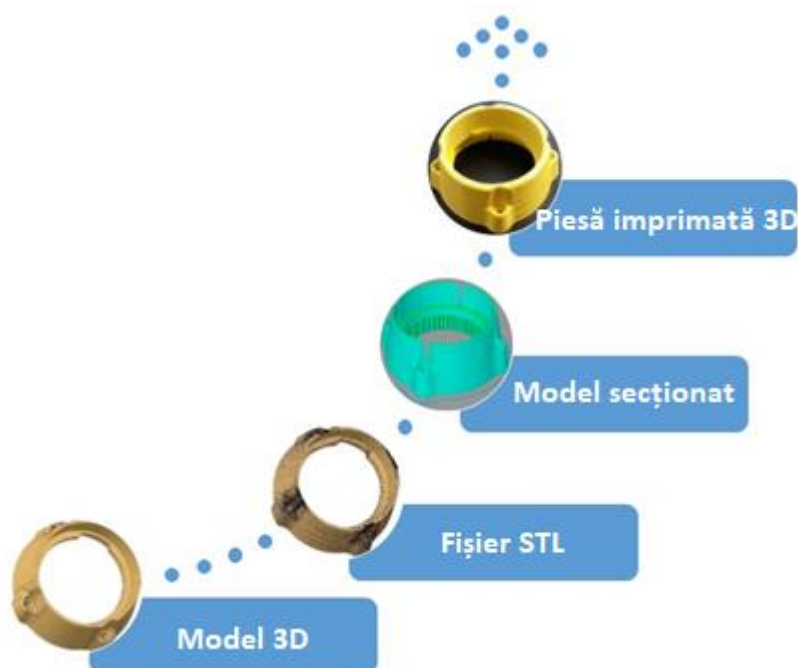


Figura 1. Fluxul de lucru în imprimarea 3D



Modelele digitale folosite în imprimarea 3D pot fi obținute în diverse moduri:

- Crearea lor cu programe de grafică 3D (soft proiectare asistată de calculator (CAD), programe de sculptare și modelare) [1]
- Scanarea 3D a unui obiect existent, folosind scannere 3D sau chiar aplicații mobile capabile să genereze modele 3D folosind camera încorporată într-un smartphone [2]
- Descărcarea lor din marketplace-uri online, gratis sau contra cost [3]
- Angajarea unui designer [4]

Conversia unui model 3D în fișier STL este posibilă, în mod normal, cu programul folosit în realizarea modelului. De asemenea, există multe programe ce pot face conversia în STL a, practic, oricărui tip de geometrie 3D.

În continuare, un program de tip slicer prepară modelul 3D pentru imprimanta 3D, generând un fișier g-code (un limbaj de programare pentru control numeric folosit pe scară largă). Există multe programe tip slicer, unele dintre ele fiind gratuite [5]. Această etapă este, de asemenea, utilă pentru verificarea erorilor din fișierul STL și a posibilității de imprimarea a piesei.

1.2 Procesele de imprimare 3D

Imprimarea 3D este, de fapt, un termen-umbrelă care acoperă un grup de procese de imprimare 3D individuale care diferă în funcție de materialul, tehnologia și echipamentele folosite. Standardul ISO/ASTM 52900, elaborat în 2015, clasifică procesele de fabricație aditivă în 7 categorii [6]:

- Fotopolimerizare în cuvă
- Imprimare 3D cu jet de liant
- Imprimare 3D cu jet de material
- Extrudare de material
- Fuziune în pat de pulbere
- Laminare foi
- Depunerea directă de energie

Procesele de fabricație aditivă pot fi clasificate pe baza tipului de materie primă folosit:

- lichid
- pulbere
- solid (folie, filament, granule)
- suspensie

1.3 Tehnologiile de imprimare 3D

Mai multe tipuri diferite de tehnologii de imprimare 3D au fost dezvoltate pe baza proceselor de fabricație aditivă menționate mai sus și sunt folosite de imprimantelor 3D actuale. Unele din cele mai răspândite sunt enumerate în continuare:

- Modelare prin extrudare termoplastică (FDM)
- Stereolitografie (SLA)
- Expunere digitală la lumină (DLP)
- Sinterizare Selectivă cu Laser (SLS)
- Imprimare 3D cu jet material (MJ)
- Imprimare 3D cu depunere la cerere (DOD)
- Imprimare 3D cu jet de liant cu nisip
- Imprimare 3D cu jet de liant cu metal
- Sinterizare directă cu laser în metal (DMLS)
- Topire selectivă cu laser (SLM)
- Topire la bombardarea cu fascicul de electroni (EBM)
- Fabricare stratificată prin laminare (LOM)
- Sinteza digitală a luminii (DLS)
- Imprimare 3D cu depunere de liant, cu metal (BMD)

- Imprimare 3D cu jet singular (SPJ)
- Fabricație aditivă cu fir și arc (WAAM)

1.4 Modelarea prin extrudare termoplastică (FDM)

FDM (denumită uneori Fused Filament Fabrication - FFF) este o tehnologie de imprimare 3D care folosește un filament continuu de material. Se bazează pe procesul de extrudare de material și funcționează prin depunerea de straturi succesive de material la temperaturi mari, care permit straturilor adiacente să se răcească și să se fuzioneze înainte de depunerea următorului strat.

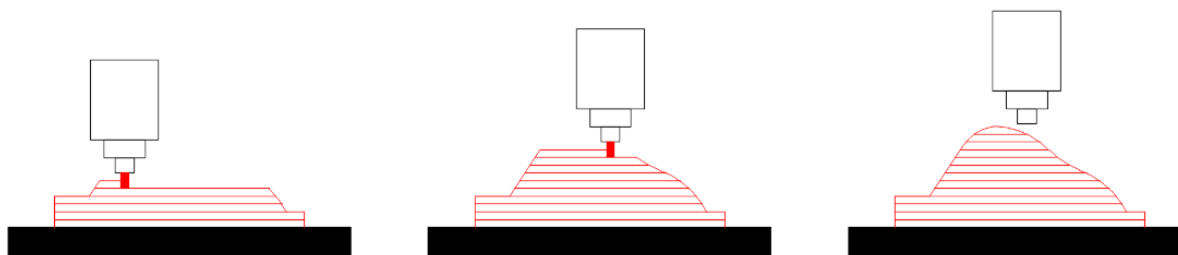


Figura 2. Schema fabricării unui obiect 3D prin FDM

1.5 Stereolitografia (SLA)

SLA a fost prima tehnologie de imprimare 3D din lume și se bazează pe procesul de fotopolimerizare în cuvă, unde o rășină foto-polimerică este solidificată selectiv de un fascicul de lumină.

O imprimantă SLA folosește oglinzi care canalizează rapid fasciculul de lumină în cuva cu rășină lichidă, întărind și solidificând o secțiune transversală din obiectul aflat în zona de printare, construindu-l strat cu strat.

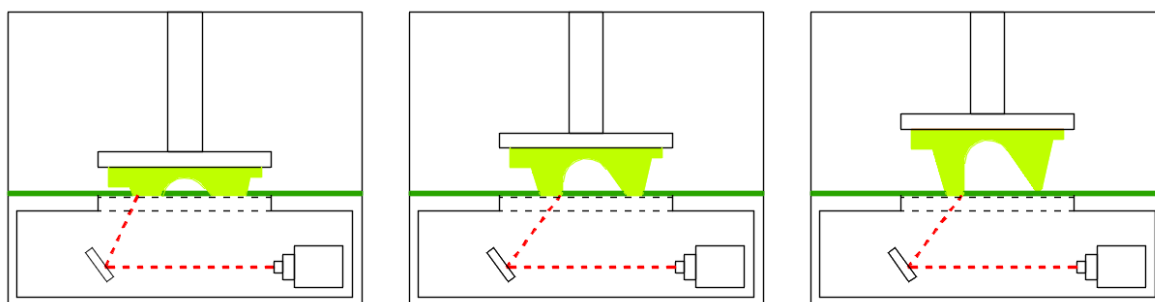


Figura 3. Schema fabricării unui obiect 3D prin SLA

1.6 Expunerea digitală la lumină (DLP)

DLP este similară cu tehnologia SLA cu excepția faptului că prima folosește un proiector digital pentru a expune la lumină o singură imagine a fiecărui strat odată (sau mai multe expuneri la lumină pentru piese mai mari). De asemenea, DLP poate imprima mai repede deoarece se expune la lumină un strat întreg odată, o metodă mai rapidă decât parcurgerea unei secțiuni transversale cu un fascicul laser.

1.6.1 Sinterizarea Selectivă cu Laser (SLS)

SLS se bazează pe tehnologia fuziunii în pat de pulbere, unde o sursă de energie termică induce selectiv fuziunea între particulele de pulbere în zona de imprimare pentru a crea un obiect solid.

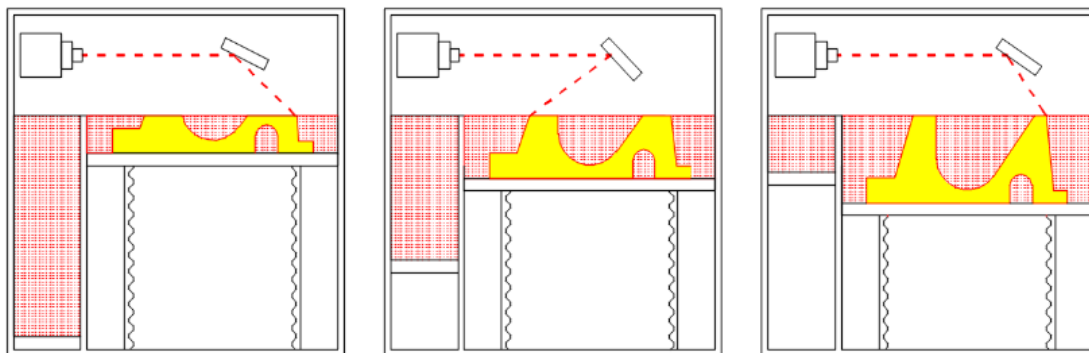


Figura 4. Schema fabricării unui obiect 3D prin SLS

1.7 Avantajele imprimării 3D

Imprimarea 3D asigură câteva avantaje-cheie față de tehnicile de fabricație tradiționale, în termeni de eficiență a costurilor și a timpului, a complexității designului, a sustenabilității etc.

1.7.1 Personalizarea eficientă a obiectelor

Imprimarea 3D permite proiectarea eficientă a unui lanț de aprovizionare pentru a satisface nevoile specifice ale consumatorilor individuali sau ale unor companii unice pe piață. Personalizarea produselor prin imprimarea 3D nu implică, în principiu, un cost adițional, ci doar actualizarea fișierelor 3D. Prețul producției unei piese nu depinde de numărul obiectelor imprimate 3D. Astfel, pentru producția a 1,000 de obiecte identice sau a 1,000 de obiecte ușor personalizate avem, practic, același cost.

1.7.2 Libertate de creație unică

Imprimarea 3D permite crearea unor forme și geometrii foarte complexe, uneori imposibil sau foarte costisitor de obținut prin alte metode. Acest fapt are un impact pozitiv mare asupra creativității dat fiind că designul nu mai este restricționat de limitările fabricației tradiționale.

1.7.3 Fără pregătire de fabricație

Imprimarea 3D nu necesită cheltuieli inițiale pentru matrițe, dispozitive sau scule specifice metodelor tradiționale de fabricație și, în consecință, tehnologia este foarte convenabilă pentru producția unor piese unicat sau în serie mică precum și pentru personalizarea în masă.

1.7.4 Dezvoltarea produsului și prototiparea - mai ieftin, mai rapid și mai ușor

Dezvoltarea produselor tangibile presupune un proces ciclic de prototipare, testare, analiză și rafinare a ideii. De cele mai multe ori, prototiparea prin imprimare 3D este mai rapidă, mai ieftină și mai ușoară decât cea prin tehnologiile tradiționale și astfel se facilitează iterațiile de proiectare rapide. În consecință, dezvoltarea de produs se poate face într-un timp mai scurt.

1.7.5 Reducerea riscurilor la lansarea unui nou produs

Riscurile legate de lansarea unui nou produs pe piață pot fi reduse printr-o serie de acțiuni. Riscurile investiției într-un echipament de fabricație scump dedicat unui produs



necorespunzător pot fi reduce semnificativ prin testarea unui prototip similar cu produsul finit dar obținut prin imprimare 3D. De asemenea, piața poate fi testată cu loturi mici de produse realizate prin 3DP, înainte de a realiza investiții masive pentru producția în serie.

1.7.6 Reducerea cantității de deșeuri

Ca proces aditiv, 3DP folosește, în general, doar cantitatea de material necesară la construirea obiectului, deci se produc mai puține deșeuri. Materialele folosite de majoritatea proceselor 3DP pot fi reciclate sau refolosite de mai multe ori, astfel cantitatea de deșeuri fiind redusă și mai mult.

1.8 Limitările imprimării 3D

Imprimarea 3D nu este instrumentul potrivit pentru orice aplicație. Tehnologia prezintă unele limitări, de la disponibilitatea redusă a materialelor, la viteza limitată și costuri mari.

1.8.1 Costuri mai mari pentru producții la scară largă

Costul unitar al imprimării 3D rămâne constant indiferent de numărul de piese produse în timp ce, în cazul metodelor tradiționale de fabricație, costul unitar descrește odată cu creșterea numărului de obiecte fabricate. În consecință, imprimarea 3D poate fi mai economică pentru un lot mic dar, odată cu creșterea lotului de produse, metodele tradiționale de fabricație sunt mai competitive din punct de vedere al costurilor față de 3DP.

1.8.2 Gamă redusă de materiale, culori și finisaje

Gama de materiale care pot fi imprimate 3D este destul de limitată actualmente, plasticul fiind cel mai folosit material.

1.8.3 Rezistență și durabilitate limitate

Procesul de fabricație prin depunerea de straturi, tipic pentru 3DP, afectează în mod negativ uniformitatea rezistenței pieselor. Astfel, piesele imprimate 3D sunt mai puțin rezistente decât echivalentele lor fabricate în mod tradițional.

1.8.4 Acuratețe scăzută, calitate scăzută a suprafeței și a detaliilor fine

Acuratețea unui obiect imprimat 3D depinde foarte mult de diverși factori: tipul de proces, design, materiale, deformare sau contractare în timpul printării, suportul folosit, reglajul echipamentelor etc. și este mai slabă decât cea obținută prin prelucrări CNC, de exemplu. De asemenea, calitatea suprafeței nu este foarte bună.

1.8.5 Consumul mare de energie electrică

Imprimantele 3D consumă mult mai multă energie electrică față de metodele de fabricație tradițională.

1.8.6 Imprimantele 3D sunt lente

Cu tehnologia curentă, procesul de fabricare prin imprimare 3D este foarte lent. Imprimarea unui obiect poate dura de la câteva ore la câteva zile, în funcție de mai mulți factori: dimensiunea obiectului, rezoluția dorită, materialul, tipul de proces, calitatea imprimantei etc.



2 Stadiul de implementare al 3DP

2.1 Adoptarea imprimării 3D

Imprimarea 3D a apărut cu câteva decenii în urmă dar numai de curând tehnologia a cunoscut o dezvoltare rapidă și s-a extins în multe aplicații din diverse domenii ale industriei și ale afacerilor.

Fabricația aditivă a fost inițial concepută exclusiv pentru utilizare în industria de nivel înalt și era foarte costisitoare. Scăderea costurilor, însă, a făcut ca această tehnologie să fie accesibilă pentru IMM-uri și pentru antreprenorii individuali și, în ultimii ani, imprimantele 3D pentru acasă au devenit accesibile la prețuri foarte rezonabile. În prezent, imprimarea 3D devine progresiv o tehnologie accesibilă pentru orice afacere și multe companii au început deja să integreze 3DP în modelul lor de afaceri.

Dincolo de folosirea de către companii, există și o tendință de dezvoltare a 3DP pentru consumatori.

Adoptarea 3DP a crescut rapid în ultimii ani și va continua să se extindă repede în următoarea perioadă. Conform raportului Wohlers Report din 2018 [7], aproximativ 528,952 imprimante desktop 3D și 1,768 imprimante 3D cu metal au fost vândute în 2017. Se așteaptă ca aceste cifre să crească într-un ritm susținut în continuare.

