

Universitatea Babeş-Bolyai
Facultatea de Ştiinţe Economice şi Gestiunea Afacerilor

Rezumatul tezei de doctorat

Impactul tehnologiilor Industrie 4.0 asupra resurselor umane ale companiilor multinaţionale din sectorul auto

Conducător ştiinţific:

Prof.univ.dr. Levente Szász

Doctorand:

Ottó Csíki

Cluj-Napoca

2023

Cuprinsul rezumatului tezei de doctorat

| | |
|---|----|
| Cuprins..... | 3 |
| Abstract..... | 5 |
| Abrevieri..... | 6 |
| Lista tabelelor..... | 7 |
| Lista figurilor..... | 8 |
| 1. Introducere..... | 9 |
| 2. Industria 4.0 a statelor din Uniunea Europeană..... | 9 |
| 3. Digitalizarea și Industria 4.0 în industria auto..... | 10 |
| 4. Analiza literaturii privind rolul resurselor umane în Industria 4.0..... | 10 |
| 5. Cadrul conceptual..... | 15 |
| 6. Date și metodologie..... | 16 |
| 7. Rezultatele analizei de caz..... | 19 |
| 7.1. Frecvența codurilor..... | 19 |
| 7.2. Activitățile I4.0 identificate..... | 20 |
| 7.3. Aptitudinile și competențele I4.0 identificate..... | 23 |
| 7.4. Foaia de parcurs pentru implementarea I4.0..... | 27 |
| 8. Discuție..... | 27 |
| 9. Relevanța practică..... | 28 |
| 10. Direcții de cercetare viitoare și limitări..... | 29 |
| Referințe..... | 30 |

Lista tabelelor

| | |
|--|----|
| Tabel 1: Criterii de includere..... | 11 |
| Tabel 2: Companiile de studiu de caz..... | 17 |
| Tabel 3: Date cheie despre interviurile..... | 18 |
| Tabel 4: Tehnologiile analizate..... | 18 |
| Tabel 5: Frecvența codurilor..... | 19 |
| Tabel 6: Principalele categorii de activități de I4.0 identificate..... | 20 |
| Tabel 7: Categoriile de activități de I4.0 identificate în cazul managerilor..... | 21 |
| Tabel 8: Categoriile de activități de I4.0 identificate în cazul experților în dezvoltare..... | 22 |
| Tabel 9: Principalele categorii de activități de I4.0 identificate în cazul muncitorilor în producție..... | 22 |
| Tabel 10: Principalele categorii de aptitudini și competențe de I4.0 identificate..... | 24 |
| Tabel 11: Categoriile de aptitudini și competențe de I4.0 identificate pentru managerii..... | 24 |
| Tabel 12: Categoriile de aptitudini și competențe de I4.0 identificate pentru experții în dezvoltare..... | 25 |
| Tabel 13: Categoriile de aptitudini și competențe de I4.0 identificate pentru muncitorii în producție..... | 26 |

Lista figurilor

| | |
|---|----|
| Figura 1: Procesul de selecție a articolelor..... | 11 |
| Figura 2: Caracteristicile eșantionului în funcție de anul publicării și de revistele de publicare..... | 12 |
| Figura 3: Aspecte tematice analizate în literatură..... | 13 |
| Figura 4: Cadrul conceptual al interacțiunii dintre I4.0 și resursele umane..... | 16 |
| Figura 5: Etapele creării cadrului de interviu..... | 17 |
| Figura 6: Principalele activități de I4.0 identificate rezumate pe niveluri organizaționale..... | 23 |
| Figura 7: Compararea profilului de aptitudini și competențe pe niveluri organizaționale..... | 26 |
| Figura 8: Rezumat din foaia de parcurs pentru implementarea I4.0..... | 27 |
| Figura 9: Rezumat al principalelor concluzii practice pentru implementarea tehnologiilor I4.0..... | 29 |

Cuprins

| | |
|---|-----------|
| Cuprins | 3 |
| Rezumat | 5 |
| Abrevieri..... | 6 |
| Lista tabelelor..... | 8 |
| Lista figurilor | 10 |
| 1. Introducere | 12 |
| 2. Industria 4.0 în țările Uniunii Europene și în Europa Centrală și de Est..... | 14 |
| 3. Digitalizarea și Industria 4.0 în industria auto | 16 |
| 4. Analiza literaturii privind rolul resurselor umane în Industria 4.0 | 19 |
| 4.1. Procesul de revizuire a literaturii de specialitate | 20 |
| 4.2. Rezumatul rezultatelor din literatura..... | 25 |
| 4.2.1. Reviste și frecvența publicării..... | 25 |
| 4.2.2. Baza teoretică a articolelor | 26 |
| 4.2.3. Metode și tehnici de cercetare..... | 27 |
| 4.2.4. Eșantioane de cercetare..... | 29 |
| 4.2.5. Categorizarea tematică..... | 30 |
| 4.3. Analiza de conținut a literaturii de specialitate..... | 32 |
| 4.3.1. Manageri | 32 |
| 4.3.2. Experți de dezvoltare | 36 |
| 4.3.3. Muncitori în producție | 39 |
| 4.4. Rezumatul posibilităților de cercetare viitoare propuse în literatura | 44 |
| 4.5. Lacunele de cercetare identificate | 46 |
| 5. Dezvoltarea cadrului conceptual..... | 48 |
| 6. Date și metodologie | 51 |
| 6.1. Metodologia studiu de caz..... | 51 |
| 6.2. Elaborarea protocolului de interviu | 53 |
| 6.3. Procesul de interviu | 61 |
| 6.4. Eșantionul | 62 |
| 6.4.1. Companiile de studiu de caz | 62 |
| 6.4.2. Persoane intervievate | 64 |
| 6.5. Tehnologiile analizate | 67 |

| | |
|---|------------|
| 6.6. Analiza interviurilor..... | 68 |
| 7. Rezultatele analizei de studiu de caz..... | 69 |
| 7.1. Abordări și definiții ale Industriei 4.0..... | 69 |
| 7.2. Frecvența codurilor..... | 72 |
| 7.3. Activitățile de I4.0 identificate..... | 75 |
| 7.3.1. Activitățile de I4.0 identificate în cazul managerilor..... | 87 |
| 7.3.2. Activitățile de I4.0 identificate în cazul experților în dezvoltare..... | 93 |
| 7.3.3. Activitățile de I4.0 identificate în cazul muncitorilor în producție..... | 97 |
| 7.3.4. Activitățile de I4.0 identificate rezumate pe niveluri organizaționale..... | 100 |
| 7.4. Aptitudinile și competențele de I4.0 identificate..... | 105 |
| 7.4.1. Aptitudinile și competențele de I4.0 identificate pentru managerii..... | 112 |
| 7.4.2. Aptitudinile și competențele de I4.0 identificate pentru experții în dezvoltare..... | 117 |
| 7.4.3. Aptitudinile și competențele de I4.0 identificate pentru muncitorii în producție..... | 122 |
| 7.4.4. Aptitudinile și competențele de I4.0 identificate rezumate pe niveluri organizaționale..... | 127 |
| 7.5. Foaia de parcurs pentru implementarea I4.0..... | 132 |
| 8. Discuție..... | 137 |
| 8.1. Activitățile de I4.0 identificate..... | 137 |
| 8.2. Aptitudinile și competențele de I4.0 identificate în comparație cu literatura de specialitate..... | 139 |
| 8.3. Rolul inovativității și al deschiderii către noutăți..... | 143 |
| 8.4. Schimbul de cunoștințe și îmbunătățirea cunoștințelor pentru adoptarea cu succes a tehnologiilor I4.0..... | 145 |
| 8.5. Experții în dezvoltare: scânteia și blocajul implementării tehnologiei I4.0..... | 148 |
| 8.6. Implicarea și rezistența muncitorilor în producție..... | 150 |
| 8.7. Preimplementarea: o fază decisivă..... | 153 |
| 9. Relevanța practică..... | 155 |
| 10. Direcții viitoare de cercetare și limitări..... | 159 |
| 10.1. Limitări..... | 159 |
| 10.2. Direcții viitoare de cercetare..... | 160 |
| Referințe..... | 161 |
| Anexe..... | 172 |

Abstract

Obiective: Transformarea digitală în industria de producție (identificată în general sub denumirea Industrie 4.0) nu reprezintă doar un proces pur tehnologic, ci se află în relații multiple cu mai multe aspecte organizaționale ale firmei, incluzând aici și factorul uman. Prin urmare, scopul acestei cercetări este de a extinde cunoștințele anterioare din literatura de specialitate a Industriei 4.0 prin investigarea rolului resurselor umane în proiectele de adoptare a tehnologiilor digitale în diferite etape ale implementării și în relație cu diferite niveluri organizaționale.

Metodologie: Având în vedere limitele rezultatelor în literatură, această cercetare adoptă o abordare exploratorie bazată pe studii de caz multiple. Colectarea datelor a fost realizată prin interviuri semi-structurate cu manageri, completate de vizite personale în fabrici. În total, sunt investigate 10 proiecte de implementare a tehnologiilor digitale în 5 fabrici de producție din două țări diferite.