Conform raportului The State of 3D Printing, 2018 publicat de Sculpteo [8], cele mai populare aplicații în imprimarea 3D în 2018 au fost:

- prototipare (55%)
- producție (43%)
- validare concept (41%)
- producere mostre pentru marketing (18%)
- artă (16%)
- educație (16%)
- hobby (10%)

Acest lucru arată clar că, în prezent, companiile se bazează din plin pe 3DP pentru a accelera dezvoltarea produselor lor. De asemenea, este evident că profesioniștii folosesc imprimarea 3D în mai multe scopuri decât în trecut, implementând-o nu doar în crearea prototipurilor ci și în alte activități.

2.2 Utilizări curente ale 3DP

De mai mult de trei decade, imprimarea 3D a fost folosită în principal pentru dezvoltarea de produs. Totuși, în ultimii ani, 3DP s-a dezvoltat suficient ca să joace un rol major în multe domenii, cele mai importante fiind producția, industria medicală, industria auto, industria aerospațială și proiectarea.

Folosirea 3DP în fabricarea pieselor componente, a produselor finite și a altor obiecte s-a extins treptat în ultimii ani. Scule, dispozitive și accesorii pentru fabricație imprimate 3D sunt folosite foarte mult pentru a îmbunătăți sau a susține operațiunile de fabricație. Fabricarea prin 3DP este deja o realitate în industria aerospațială (de exemplu, piese imprimate 3D se folosesc în aeronavele Airbus), în industria medicală (de exemplu, se realizează prin 3DP articulații de șold artificiale, coroane dentare și punți dentare) cât și în alte sectoare.

Sectorul medical este una din industriile care beneficiază cel mai mult de 3DP. Proteze, implanturi personalizate, piese ortodontice, medicamente personalizate sau organe bio-imprimate sunt câteva din aplicațiile existente. Modele imprimate 3D ale părților corpului sau ale organelor pacienților sunt folosite de medici la planificarea și vizualizarea tratamentelor și pentru planificarea și exersarea intervențiilor chirurgicale, potențial salvatoare de vieți.



Figura 5. Panou distanțier imprimat 3D instalat la bordul unui Airbus 320. Sursă imagine: Airbus

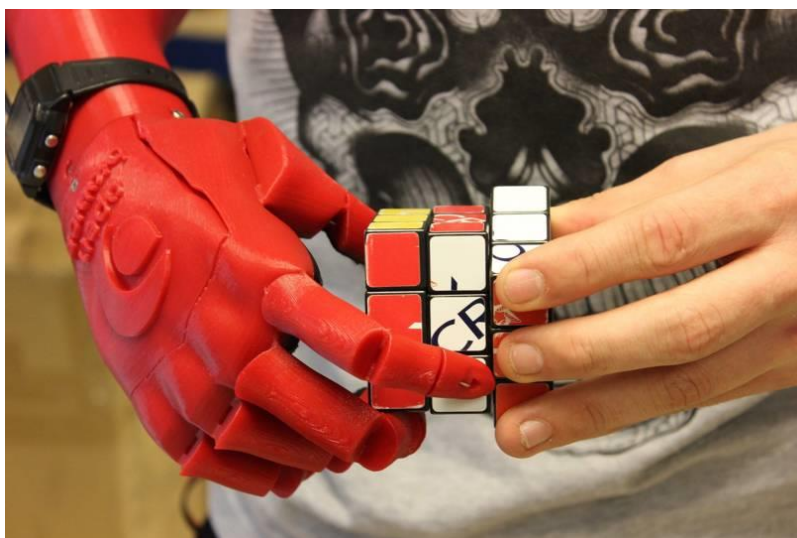


Figura 6. Braț bionic imprimat 3D. Sursă imagine: Open Bionics

În prezent, există un interes crescut pentru 3DP în industria auto. Câteva mașini și motociclete care au majoritatea pieselor imprimate 3D, produse de Divergent3D și Local Motors pentru a demonstra potențialul tehnologiei, se pot vedea astăzi pe străzi. Un model pentru validarea conceptului unei mașini electrice imprimate 3D, pregătită pentru producția de masă, a fost dezvăluit de XEV în 2018. BMW a folosit mai mult de 1 milion de piese auto imprimate 3D în ultimii 10 ani, iar mulți alți producători auto folosesc 3DP pentru a crea piese funcționale sau prototipuri de autovehicule.



Figura 7. Prima super-mașină imprimată 3D. Sursă imagine: Divergent3D

Mulți designeri folosesc 3DP pentru crearea bijuteriilor, mobilei, obiectelor de iluminat, obiectelor de artă etc. Această tehnologie oferă designerilor o gamă largă de posibilități și o libertate de creație imensă.

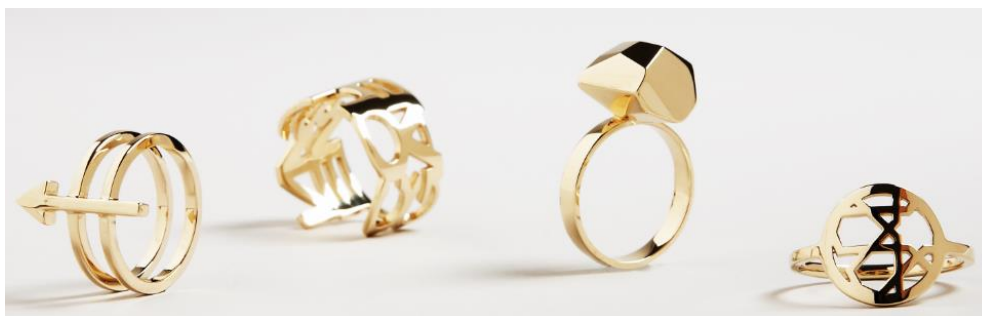


Figura 8. Bijuterii imprimate 3D. Sursă imagine: Shapeways

3 Tendințe preconizate în dezvoltarea imprimării 3D

3.1 Introducere

3DP este o industrie foarte dinamică, cu multe dezvoltări rapide în diverse sectoare, de la echipamente, softuri, materiale, procese și aplicații până la aspecte din domeniul juridic, financiar și resurse umane. Este și o industrie cu un impact semnificativ asupra viitorului omenirii, al companiilor și al națiunilor. În consecință, există multe tendințe și direcții posibile de extindere legate de 3DP. În această secțiune, vom prezenta doar unele dintre acestea, cele care sunt relevante pentru grupul nostru țintă: profesorii de Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică (STEM) și studenții lor.

3.2 Creștere semnificativă a pieței globale 3DP

Analiștii și părțile interesate în 3DP se așteaptă la o creștere semnificativă a acestui sector în următorii ani [9, 10, 11]. Adoptarea 3DP va continua să se extindă în diverse sectoare ale economiei, ducând la creșterea vânzărilor produselor și serviciilor aferente.

Factorii care facilitează dezvoltarea acestui sector sunt:

- ușurința cu care se realizează personalizarea produselor
- abilitatea de a scădea costurile globale de fabricație
- investițiile Uniunii Europene și a guvernelor naționale în proiecte de dezvoltare și de implementare a 3DP



- companiile vor continua eforturile de extindere a 3DP, găsind calea implementării efective a acestora
- un număr tot mai mare de noi sosiți în domeniu, incluzând companii foarte mari
- dezvoltarea unor materiale noi
- dezvoltarea unor imprimante 3D mai mari, mai rapide și mai performante
- dezvoltarea unor noi tehnologii (în special legate de imprimarea 3D cu metal).

Conform celor mai mulți experți în imprimarea 3D, investițiile în 3DP au explodat în ultimii ani și vor continua să crească în ritm susținut. Pe lângă creșterea numărului de sisteme 3DP vândute, multe companii investesc în noi centre de cercetare-dezvoltare și în noi facilități de producție, în timp ce UE și un număr de guverne naționale au pus la dispoziție resurse uriașe pentru dezvoltarea 3DP.

3.3 Dezvoltarea tehnologiei 3DP

Echipamentele de imprimare 3D au evoluat semnificativ în ultimii ani și se estimează că dezvoltarea lor va continua și în perioada următoare.

De asemenea, programele software folosite în imprimarea 3D vor continua să evolueze, oferind ușurință în exploatare, viteză mai mare, îmbunătățirea fluxului de lucru, securizarea fișierelor și capacități mai mari de estimare a rezultatelor și de a oferi feedback și recomandări. Programele de simulare vor putea anticipa defectele din obiectele imprimate 3D înainte de a începe procesul de printare și vor permite optimizare parametrilor de imprimare cu o mai mare acuratețe și cu o rată mai scăzută de rebuturi. Acest lucru este decisiv în special în cazul aplicațiilor unde costurile materiilor prime este foarte mare.

3DP, ca un întreg, se va îmbunătăți datorită noilor materiale, post-procesării mai rapide și a monitorizării mai bune a imprimantelor 3D, permițând o procedură de inspecție mai detaliată. De asemenea, noi procese de imprimare 3D vor continua să se dezvolte, inclusiv procesele hibride ca imprimarea 3D cu prelucrare CNC sau procesele cu materiale multiple.

3.4 Imprimare 3D cu metal

Se așteaptă ca imprimarea 3D cu metal să cunoască o dezvoltare majoră deoarece tot mai multe companii urmăresc crearea de imprimante 3D cu metal, bazate pe diverse procese. De asemenea, producătorii din întreaga lume sunt mai conștienți de beneficiile fabricării pieselor din metal prin 3DP. Aceste piese sunt foarte atractive pe piețe ca industria aerospațială, apărare, dispozitive medicale și sisteme de fabricare.

Au fost dezvoltate unele procese de imprimare 3D care permit fabricarea pieselor din metal cu costuri mai mici decât în fabricația aditivă tradițională cu metal sau cu materiale ceramice. Astfel, imprimare 3D cu metal a devenit acum accesibilă întreprinderilor mici și mijlocii și tendința este de scădere a prețurilor și de creștere a vânzărilor. În consecință, adoptarea tehnologiei de imprimare 3D cu metal la scară largă se accelerează.

3.5 Extinderea utilizării 3DP în producție

În timp ce prototiparea rapidă este cea mai comună utilizare a 3DP, viitorul său este în fabricarea pieselor funcționale. Datorită dezvoltării echipamentelor și materialelor, 3DP are acum abilitatea de a livra piese care au proprietățile mecanice și calitatea cerute de rolul lor funcțional.

În următorii ani, 3DP se va utiliza la scară largă în toate procesele de fabricație [12]. 3DP are potențialul de a înlocui metodele de fabricație convențională în cazul producției de serie mică și mijlocie. De asemenea, imprimarea 3D devine o tehnologie accesibilă pentru loturi mici de produse personalizate, având în vedere capacitatea sa de a personaliza produse fără a avea nevoie de o nouă pregătire de fabricație.

3DP oferă o flexibilitate excepțională în procesul de fabricație, fiind nevoie doar de actualizarea modelului CAD pentru a crea diverse variante de produs. Aceste modificări ale designului nu



au implicații economice majore iar costul unitar al produsului rămâne, în principiu, același. De asemenea, costul de fabricare a unui lot redus de produse este mai mic în comparație cu metodele convenționale de fabricație.

Alte avantaje majore ale 3DP, cum ar fi libertatea de design, producția fără pregătire de fabricație, piese mai ușoare și asamblare simplificată conduc la creșterea utilizării sale în producție.

Imprimarea 3D pentru producție este folosită deja în câteva sectoare. Există o tendință ascendentă către fabricație eficientă din punct de vedere al costurilor și producție rapidă, astfel încât se așteaptă ca producția pieselor prin 3DP să crească.

3.6 Extinderea utilizării 3DP în domeniul sănătății

Conform unui studiu publicat de Gartner în decembrie 2018 [11], adoptarea aplicațiilor 3DP în domeniul sănătății se accelerează și va juca un rol esențial în următoarele decenii. Raportul prevede o dezvoltare a utilizării 3DP în planificarea pre-chirurgicală (de exemplu, modelele anatomice) și în operațiile de înlocuire a articulației șoldului, în realizarea implanturilor chirurgicale și a protezelor. În piețele dezvoltate, 25% din dispozitivele medicale vor utiliza imprimarea 3D până în 2023.

3.7 Cerere crescută de forță de muncă specializată în 3DP

Dezvoltarea masivă a pieței 3DP a dus la un decalaj între cererea de personal corespunzător calificat și oferta existentă pe piața forței de muncă și se așteaptă o creștere considerabilă a cererii de personal cu calificări specifice 3DP.

Comaniile pot utiliza câteva strategii pentru a gestiona acest decalaj: să angajeze personal nou, cu cunoștințe și abilități în domeniul 3DP, recalificarea personalului angajat, calificarea la locul de muncă, contractarea unor liber-profesioniști, specialiști în imprimarea 3D sau externalizarea unor servicii către contractori și colaboratori externi.

Persoanele care vor să se instruiască singure, o pot face acasă sau folosind diverse resurse: bloguri specializate în imprimarea 3D, evenimente și sesiuni de formare, față în față sau online. Există un număr crescut de cursuri vizând 3DP, proiecte educaționale centrate pe imprimarea 3D, cursuri, publicații etc.

3.8 Automatizarea

Automatizarea procesului de imprimare 3D permite creșterea capacității de producție, accelerarea producției, reducerea costurilor operaționale și creșterea eficienței. Acest lucru se poate realiza prin automatizarea imprimantelor sau/ și prin folosirea brațelor robotice care asistă procesul de producție.

De asemenea, software-ul poate oferi posibilitatea automatizării sarcinilor în procesul de imprimare 3D. Tendința de automatizare a 3DP este parte dintr-un proces tehnologic de tranziție mai extins, automatizare fiind esențială pentru integrarea 3DP în fabricile inteligente. Câteva sisteme automatizate de imprimare 3D există deja pe piață iar altele vor apărea în curând.

3.9 Creșterea vitezei de imprimare

În prezent, procesul de imprimare 3D este foarte lent și acest fapt îi obstrucționează folosirea în multe aplicații. Totuși, se dorește rezolvarea acestei probleme prin algoritmi software speciali, echipamente îmbunătățite și noi tehnologii. Post-procesarea pieselor va fi, de asemenea, mai rapidă când mai multe materiale de suport și opțiuni de finisare automatizată vor fi disponibile.

Conform companiei Siemens, imprimarea 3D va fi cu 400 % mai rapidă în următorii cinci ani.

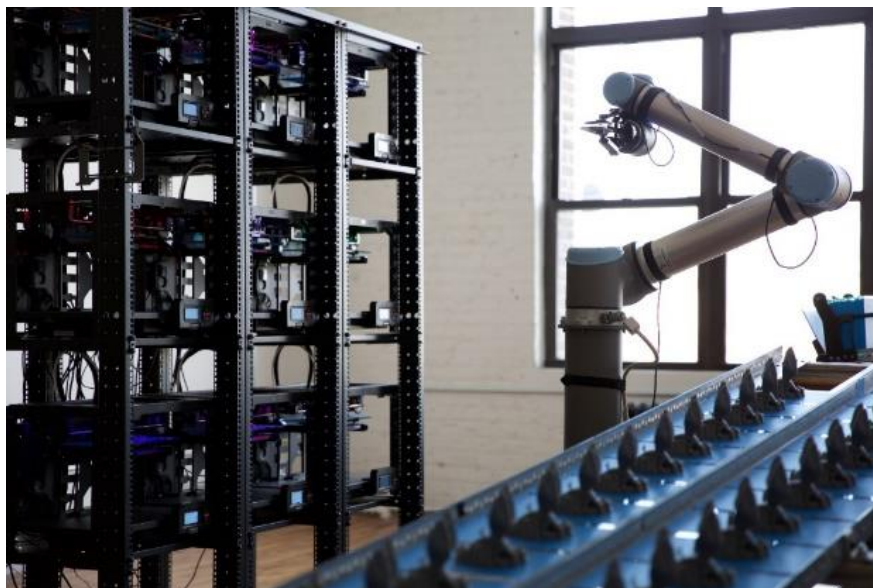


Figura 9. Proces 3DP automatizat (Sursă imagine: Voodoo Manufacturing)

3.10 Scăderea costurilor

Una din cele mai importante tendințe este scăderea prețurilor imprimantelor 3D datorită mediului competitiv și datorită progreselor tehnologiei. Acest fapt va îmbunătăți vânzările de imprimante 3D și va duce la multiplicarea aplicațiilor în domeniul 3DP.

Câteva procese noi de imprimare 3D cu metal, semnificativ mai ieftine decât abordările tradiționale, au fost recent introduse pe piață și vor duce la scăderea costurilor pieselor metalice imprimate 3D.

În timp ce tot mai multe companii implementează sistemele de imprimare 3D, această proliferare și volumul subsecvent adăugat duc și la scăderea prețului materialelor. Conform companiei Siemens, [13], imprimarea 3D va fi cu 50 % mai ieftină în următorii cinci ani.

3.11 Noi materiale în imprimarea 3D

Plasticul este cel mai folosit material pentru imprimarea 3D dar utilizarea metalului va deveni tot mai populară în următorii ani. În privința plasticului, se preconizează faptul că vor apărea materiale noi, rezistente la temperaturi mai mari, corespunzătoare pentru aplicațiile industriale. De asemenea, deoarece imprimantele 3D bazate pe rășini lichide au cunoscut o evoluție și o dezvoltare impresionantă, în viitor se vor dezvolta rășini mai rezistente.

Se vor dezvolta noi materiale din toate categoriile (plastic, metal, ceramică, compozite, etc). Evoluția aplicațiilor în producție duce la dezvoltarea materialelor și atrage mari furnizori de materiale, cum ar fi companiile chimice, în sectorul 3DP.

3.12 Lărgirea gamei de aplicații

Dezvoltarea viitoare a industriei 3DP va fi accelerată de identificarea unor noi aplicații pentru imprimarea 3D. Tot mai multe companii se vor concentra pe nișe specifice din imprimarea 3D. Multe industrii beneficiază deja de folosirea 3DP, incluzând domeniile sănătății, aerospațial, construcției de mașini și multe altele. În alte industrii, 3DP este în stadiu incipient dar va juca un rol major în viitor. Iată câteva exemple: construcții, produse de consum, industria alimentară.

Noi industrii vor îmbrățișa fabricația aditivă. De exemplu, duzele de combustibil pentru turbine de gaz imprimate 3D vor face centralele electrice mai nepoluante și mai rentabile.



De asemenea, industriile care desfășoară activități în zone îndepărtate, cum ar fi mineritul, extragerea petrolului și a gazelor, apărarea etc., vor folosi 3DP pentru fabricarea la fața locului a pieselor și echipamentelor care trebuie înlocuite sau pentru reparația pieselor existente. Într-un studiu publicat de World Economic Forum [14], un număr mare de companii din 12 sectoare industriale și-au exprimat intenția să adopte 3DP până în 2022. Sectoarele variază de la industria construcției de autovehicule, domeniul aerospațial, lanțuri de aprovizionare și transport până la industria chimică, produse de consum, sectorul energetic, domeniul sănătății, TIC, infrastructură, industria minieră, sectorul extracției petrolului și a gazelor și altele.

4 Implicațiile tehnologiei de imprimare 3D asupra viitorului pieței muncii în UE

4.1 Introducere

3DP este un puternic factor dinamizator în schimbarea ocupării forței de muncă și va avea impact asupra pieței muncii din UE în diverse moduri. Odată cu dezvoltarea utilizării 3DP în industria UE, va crește în ritm rapid cererea de forță de muncă corespunzător calificată. Pe de altă parte, unele locuri de muncă vor deveni redundante iar altele vor suferi mari transformări în esența lor (sarcini, metode de lucru, abilități necesare).

Progresul 3DP îi va favoriza pe cei capabili și înalt calificați în domeniul 3DP în timp ce locurile de muncă care necesită abilități reduse riscă să dispară. De asemenea, capacitatea de învățare rapidă și de adaptare la noilor domenii de activitate va fi decisivă pentru o cariera de succes.

Diferitele etape ale procesului 3DP (proiectare, instalare, securitate, operare, post-procesare) trebuie să fie realizate de muncitori calificați. De asemenea, alte operațiuni, inclusiv investiții, probleme legale, instruire etc. pot fi realizate de personal cheie, cu cunoștințe relevante în domeniu.

Diverse profesii vor fi foarte căutate: inginerii care lucrează în procesele de producție sau care dezvoltă noi tehnologii, materiale, programe și aplicații, designeri, inclusiv artiști care creează produse și proiecte folosind imprimante 3D, experți în vânzări, manageri de proiect și avocați care se vor ocupa de brevete și probleme legate de copyright.

Sectoarele care recrutează profesioniști în tehnologia de imprimare 3D sunt industria medicală, ingineria, industria auto și aerospațială. Lista sectoarelor care vor recruta se va extinde continuu, odată cu dezvoltarea tehnologiei și cu adoptarea ei în mai multe domenii.

4.2 Competențe-cheie în 3DP

Pentru cei care caută un viitor loc de muncă în domeniul imprimării 3D, există câteva cerințe specifice care trebuie luate în considerație pentru a avansa în carieră. În general, sunt necesare cunoștințe destul de vaste, din diverse specializări, pentru a lucra în sectorul imprimării 3D. Acestea trebuie să includă cunoștințe de bază în imprimarea 3D cât și alte cunoștințe specializate, în funcție de profilul locului de muncă.

Competențele-cheie necesare în imprimarea 3D sunt:

- TIC – datorită naturii digitale a tehnologie de imprimare 3D
- CAD – instrument necesar în proiectarea 3D
- Materiale – este necesar să se cunoască caracteristicile și compatibilitățile diferitelor materiale pentru a obține obiecte cu proprietățile și finisările dorite
- Proces – specialiștii trebuie să decidă asupra conformității tehnologiilor disponibile pentru a obține toleranțele și finisajele dorite, pentru fiecare caz în parte

În consecință, este nevoie de o anumită formare tehnică sau în domeniul proiectării pentru a avea capacitatea de a utiliza tehnologia de imprimare 3D.



În plus, sunt necesare și alte deprinderi și abilități: flexibilitate, colaborare, capacitatea de navigare digitală, abilitatea de a gestiona probleme foarte complexe etc.

4.3 Impactul pe piața muncii

4.3.1 Crearea de noi locuri de muncă

3DP are potențialul de a crea noi locuri de muncă în UE, pentru personalul calificat, cu o cerere foarte mare pentru profiluri tehnice și specializate. Aceste profiluri includ meseriile de ingineri mecanici și ingineri în industrie, dezvoltatori software dedicat imprimării 3D, ingineri de sistem care lucrează pe probleme specifice 3DP (repararea fișierelor 3D, optimizarea fluxului de lucru și a proceselor 3DP etc.), proiectanți având cunoștințe specifice 3DP, tehnicieni pentru imprimante 3D, experți în materiale pentru imprimarea 3D, specialiști post-procesare, consultanți în domeniul imprimării 3D etc.

Numărul de noi locuri de muncă în 3DP va crește în următorii ani, chiar următoarele decenii. Va exista o nevoie acută de personal care să fabrice, să vândă, să opereze, să întrețină și să repare echipamentele folosite în imprimarea 3D, să gestioneze lanțul de aprovizionare, să supravegheze producția și să administreze companiile care fac toate acestea.

Programele de modelare 3D, de simulare dedicată imprimării 3D și alte aplicații software specifice vor crea noi locuri de muncă pentru programatori. În plus, se vor crea noi categorii de locuri de muncă datorită noului val de inovare creat de tehnologia de imprimare 3D.

4.3.2 Reconversia

Unele locuri de muncă existente vor solicita noi abilități. De exemplu, proiectarea mecanică pentru imprimarea 3D necesită cunoștințe și abilități specifice pentru procesele și materialele folosite în imprimarea 3D.

De asemenea, operatorii de mașini-unelte vor trebui să lucreze cu piese complexe imprimate 3D în loc de a pleca de la un bloc de material. Deci operatorii de mașini-unelte nu vor fi înlocuiți, ci vor trebui să învețe o altă modalitate de lucru și să își formeze noi abilități.

4.3.3 Dispariția unor locuri de muncă

Fără îndoială, va dispărea un număr semnificativ de locuri de muncă din sectorul de fabricare. Pe măsură ce cresc capacitățile 3DP și crește gradul ei de adopție în industrie, va fi nevoie de mai puțin personal pe liniile de producție pentru operarea utilajelor, pentru operațiuni de sudare, asamblare etc. De asemenea, multe locuri de muncă din domeniul creației de bijuterii și din sectorul meșteșugăresc sunt amenințate de dispariție din cauza capacităților extraordinare ale 3DP. Aceasta posedă abilitatea extraordinară de a fabrica eficient produse pe piețe locale și, deci, se preconizează ca o parte din locurile de muncă exportate în China sau în alte țări cu salarii mici să se întoarcă în Europa.

5 Concluzii

În ultimii ani, imprimarea 3D a evoluat dintr-o tehnologie costisitoare, cu capacitate și aplicabilitate limitate, rezervată doar companiilor mari, într-o tehnologie puternică, accesibilă pentru firme și persoane fizice, cu nenumărate aplicații în diverse sectoare. În prezent, este considerată o tehnologie- cheie care promovează a patra revoluție industrială, Industria 4.0. 3DP are abilitatea de a schimba multe industrii, poate deschide noi piețe și oportunități și poate transforma lanțul de aprovizionare. De asemenea, va avea un impact semnificativ la nivelul pieței locurilor de muncă, în lume și în UE, cu efecte pozitiv și negative. Abilitățile și calificările relevante pentru 3DP vor fi atu puternic pentru cei care doresc să aibă o carieră de succes și să profite de noile oportunități create.



Tendențele majore în imprimarea 3D sunt în direcția extinderii pieței, dezvoltării tehnologiei, utilizare crescută în diverse sectoare, costuri mai mici și o gamă mai largă de aplicații. În consecință, acestea vor duce la o creștere accelerată a adoptării 3DP și la o cerere din ce în ce mai mare de personal calificat.

6 Referințe

- [1] "24 Best 3D Printing Software Tools of 2018," 2018. [Online]. Available: <https://allimprimarea 3D.com/1/best-free-3d-printing-software-3d-printer-program/>. [Accessed January 2019].
- [2] "25 Best 3D Scanners of Winter 2018-19," 2018. [Online]. Available: <https://allimprimarea 3D.com/1/best-3d-scanner-diy-handheld-app-software/>. [Accessed January 2019].
- [3] "Top 10 3D Model Databases: The Best Sites to Download 3D Models for 3D Printing," 2018. [Online]. Available: <https://i.materialise.com/blog/en/3d-model-databases/>. [Accessed January 2019].
- [4] "14 Best Sites for 3D Artist Freelancers in 2018," 2018. [Online]. Available: <https://allimprimarea 3D.com/1/best-sites-3d-artist-freelancer-3d-modeler/>. [Accessed January 2019].
- [5] "Best 3D Slicer Software for 3D Printers of 2018 (Most are Free)," 2018. [Online]. Available: <https://allimprimarea 3D.com/1/best-3d-slicer-software-3d-printer/>. [Accessed January 2019].
- [6] ISO/ASTM 52900-15, Standard Terminology for Additive Manufacturing – General Principles – Terminology, West Conshohocken, PA: ASTM International, 2015.
- [7] "3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry, Annual Worldwide Progress Report," Wohlers Associates, Inc., 2018.
- [8] Sculpteo, "State of 3D Printing 2018: The rise of metal 3D printing, DMLS, and finishes!," 2018.
- [9] Deloitte Global, "Technology, Media & Telecommunications Predictions 2019," 2018.
- [10] Forbes, "The State of 3D Printing, 2018," 2018.
- [11] "Predicts 2019: 3D Printing Accelerates, While 4D Printing Is Getting Started," Gartner, Inc., 2018.
- [12] Dimensional Research, "3D Printing trends report - a survey of manufacturing decision makers," 2017.
- [13] "3D Printing: Facts & Forecasts," 2018. [Online]. Available: <https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/Additive-manufacturing-facts-and-forecasts.html>. [Accessed January 2019].
- [14] World Economic Forum, "The Future of Jobs Report 2018," 2018.



Robotica

de echipa **Stucom**
info@stucom.com

Robotica educațională exercită o importantă componentă motivațională asupra tinerilor. Lipsa personalului cu profilul tehnic amenință planurile de viitor ale societății noastre.

Robotica educațională este unul din pilonii cu care proiectul Direction 4.0 vizează motivarea tinerilor să aleagă formarea științifică și tehnică pentru a fi de folos într-o societate din ce în ce mai informatizată. În prezent, școlile și organizațiile care se ocupă de formare introduc în societate studiul așa numitei robotici educaționale.

Școlile și institutele sunt din ce în ce mai conștiente de avantajele introducerii studiului roboticii educaționale prin ateliere de lucru, cursuri sau chiar ca materie de studiu pentru copii și tineri.

Materii necesare pentru o carieră în acest domeniu:

ȘTIINȚE					
TIC					
MATEMATICĂ					
FIZICĂ,					
BIOLOGIE					
CHIMIE					



Cuprins

1	Introducere	62
2	Raport despre stadiul actual al implementării roboticii.....	62
2.1	Condiții preexistente.....	62
2.2	Caracteristicile platformelor mobile	63
2.2.1	Structuri metalice cu roți	63
2.2.2	Senzori	63
2.2.3	Actuatorii.....	64
2.2.4	Controlul	64
3	Platformele robotice pentru educație	64
3.1	Elevi de la 3 la 5 ani	64
3.2	Elevi de la 6 la 9 ani	64
3.3	Elevi de la 10 la 14 ani.....	64
3.4	Elevi de la 15 ani în sus	65
4	Tendențe preconizate	65
4.1	Condiții preexistente.....	65
4.2	Tendențe actuale.....	65
4.3	Tendențe viitoare	67
5	Analiza consecințelor roboticii asupra pieței muncii în UE în viitor	67
5.1	Necesitatea ca elevii să fie atrași către robotică	67
5.2	Prezenta roboticii în industria europeană.....	67
5.2.1	Robotica are un impact extraordinar.....	68
5.2.2	Nevoia de acțiune europeană.....	68
6	Concluzii.....	70
7	Referințe	70



1 Introducere

Este indiscutabil faptul că robotica se dezvoltă și devine ceva important pentru societatea noastră actuală. Când persoanele, în general, sunt întrebate despre cuvintele robot sau robotică, acestea răspund, de obicei, că roboții sunt inaccesibili și / sau periculoși, adică asociază roboții mai degrabă cu probleme, decât să-i asocieze cu ceva pozitiv. Deficitul de persoane cu profil tehnic, care să găsească soluții pentru societatea viitorului, care va fi mai tehnologizată, este o problemă care poate complica lucrurile. Nu este destul doar să știm să apăsăm un buton sau să știm să navigăm pe internet, este nevoie de oameni capabili să creeze conținut, aplicații, roboți etc. de care societatea are și va avea nevoie în viitorul apropiat. Prin proiectul Direction 4.0. încercăm să motivăm tinerii să aleagă calea științei și tehnologiei în dezvoltarea lor educațională, și aici intervine unul din obiectivele roboticii educaționale. În robotica educațională trebuie să facem diferența între două concepte. Primul concept este să îi facem pe roboți să predea, iar al doilea concept, chiar complementar, este să instruiem folosind robotica. Poți introduce copiii și tinerii în lumea roboticii sau îi poți, de asemenea, educa și ajuta să acumuleze cunoștințe din domeniile de bază ale educației, cu ajutorul roboticii. Actualmente, școlile și centrele de formare promovează robotica educațională. Școlile și institutele sunt din ce în ce mai conștiente de avantajele introducerii studiului roboticii educaționale prin ateliere de lucru, cursuri sau chiar ca materie de studiu pentru copii și tineri. De aceea, robotica educațională, datorită componentei sale motivaționale inerente, a devenit un instrument important în educație.

2 Raport despre stadiul actual al implementării roboticii

Folosirea roboților și a informaticii în clasă crește motivația elevilor. Prin folosirea roboticii ca o bază, elevii pot fi inițiați în subiecte ca programarea, rețelistică, inteligență artificială etc. [12].