Rezultate: Rezultatele cercetării oferă o perspectivă mai detaliată asupra relațiilor bidirecționale dintre resursele umane și tehnologiile digitale. Aceste tehnologii afectează în mod diferit cele trei niveluri organizaționale identificate (manageri, experți de dezvoltare și muncitori în producție), iar efectul diferă și în cele trei faze cheie de implementare (pre-implementare, în timpul implementării și post-implementare). Dintr-o perspectivă practică, cercetarea își propune să furnizeze un instrument pentru managerii responsabili pentru digitalizarea firmelor de producție pentru a identifica cele mai importante activități, abilități și competențe necesare pentru implementarea acestor tehnologii.

Cuvinte cheie:

digitalizare, tehnologii de producție; industrie 4.0; resurse umane; studiu de caz

Abrevieri

- A – After the I4.0 implementation (post-implementation) / După implementare (post-implementare)
- AGV – Automated Guided Vehicle / Vehicul cu Ghid Automat
- AI – Artificial Intelligence / Inteligență Artificială
- B – Before the I4.0 technologies (pre-implementation) / Înainte de implementare (pre-implementare)
- CEF – Connecting Europe Facility / Mecanismul pentru Interconectarea Europei
- CT – Contingency Theory / Teoria Contingenței
- D – During the I4.0 implementation (during implementation) / În timpul implementării I4.0 (implementarea)
- DE – Development Experts / Experți în Dezvoltare
- DESI – Digital Economy and Society Index / Indicele Economiei și Societății Digitale
- E – Shop-floor employees / Muncitori în producție
- EDI – Electronic Data Interface / Interfață Electronică de Date
- EU – European Union / Uniunea Europeană
- HMI – Human-Machine Interaction / Interacțiune între Umane și Mașini
- HR – Human Resources / Resurse Umane
- HTO – Human–Technology–Organisation / Uman–Tehnologie–Organizare
- I4.0 – Industry 4.0 / Industria 4.0
- IT – Information Technology / Tehnologia de Informație
- IIoT – Industrial Internet of Things / Internetul Lucrurilor Industriale
- IoT – Internet of Things / Internetul Lucrurilor
- LR – Literature Review / Analiza literaturii
- M – Manager / Manager
- MVP – Minimal Viable Product / Produs Minim Viabil
- OCR – Optical Character Recognition / Recunoaștere Optică
- OEM – Original Equipment Manufacturer / Producător de Echipamente Originale
- OM – Operations Management / Managementul Operațiunilor
- OWI 4.0 – Operator–Workstation Interaction 4.0 / Interacțiunea Operator–Stație de Lucru 4.0
- PM – Project Manager / Manager de Proiect
- QUAL – Qualitative / Calitativ
- QUAN – Quantitative / Cantitativ
- RBV – Resource-Based View / Teoria Firmei Bazate pe Resurse
- RPA – Robotic Process Automation / Automatizarea Proceselor prin Robotizare
- SM – Smart Manufacturing / Producția Inteligentă
- STS – Socio-Technical Systems (STS) / Sisteme Socio-Tehnice
- TAM – Technology Acceptance Model / Modelul de Acceptare a Tehnologiei
- TOE – Technology-Organization-Environment / Tehnologie-Organizare-Mediu
- TP – Top Manager / Director
- VR – Virtual Reality / Realitate Virtuală
- WoS – Clarivate Web of Science / Baza de date Clarivate

Lista tabelelor

| | |
|---|-----|
| Tabel 1: Criterii de includere | 22 |
| Tabel 2: Rezumatul literaturii relevante..... | 24 |
| Tabel 3: Rezultatele privind rolul managerilor în implementarea I4.0 | 35 |
| Tabel 4: Rezultatele privind rolul experților în dezvoltare în implementarea I4.0 | 36 |
| Tabel 5: Rezultatele privind rolul muncitorilor în producție în implementarea I4.0 | 43 |
| Tabel 6: Protocolul de interviu..... | 57 |
| Tabel 7: Companiile de studiu de caz | 63 |
| Tabel 8: Programul interviului..... | 64 |
| Tabel 9: Date despre interviurile generale | 65 |
| Tabel 10: Date despre interviurile specifice | 66 |
| Tabel 11: Rezumat al tuturor interviurilor realizate..... | 66 |
| Tabel 12: Tehnologiile analizate..... | 67 |
| Tabel 13: Informații despre transcriere | 68 |
| Tabel 14: Definițiile Industriei 4.0 date de companiile din eșantion | 70 |
| Tabel 15: Tehnologiile Industriei 4.0 utilizate în cadrul companiilor analizate | 70 |
| Tabel 16: Clasificarea tehnologiilor Industrie 4.0 utilizate în cadrul companiilor analizate | 71 |
| Tabel 17: Frecvența codurilor | 73 |
| Tabel 18: Frecvența relativă a codurilor | 74 |
| Tabel 19: Lista activităților I4.0 identificate..... | 80 |
| Tabel 20: Principalele categorii de activități I4.0 identificate | 83 |
| Tabel 21: Relevanța activităților I4.0 identificate pe niveluri organizaționale..... | 84 |
| Tabel 22: Relevanța principalelor categorii de activități I4.0 identificate pe niveluri organizaționale | 86 |
| Tabel 23: Lista activităților I4.0 identificate în cazul managerilor | 88 |
| Tabel 24: Principalele categorii de activități I4.0 identificate în cazul managerilor | 91 |
| Tabel 25: Lista activităților I4.0 identificate în cazul experților în dezvoltare | 93 |
| Tabel 26: Principalele categorii de activități I4.0 identificate în cazul experților în dezvoltare..... | 95 |
| Tabel 27: Lista activităților I4.0 identificate în cazul muncitorilor în producție | 97 |
| Tabel 28: Principalele categorii de activități I4.0 identificate în cazul muncitorilor în producție.. | 98 |
| Tabel 29: Lista aptitudinilor și competențelor I4.0 identificate | 107 |
| Tabel 30: Principalele categorii de aptitudini și competențe I4.0 identificate | 109 |
| Tabel 31: Aptitudinile și competențele I4.0 identificate pe niveluri organizaționale | 109 |
| Tabel 32: Relevanța principalelor categorii de aptitudini și competențe I4.0 identificate pe niveluri organizaționale | 111 |
| Tabel 33: Lista aptitudinilor și competențelor I4.0 identificate pentru managerii..... | 114 |
| Tabel 34: Principalele categorii de aptitudini și competențe I4.0 identificate pentru managerii.. | 116 |
| Tabel 35: Lista aptitudinilor și competențelor I4.0 identificate pentru experții în dezvoltare..... | 119 |
| Tabel 36: Principalele categorii de aptitudini și competențe I4.0 identificate pentru experții în dezvoltare | 121 |
| Tabel 37: Lista aptitudinilor și competențelor I4.0 identificate pentru muncitorii în producție... | 124 |
| Tabel 38: Principalele categorii de aptitudini și competențe I4.0 identificate pentru muncitorii în producție..... | 126 |
| Tabel 39: Implicația resurselor umane în foaia de parcurs pentru implementarea I4.0 | 134 |
| Tabel 40: Aptitudinile și competențele I4.0 identificate în comparație cu literatura de specialitate | 141 |
| Tabel 41: Protocolul general al interviului | 172 |

Lista figurilor

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Strategii de Industrie 4.0 în Uniunea Europeană..... | 14 |
| Figura 2: Fazele industriei și evoluția industriei auto | 17 |
| Figura 3: Bazele managementului resurselor umane 4.0 | 19 |
| Figura 4: Protocolul de analiza literaturii | 21 |
| Figura 5: Procesul de selecție a articolelor | 23 |
| Figura 6: Caracteristicile eșantionului în funcție de anul publicării și de revistele de publicare | 25 |
| Figura 7: Frecvența teoriilor utilizate | 27 |
| Figura 8: Metodele de cercetare utilizate | 28 |
| Figura 9: Eșantionul | 29 |
| Figura 10: Aspecte tematice acoperite | 30 |
| Figura 11. Cadrul conceptual al interacțiunii dintre I4.0 și resursele umane | 49 |
| Figura 12: Etapele elaborării cadrului de interviu | 53 |
| Figura 13: Cadrul de interviu | 54 |
| Figura 14: Procesul de interviu | 62 |
| Figura 15: Activități clasificate într-un cadru de management al operațiunilor | 78 |
| Figura 16: Principalele categorii de activități de management sintetizate pe niveluri organizaționale | 100 |
| Figura 17: Principalele activități I4.0 identificate rezumate pe niveluri organizaționale | 101 |
| Figura 18: Categoriile de activități pe faze de implementare în cazul managerilor | 102 |
| Figura 19: Categoriile de activități pe faze de implementare în cazul experților în dezvoltare | 103 |
| Figura 20: Categoriile de activități pe faze de implementare în cazul muncitorilor în producție | 104 |
| Figura 21: Compararea profilelor de aptitudini și competențe al diferitelor niveluri organizaționale | 128 |
| Figura 22: Categoriile de aptitudini și competențe necesare pe faze de implementare în cazul managerilor | 129 |
| Figura 23: Categoriile de aptitudini și competențe necesare pe faze de implementare în cazul experților în dezvoltare | 130 |
| Figura 24: Categoriile de aptitudini și competențe necesare în funcție de fazele de implementare în cazul muncitorilor în producție | 131 |
| Figura 25: Rezumatul din foaia de parcurs pentru implementarea I4.0..... | 136 |
| Figura 26: Concluzii practice | 158 |

1. Introducere

Transformarea digitală în curs de desfășurare a industriei prelucrătoare, identificată în mod obișnuit sub termenul general de Industrie 4.0 (I4.0), promite să revoluționeze modul în care operează companiile de producție, permițându-le să atingă performanțe mai mari decât oricând (Büchi et al., 2020; Szász et al., 2021). Cu toate acestea, transformarea nu este doar un proces pur tehnologic, având interacțiuni extinse cu mai multe aspecte organizaționale ale firmei (Demeter et al., 2021), inclusiv cu baza sa de resurse umane (Nayernia et al., 2021). Implicațiile asupra resurselor umane ale implementării tehnologiilor I4.0 au primit mult mai puțină atenție în literatura de specialitate, majoritatea articolelor aplicând doar un accent îngust fie asupra noilor abilități și competențe necesare pentru viitoarele locuri de muncă în domeniul producției, fie asupra aspectelor legate de noile roluri ale angajaților într-un context I4.0 (Nayernia et al., 2021).