2.1 Condiții preexistente

În ultimele decenii, cercetătorii și industriile au dezvoltat un număr de kituri de construcție a roboților dorind să stimuleze învățarea conceptelor și metodelor legate de domenii cum ar fi matematica, fizica, informatica și mecanica. [1]. BEE-BOT, LEGO WeDo, LEGO Mindstorm, ARDUINO sunt folosite, în mod uzual, la predarea roboticii în educație. Scopul roboticii educaționale este, cum indică Jean Piaget, "cine învață, își extinde cunoștințele prin manipularea și construcția de obiecte" [2].

SUA, China, Coreea, India, printre altele, au fost primele țări care au implementat robotica și au organizat ateliere de lucru și cursuri extracurriculare de robotică, ca un exemplu de activitate recreațională [3] [4].

Acest tabel arată evoluția:

Anul	Nume	Principalele caracteristici
1977	Lunar Rover	Explorează Luna
1979	Stamford Car	Aleargă pe suprafețe
1983	Raibert	Merge într-un picior
1990	Uniciclo	O singură roată
1994	Dante II	Șase roți
1996	Gyrover	Fără roți
1996	Spring Flamingo	Emulația unei mișcări a unui flamingo
1997	Sojourner Rover	Un robot controlat de pe Pământ



1997	Honda P3	Un robot care copiază mișcările umane
1998	Wabian R-III	Un robot asemănător unui om
1999	Bow Leg Hopper	Un robot care își concentrează forța pe un picior
2006	Ballbot	Mișcare furnizată de o singură sferă

Tabel 1. (Sursă: S. R. Ortigoza, J. G. Sanchez, V. B. Sotelo, and M. M. Vilchis, "State of the art of the movable wheel's robots", Revista Electrónica de Estudios Técnicos, TELEMATIQUE, vol. 6, No. 3, 2004.)

2.2 Caracteristicile platformelor mobile

Există o varietate de platforme robotice care folosesc diverse mecanisme mobile, în general se folosesc roțile deoarece sunt mai eficiente decât șenilele și picioarelor pe suprafețe netede și tari. [5]

Putem defini o platformă robotică mobilă ca un sistem electro-mecanic compus dintr-o parte mecanică mobilă și o parte electronică, ale căror componente se comportă ca niște actuatori controlați datorită nivelului înalt de programare, astfel obținându-se un sistem inteligent care, datorită diferitelor tipuri de roți, îi permit robotului să se miște autonom spre un anumit punct sau țintă stabilită.

Autonomia înseamnă aici abilitatea sistemului de a-și determina cursul printr-un proces specific de gândire la nivel senzorial și nu în funcție de un sistem de instrucțiuni de mișcare [5]. Succesul sarcinilor autonome ale sistemului robotic depinde de construcția sa mecanică, care determină precizia deplasării sale, în timp ce inteligența depinde de programarea sa.

2.2.1 Structuri metalice cu roți

Roțile sunt elementele responsabile cu furnizarea mobilității platformei. Sunt clasificate în trei tipuri: roțile fixe, în cazul cărora mișcarea platformei este în direcția în care se mișcă roțile; roțile cu orientare centrată, caz în care direcția depinde de orientarea roților [5]; în sfârșit, roboții cu șenile, la care direcția depinde de viteza roților.

2.2.2 Senzori

Senzorul este un dispozitiv care transmite un semnal de ieșire corespunzător valorii măsurate; în robotică, senzorul se folosește pentru captarea energiei, iar transductorul pentru a o converti și a o condiționa [6], astfel încât sistemul inteligent să poată să o proceseze.

Există o mare varietate de senzori în funcție de tipul de aplicație. Printre tipurile de senzori folosiți în robotica educațională putem enumera pe cei care măsoară distanța pe baza ultrasunetelor, compuși dintr-un emițător de sunet de înaltă frecvență care recepționează reflecția cu un receptor localizat în sursa de sunet, printr-un dispozitiv de transmitere, care emite o sursă de sunete de înaltă frecvență pentru a recepționa ulterior un ecou unde atenuarea sau timpul de propagare a ultrasunetului sunt evaluate [7] [8] [9].

Senzori cu infraroșu: sunt similari cu senzorii cu ultrasunete și sunt compuși dintr-un LED infraroșu, care joacă rol de emițător, și un foto-tranzistor cu rol de receptor [3]. Acesta este saturat cu lumină la bază și devine, astfel, folositor în robotica mobilă, când se lucrează cu obstacole, deoarece sunt foarte exacti, datorită faptului că direcționează cu multă acuratețe lumina reflectată în receptor. Acești senzori QRD1114 [10] au multe aplicabilități, cum ar fi măsurarea distanțelor, trecerea obiectelor pe benzi industriale, detectarea proximității obiectelor și a oamenilor; sunt ideali pentru plasarea pe platforme robotice mobile pentru evitarea obstacolelor și pentru urmărirea traiectoriei. Este o modalitate de folosire a tehnologiei cu ultrasunete și cu infraroșu, o modalitate complementară, iar informațiile culese de ambii



senzori pot fi combinate pentru maparea sau reprezentarea mai precisă a zonelor de navigare ale unei platforme robotice mobile [11].

2.2.3 Actuatorii

Actuatorii sunt utilizați pentru controlul mișcării, cei mai uzuali și mai comerciali fiind cei cu motoarele de curent continuu cu reductor sau cutie de viteze. Acestea sunt controlate în mod linear, iar implementarea lor pe platforme este mai ușoară.

Aceste motoare electrice de curent continuu sunt cu perii sau fără perii, ambele tipuri prezentând avantaje similare, dar cele fără perii sunt mai practice deoarece:

- Nu fac scântei sau arc voltaic la frecarea exercitată de materialul de carbon-cupru în contact cu armatura.
- Interferența produsă de comutarea electronică din sistemul de control este minimalizată.
- Motoarele de curent continuu fără perii ajung la o viteză de 50,000 rotații pe minut față de 500 rotații pe minut la motoarele cu perii.

Pentru controlul direcției sunt preferate motoarele electrice cu perii. Totuși, există unele dezavantaje care fac ca motoarele electrice de curent continuu fără perii să fie o opțiune mai bună, deoarece controlul mișcării este mai complex, mai costisitor, iar manevrarea solicită un sistem adițional.

2.2.4 Controlul

Controlul mișcării poate fi clasificat în funcție de patru sarcini fundamentale:

- Localizarea.
- Planificarea traseului.
- Urmărirea traseului.
- Evitarea obstacolelor.

3 Platformele robotice pentru educație

Unele platforme robotice pentru educație, asociate cu vârsta elevilor sunt următoarele:

3.1 Elevi de la 3 la 5 ani

Robotul BEE-BOT este o opțiune bună. Acest robot are forma unei albinuțe și este rezistent și foarte compact. Programarea sa se realizează foarte simplu, apăsând pe butoanele care indică direcția, schimbarea direcției, dacă trebuie să meargă înainte sau înapoi etc.

3.2 Elevi de la 6 la 9 ani

Unul din cele mai răspândite instrumente este LEGO, în special Lego WeDo. Cu ajutorul pieselor din kit se poate crea un robot foarte interesant. Programarea sa se bazează pe o interfață cu blocuri și funcționează prin mutarea blocurilor, în loc de scrierea instrucțiunilor.

3.3 Elevi de la 10 la 14 ani

Se poate alege platforma Lego Mindstorm care, spre deosebire de platforma Lego WeDo, permite construirea mai multor roboți și permite încorporarea mai multor senzori și actuatori. Programarea sa se realizează într-un IDE (mediu de dezvoltare) unde poate fi programat prin mutarea blocurilor cu acțiuni concrete.



3.4 Elevi de la 15 ani în sus

Unele din principalele platforme sunt plăcile din familia Arduino, precum Arduino UNO. În general este recomandabil să se înceapă cu această platformă.

Alte plăci și roboți bazate pe Arduino sunt: placa Faduino, robotul MoWay, robotul mBot. Alți roboți bazați pe alte plăci sunt: robotul Aisoy, Vex Robotics, robotul umanoid Robotis și alții.

4 Tendințe preconizate

4.1 Condiții preexistente

În urmă cu 15 sau 20 de ani, robotica era prezentată ca fiind nu foarte dificilă, dar laborioasă și distractivă de practicat.

Prețul unui Lego Mindstorm era destul de mare și dacă optai pentru un model mai ieftin nu exista o placă de referință, cu atât mai puțin o placă asamblată și gata de folosit. Existau niște scheme de plăci cu licență cum ar fi "Picaxe", de exemplu, care erau distribuite gratis pe unele web situri, cât și o listă de componente necesare și câteva instrucțiuni cu privire la desfășurarea procesului de asamblare. Întregul proces de litografiere, dezvoltare și asamblare era doar pentru cei îndrăzneți care doreau să-l încerce.

Când totul era asamblat, era nevoie de un microcontroler PIC recorder pentru a transfera programele pe micul circuit integrat.

Partea cea mai complicată era producerea unei plăci cu garanția operării dar, odată ce se obținea aceasta, programarea putea fi relativ ușoară. Trebuie să spunem că limbajul folosit atunci în programare nu este același cu cel de pe care îl găsim astăzi pe platforme ca Lego sau Arduino.

4.2 Tendințe actuale

În timp ce Lego s-a dezvoltat ca standardul pentru robotică educațională, opțiunea accesibilă pentru toate bugetele este placa Arduino.

Faptul că Lego are atât de mult succes în acest domeniu este cu siguranță datorat asamblării simple și ușurînței programării. De aceea, această platformă este potrivită pentru elevii de vârste foarte diferite, de la școala primară la universitate.

Chiar și așa, Arduino devine platforma principală prin excelență pentru robotică pentru multe nivele educaționale. Pentru tineri sau studenți din universități, această platformă este instrumentul potrivit pentru dezvoltarea și extinderea cunoștințelor în programarea microcontrolerelor sau pentru finalizarea proiectelor de mecatronică.

Există și alte opțiuni pe piața actuală, direcționate spre domeniul roboticii, cum ar fi platforma VEX, cea mai folosită în competiții, sau micul computerul RASPBERRY PI care, de asemenea, are ceva de spus în domeniul roboticii.

Să analizăm pe scurt cele mai reprezentative platforme actuale.

- **Lego WeDo / Mindstorm**

Lego este alcătuit dintr-o serie de piese cu diverse forme și dimensiuni. Cu ele se pot crea toate tipurile de construcții, inclusiv roboți.

Lego, și în special Mindstorm, îi motivează pe utilizatori să construiască proprii lor roboți sau propriile proiecte de mecatronică. Cele mai uzuale dispozitive disponibile pentru Lego sunt actuatorii (motoarele), senzorii ultrasonici, senzorii de culoare, senzorii de mișcare, senzorii cu infraroșu etc.



Flexibilitatea sa și posibilitatea de a adăuga piese la kiturile achiziționate fac din Lego Mindstorm un instrument foarte puternic pentru robotica educațională. Fără îndoială, Lego WeDo a devenit platforma principală prin excelență pentru elevii de școală primară, datorită ușurinței programării cu blocuri.

Una din caracteristicile pozitive ale Lego este cantitatea de materiale pentru profesori disponibile pe website-ul oficial, care furnizează o serie întreagă de practici și de proiecte pentru clasele acestora.

Lego Mindstorm are două versiuni de platformă, EV3 și NTX. Să vedem, de exemplu, caracteristicile tehnice ale EV3:

- Sistem de operare LINUX
- Microprocesor ARM9 la 300 MHz
- Memorie RAM: 64 MB
- Memorie Flash: 16 MB
- Rezoluția ecranului: 178x128 alb - negru
- Comunicare prin USB 2.0
- Card microSD până la maximum 32 GB.
- Porturi RJ12 pentru senzori și actuatori (motoare)
- Funcționează cu 6 baterii AA sau cu o baterie reîncărcabilă Li-ion

• **Arduino UNO**

Arduino UNO este cea mai populară placă din familia Arduino.

Arduino UNO este o placă de mărimea unui card de credit, echipată cu microcontroler Atmega 328P cu o viteză de procesare de 16 MHz.

Datorită unor pini de intrare și de ieșire, se pot conecta o întreagă serie de senzori, actuatori, module, shield-uri și componente electronice pentru a crea diverse proiecte.

Arduino UNO are 14 pini digitali de intrare și ieșire, 6 pini analogici de intrare și ieșire și o serie de pinuri pentru sursa de alimentare proprie sau a senzorilor, actuatorilor și altor componente.

Dintre numeroșii senzori și module pentru Arduino, cei mai uzuali sunt:

- Senzor ultrasonic
- Senzor de mișcare sau PIR
- Senzor de sunet
- Senzor de temperatură
- Senzor de umiditate
- Senzor de lumină sau LDR
- etc.

Limbajul de programare este o combinație între limbajele de programare C și C ++.

• **mBot**

mBot este un robot educațional care are o rată ridicată de acceptare. Este un sistem de piese cu care se pot crea diferiți roboți. mBot este un robot simplu dar, în același timp, este complet datorită numărului de senzori pe care îi poate încorpora pe placa sa.

Utilizează o modificare a plăcii Arduino care se numește mCore.

Senzorii și dispozitivele încorporate sunt:

- Senzor de lumină (LDR)
- Boxă



- Două diode RGB LED
- Un receptor IR (Infraroșu)
- Un emițător IR (Infraroșu)
- Un buton / buton de comandă
- Un senzor ultrasonic
- Două motoare
- Un senzor de urmărire (Infraroșu)
- Bluetooth

Specificațiile generale ale robotului sunt:

- Placă: mCore bazată pe Arduino UNO.
- Microcontroler: Atmega328
- Conexiuni: 4 porturi RJ25, 2 porturi speciale pentru motoare
- Alimentarea robotului: baterie de 3.7 V sau 4 baterii AA
- Transfer date: Bluetooth sau 2.4G
- Software: IDE (Development Interface) inspirat de celebrul limbaj de programare Scratch. Versiuni pentru Windows, Linux și Mac.

4.3 Tendințe viitoare

Dispozitivele cu inteligența artificială (AI) ca asistenții Google, Amazon sau Apple și, în unele cazuri, ușurința cu programării acestora deschid calea unui nou concept în robotică.

Dispozitive ca *Leap Motion* sau *makey makey*, împreună cu boții creați să servească clienții pe paginile site-urilor web în mod autonom și virtual, ne permit să aruncăm o privire în viitor când robotica va avea un rol extrem de important.

5 Analiza consecințelor roboticii asupra pieței muncii în UE în viitor

5.1 Necesitatea ca elevii să fie atrași către robotică

Robotica, mecatronica, biotehnologia, Big Data și dezvoltarea aplicațiilor mobile sunt domeniile care au cea mai mare nevoie specialiști, atât acum cât și în viitor, conform unui studiu realizat de compania de resurse umane Randstad.

Evoluția constantă a tehnologiei și aplicarea ei în diverse sectoare generează o cerere de personal specializat în profilele asociate cu domeniile inginerie industrială, mecanică, mecatronică, electronică și robotică.

De asemenea, Randstad Professionals prevede o neconcordanță între personalul existent pe piața muncii și nevoile companiilor; în timp ce profilurile STEM (Științe, Tehnologie, Inginerie & Matematică) sunt căutate cu o rată de frecvență de 14% pe an, doar 7% din elevi studiază în domeniile direct asociate cu acestea.

5.2 Prezenta roboticii în industria europeană

SPARC este un parteneriat pentru robotică în Europa pentru a menține și a extinde leadership-ul Europei în domeniul roboticii. SPARC dorește să introducă roboți europeni în fabrici, în aer, pe uscat, sub apă, pentru agricultură, în domeniul sănătății, serviciilor de salvare și în multe alte domenii în Europa care au un impact economic și social.

5.2.1 Robotica are un impact extraordinar

Robotica este pe punctul de a avea un impact extraordinar în economie și în societatea noastră.

Roboții economisesc bani, îmbunătățesc calitatea și condițiile de muncă și reduc consumul de resurse și producerea de deșeuri.

De la venituri anuale globale de 22 mld €, industriile robotizate preconizează vânzări anuale între 50 mld € și 62 mld € până în 2020.

În domeniul roboticii industriale, care crește cu 8 % pe an, ponderea Europei pe piața globală este de aproximativ 32%. Va fi important să găsim noi aplicații în afara sectorului de construcții de automobile.

Ponderea Europei pe piața serviciilor robotizate din lume este de 63% ceea ce este rezultatul excelenței europene în cercetarea interdisciplinară în domeniul “roboților inteligenți” și a tradiției și culturii de cooperare dintre industrie și mediul academic.

Totuși, un impact mai mare îl are efectul roboticii asupra competitivității producției industriale și a serviciilor care folosesc sisteme și tehnologii robotice, și asupra calității vieții cetățenilor.



Figura 1. Roboți care culeg covrigeii de pe banda transportoare. (Sursa ABB)

Roboții industriali sunt utili nu numai în industria construcției de automobile. Ei au fost introduși și în industria alimentară acum câțiva ani.

Un studiu recent realizat de McKinsey estimează că valoarea aplicării roboticii avansate în domeniul sănătății, în industria prelucrătoare și în servicii poate avea un impact economic anual între 1,7 trilioane și 4,5 trilioane \$ în întreaga lume, până în 2025

5.2.2 Nevoia de acțiune europeană

Într-un mediu global competitiv, economia Europei nu concurează doar cu economiile unde salariile sunt mici, ci și cu economiile foarte automatizate și, pe măsură ce timpul trece,

utilizarea roboticii va deveni tot mai răspândită în lume. În bătălia competitivității, productivității și sustenabilității, leadership-ul în robotică va face diferența.

Piața roboticii evoluează rapid iar robotica va fi o sursă-cheie a avantajului competitiv și un mod de a aborda provocările din societate și de a excela în știință. Pentru a-și menține și consolida poziția, Europa are nevoie de acțiuni concertate. Este nevoie de o largă acțiune la nivel european pentru a profita de punctele forte pe plan regional și național în domeniul competențelor multi-disciplinare critice din robotică; trebuie creată o masă critică, în special în domeniul lanțului de aprovizionare eficientă, care va fi vitală pentru livrarea unor produse și servicii eficiente din punctul de vedere al costurilor.

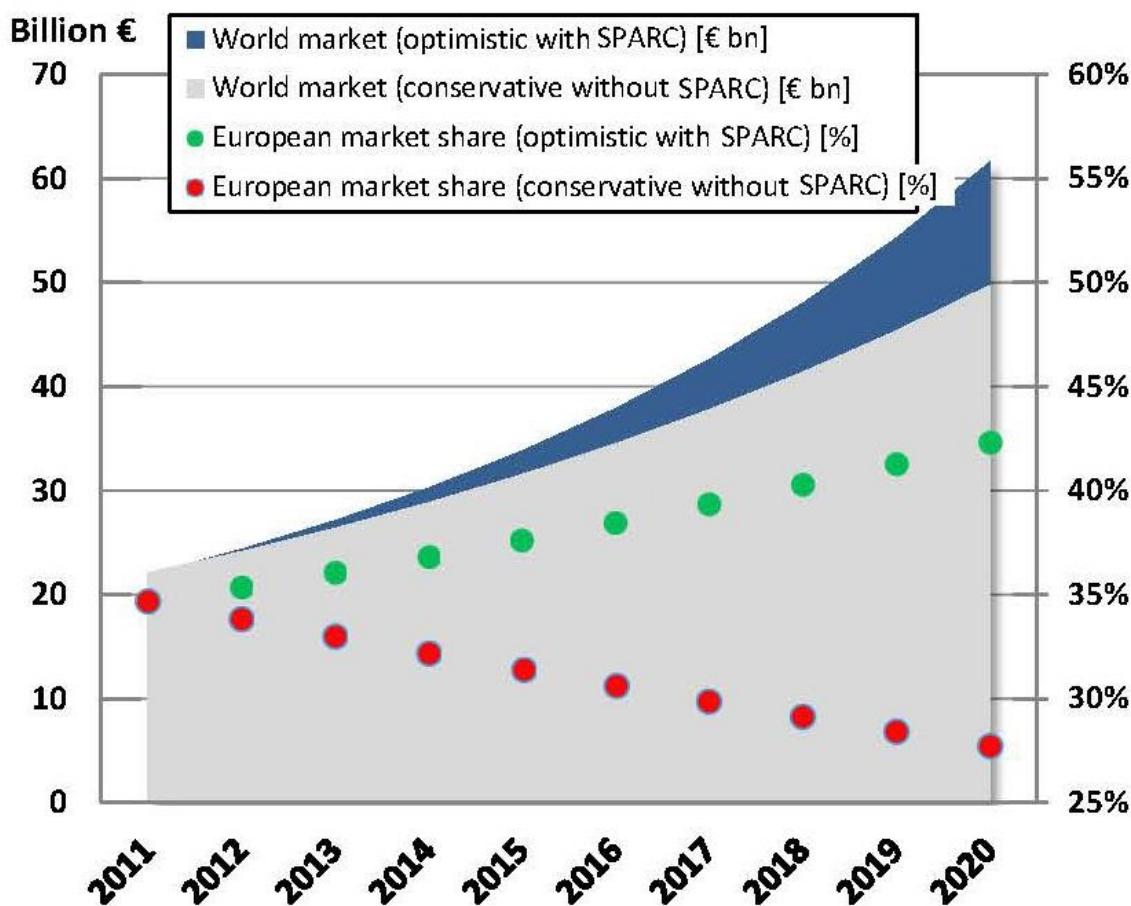


Figura 2. Estimarea pieței europene. (Sursa: <https://www.eu-robotics.net/sparc/about/robotics-in-europe/index.html>)

(Sursa: ABB)

Se estimează evoluții pozitive pe piața globală a roboticii, cât și o rată de creștere importantă a pieței europene. Efectele SPARC se observă într-o creștere semnificativă a cotei de piață europene (plus 14%) și o cifră de afaceri adițională de aproximativ 44 mld € (cumulată între anii 2014-2020). Ratele de creștere și cotele de piață sunt cumulate pentru întreg domeniul roboticii, de la cel industrial, profesional (fără aplicațiile legate de apărare), până la domeniul roboticii pentru servicii domestice.



6 Concluzii

Astăzi, robotica este una din componentele cu cea mai mare putere de a motiva și captiva elevii. Este considerată, de asemenea, unul din pilonii fundamentali ai proiectului Direction 4.0. Este foarte important să garantăm un interes mai mare și o dedicare pentru tehnologie și știință a tinerilor noștri pentru a-i ajuta să facă față unui viitor tehnologizat nu prea îndepărtat.

Conținuturi în rețea, noile aplicații, dezvoltarea diverselor tipuri de roboți și a inteligenței artificiale, printre alte tehnologii, sunt protagoniștii deceniilor viitoare, într-o societate foarte digitalizată, unde instrumentul principal de învățare este unul digital.

Pe scurt, robotica are o componentă motivațională importantă pentru elevii noștri, care poate fi tradusă într-un interes crescând pentru știință și tehnologie în cazul viitorilor ingineri și oameni de știință, care vor avea responsabilitate să furnizeze conținut unei societăți extrem de tehnologizate.

7 Referințe

- [1] G. F. Martin, "Circuits to Control: Learning Engineering by Designing LEGO Robots", Ph. D Thesis, MIT, Boston, (2000).
- [2] J. Piaget, B. Inhelder, *La psychologie de L enfant*. Paris: P.U.F., (1966).
- [3] N. D. Hurtado, L. C. Garcia and A. E. Jimenez, "Educational Robotics Platform ROBI", Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, vol. 1, no.19, (2010).
- [4] Y. Hashimoto, H. Murase, T. Morimoto and T. Torii, "Intelligent systems for agriculture in Japan", IEEE Control Systems Magazine, vol. 21, pp. 71-85, (Oct. 2001).
- [5] S. R. Ortigoza, J. G. Sanchez, V. B. Sotelo, and M. M. Vilchis, "State of the art of the movable wheel's robots", Revista Electrónica de Estudios Técnicos, TELEMATIQUE, vol. 6, No. 3, (2004).
- [6] AN1375 P. Yedamale and J. Bartiling "See What You Can Do with the CMTU" From Microchip Technology Inc. Product Documents, 2011. [Online]. Disponible en: http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/CTMU_01375a.pdf
- [7] J. Borenstein y J. Koren, "Real-Time Obstacle Avoidance for Fast Mobile Robots", IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics, vol. 19, No. 5, pp. 1179-1187, (1989)
- [8] K. Sungbok y H. B. Kim, "High resolution mobile robot obstacle detection using low directivity ultrasonic sensor ring", in 6th International Conference on Intelligent Computing Conf, pp. 426-433. (2010)
- [9] A. Carullo y M. Parvis. Senior Member IEEE, "An Ultrasonic Sensor for Distance Measurement in Automotive Applications", IEEE Sensor Journal, vol. 1, No. 2, August (2001).
- [10] FAIRCHILD, "QRD1114 Reflective Object Sensor", DataSheet. [Online]. Disponible en: <http://pdf1.alldatasheet.es/datasheetpdf/view/54345/FAIRCHILD/QRD1114.html>
- [11] A. M. Flynn, "Combining Sonar and Infrared Sensor for Mobile Robot Navigation", The International Journal of Robotics Research ACM, vol. 7, (Dec. 1988).
- [12] T. Soule y R. B. Heckendorn, "COTSBots: Computationally Powerful, Low Cots Robots for Computer Science Curriculum", Journal of Computing Sciences in Collages ACM, vol. 27, No. 1, pp. 180-187, (Oct. 2011)



Securitatea cibernetică în Industria 4.0

de Krzysztof CIAPALA

A patra revoluție industrială aduce multe provocări, printre care asigurarea unui grad înalt de securitate pentru dispozitivele inteligente hiper-conectate, roboți, senzori și pentru cantitățile enorme de date. Denumită securitate cibernetică, este o componentă extrem de importantă și în unele cazuri subestimată a Industriei 4.0. Una din caracteristicile principale ale Industriei 4.0 este inteligența, ea putând să învețe aproape în timp real și să reacționeze la schimbările din mediul ei înconjurător. Pentru realizarea acestui lucru, cerințele privind mijloacele de comunicare sunt enorme, în ceea ce privește cantitatea de date transferate, timpul de răspuns, securitate etc. Atacurile cibernetiche direcționate spre asemenea infrastructuri pot avea efecte negative mult mai extinse și pot fi mai periculoase ca niciodată.

Producătorii și rețelele de aprovizionare ar putea să nu fie pregătiți pentru aceste provocări și riscuri. Securitatea cibernetică în Industria 4.0 solicită, în multe cazuri, noi abordări și strategii de securitate dezvoltate la toate nivelele organizației și în toate sistemele interconectate ale acesteia. O posibilă perturbare printr-un atac cibernetic asupra unei fabrici a Industriei 4.0 poate produce mult mai multe pierderi decât oricând înainte. Securitatea cibernetică nu este o nevoie, este o cerință crucială pentru implementarea sistemelor Industriei 4.0.

Materii necesare pentru o carieră în acest domeniu:

ȘTIINȚE				
TIC				
MATEMATICĂ				
FIZICĂ				
BIOLOGIE				
CHEMISTRY				



Cuprins

1	Introducere	73
2	Anatomia Industriei 4.0	74
3	Provocări din punctul de vedere al securității cibernetice	77
4	Măsuri de securitate în era Industriei 4.0	80
4.1	Politici de securitate	81
4.2	Practici organizaționale	82
4.3	Practici tehnice	83
5	Concluzii	84
6	Glosar	85
7	Referințe	86

1 Introducere

În primii ani ai acestui mileniu, securitatea IT se rezuma mai mult la protejarea persoanelor, computerelor și organizațiilor împotriva amenințărilor tradiționale cum ar fi malware, viruși, atacuri de inginerie socială tip ransomware, website hacking, hacktivism etc.

Însă, în ultimii ani, am asistat la sofisticarea și intensificarea atacurilor cibernetice orientate acum spre infrațiuni financiare, spionaj industrial, chiar și asupra guvernelor și a infrastructurii strategice.

În 2009, un virus de tip malware a manipulat viteza centrifugelor dintr-o fabrică nucleară de îmbogățire a uraniului, provocându-le o rotire necontrolată, până la punctul de distrugere. Acest virus de tip malware, cunoscut azi sub numele de Stuxnet¹, a fost introdus în rețele izolate via stick-uri de memorie USB și s-a răspândit în mod autonom în rețelele de producție. Complexitatea virusului Stuxnet este un exemplu evident al potențialului unui atac cibernetic ca armă în lumea fabricilor fizice conectate. În timp ce sunt analize azi care percep virusul Stuxnet ca un rezultat al unei operațiuni de spionaj internațional, iar codul său sursă nu a fost pe deplin decriptat, este logic să credem că nu a fost ultimul atac asupra unei infrastructuri fizice.

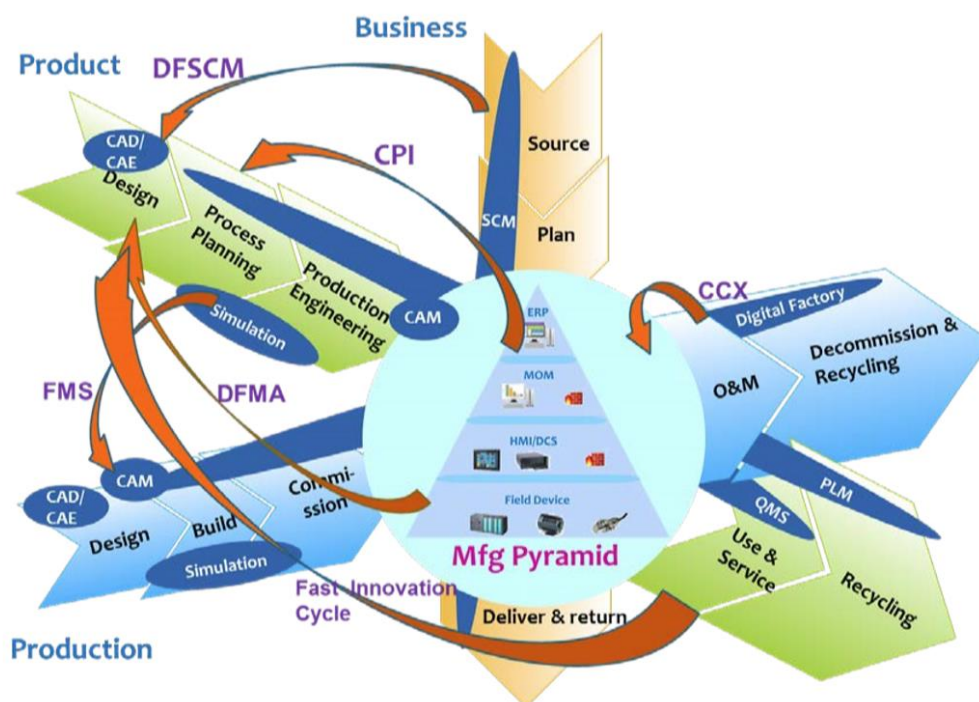


Figura 1 Ecosistemul de producție inteligent. Legenda culorilor: produs (verde), sistem de producție (albastru) și business (portocaliu). Sursa: NIST

În era Industriei 4.0 organizațiile sunt hiper-conectate, ceea ce înseamnă că rețelele conectate sunt prezente literalmente peste tot. Acest lucru expune o țintă foarte profitabilă către cyber

¹ <https://www.csoonline.com/article/3218104/malware/what-is-stuxnet-who-created-it-and-how-does-it-work.html>



infractorii care ar putea să găsească multe puncte de intrare, vulnerabile și relativ ușor de penetrat, în rețele și dispozitive.

Pe măsură ce apar noi amenințări, tehnici și vectori de atac, accentul securității cibernetice se schimbă încet dar sigur de la perimetrul clasic, abordare bazată pe soluții segmentate și protecție firewall, spre soluții cu orientare completă, de 360 grade, unde diverse tipuri de sisteme de securitate pentru rețele lucrează dinamic împreună, schimbând informații. Câteva exemple de astfel de sisteme sunt Controlul Accesului în Rețea (Network Access Control), Sistemele de Detectare a Intrușilor (Intrusion Detection Systems), Analiza Comportamentului Utilizatorului și a Entităților (User & Entity Behaviour Analytics) etc.