O transformare digitală de succes ar necesita o gestionare mai complexă a interacțiunii om-sistem, pentru care literatura de specialitate oferă orientări limitate (Neumann et al., 2021); studiile în acest domeniu se concentrează, de obicei, pe un aspect îngust al interacțiunii om-tehnologie (HR-I4.0). Astfel, rezultatele oferă doar dovezi fragmentate, lăsând neacoperit întregul proces al implementării tehnologiei I4.0. Cu toate acestea, este necesară o abordare holistică în gestionarea procesului de transformare digitală pentru a descoperi modul în care diferite activități de resurse umane interacționează în diferitelor etape de implementare și la diferite niveluri organizaționale pentru a îmbunătăți succesul implementării I4.0.

Astfel, această cercetare își propune: (1) să identifice tematicile de cercetare neacoperite în literatura I4.0-HR, (2) să abordeze tematicile neacoperite cu cercetarea prin studiu de caz, și în final, (3) să ofere o imagine holistică asupra modului în care tehnologiile I4.0 pot fi îmbunătățite printr-un management adecvat al resurselor umane, ghidată de următoarea întrebare generală de cercetare (RQ): **care este rolul resurselor umane în adoptarea tehnologiilor digitale de producție?**

2. Industria 4.0 a statelor din Uniunea Europeană

În primul rând, a fost analizată prezența strategiilor I4.0 în Uniunea Europeană (UE) pentru a afla câteva informații despre factorii la nivel macro. Strategiile I4.0 specializate sunt foarte frecvente în UE; majoritatea țărilor au deja strategii I4.0 dedicate (ec.europa.eu, 2017). Țările din Europa Centrală și de Est, precum Ungaria, Slovacia, Cehia și Polonia au deja o strategie

I4.0 (ec.europa.eu, 2017). În România, există unele inițiative naționale pentru digitalizarea industriei, dar țara nu are o strategie I4.0. Prin urmare, în România, intențiile I4.0 pot fi dezvoltate la majoritatea companiilor. Deși multe companii românești utilizează deja tehnologii I4.0 (zf.ro, 2022), din păcate, în general, firmele românești sunt în urma mediei UE în ceea ce privește digitalizarea pe baza Indicele Economiei și Societății Digitale (digital-agenda-data.eu, 2022). Datorită acestui fapt, cercetarea ar putea fi relevantă și pentru comunitatea științifică românească și pentru comunitatea antreprenorială. Una dintre țările vecine României, Ungaria are o strategie focalizată pe Industria 4.0 (i40platform.hu, 2016), iar factorul resurselor umane este menționat ca și un blocaj al digitalizării, ca și un domeniu de dezvoltare urgentă.

3. Digitalizarea și Industria 4.0 în industria auto

Din punct de vedere istoric, evoluția industriei prelucrătoare poate fi împărțită în patru etape, ultimul deceniu fiind epoca I4.0 (Kagermann et al., 2013; Marnewick și Marnewick, 2020). În prezent, industria a ajuns la cea de-a patra fază, la I4.0. Această etapă contemporană nu se referă doar la automatizare și la utilizarea tehnologiilor industriale avansate (Olsen și Tomlin, 2020); caracteristica sa distinctivă este legată de sistemele de producție interconectate și complexe, în care toți actorii - oameni și mașini - împărtășesc date între ei și formează împreună un sistem cyber-fizic (Lee et al., 2015; Fatorachian și Kazemi, 2018). Acestui sistem interconectat este bazat pe Internetul Lucrurilor (IoT), care creează o rețea digitală, conectând mașinile de producție, procesele și actorii umani (Fatorachian & Kazemi, 2018; Olsen & Tomlin, 2020). Această transformare în industria auto a început la începutul anilor 2000, înaintea altor industrii. Astăzi, autovehiculele sunt aproape complet personalizate, producția este automatizată în majoritatea cazurilor, iar oamenii și roboții lucrează împreună de foarte mult timp. În prezent, trei tendințe I4.0 mari domină în sectorul auto. Acestea sunt cloud computing, securitatea cibernetică și big data (automotiveworld.com, 2015).

4. Analiza literaturii privind rolul resurselor umane în Industria 4.0

Pentru a colecta literatura de specialitate relevantă într-un nivel cât mai profund, a fost realizată o analiză sistematică a literaturii (Durach et al., 2017; Tranfield et al., 2003; Seuring & Gold, 2012). Căutarea a fost efectuată în baza de date Clarivate Web of Science (WoS) (care este cea mai mare și cea mai recunoscută bază de date științifice), la data de 20.12.2021. Pentru a genera un eșantion inițial relevant, au fost stabilite mai multe criterii de includere (Tabelul 1).

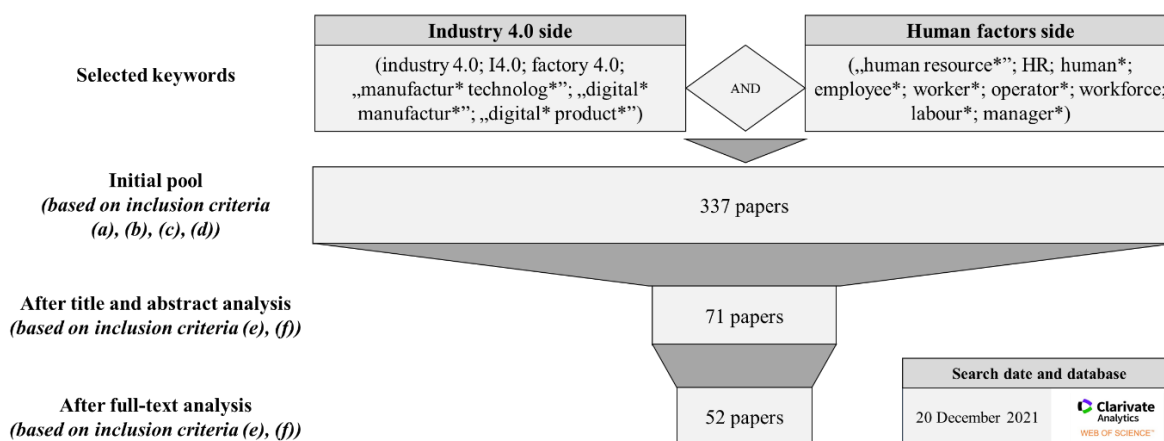
Tabel 1: Criterii de includere

| Criterii de includere | Argumentare detaliată |
|--|--|
| (a) Publicații scrise în limba engleză. | Engleza este limba dominantă în cercetarea economică; utilizarea limbii engleze asigură accesibilitatea și comparabilitatea rezultatelor. |
| (b) Lucrări publicate în 2012 sau după această dată. | Conceptul de I4.0 a apărut numai în 2012 (Kagermann et al., 2013; Liao et al., 2017). Deși unele tehnologii constitutive au apărut mai devreme, anul 2012 poate fi considerat ca punctul seminal al curentului de literatură I4.0. |
| (c) Tipul publicației: articol științific, analiza literaturii sau articol cu acces timpuriu. | Această analiză se concentrează numai pe lucrări științifice de înalt nivel, revizuite de către cercetători, fiindcă procesul riguros de revizuire asigură fiabilitatea rezultatelor. Alte tipuri de publicații sunt excluse, cum ar fi lucrările de conferință sau capitolele de carte. |
| (d) În funcție de tematica sa, revista este în domeniile Business, Business Finance, Operations Research and Management Science și/sau Economics din Web of Science. | Această analiză se concentrează exclusiv pe implicațiile manageriale și economice ale tehnologiilor I4.0 în domeniul gestionării resurselor umane. Publicațiile pur tehnice privind interacțiunea dintre tehnologie și om sunt excluse. |
| (e) Publicația se concentrează asupra industriilor prelucrătoare. | Publicațiile în care conceptul I4.0 este folosit într-un context în afară de industrie sunt excluse. |
| (f) Publicația se concentrează pe interacțiunea dintre resursele umane și cel puțin un tip de tehnologii I4.0. | Filtrarea tematică prin cuvinte-cheie de căutare pentru a identifica publicațiile relevante pentru întrebarea noastră de cercetare. |

Sursă: redactare proprie

Ca o operaționalizare a ultimului criteriu de includere (f), au fost definite mai multe cuvinte-cheie pentru a căuta articolele potențiale relevante. Cuvintele-cheie au fost definite în legătură cu cele două domenii principale de investigare, I4.0 și resursele umane. Prin căutarea bazată pe cuvinte-cheie am obținut un total de 337 de articole. În primul rând, am citit titlul și rezumatul fiecărui articol pentru a decide dacă sunt relevante sau nu. După ce am evaluat titlurile și rezumatele, am ajuns la un total de 71 de articole. În ultima etapă, am citit publicațiile integrale pentru a determina dacă acestea conțin informații relevante pentru subiectul meu, ajungând astfel la un eșantion final de 52 de articole relevante (Figura 1).

Figura 1: Procesul de selecție a articolelor



Sursă: redactare proprie

În timp ce aspectele tehnologice ale I4.0 (de exemplu, tehnologiile constitutive, sinergiile dintre diferitele tehnologii, factori de eșec în implementare, implicațiile asupra performanței etc.) sunt prezente în literatura de specialitate de aproape un deceniu, implicațiile asupra resurselor umane sunt încă un aspect emergent în acest domeniu (Neumann et al., 2021). Acest lucru este susținut de faptul că aproape 52% dintre articolele relevante din eșantionul au apărut în 2021, iar 87% dintre toate articolele relevante nu sunt mai vechi de 5 ani (Figura 2). Astfel, aceste rezultate indică faptul că discuția științifică despre interacțiunea dintre I4.0 și resursele umane a început abia recent, lăsând mult spațiu pentru avansarea înțelegerii subiectului.

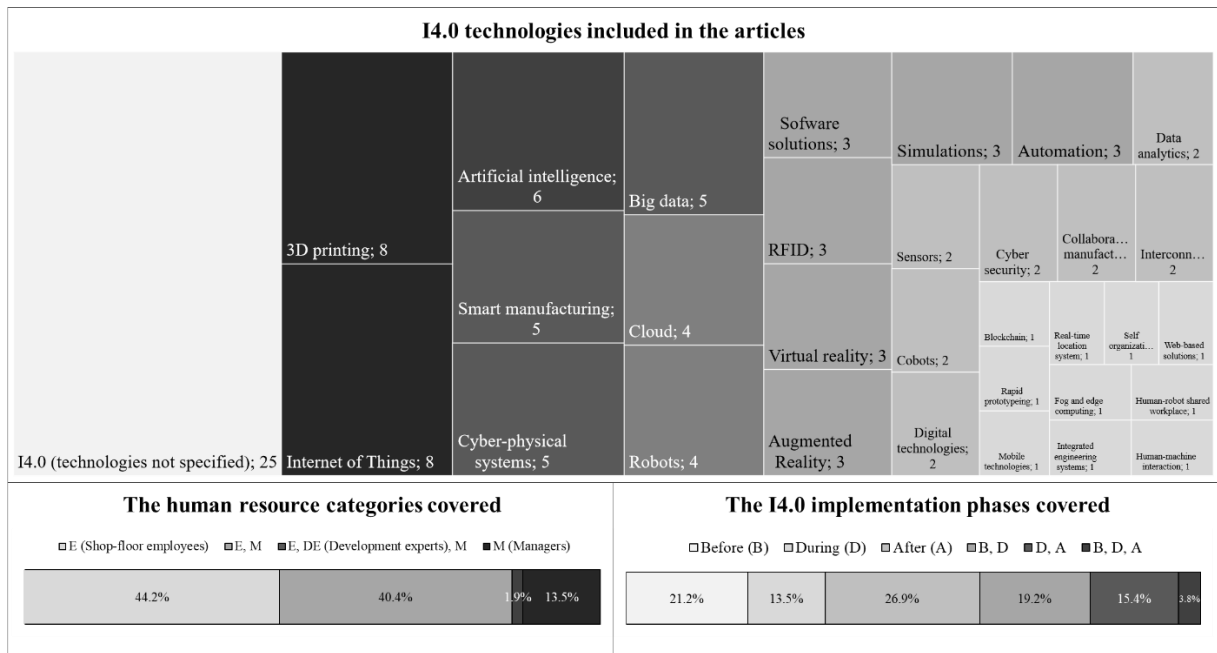
Figura 2: Caracteristicile eșantionului în funcție de anul publicării și de revistele de publicare



Sursă: redactare proprie

Termenul generic I4.0 acoperă mai multe tehnologii diferite (Culot et al., 2020). În eșantionul de articole se pot distinge 31 de tehnologii diferite (Figura 3). Aceste tehnologii ar putea avea efecte diferite asupra resurselor umane: numărul mare de tehnologii diferite prezice o diversitate a efectelor I4.0 asupra resurselor umane. Trebuie menționat că multe dintre articole nu specifică tehnologiile I4.0 studiate, folosind doar termenul "Industry 4.0" într-un mod generic. Muncitorii în producție au un rol definitoriu în implementarea tehnologiilor I4.0, astfel încât nu este surprinzător faptul că 86,5% dintre articolele analizate includ aspecte legate de angajați (Figura 3). 21,2% dintre articole iau în considerare doar faza de pre-implementare, alte 13,5% se concentrează exclusiv pe faza de implementare, în timp ce 26,9% evidențiază faza de post-implementare. Unele articole acoperă mai mult decât o singură fază. Literatura se concentrează, în general, pe un anumit nivel organizațional și pe o singură fază de implementare. În timp ce grupurile focale de resurse umane sunt definite în mod clar în aceste lucrări, fazele de implementare sunt mai rar specificate. Astfel, în cele ce urmează voi oferi un rezumat al literaturii grupate în funcție de niveluri organizaționale.

Figura 3: Aspecte tematice analizate în literatură



Sursă: redactare proprie

În cele mai multe cazuri, întrebările **manageriale** sunt investigate în contextul etapei de pre-implementare. Acest lucru se explică prin faptul că managerii sunt cei care iau deciziile privind implementarea I4.0, jucând astfel rolul cel mai definitoriu în faza de dinaintea implementării. Managerii cu o prezență operațională puternică și un profil de early-adopter vor favoriza o implementare rapidă a I4.0 (Moeuf et al., 2020). Ca și în managementul proiectelor în general, în implementarea I4.0, sprijinul și angajamentul conducerii sunt cruciale (de exemplu, Ukobitz, 2021), în plus, urmarea unui proces de planificare conștient poate fi considerată, de asemenea, un aspect important (de exemplu, Horváth și Szabó, 2019). Disponibilitatea liderilor de a introduce noile tehnologii I4.0 poate fi considerată una dintre cei mai importanți factori, fără angajamentul lor, implementarea I4.0 probabil nici nu va începe.

În timpul procesului de transformare, managerii ar trebui să aibă competențele necesare pentru a obține succesul, cum ar fi viziunea de design, orientarea spre cercetare sau inteligența antreprenorială. Pe baza acestor competențe, ar trebui să existe un sprijin continuu din partea conducerii sau asigurarea sprijinului din partea partenerilor externi de-a lungul implementării. Noile tehnologii necesită adesea unele ajustări în organizație și în modelul de afaceri (Schneider, 2018), prin urmare, schimbările organizaționale în permanență sunt importante pentru manageri în timpul implementării. Un alt aspect important, și anume rezistența angajaților, reprezintă o provocare majoră pentru manageri în timpul adoptării I4.0. Prin urmare, managementul ar trebui să informeze corect angajații cu privire la schimbări în viitor.

În sfârșit, literatura de specialitate nu investighează rolul managerilor după faza de implementare, deși rolul lor ar putea fi crucial în sporirea beneficiilor de performanță care pot fi obținute prin utilizarea I4.0.

Experții în dezvoltare reprezintă o categorie rar menționată, mulți cercetători concentrându-se doar asupra muncitorilor în producție și/sau la nivel managerial. Selvarajoo et al. (2021) menționează lipsa de expertiză ca o provocare majoră pentru implementare, care poate fi abordată prin implicarea unor experți externi, cum ar fi inginerii de design sau inginerii tehnici. Demeter et al. (2020) subliniază rolul experților în dezvoltare, ca ambasadori ai schimbării. Gestionarea cunoștințelor poate deveni o provocare, mai ales atunci când și experți externi în dezvoltare sunt implicați în proiectul I4.0 al unei unități de afaceri.

În ceea ce privește **muncitorii în producție**, multe dintre cercetări se concentrează asupra etapei de post-implementare, primele două faze primind ceva mai puțină atenție. În general, cele mai frecvente subiecte sunt abilitățile și competențele existente (Stentoft et al., 2021; Ukobitz, 2021); noile abilități și competențe (Agarwal et al., 2021; Vereycken et al., 2021) și ca o consecință a noilor abilități necesare, modul de dobândire a acestora prin formare și educație (Agarwal et al., 2021; Ozkan-Ozen și Kazancoglu, 2021). Înainte de implementare, a avea disponibilitate și motivație poate fi o provocare pentru angajați, dar fără acestea eficiența implementării tehnologiilor digitale poate fi afectată. Pe baza literaturii de specialitate, înțelegerea și viziunea comună printre angajați (Agarwal et al., 2021) pot fi considerate ca "pasul zero". Pentru a spori motivația angajaților de a folosi soluțiile I4.0, implicarea lor încă din faza de planificare și în faza de implementare ar putea fi o soluție viabilă (Vereycken et al., 2021).

În timpul fazei de implementare, literatura de specialitate se concentrează mai ales pe subiectul formării angajaților (de exemplu, Moeuf et al., 2020), deoarece acesta poate reprezenta o soluție eficientă pentru nevoia de noi competențe și cunoștințe. În procesul de relocare a angajaților, când mașinile preiau câteva roluri umane, angajații vor trebui să preia sarcini mai complexe, neautomatizate.