Așadar, este necesară protecția sistemelor hiperconectate, a rețelelor și a datelor pentru a le feri de accesul neautorizat și de distrugere. Această abordare a fost acceptată de managerii companiilor Fortune 500, care au identificat ritmul schimbării tehnologice și securitatea cibernetică² ca fiind cele mai mari provocări cu care se confruntă în prezent. Securitatea cibernetică nu ar mai trebui să fie percepută doar ca o funcție a IT sau a securității informatice. În schimb, trebuie să formeze o parte integrată în cultura și strategia organizației care țintește spre Industria 4.0. Trebuie să se reflecte în fiecare aspect al organizației, direct din strategie la comportamentul și formarea unui angajat individual. O astfel de viziune integrată asupra securității cibernetice pune în concordanță funcțiile de business ale organizației cu nevoile părților interesate, devenind astfel o strategie mai acceptabilă.

2 Anatomia Industriei 4.0

Chiar și în prezent, și în modelele destul de tradiționale, fabricile mari și mijlocii sunt destul de complexe. Sunt necesare enorm de multe cunoștințe de TIC, de la fazele de proiectare și prototipare, până la managementul activelor, stocurilor, finanțelor, resurselor umane, control și multe multe altele.

Odată cu Industria 4.0, lucrurile devin cu adevărat dificile deoarece cam totul trebuie să fie conectat la rețea, multe procese de comunicare sunt de la mașină la mașină iar cantitatea de date colectate și de procese crește exponențial.

În plus, componenta esențială a Industriei 4.0. este conectivitatea cu rețelele exterioare, de exemplu rețelele de aprovizionare, rețelele digitale de aprovizionare, așa numitele lanțuri valorice etc.

² <http://fortune.com/2017/06/08/fortune-500-ceos-survey-ai/>

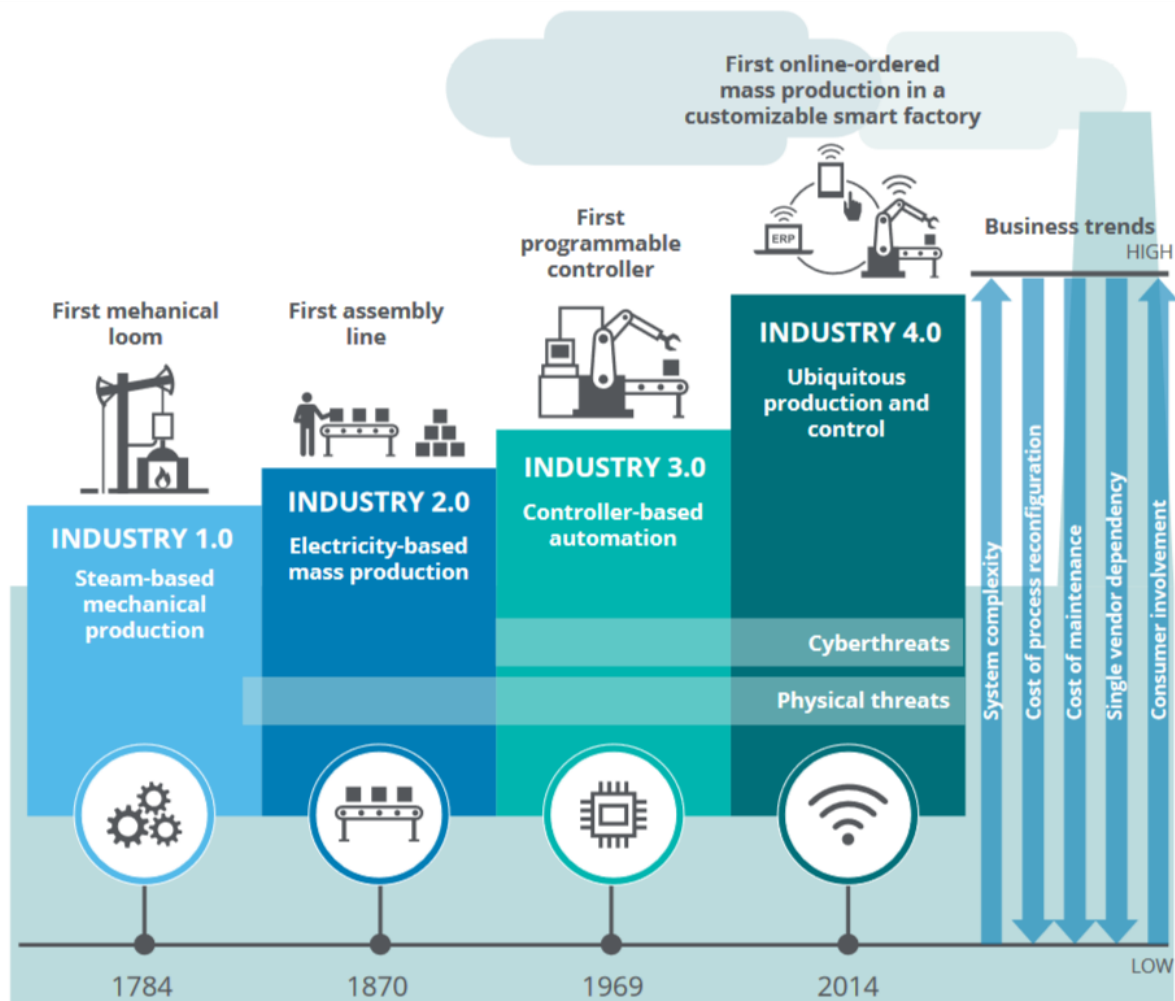


Figura 2 Evoluția amenințărilor cibernetice și fizice pentru fiecare evoluție industrială. Sursa: Deloitte

Industria 4.0. și Producția Inteligentă, rezultată ca un proces de fabricație de ultimă generație, folosesc câteva noi tehnologii complexe (lista este neexhaustivă):

- Terminale IoT - dispozitivele industriale conectate la Internetul Lucrurilor (IoT) sunt esența Industriei 4.0 și au diverse capacități, cum ar fi de detecție, de acționare, de stocare și / sau procesare date, precum și de a transfera date în rețea. Pot fi incluse și diverse tipuri de dispozitive robotizate și drone;
- Comunicarea 'Mașină-la-Mașină' (M2M) – tehnologii care permit comunicarea directă între dispozitivele dintr-o rețea fără interacțiunea umană;
- Analize Big Data – procesul de examinare și analiză a unei cantități enorme de date de diverse tipuri, generate în timp real de senzori inteligenți, dispozitive, fișiere jurnal, fișiere video, audio;
- Robotica avansată - roboți industriali avansați concepuți pentru a îndeplini sarcini complexe, cu capacități inteligente, cum ar fi abilitatea de a învăța din greșeli și erori, capacitatea de a-și îmbunătăți performanța în timp și de a fi conștienți de mediul înconjurător;

- Inteligența Artificială (AI) – algoritmi care permit computerelor și diferitelor echipamente digitale să îndeplinească diverse sarcini asociate în general cu inteligența ființelor umane;
- Învățarea automată (ML) - algoritmi care permit computerelor să acționeze pentru a-și îmbunătăți capacitatea de a genera predicții fără a fi programați explicit în acest sens;
- Mentenanța predictivă – soluții care monitorizează starea diverselor echipamente, prognozând apariția unor viitoare avarii și informând despre data la care va fi necesară mentenanța;
- Monitorizarea în timp real – set de tehnologii care permit colectarea și agregarea datelor de securitate de la componentele sistemului, precum și monitorizarea și analiza evenimentelor care se petrec în rețea;
- Analizarea avansată a pierderilor (Advanced loss analytics) - metode de analiză a diverselor tipuri de pierderi care pot apărea în Mediul de Producție Inteligent cu scopul de a ajuta analiza cazurilor și de a elimina pierderile sau de a le reduce;
- Cloud Computing – adesea, dar nu mereu, resursele computerizate de la distanță permit accesul la active comune cum ar fi rețele, servere, medii de stocare sau aplicații, ceea ce presupune costuri reduse de management IT;
- Fabricația aditivă – cunoscută și ca imprimarea 3D, e reprezentată de tehnologii care permit crearea obiectelor 3D prin depunere de material folosind imprimante specializate. Exemplu: prototiparea rapidă;
- Realitatea augmentată – un set de tehnologii care aplică imagini generate de computer peste lumea reală cu ajutorul unor ochelari speciali sau altui tip de afișaj, pentru a îndeplini diverse sarcini, de exemplu îmbunătățirea eficienței operațiunilor de asamblare.

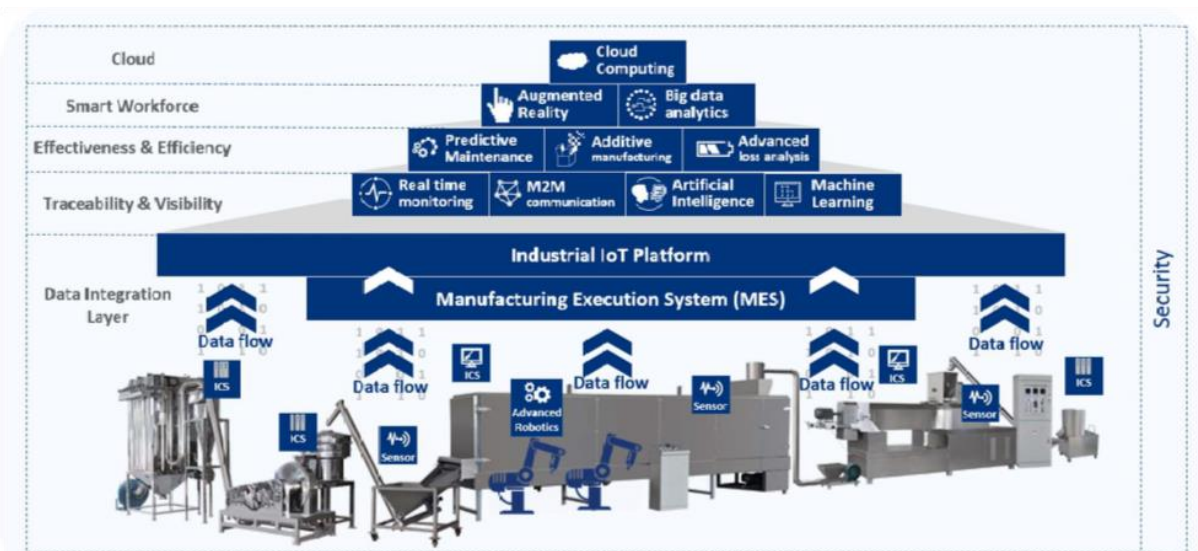


Figura 3 Industria 4.0 și capacitățile și nivelele Mediului de Producție Inteligent

Toate aceste categorii de dispozitive și tehnologii trebuie să fie interconectate, furnizând astfel zone foarte mari pentru posibile atacuri și amenințări cibernetice.

După cum am văzut mai sus, Industria 4.0 prezintă un nivel complet nou de complexitate, chiar comparat cu fabricile din prezent. În scopul clasificării și a unei înțelegeri mai facile, diverși



experți ENISA (Agenția Uniunii Europene pentru Rețele și Securitatea Informației - European Union Agency For Network and Information Security) au identificat următoarele sectoare:

- ICS (Sistemele de Control Industrial - Industrial Control Systems) – acest grup constă din sistemele de control, precum SCADA (supravegherea controlului și achiziționarea datelor - Supervisory Control and Data Acquisition) și DCS (sistemele de distribuție a controlului - Distributed Control Systems), cât și alte elemente din sistemul de control, cum ar fi PLC (controlere logice programabile - Programmable Logic Controllers) și HMI (interfețe umane robotizate - Human Machine Interfaces). ICS nu sunt noi, sunt folosite în mod curent în multe procese industriale pentru a controla, de exemplu, procesele de fabricație și a le menține în parametri prestabiliți (cum ar fi temperatura, fluxul de fluid prestabilit, presiune etc.). Aceste sisteme au încorporate capacități pentru diagnosticare și mentenanță;
- Terminale IIoT (Internetul Industrial al Lucrurilor) – noi tipuri de dispozitive care prezintă capabilități variate, cum ar fi capacitate de detecție, de acționare, de stocare și / sau procesare informație. Noutatea și ceea ce le deosebește de dispozitivele tradiționale precum cele folosite în aplicațiile industriale ani de zile este faptul că terminalele IIoT sunt conectate și pot face transfer de date prin rețele. În Mediul de Producție Inteligent, dispozitivele IIOT pot trimite cantități mari de noi tipuri de date în timp real și să contribuie la controlul și fluidizarea producției;
- Producția și procesele de business – acest grup constă în activitățile care duc la atingerea unui anumit scop, în acest caz fabricarea unui produs final din materie primă sau din componente și materiale pre-procesate. Aceste procese includ proceduri tehnologice care pot varia foarte mult în funcție de caracteristicile companiei, precum și de procesele organizatorice;
- Inteligența Artificială (AI) și Învățarea automată (ML) – datorită colectării unei cantități vaste de date din procesele industriale, diversele soluții ML și AI sunt folosite în analize care nu ar fi fezabile altfel. Inteligența Artificială (AI) transformă fabricația făcând-o mai ușor de adaptat, fără necesitatea de a lucra multe ore pentru a reprograma roboții industriali, permițând mentenanța predictivă și o flexibilitate avansată³;
- Sistemele de control al rețelelor de comunicații și componentele acestora – acest grup include rețelele de conectare, dispozitivele și protocoalele industriale. Au un rol crucial în Sistemul de Producție Inteligent deoarece le permit diverselor componente să schimbe date între dispozitive și, de asemenea, între nivelele de management. Se poate folosi o gama largă de dispozitive aici, în funcție de cerințe, dimensiuni, viteză de transfer de date etc.

3 Provocări din punctul de vedere al securității cibernetice

Industria 4.0 și Producția Inteligentă prezintă numeroase avantaje⁴ față de infrastructura tradițională, dar și provocări semnificative. Într-un studiu recent, 65% dintre companii și-au

³ TOPBOTS (2017) "Future Factories : How AI enables smart manufacturing" („Fabricile viitorului : cum AI permite fabricația inteligentă)” :

⁴<https://www.pwc.com/gx/en/industries/industrial-manufacturing/publications/digital-factories-2020.html>

exprimat îngrijorarea cu privire la securitatea cibernetică și implementarea practică a Industriei 4.0.

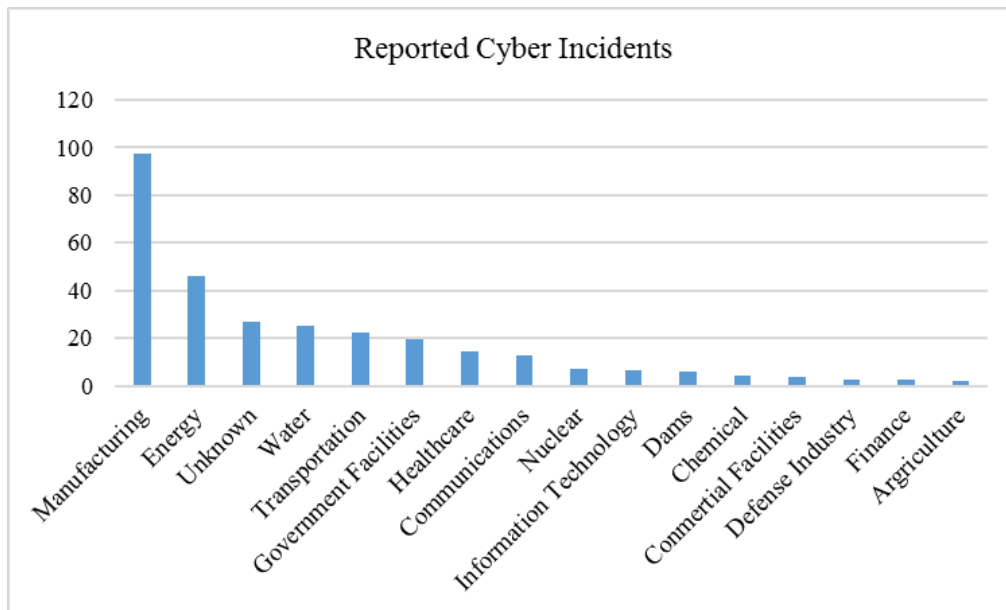


Figura 4 Incidente ciberneticе în sectorul infrastructurii, raportate în SUA. Sursa: IoT Security Foundation

Majoritatea mediilor industriale nu au fost concepute pentru un nivel crescut de securitate cibernetică. Sistemele de fabricație se transformă acum în sisteme fizice ciberneticе, unde vulnerabilitățile pot fi detectate și exploatare de indivizi rău intenționați.