În faza post-implementare, una dintre principalele provocări este legată de schimbările în caracteristicile posturilor, printre care se poate aștepta creșterea complexității (Vereycken et al., 2021; Ozkan-Ozen și Kazancoglu, 2021). Flexibilitatea, creșterea creativității și îmbunătățirea transparenței sunt caracteristici care vor fi îmbunătățite după implementarea I4.0. Cu toate acestea, așteptările sporite din partea angajaților pot duce la supraîncărcarea muncii și la un

nivel de stres ridicat (Malik et al., 2021). Fără îndoială, digitalizarea schimbă piața de muncă: poate crea și noi locuri de muncă, iar unele locuri de muncă repetitive și manuale vor fi înlocuite de tehnologii I4.0. Potrivit cercetătorilor, acest efect de înlocuire va reprezenta o schimbare importantă într-un context digitalizat (de exemplu, Ito et al., 2021; Malik et al., 2021). Indiferent de faza de implementare, teama de schimbare (Ito et al., 2021), creșterea interacțiunii om-mașină (Ozkan-Ozen și Kazancoglu, 2021) și teama de pierdere a locului de muncă (Malik et al., 2021) pot provoca în permanență rezistență în rândul muncitorilor în producție.

După cum s-a arătat mai sus, **literatura oferă mai multe informații fragmentate** cu privire la implicațiile umane ale implementării I4.0, dar există și **câteva piese lipsă**, cum ar fi rolul managerilor după implementarea I4.0 sau mai multe aspecte ale implicațiilor angajaților în etapele de pre-implementare și de implementare, care ar necesita o investigație mai aprofundată. În plus, lipsește o abordare holistică, care ar implica investigarea comună a mai multor etape de implementare la mai multe niveluri organizaționale, într-o manieră interconectată. Prin urmare, în cadrul acestei cercetări îmi propun să ofer o abordare mai holistică pentru a descoperi schimbarea completă a rolului resurselor umane din cauza implementării I4.0.

5. Cadrul conceptual

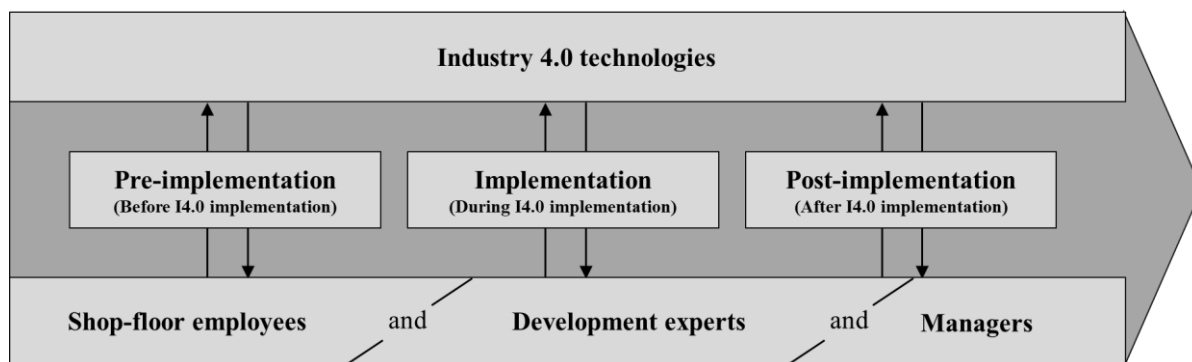
Scopul acestei cercetări este de a extinde rezultatele în literatură prin investigarea rolului resurselor umane legate de proiectele de adoptare a tehnologiei de fabricație digitală în timpul (a) diferitelor etape de implementare și (b) în relație cu diferite niveluri organizaționale - două aspecte decisive care au fost ignorate în publicațiile anterioare. În cadrul rolului resurselor umane, mă concentrez în mod specific pe (i) activitățile desfășurate pe resurse umane și pe (ii) aptitudinile și competențele necesare pentru a desfășura aceste activități.

(a) Mai precis, mă bazez pe studii anterioare privind adoptarea tehnologiei pentru a identifica activitățile și competențele necesare de-a lungul celor trei faze principale ale adoptării tehnologiei (pre-implementare, implementare și cea de post-implementare) (Cardoso et al., 2012; Stornelli et al., 2021). Faza de pre-implementare conține toate etapele până când se ia o decizie finală de implementare și se inițiază implementarea în practică, ceea ce marchează începutul celei de-a doua faze care implică etapele de configurare și instalare. Faza post-implementare reprezintă o fază relevantă, deoarece se așteaptă și o adaptare ulterioară.

(b) În plus, studiile care investighează factorii de succes și barierele adoptării I4.0 susțin că implicațiile pentru resursele umane trebuie luate în considerare la toate nivelurile

organizaționale, de la muncitorii în producție până la managementul de vârf (Horváth și Szabó, 2019). Se pot distinge trei grupuri relevante de resurse umane implicate în implementarea unei tehnologii digitale de producție, și anume muncitorii în producție (cei care lucrează direct cu tehnologia), experții în dezvoltare (ingineri, formatori cu cunoștințe tehnologice relevante) și managerii (care supraveghează și stabilesc obiective pentru proiectele de implementare a tehnologiei) (Demeter et al., 2021; Horváth și Szabó, 2019) (Figura 4).

Figura 4. Cadrul conceptual al interacțiunii dintre I4.0 și resursele umane



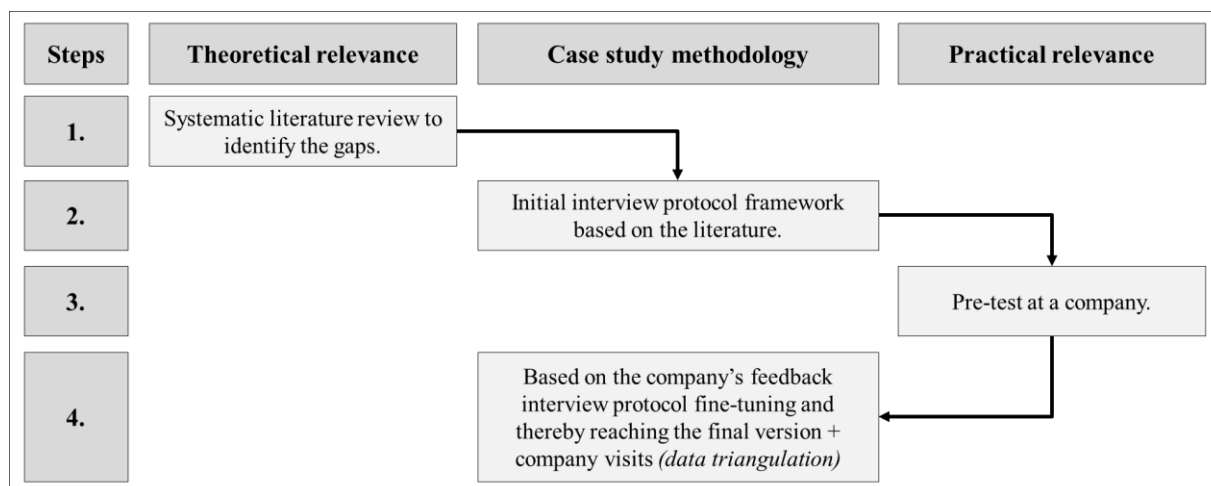
Sursă: redactare proprie

6. Date și metodologie

Având în vedere lipsa de rezultate în literatura de specialitate cu privire la modul cum ar trebui gestionate interacțiunile uman-sistem pe parcursul diferitelor faze de implementare a tehnologiilor digitale de producție și la diferite niveluri organizaționale, această cercetare adoptă o abordare exploratorie, de studiu de caz multiplu. Colectarea datelor a fost realizată prin interviuri semi-structurate cu manageri, completate cu vizite în fabrici. Pentru interviurile semi-structurate, am aplicat un protocol de interviu personalizat, care a fost elaborat în mai multe etape (Figura 5).

Protocolul de interviu creat îmi permite să evaluez mai multe dimensiuni și să evaluez interdependențele acestora într-o manieră holistică. Protocolul de interviu se bazează pe o matrice de 3x3, incluzând pe de o parte niveluri organizaționale (manageri, experți în dezvoltare și muncitori în producție), iar de cealaltă parte sunt fazele de implementare de I4.0 (pre-implimentare, implementare și post-implimentare). Astfel, în total se pot distinge 9 categorii principale. Apoi, întrebările au fost încadrate în una din aceste pătrate, în timp ce unele dintre ele erau relevante pentru mai multe categorii simultan.

Figura 5: Etapele creării cadrului de interviu



Sursă: redactare proprie

Cercetarea se concentrează doar pe firmele de producție care au utilizat deja cel puțin două tehnologii I4.0. M-am axat doar pe industria auto, prin urmare, în cercetarea mea au fost vizate doar firmele din sectorul auto. Am încercat să nu includ doar producătorii de echipamente originale, deoarece există unele diferențe în lanțul de aprovizionare, care ar trebui să îmbogățească rezultatele. Am vrut să exclud firmele mici; firmele din eșantion ar trebui să aibă cel puțin 50 de angajați. Acest criteriu a fost introdus datorită faptului că tehnologiile digitale sunt mai semnificative în cazul firmelor mai mari. În total 5 unități de producție (3 din Ungaria și 2 din România) au fost implicate, toate fiind filiale ale unor companii multinaționale din industria auto (Tabel 2).