ENISA a identificat câteva sectoare cu provocările lor generice de securitate cibernetică, unele din ele fiind prezentate mai jos:

- Componente vulnerabile – odată cu a patra revoluție industrială, dispozitivele IoT au fost conectate între ele – ceea ce înseamnă miliarde de dispozitive la nivel global. Este o provocare masivă să furnizezi o conectivitate securizată pentru aceste dispozitive. Ele trebuie evaluate din punctul de vedere al vulnerabilităților IT tipice și trebuie să facă obiectul unor politici de securitate – ceea ce înainte nu era necesar. În mediile industriale acest lucru poate fi o provocare considerabilă deoarece majoritatea sistemelor de acest tip nu era concepută cu un nivel înalt de securitate cibernetică și astfel vulnerabilitățile în cazul acestor echipamente sunt tot mai întâlnite⁵.
- Managementul proceselor – pe lângă suprafața extinsă expusă atacurilor, în termeni de dispozitive conectate, trebuie luat în considerație și un număr foarte mare de procese complexe implicate în Fabricația Inteligentă. Managementul proceselor, luând în considerare securitatea cibernetică, este o provocare pentru companiile din Industria 4.0, în special deoarece funcționalitatea și eficiența producției au, de obicei, o prioritate mai mare decât securitate cibernetică.
- Convergența IT/OT – sistemele de control industrial erau înainte izolate de restul rețelelor de date. Acum, încorporarea componentelor IT în domeniul ICS a devenit un

⁵ <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ww-en/analytics/ICS-Security-2017-eng.pdf>

lucru obișnuit. Conectarea la rețeaua IT a dat posibilitatea companiilor de a simplifica managementul mediilor complexe, dar a adus cu sine și noi riscuri de securitate. Factorii includ conexiuni la rețele nesecurizate (interne și externe), tehnologii cu vulnerabilități cunoscute care pot prezenta riscuri necunoscute anterior în mediul OT, și o înțelegere insuficientă a cerințelor în cazul sistemelor ICS.



Figura 5 LBR iiwa produs de Kuka – cel mai sensibil robot din lume aprobat pentru lucru colaborativ om - robot. Foto: Kuka

- Complexitatea lanțului de aprovizionare – fabricanții pot produce foarte rar fiecare componentă a unui produs și, în general, au nevoie să se bazeze pe componentele furnizorilor externi. Dezvoltarea tehnologică avansată a produselor se reflectă în lanțul de aprovizionare extrem de complex, cu un număr mare de oameni și companii implicate, fiind astfel foarte exigent în privința managementului și securității.
- Sistemele industriale de control existente – sistemele care există deja sunt un obstacol foarte important în calea adoptării IIoT, conform a mai mult de o treime dintre respondenții unui studiu recent⁶. Aceste sisteme pot fi foarte costisitoare și dificil de integrat, fabricanții preferând adesea să construiască noi sisteme peste cele vechi, iar acest fapt poate duce, adesea, la apariția unor sisteme de bază depășite care pot prezenta vulnerabilități necunoscute și care au fost inactive ani de zile. Adăugarea de noi dispozitive IIOT la sisteme depășite naște îngrijorarea că acest lucru ar putea permite atacatorilor să găsească noi modalități de a compromite sistemele.
- Protocoale nesecurizate – adesea, componentele procesului de producție comunică prin rețele private industriale folosind protocoale specifice. De foarte multe ori, aceste protocoale nu au fost niciodată destinate folosirii în rețele deschise și pot să nu conțină

⁶ World Economic Forum (2015) "Industrial Internet of Things : Unleashing the Potential of Connected Products and Services"



nici măcar caracteristici minimale de securitate. Conform unui raport recent, 4 din 5 protocoale cel mai puțin securizate sunt specifice ICS⁷.

- Factorul uman – adoptarea de tehnologii complet noi înseamnă că toți angajații trebuie să lucreze cu noi tipuri de date, rețele și sisteme. Câteva companii de top în securitatea cibernetică și organizații sunt de acord că factorul uman este cel mai problematic element al sistemelor de securitate cibernetică.
- Aspecte ale protecției muncii – prezența dispozitivelor autonome IIoT care acționează asupra lumii fizice face ca aspectele ce țin de protecția muncii să fie foarte relevante în IoT și în Producția Inteligentă. Politicile de protecție a muncii pentru lucrul în proximitatea elementelor de acționare, de exemplu, sunt extrem de importante.
- Actualizări de securitate – aplicarea actualizărilor de securitate (de fapt, a tuturor actualizărilor) la infrastructura IoT este extrem de dificilă deoarece, în multe cazuri, aceste dispozitive nu au o interfață cu utilizatorul tipică. Securizarea unor asemenea sisteme este o sarcină descurajatoare, în special dacă ne gândim la actualizările Over-The-Air. În special în mediile OT (Tehnologia Operațională - Operational Technology), aplicarea actualizărilor de securitate poate fi dificilă deoarece această operațiune trebuie programată și executată când sistemul nu lucrează.

4 Măsurile de securitate în era Industriei 4.0

În capitolele anterioare am arătat clar că securitatea, și în special securitatea cibernetică, este foarte importantă pentru producătorii și industriile care implementează sau vor implementa Industria 4.0 și Fabricile Inteligente.

Deoarece subiectul este în sine foarte complex, s-au dezvoltat câteva modele și abordări, împreună cu clasificarea activelor industriale și defalcarea tipurilor de vulnerabilități previzibile. Scopul acestui material nu este să intre în detalii, acest lucru fiind probabil mai potrivit pentru dezvoltatorii de tehnologii și cei care se ocupă de integrarea sistemelor.

Totuși, este important să știm că în timpul studiului au fost identificate trei domenii principale, și deși lista nu este completă (și nu va fi niciodată, deoarece vor apărea mereu noi tehnologii și noi riscuri de securitate cibernetică), ea oferă o perspectivă largă asupra proceselor implicate.

Politici:

- Securitate prin design
- Confidențialitate prin design
- Gestionarea activelor
- Gestionarea riscurilor și amenințărilor

Practici organizaționale:

- Punctele finale ale ciclurilor de viață
- Arhitectura securității
- Gestionarea incidentelor
- Gestionarea vulnerabilităților
- Instruire și conștientizare

⁷ <https://www.synopsys.com/content/dam/synopsys/sig-assets/reports/state-of-fuzzing-2017.pdf>



- Gestionarea terților

Practici tehnice:

- Gestionarea încrederii și a integrității
- Securitatea în Cloud
- Continuitatea și salvarea afacerilor
- Securitatea mașină-la-mașină
- Protecția datelor
- Actualizarea software-ului și a firmware-ului
- Controlul accesului
- Rețele, protocoale și criptare
- Monitorizare și audit
- Gestionarea configurației

În paginile următoare vom explora aceste domenii și care sunt avantajele discutării lor în acest articol.

4.1 Politici de Securitate

Prima parte se referă la politicile de securitate și la procedurile care trebuie stabilite în companii ca documentație de bază și ghid de instrucțiuni. Acest document trebuie să fie consultat de toți utilizatorii, nu doar de departamentul IT, deoarece privește o gamă mult mai largă de utilizatori, procese și echipamente. În plus, el trebuie să conțină politicile de protecție a datelor, cum solicită Regulamentul de protecție a datelor - GDPR⁸.

- Securitate prin design - Securitatea trebuie să fie luată în considerație de la stadiul incipient al dezvoltării produsului. Măsurile de securitate IoT trebuie considerate mai degrabă ca un ciclu decât ca un proces și trebuie repetate la intervale predefinite. Caracteristicile de securitate trebuie implementate, ori de câte ori este posibil, pe dispozitivele terminale și nu numai la nivelul rețelei. Toate dispozitivele conectate, chiar și cele neperformante, trebuie incluse în sistemul IAM (Gestionarea accesului și a identității - Identity and Access Management). Trebuie analizate riscurile și amenințările, inclusiv securitatea externă și experții auditori. Documentația politicilor trebuie revizuită și acceptată de personalul din management și respectată de tot personalul din companie.
- Confidențialitate prin design – dat fiind că fabrica are sediul în UE, GDPR trebuie să fie cel mai important punct. De fapt, GDPR solicită să se includă confidențialitatea în etapele de design. În mod efectiv, datele confidențiale trebuie colectate doar la nivelul minim necesar și, ori de câte ori este posibil, să fie înlocuite prin identificatoare, certificate sau alte mijloace care asigură cel mai mic impact asupra angajaților, activelor sau lanțurilor de aprovizionare. O atenție specială trebuie acordată departamentelor de resurse umane, care colectează date personale în mod implicit. Aceste date trebuie să fie bine protejate și trebuie să ne asigurăm că doar personalul autorizat poate să le acceseze, și doar când este necesar. Trebuie luate măsuri adiționale, cum ar fi criptarea datelor și sisteme avansate de conectare folosind token-uri sau dispozitive

⁸ General Data Protection Regulation, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/2016-05-04>



echivalente, deoarece potențiale scurgeri de date pot avea implicații serioase, chiar financiare pentru întreaga organizație.

- Gestionarea activelor – acest domeniu privește garantarea faptului că toate activele - în special dispozitivele conectate la rețele - sunt cunoscute, identificabile și detectabile. Instrumentele de gestionare a activelor trebuie folosite cu un inventar central securizat, actualizate în mod regulat, verificate și întreținute. În special, toate acțiunile legate de ștergerea datelor și de înlocuirea lor trebuie monitorizate strict și cunoscute foarte bine, deoarece așa-numitele “rogue devices”⁹ pot fi niște amenințări serioase la nivel de rețea sau, cel puțin, la nivelul unor segmente de rețea.
- Gestionarea riscurilor și amenințărilor – grup complex și dificil, care trebuie să se concentreze pe evaluarea riscurilor și a posibilelor amenințări – și care trebuie să le contracareze la nivelul politicilor. Analiza riscurilor trebuie realizată anual iar rezultatele trebuie să se reflecte în politicile relevante. Mai precis, analiza riscurilor trebuie să testeze politicile de securitate în privința eficienței lor, dată fiind schimbarea condițiilor externe. Echipa care lucrează pe acest subiect trebuie să fie bine pregătită în domeniul securității cibernetice și, în special, în gestionarea amenințărilor cibernetice. Organismele externe precum CERT trebuie luate în considerare pentru cooperare și partajarea informațiilor deoarece ele furnizează o perspectivă mai largă asupra amenințărilor pe securitate descoperite sau actuale.

4.2 Practici organizaționale

Aceste practici acoperă câteva reguli organizatorice, practici și responsabilități care ar trebui stabilite și urmate de angajați și de contractorii externi, pentru a putea gestiona corespunzător incidentele de securitate cibernetică și vulnerabilitățile.

- Punctele finale ale ciclurilor de viață – acestea sunt relevante pentru toate bunurile, dispozitivele terminale și infrastructură, în toate etapele, de la achiziționare până la scoaterea din uz. O atenție specială trebuie acordată dispozitivelor terminale care stochează și procesează date - pentru a garanta aplicarea procedurilor corespunzătoare în cazul ștergerii și distrugerii datelor.
- Arhitectura securității – este domeniul unde trebuie decise și concepute, la nivelul organizației, toate responsabilitățile și rolurile legate de securitate. Standardele industriale, precum *IEC 62443-2-1:2010 Stabilirea unui program de securitate pentru automatizarea industrială și pentru sisteme de control* și *IEC 62443-3-3:2013 Cerințele sistemului de securitate și ale nivelelor de securitate* ar trebuie respectate, dar fără a ne limita doar la ele.
- Gestionarea incidentelor – aceasta ar trebui, în principiu, să fie un set de documente legate de gestionarea tuturor incidentelor de securitate. Nu poate să fie o abordare ad hoc ci, mai degrabă, o abordare procedurală, definind gestionarea incidentelor specifice, identificarea activelor afectate, vulnerabilitățile, escaladarea și notificarea,

⁹ <https://www.iso.org/standard/54533.html>



după caz. În companiile mari, foarte adesea, o echipă specializată de experți OT și IT lucrează împreună.

- Gestionarea vulnerabilităților – aceasta privește procesul și analiza riscurilor, testarea penetrării sistemului și rezolvarea vulnerabilităților, în mod normal prin procesul de actualizare sau, în unele cazuri, eliminare, dacă riscul este considerat ca fiind prea mare și nu se găsește o soluție. Deoarece procesul poate perturba activitatea industrială, el trebuie planificat de dinainte și testat în mediu controlat înainte de derularea sa la scară largă.
- Instruire și conștientizare – este una din cele mai mari provocări în organizațiile mari, deoarece factorul uman este adesea considerat cel mai mare risc în securitatea cibernetică. Instruirea în securitate trebuie să fie continuă, regulată și verificabilă. Toți noii angajați trebuie să fie instruiți, dar în era conectivității și a Industriei 4.0 trebuie procedat la fel și cu terții furnizori sau rețelele de cooperare.
- Gestionarea terților – după cum am arătat mai sus, accesul terților este necesar dar, în același timp, prezintă preocupări serioase legate de securitatea cibernetică. În cel mai rău caz, ar trebui implementate controale de acces foarte stricte și granulare, acordând accesul terților numai la ceea ce este necesar, preferabil la cerere și pentru un scop specific. Toate accesurile trebuie verificate sub forma unor fișiere jurnal, cu destule informații care să permită identificarea tuturor activităților desfășurate. Aspectele de securitate privind accesul terților trebuie definite în acordurile de parteneriat.

4.3 Practici tehnice

În afara nivelurilor politice și organizatorice, trebuie depuse eforturi semnificative la nivelul strict tehnic. Domeniul tehnic depășește scopul acestui document, dar vom menționa câteva aspecte, fără a intra în detalii.

- Gestionarea încrederii și a integrității – la bază, toate dispozitivele terminale trebuie autorizate prin certificate și prin mediul Public Key Infrastructure (Infrastructură cu cheie publică) și să transfere date doar cu dispozitivele autorizate, aflate pe lista albă. Criptarea datelor în tranzit ar trebui realizată ori de câte ori este posibil.
- Securitatea în Cloud – este un aspect complex de alegere a modelului relevant de computerizare (privat, hibrid, cloud), care presupune alegerea furnizorului potrivit și stabilirea proceselor de business care trebuie rulate în cadrul modelului.
- Continuitatea și salvarea afacerilor – măsuri de securitate asociate cu incidente și întreruperi, în corelație cu costurile potențiale presupuse de acestea.
- Securitatea mașină-la-mașină – mijloace de asigurare a comunicațiilor securizate între echipamente. Acestea implică, în special, măsuri de autentificare și de stocare în siguranță a cheilor criptografice, precum și detectarea unor posibile atacuri.