Tabel 2: Companiile de studiu de caz

| Codul firmei | Tip | Anul înființării | Numărul de angajați | Cifra de afaceri (milioane de EUR) | Țara |
|--------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------------------------|---------|
| 1 | OEM | 1993 | 12,000 | 7,300 | Ungaria |
| 2 | Furnizor Tier 1 | 1990 | 4,450 | 921 | Ungaria |
| 3 | Furnizor Tier 1 | 2013 | 3,200 | 465 | România |
| 4 | Furnizor Tier 2 | 1992 | 1,335 | 190 | Ungaria |
| 5 | Furnizor Tier 2 | 2004 | 200 | 11 | România |

Sursă: redactare proprie

În total 12 persoane au participat la interviuri; Tabelul 3 descrie persoanele intervievate implicate.

Tabel 3: Date cheie despre interviurile

| Codul firmei | Numărul de interviuri | Persoanele intervievate | Durata | Numărul de vizite la companii | Anul |
|--------------|-----------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|------|
| 1 | 2 | (1) Manager de proiect; (2) Manager de proiect I4.0 | (1) 0h 39m; (2) 1h 10m | 1 | 2022 |
| 2 | 2 | (1) Inginer principal; (2) Manager de proiect I4.0 | (1) 1h 16m, (2) 1 h 0m | 0 | 2022 |
| 3 | 2 | (1) Managerul de resurse umane; (2) Manager de proiect I4.0 | (1) 0h 42m, (2) 0h 28m | 1 | 2023 |
| 4 | 2 | (1) Director de fabrică; (2) Manager de proiect I4.0 | (1) 0h 58; (2) 1h 40m | 1 | 2022 |
| 5 | 4 | (1) Director general; (2-3) Manageri de proiect I4.0; (4) Membru al echipei | (1) 0h 35m; (2-3-4) 1h 02m | 1 | 2022 |

Sursă: redactare proprie

Proiectele prezentate la firmele 1 și 2 și un proiect la firma 5 sunt mai degrabă inovații incrementale, cele de la firmele 3 și 4 și cel de-al doilea proiect de la firma 5 pot fi considerate ca inovații radicale (Tabel 4). În general, proiectele analizate au fost închise în urmă cu 6 luni până la 18 luni, astfel încât proiectele nu erau prea vechi, dar nici prea noi, prin urmare persoanele intervievate au putut trage concluzii și cu privire la faza de post-implementare.

Tabel 4: Tehnologiile analizate

| Codul firmei | Tip | Țara | Tehnologii analizate |
|--------------|-----------------|---------|--|
| 1 | OEM | Ungaria | Software intern pentru reelaborări Software de prelucrare a datelor |
| 2 | Furnizor Tier 1 | Ungaria | Rapoarte automatizate Digitalizarea monitorizării producției |
| 3 | Furnizor Tier 1 | România | Fluxul de informații în lanțul de aprovizionare AGV-uri (Vehicule cu Ghidare Autonomă) |
| 4 | Furnizor Tier 2 | Ungaria | Automatizarea intra logisticii AGV-uri (Vehicule cu Ghidare Autonomă) |
| 5 | Furnizor Tier 2 | România | RPA (Robotic Process Automation) Instrument digital pentru defecțiunile echipamentelor de producție (întreținere) |

Sursă: redactare proprie

Aceste tehnologii nu sunt omogene, ele diferă unele de altele în multe dimensiuni. Acest lucru ar putea fi o limitare a cercetării, deoarece nu am putut să mă concentrez pe un anumit tip de tehnologie I4.0. Dar, fiindcă toate tehnologiile menționate sunt noi, ele au o caracteristică comună: pentru a le implementa, oamenii din organizație trebuie să fie pregătiți și dornici de a

munci cu ceva nou pentru ei. Astfel, aceasta nu este o cercetare axată pe tehnologie, ci doar pe aspectele legate de resurse umane ale adoptării noilor tehnologii digitale.

Toate persoanele intervievate au fost de acord cu înregistrările audio. Astfel, transcrierile au fost realizate pe baza fișierului audio, cu ajutorul unui software special de transcriere a interviurilor, dar rezultatul a fost verificat și corectat de mine. Transcrierile finale de la cele 5 companii au fost analizate într-un software specializat de cercetare calitativă, în NVivo. Cu ajutorul acestui instrument am codificat frazele relevante din transcrieri (în total 172 de pagini). Frazele relevante au fost codificate triplu, ceea ce înseamnă că un cod se referă la nivelul organizațional, un cod pentru faza de implementare și un cod descrie fraza (de exemplu, dacă este o anumită competență sau activitate).

7. Rezultatele analizei de caz

7.1. Frecvența codurilor

În total au fost codificate 437 de fraze, aparținând unui total de 155 de categorii de coduri distincte. Dintre cele 155 de categorii de coduri diferite, 117 pot fi legate de faza de pre-implementare, 88 de faza implementării și 58 de faza de post-implementare. Deoarece un cod poate fi atribuit mai multor etape de implementare și/sau niveluri organizaționale în același timp, suma codurilor nu este egală cu numărul total de coduri. Din cele 155 de categorii de coduri diferite, 129 pot fi legate de manageri, 64 de experți în dezvoltare și 27 de muncitori în producție (Tabel 5).

Tabel 5: Frecvența codurilor

| Niveluri organizaționale | Tipul de cod / Total | Înainte | În timpul | După | Total* |
|--------------------------|---------------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|
| Manageri | Activități | 73 | 51 | 38 | 104 |
| | Aptitudini și competențe | 23 | 17 | 4 | 25 |
| | Total manageri | 96 | 68 | 42 | 129 |
| Experți în dezvoltare | Activități | 23 | 18 | 16 | 38 |
| | Aptitudini și competențe | 23 | 15 | 7 | 26 |
| | Total experți în dezvoltare | 46 | 33 | 23 | 64 |
| Muncitori în producție | Activități | 6 | 3 | 4 | 10 |
| | Aptitudini și competențe | 8 | 7 | 10 | 17 |
| | Totalul muncitori în producție | 14 | 10 | 14 | 27 |
| Total* | | 117 | 88 | 58 | 155 |

* Total nu reprezintă suma categoriilor, deoarece o categorie de coduri poate fi utilizată la mai multe niveluri organizaționale și în mai multe faze de implementare.

Sursă: redactare proprie

7.2. Activitățile I4.0 identificate

Pe baza interviurilor am identificat 113 de activități diferite. Deoarece persoanele intervievate au subliniat faptul că implementarea proiectelor I4.0 este asemănătoare cu alte proiecte, când am grupat pe cele 113 de activități, m-am bazat pe un cadru de Management al Operațiunilor (Slack et al., 2007). În cele din urmă, am creat 18 categorii principale de activități (Tabel 6). Este important de subliniat faptul că aceste categorii se încadrează bine în cadrul de Management al Operațiunilor ales, fiecare element are cel puțin o activitate identificată din interviuri.

Tabel 6: Principalele categorii de activități de I4.0 identificate

| Categoriile de activități | Număr de cazuri | Firma 5 | Firma 4 | Firma 3 | Firma 2 | Firma 1 | Manageri | Experți în dezvoltare | Muncitori în producție |
|--|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------------------|------------------------|
| Cooperare cu alte organizații, departamente, experți și roboți | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Mediu | Scăzut |
| Gestionarea datelor | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Mediu | Ridicat | Scăzut |
| Asigurarea resurselor materiale și imateriale necesare | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Prevenirea eșecurilor | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | Ridicat | Mediu | Scăzut |
| Stabilirea obiectivelor | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Integrarea I4.0-ului cu alte tehnologii | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Ridicat | Mediu | Scăzut |
| Proiectarea postului și organizarea muncii | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Schimbul și îmbunătățirea cunoștințelor | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Mediu | Scăzut |
| Satisfacerea cerințelor părților interesate | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Mediu | Scăzut |
| Generarea de idei noi | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Îmbunătățirea operațiunilor | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Controlul după implementare | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Prezentarea proiectului și raportarea | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Planificarea proiectului | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Controlul regulat al proiectului | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Calcularea economiilor și a profitului | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | Ridicat | Mediu | Scăzut |
| Implementarea pas cu pas | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Mediu | Scăzut |
| Coordonarea echipei | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |

Sursă: redactare proprie bazată pe Slack et al. (2007)

Cele trei niveluri organizaționale au sarcini diferite; prin urmare, și tipurile de activități dominante diferă. Activitățile generale de gestionare a proiectelor sunt predominante când companiile încearcă să implementeze o soluție I4.0. În faza de pre-implementare, în cazul **managerilor**, cele mai frecvent menționate categorii de activități sunt legate de procesul de planificare și de satisfacerea cerințelor părților interesate (de exemplu, top-managementul, utilizatorii, angajații) (Tabel 7). În timpul implementării, implementarea pas cu pas, controlul

periodic al proiectului și efectuarea calculului financiar vor deveni cele mai relevante activități. Deoarece soluția I4.0 generează o mulțime de date, gestionarea datelor și asigurarea securității acestora se vor afla între cele mai importante activități ale managerilor. În mod similar, gestionarea schimbărilor privind locurile de muncă și organizarea va avea, de asemenea prioritate. Pe baza interviurilor, relocările și planificările de carieră vor deveni tot o sarcină emergentă din cauza I4.0-ului. După faza de extindere, managerii ar trebui să fie capabili să gestioneze un sistem mai mare și mai complex.

Tabel 7: Categoriile de activități de I4.0 identificate în cazul managerilor

| Categoriile de activități | Număr de cazuri | Companii din eșantion | | | | | Fazele de implementare | | |
|---|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------|-------|
| | | Firma 5 | Firma 4 | Firma 3 | Firma 2 | Firma 1 | Înainte* | În timpul* | După* |
| Proiectarea postului și organizarea muncii | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 | 12 | 15 |
| I4.0 integrarea tehnologiei | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 20 | 3 | 3 |
| Satisfacerea cerințelor părților interesate | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 | 3 | 0 |
| Stabilirea obiectivelor | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 | 0 | 0 |
| Prevenirea eșecurilor | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Generarea de idei noi | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 7 | 3 | 3 |
| Îmbunătățirea operațiunilor | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 |
| Implementarea pas cu pas | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 3 |
| Calcularea economiilor și a profitului | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Gestionarea datelor | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| Prezentarea proiectului și raportarea | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 13 |
| Controlul după punerea în aplicare | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 |
| Controlul regulat al proiectului | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 | 13 | 3 |
| Planificarea proiectului | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 2 | 1 |
| Cooperarea cu alte organizații, departamente, experți și roboți | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 42 | 20 | 5 |
| Coordonarea echipei | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 4 | 5 |
| Schimbul și îmbunătățirea cunoștințelor | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 18 | 7 | 9 |
| Asigurarea resurselor materiale și imateriale necesare | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 9 | 1 | 3 |

* Numărul de fraze codificate

Sursă: redactare proprie

Experții în dezvoltare reprezintă o categorie neglijată în literatură, dar cunoștințele lor speciale și rețeaua lor pot schimba procesul de implementare (Tabel 8). De exemplu, la firma 4 există o "rețea de experți" pentru depanarea proiectelor. Prin urmare, pentru o implementare reușită în faza de pre-implementare, experții în dezvoltare ar trebui să coopereze cu alte uzine, departamente și experți pentru a crea ideile cele mai relevante și inovatoare. În timpul implementării, ei ar trebui să aibă unele sarcini de control al proiectului, în plus, cooperarea și schimbul de cunoștințe și îmbunătățirea de cunoștințe vor fi tot cruciale. După implementare, ei vor fi responsabili de prevenirea eșecurilor și de activitățile de gestionare a datelor.

Tabel 8: Categoriile de activități de I4.0 identificate în cazul experților în dezvoltare

| Categoriile de activități | Număr de cazuri | Companii din eșantion | | | | | Fazele de implementare | | |
|---|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------|-------|
| | | Firma 5 | Firma 4 | Firma 3 | Firma 2 | Firma 1 | Înainte* | În timpul* | După* |
| I4.0 integrarea tehnologiei | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| Satisfacerea cerințelor părților interesate | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| Stabilirea obiectivelor | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Prevenirea eșecurilor | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Generarea de idei noi | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 |
| Îmbunătățirea operațiunilor | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Implementarea pas cu pas | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Calcularea economiilor și a profitului | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Gestionarea datelor | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 |
| Prezentarea proiectului și raportarea | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Controlul regulat al proiectului | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| Cooperarea cu alte organizații, departamente, experți și roboți | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 | 13 | 3 |
| Coordonarea echipei | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Schimbul și îmbunătățirea cunoștințelor | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 12 | 10 |

* Numărul de fraze codificate

Sursă: redactare proprie

În ceea ce privește **muncitorii în producție**, ei ar trebui să fie implicați în procesul de planificare, deoarece companiile au menționat că și ei pot genera idei valoroase (Tabel 9). În timpul implementării, muncitorii în producție trebuie să își îmbunătățească cunoștințele pentru a putea lucra cu noile tehnologii digitale. Pe baza studiilor de caz, după implementarea I4.0, operatorii tradiționali vor deveni "operatori 4.0" (de exemplu, Romero et al., 2016), care vor predomina în activitățile de rezolvare a problemelor și activitățile de supervizare a sistemului.

Tabel 9: Principalele categorii de activități de I4.0 identificate în cazul muncitorilor în producție

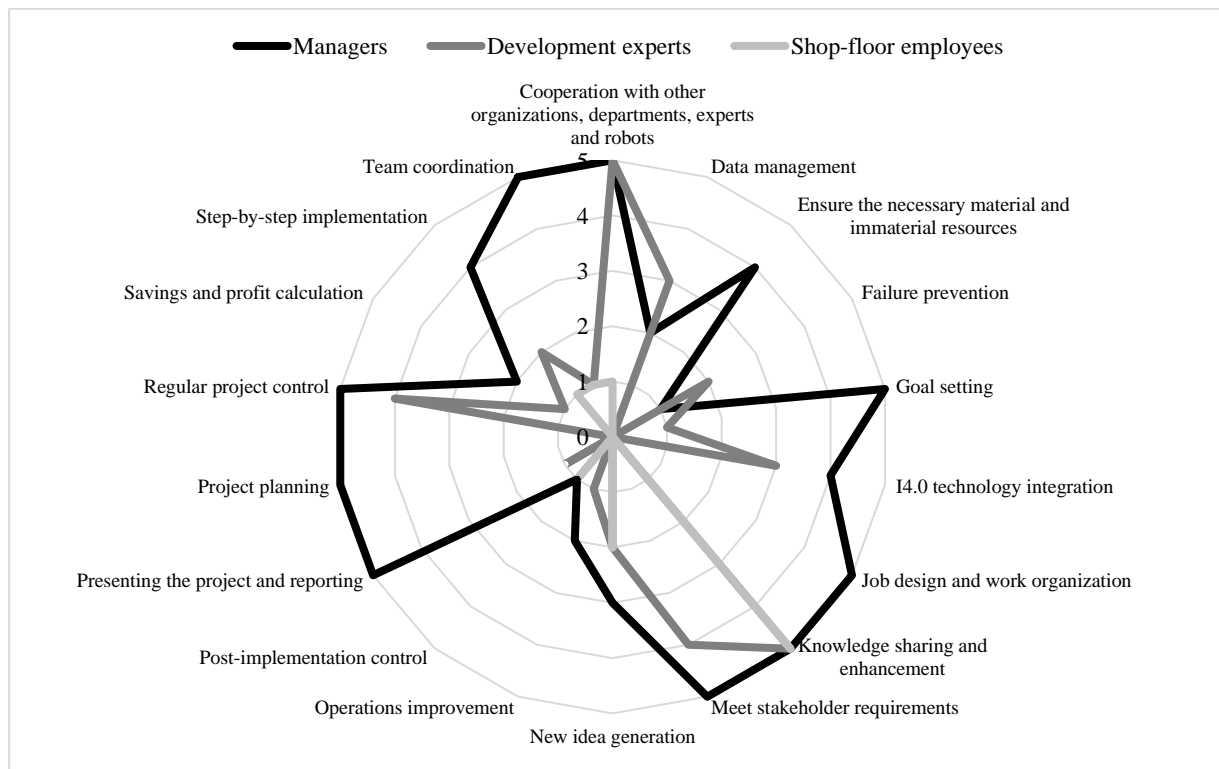
| Categoriile de activități | Număr de cazuri | Companii din eșantion | | | | | Fazele de implementare | | |
|---|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------|-------|
| | | Firma 5 | Firma 4 | Firma 3 | Firma 2 | Firma 1 | Înainte* | În timpul* | După* |
| Generarea de idei noi | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Implementarea pas cu pas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Controlul după punerea în aplicare | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Cooperarea cu alte organizații, departamente, experți și roboți | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Coordonarea echipei | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Schimbul și îmbunătățirea cunoștințelor | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

* Numărul de fraze codificate

Sursă: redactare proprie

Dacă ne uităm la codurile categoriilor majore, schimbul de cunoștințe și îmbunătățirea cunoștințelor sunt singurele care reprezintă o sarcină foarte relevantă pentru fiecare nivel organizațional (Figura 6). Acest lucru înseamnă că I4.0 are un efect identic asupra fiecărui nivel organizațional, solicitându-le în principal să-și îmbunătățească și să-și împărtășească cunoștințele și să dobândească noi competențe.

Figura 6: Principalele activități de I4.0 identificate rezumate pe niveluri organizaționale



Sursă: redactare proprie

7.3. Aptitudinile și competențele I4.0 identificate

Activitățile identificate necesită un set divers de competențe. Pe baza celor 5 cazuri, am identificat 42 de aptitudini și competențe diferite, care sunt necesare dacă o companie dorește să implementeze o tehnologie I4.0. Cele 42 de aptitudini și competențe au fost grupate în 9 de categorii principale (Tabel 10). Aceste competențe au o importanță diferită pentru diferitele niveluri organizaționale (de exemplu, competențele digitale sunt foarte importante pentru experții în dezvoltare, dar mai puțin importante pentru manageri).