- Protecția datelor – este asociată în primul rând cu datele confidențiale. Criptarea datelor în repaus și în tranzit este, practic, o cerință pentru datele confidențiale, la fel ca și regulile de acces la date configurate în funcție de utilizator, bazate pe gestionarea nivelurilor de acces.
- Actualizarea software-ului și a firmware-ului – acest proces implică verificarea, testarea și instalarea actualizărilor programelor informatice (software), numite și patch-uri. În mediul industrial, este critică testarea posibilele efectele adverse, precum și verificarea autenticității și a integrității.
- Controlul accesului – există diverse măsuri de securitate legate de accesul de la distanță, de accesul fizic, de autentificare și privilegii. Trebuie folosită autentificarea multi-factor ori de câte ori este posibil, parolele puternice trebuie aplicate strict și trebuie implementate blocări de conturi pentru a evita atacurile pe bază de dicționar sau atacurile de tip forță-brută.
- Rețele, protocoale și criptare – este un subiect complex deoarece conceperea unei infrastructuri de rețele pentru o companie industrială mare este o provocare extremă. În principiu, rețelele mari trebuie divizate în zone (segmente) organizatorice și de securitate, rețeaua trebuie să includă monitorizarea și gestionarea pe baza protocoalelor securitate care și-au demonstrat eficiența (de exemplu SNMP v1.3 cu TLS). De asemenea, trebuie utilizate IDS (Intrusion Detection Systems - Sistemele de Detectare a Intrușilor), iar toate serviciile și protocoalele nefolosite și care nu mai sunt necesare trebuie dezactivate. Ideea generală în conceperea infrastructurii de rețele securizate ar trebui să fie - sunt permise numai protocoalele, destinațiile și dispozitivele necesare și verificate.
- Monitorizare și audit – legat de punctul de mai sus, sisteme NMS (Network Management System - Sistem de Management al Rețelei) specializate precum și sisteme din clasa SIEM (Security Information and Event Management - Managementul Securității Informației și a Evenimentelor) ar trebui implementate și utilizate. Trebuie făcute analize ale conectărilor, în mod regulat, deoarece acestea permit detectarea posibilelor defecțiuni și amenințări.
- Gestionarea configurației - reprezintă, în esență, managementul schimbării. Ar trebui stabilită și respectată o configurație de securitate de referință pentru diferitele tipuri de active, iar toate schimbările trebuie documentate. Referința trebuie revizuită în mod regulat și actualizată dacă e necesar, din cauza schimbării condițiilor, sistemelor sau organizației.

5 Concluzii

După cum am arătat mai sus, securitatea cibernetică în organizarea Industriei 4.0 este foarte complexă. Ea implică numeroase clase de dispozitive, factori umani și colaboratori externi. Păstrarea unei asemenea infrastructuri conectate cere investiții mari și un personal instruit și motivat.



În acest document am încercat să arătăm câteva aspecte legate de Industria 4.0, pentru a conștientiza și a oferi o perspectivă mai largă, nu neapărat pentru a realiza o instruire de-facto, aceasta fiind în afara scopului acestui material.

6 Glosar

CRM Customer Relationship Management – Gestionarea Relației cu Clienții

CERT Computer Emergency Readiness Team – Echipa de Răspuns Urgent și Prompt în Securitate Cibernetică

(D) **DoS** (Distributed) Denial of Service - Blocarea Serviciului

DCS Distributed Control System- Sistemul de Distribuție a Controlului

DRP Disaster Recovery Plan- Planul de Redresare în caz de Dezastru

ERP Enterprise Resource Planning- Planificarea Resurselor Companiei

ESS Executive Support System- Sistemul de Suport Executiv

HMI Human Machine Interface- Interfața Om-Mașină

ICS Industrial Control System- Sistemul de Control Industrial

IDS Intrusion Detection System- Sistemul de Detectare a Intrușilor

IPS Intrusion Prevention System- Sistemul de Prevenire a Intrușilor

ISAC Information Sharing and Analysis Centre- Centrul de Analiză și Partajare a Informației

M2M Machine to Machine- Utilaj la Utilaj

MES Manufacturing Execution System- Sistemul de Execuție a Fabricației

ML Machine Learning- Învățare Automată

PLC Programmable Logic Controller- Controlor Logic Programabil

QC Quality Control- Controlul Calității

RTU Remote Terminal Unit- Unitatea Terminală Îndepărtată

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition- Controlul de Supraveghere și de Achiziție a Datelor

SIEM Security Information and Event Management- Managementul Securității Informației și a Evenimentelor

SIS Safety Instrumented System- Sistemul de Securitate Instrumentată



7 Referințe

- [1] Good practices for Security of Internet of Things in the context of Smart Manufacturing, 2018, European Union Agency For Network and Information Security,
- [2] <https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/industry-4-0/cybersecurity-managing-risk-in-age-of-connected-production.html>
- [3] Digitising Industry (Industry 4.0) and Cybersecurity, EU Parlment Brief, 2017, www.europarl.europa.eu/studies
- [4] Cybersecurity for Industry 4.0 Cybersecurity implications for government, industry and homeland security, 2018, Ernst & Young LLP
- [5] <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industrial-manufacturing/publications/digital-factories-2020.html>
- [6] <https://blog.bosch-si.com/industry40/security-standards-experts-whats-needed-industry-4-0/>
- [7] <https://medium.com/atomico/data-ai-robots-atomicos-take-on-industry-4-0-4bd4c14717bf>
- [8] Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems, National Institute of Standards and Technology, <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2016/NIST.IR.8107.pdf>
- [9] <https://www.synopsys.com/content/dam/synopsys/sig-assets/reports/state-of-fuzzing-2017.pdf>
- [10] Industrial Internet of Things Volume G4: Security Framework, https://www.iiconsortium.org/pdf/IIC_PUB_G4_V1.00_PB.pdf



Metodologie pentru crearea unui atelier de lucru

de **Pedro PORCUNA**
Pedro.porcuna@stucom.com

Această metodologie prezintă câteva idei privind motivarea elevilor de a participa la cursuri de formare extra-curriculare în domeniul tehnologic.



Cuprins

1	Alegerea platformei potrivite	89
1.1	În funcție de dificultate	89
1.2	În funcție de buget	89
2	Metode de predare	89
2.1	Metoda clasei inversate (flipped classroom)	89
2.2	Metoda tradițională de învățare.	90
2.3	Competiția	90
2.4	Certificatul	90
3	Cum să motivăm elevii să se înscrie la cursul nostru de formare?	91
3.1	Filmulețe motivaționale	91
3.2	Proiecte realizate	91
3.3	Participarea la târguri asociate cu formarea	91
3.4	Competiția internă între elevi și expunerea rezultatelor în școală	91
3.5	Competiția cu alte școli	92
4	Rolul profesorului în clasă	92
4.1	“Învățare prin practică”	92
4.2	Munca în echipă	93
4.3	Provocarea finală	93
5	Feedback-ul final	93
6	Reînnoirea cursului	94

1 Alegerea platformei potrivite

Alegerea platformei potrivite va depinde de vârsta elevilor și de rezultatele învățării pe care le urmărim.

1.1 În funcție de vârsta elevilor

În funcție de vârsta elevilor vom alege o platformă sau alta. Este mai bine să alegem câteva platforme și să verificăm care este mai potrivită pentru grup.

1.1 În funcție de dificultate

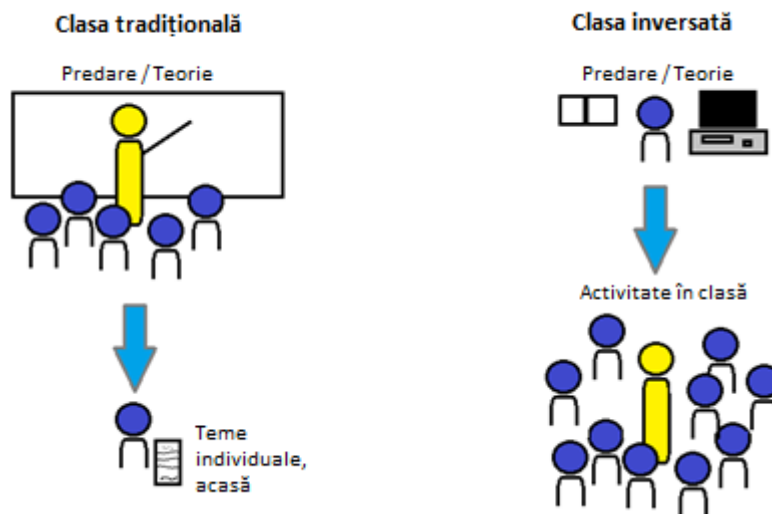
Platformele pot părea foarte atrăgătoare dar e important să verificăm care este mai bună în funcție de vârstă.

1.2 În funcție de buget

Este important să găsim un echilibru între buget și calitate.

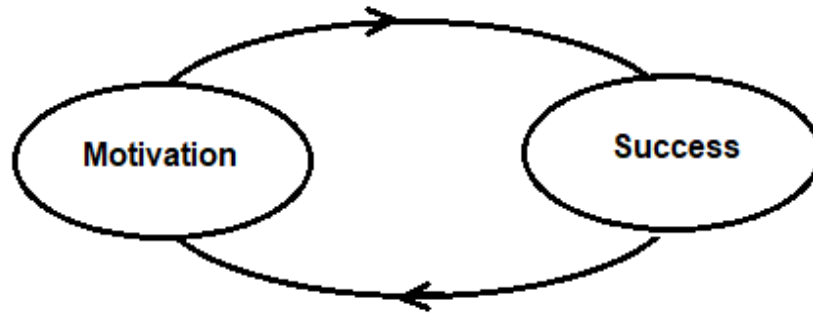
2 Metode de predare

2.1 Metoda clasei inversate (flipped classroom)



Elevii urmăresc un film sau citesc documente acasă sau înainte de ore. În clasă, elevii vor discuta cu colegii și cu profesorul nelămuririle pe care le au.

Aplicarea metodei clasei inversate dezvoltă gândirea critică iar elevii se simt motivați și percep ora de curs ca pe o provocare.



2.2 Metoda tradițională de învățare.

Ora tradițională este ora în care elevii sunt conduși de profesor de la bun început, ei urmând cursul pregătit de profesor.

Este recomandabil să creăm materiale atrăgătoare și să combinăm mijloacele audio - video.

2.3 Competiția

Competiția poate fi o provocare care să motiveze elevii.

Ideal, toți elevii ar trebui să primească un premiu ca să nu-și piardă motivarea.

Premiile pot fi dispozitive materiale care pot fi folosite în formarea ulterioară.

2.4 Certificatul

Elevii se simt motivați dacă la finalul cursului se emite un certificat. Acest certificat va arăta orele de curs urmate și deprinderile dobândite.



3 Cum să motivăm elevii să se înscrie la cursul nostru de formare?

3.1 Filmulețe motivaționale

Un filmuleț scurt motivațional care combină imagini atrăgătoare, rezultate, metode și muzică este esențial pentru a-i face pe elevi să simtă ceea ce vor face.

3.2 Proiecte realizate

Expunerea proiectelor realizate de alți elevi va demonstra participanților că vor putea realiza astfel de proiecte.



3.3 Participarea la târguri asociate cu formarea

Vizitarea târgurilor asociate cu proiectul poate ajuta elevii să înțeleagă cât de important este să ia parte la cursuri de formare specifice.



3.4 Competiția internă între elevii și expunerea rezultatelor în școală

După cum am arătat mai sus, o competiție internă organizată odată la 3 luni poate fi foarte motivantă pentru elevii.

Rezultatele competiției pot fi expuse în școală, pentru ca elevii care nu s-au înscris la cursul de formare să se simtă motivați să se înscrie și ei.



3.5 Competiția cu alte școli

Dacă cunoaștem alte școli unde se predă același curs, ar fi interesant să îi contactăm și să organizăm o competiție pentru toți elevii.

Această competiție nu va motiva doar elevii ci și profesorii, care își vor stimula elevii să obțină cele mai bune rezultate.

Elevii ar putea redacta instrucțiunile competiției. Acest lucru va face competiția corectă și mai atractivă pentru ei.

4 Rolul profesorului în clasă

Profesorul clarifică nelămuririle care pot apărea în studiul conceptelor predate.

Folosirea metodei clasei inversate nu trebuie să îl facă pe profesor să uite de rezolvarea posibilelor probleme sau îndoieli ale elevilor referitoare la înțelegerea corectă a conceptele studiate.

4.1 “Învățare prin practică”

Elevii trebuie să pună în practică cunoștințele dobândite. Li se furnizează materialul teoretic și enunțul unei activități practice care va încheia învățarea materiei de studiat.

Acest enunț este legat de o problema pe care trebuie să o rezolve cu materialul pe care îl au și pe care profesorul a explicat-o.

Activitatea nu se consideră reușită până când elevul nu îi demonstrează profesorului funcționarea corectă a dispozitivului realizat, și, prin urmare, soluția corectă la problema sau la provocarea propusă.

De multe ori este, de asemenea, benefic pentru elev să discute și să împărtășească soluțiile cu grupul, consolidând încrederea elevilor în propriile forțe.

Crearea soluțiilor pentru o problemă propusă într-un mod non-teoretic motivează elevii să avanseze spre provocările următoare.

4.2 Munca în echipă

Munca în echipă este esențială.

Profesorul trebuie să descopere dacă crearea unor grupuri poate fi benefică pentru elevi în realizarea obiectivelor cursului.

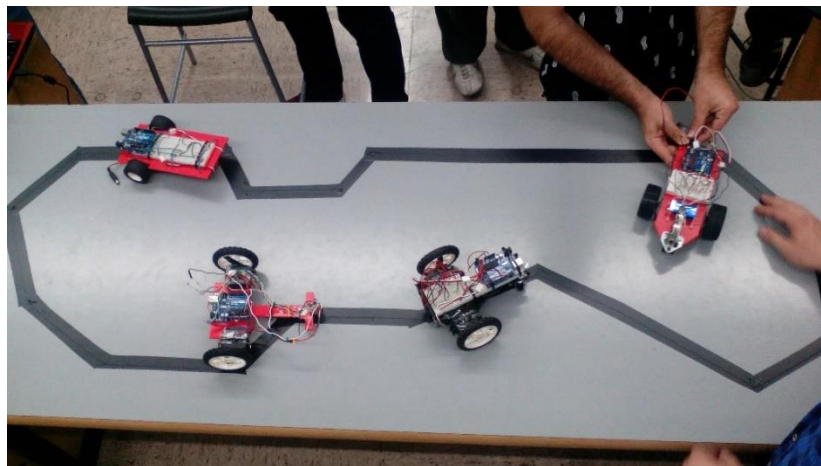
Profesorul trebuie să decidă și dacă grupurile trebuie să fie formate din doi sau trei elevi. Probabil, doi sau trei elevi pe grup sunt destui.

Pentru ca elevii să nu devină apatici și nemotivați din motive de leadership în interiorul grupului, profesorul trebuie să îi atribuie câte un rol fiecărui membru din grup, ca să se asigure că fiecare are propriile sarcini de îndeplinit.

4.3 Provocarea finală

Folosind cunoștințele dobândite la cursuri, elevii trebuie să proiecteze, să creeze și să prezinte un fel de proiect final.

Proiectul poate fi la alegere, trebuind doar să respecte câteva reguli, cum ar fi un anumit material care trebuie folosit, sau poate fi un proiect complet ghidat, adică toți elevii sau grupurile trebuie să realizeze același proiect, cu mici modificări de proiectare.



5 Feedback-ul final

Odată cursul terminat, e timpul să aflăm părerea elevilor.

Un simplu sondaj, cu câteva întrebări, ne poate oferi o idee clară asupra opiniilor despre curs.

Întrebările pot fi scrise (elevii nu prea vor să scrie mult) sau pot fi întrebări la care elevii trebuie să selecteze o valoare pentru a puncta întrebarea.

Putem include întrebări precum:

- Ce crezi despre cursul de formare?
- Ai recomanda acest curs de formare prietenilor sau cunoștințelor?

Rezultatele ajută la îmbunătățirea viitoarelor ediții ale cursului, prin adăugarea, schimbarea sau eliminarea unor informații din acesta.



6 Reînnoirea cursului

O problemă ce trebuie evaluată de fiecare dată când se decide predarea unui curs, în special în cazul celor tehnologice, este expirarea conținutului acestuia.

Tehnologiile software și versiunile programelor avansează cu o viteză uimitoare într-o societate din ce în ce mai digitalizată și dependentă de tehnologie, astfel încât este necesară verificarea faptului că informațiile din curs mai sunt suficient de actuale ca să merite predate.

Profesorul trebuie să știe cum să modernizeze sau să îmbunătățească cursul, extinzându-l, modificându-l sau reînnoindu-l complet.

Trebuie rețineți că obiectivul unui astfel de curs este implicarea și motivarea elevilor pentru a-i face să simtă interesul și pasiunea pentru știință și tehnologie.