Tabel 10: Principalele categorii de aptitudini și competențe de I4.0 identificate

| Principalele categorii de competențe | Număr de cazuri | Firma 5 | Firma 4 | Firma 3 | Firma 2 | Firma 1 | Manageri | Experți în dezvoltare | Muncitori în producție |
|--------------------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------------------|------------------------|
| Abilități de adaptare | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | Mediu | Scăzut | Mediu |
| Competențe cognitive | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Mediu | Mediu | Scăzut |
| Competențe digitale | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Scăzut | Mediu | Mediu |
| Inovativitate, deschidere către nou | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Mediu | Ridicat | Ridicat |
| Cunoștințe despre producție | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Mediu | Ridicat | Mediu |
| Învățare și dezvoltare | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | Scăzut | Ridicat | Mediu |
| Competențe manageriale, de afaceri | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Scăzut | Scăzut |
| Competențe transversale | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Ridicat | Mediu |
| Cunoștințe specializate | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Ridicat | Mediu | Scăzut |

Sursă: redactare proprie

Inovativitatea, deschiderea către nou a fost menționată de către toate companiile din eșantion, acest set de competențe fiind o prioritate pentru **manageri** I4.0 (Tabel 11). Acest set de competențe are cel mai important rol în faza de pre-implementare I4.0, dar este relevant și în timpul implementării. Acest lucru poate fi explicat prin activități: în faza de pre-implementare există multe impulsuri noi și soluții noi, care necesită o atitudine inovatoare și deschisă din partea managerilor. În timpul implementării pot apărea și alte probleme noi, astfel încât această categorie de competențe rămâne importantă. După implementare, practic, doar întreținerea soluției I4.0 este activitatea dominantă, care este destul de monotună, astfel încât capabilitatea de inovare și deschiderea către nou devin competențe mai puțin relevante pentru manageri.

Tabel 11: Categoriile de aptitudini și competențe de I4.0 identificate pentru managerii

| Principalele categorii de competențe | Număr de cazuri | Companii din eșantion | | | | | Fazele de implementare | | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------|-------|
| | | Firma 5 | Firma 4 | Firma 3 | Firma 2 | Firma 1 | Înainte* | În timpul* | După* |
| Abilități de adaptare | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| Competențe cognitive | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 |
| Competențe digitale | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| Inovativitate, deschidere către nou | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 4 | 1 |
| Cunoștințe despre producție | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 |
| Competențe manageriale | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 | 2 |
| Competențe soft | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| Cunoștințe specializate | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 |

* Numărul de fraze codificate.

Sursă: redactare proprie

Toate cele nouă categorii de competențe au fost menționate în cazul **experților în dezvoltare** (Tabel 12). Astfel, experții în dezvoltare trebuie să dobândească cel mai divers set de competențe, deoarece au cele mai diverse sarcini. Toate companiile au menționat necesitatea competențelor digitale pentru experții în dezvoltare. Acest set de competențe este util în faza de înainte de și în timpul implementării. Patru dintre cele cinci companii au menționat cel puțin un cod legat de: abilități cognitive, inovativitate, deschidere către nou și cunoștințe specializate. Toate acestea sunt necesare de-a lungul parcursului de implementare, dar cu precădere în faza de dinainte și în timpul acesteia. Categoriile rămase au fost menționate de trei firme și se referă la abilitatea de învățare și dezvoltare, competențe manageriale și competențe soft. În mod surprinzător, competențele manageriale sunt necesare și pentru experții în dezvoltare. Având în vedere că ele sunt responsabile de funcționarea tehnologiilor I4.0 de exemplu, competențele de luare a deciziilor, crearea unei viziuni pentru viitor și competențele de rezolvare a problemelor sunt utile și pentru un expert în dezvoltare.

Tabel 12: Categoriile de aptitudini și competențe de I4.0 identificate pentru experții în dezvoltare

| Principalele categorii de competențe | Număr de cazuri | Companii din eșantion | | | | | Fazele de implementare | | |
|--|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------|-------|
| | | Firma 5 | Firma 4 | Firma 3 | Firma 2 | Firma 1 | Înainte* | În timpul* | După* |
| Abilități de adaptare | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Competențe cognitive | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Competențe digitale | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 3 | 0 |
| Inovativitate, deschidere către nou | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 |
| Cunoștințe despre producție | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| Învățarea și dezvoltarea competențelor | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 4 | 1 |
| Competențe manageriale, de afaceri | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| Competențe soft | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 | 2 | 0 |
| Cunoștințe specializate | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 | 9 | 2 |

* Numărul de fraze codificate.

Sursă: redactare proprie

În cazul **muncitorilor în producție**, inovativitatea și deschiderea către nou au fost menționate de patru companii diferite (Tabel 13). Blayone și VanOostveen (2021) și Stentoft et al. (2021) care susțin, de asemenea, că aptitudinile și competențele adecvate ar trebui să fie completate de disponibilitatea muncitorilor în producție de a utiliza noile tehnologii digitale. Acest set de competențe este deja evidențiat înainte de implementare, dar importanța crește de-a lungul parcursului și este cea mai mare după implementare, deoarece, fără aceste competențe, muncitorii în producție nu vor utiliza soluțiile I4.0 sau le vor utiliza într-un mod nepotrivit -

niciuna dintre aceste situații nefiind ideală. Chiar dacă este posibil ca locul de muncă al unui angajat să fie înlocuit de o tehnologie I4.0, în cele mai multe cazuri aceasta nu a implicat disponibilizări, ci doar relocări la alte posturi de muncă. Aceste relocări presupun adesea (re)formarea angajaților. Practic, sunt necesare competențe digitale elementare, mulți angajați fiind trimiși la cursuri de formare pentru a dobândi aceste competențe.

Tabel 13: Categoriile de aptitudini și competențe de I4.0 identificate pentru muncitorii în producție

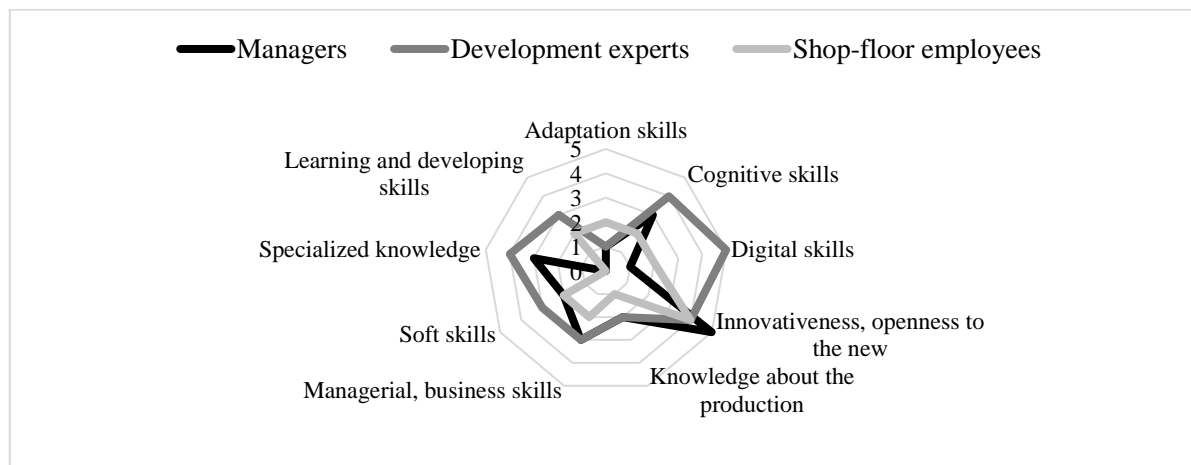
| Principalele categorii de competențe | Număr de cazuri | Companii din eșantion | | | | | Fazele de implementare | | |
|--|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|------------|-------|
| | | Firma 5 | Firma 4 | Firma 3 | Firma 2 | Firma 1 | Înainte* | În timpul* | După* |
| Abilități de adaptare | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Competențe cognitive | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Competențe digitale | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Inovativitate, deschidere către nou | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Cunoștințe despre producție | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Învățarea și dezvoltarea competențelor | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| Competențe manageriale, de afaceri | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Competențe transversale | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 |

* Numărul de fraze codificate

Sursă: redactare proprie

Deoarece acest studiu aplică o abordare holistică, se pot compara competențele managerilor, ale experților în dezvoltare și ale muncitorilor în producție (Figura 7). Inovativitatea, deschiderea către nou este singura categorie care a fost menționată frecvent la fiecare nivel organizațional, iar celelalte au o importanță diferită.

Figura 7: Compararea profilului de aptitudini și competențe pe niveluri organizaționale






Sursă: redactare proprie

7.4. Foaia de parcurs pentru implementarea I4.0

Pe baza analizei de studiu de caz, se poate oferi o imagine holistică a competențelor și activităților pe faze de implementare și niveluri organizaționale - am numit-o foaia de parcurs a implementării I4.0 (Figura 8). În această foaie de parcurs sunt sintetizate principalele acțiuni și cunoștințele, aptitudinile și abilitățile necesare, cu intenția de a ajuta practicienii în procesul de implementare de I4.0 și de a îmbogăți rezultatele în literatură prin oferirea unei înțelegeri mai aprofundate a efectelor tehnologiilor I4.0 asupra resurselor umane. Adoptarea I4.0 are un impact și asupra managerilor, experților în dezvoltare (de obicei din domenii diverse), dar și asupra muncitorilor în producție. Necesitatea unei strategii holistice în legătură cu aspectele legate de resurse umane ale adoptării unei soluții I4.0 este susținută de faptul că în multe circumstanțe diferite niveluri organizaționale trebuie să colaboreze pentru a implementa o astfel de soluție.

Figura 8: Rezumat din foaia de parcurs pentru implementarea I4.0

| (a) Implementation stages | | ⏪ Before | 🔄 During | ⏩ After |
|---|--------------------------|---|---|--|
| (b) Organizational levels | | | | |
|  Managers | Key activities | Goal setting; Meet stakeholders' requirements; I4.0 technology integration; Project planning. | Step-by-step implementation; Regular project control; Saving and profit calculations; Operations improvement. | Data management; Job design and work organization; Presenting the project and reporting. |
| | Key skills and abilities | Special knowledge; Soft skills; Knowledge about the production. | Adaptability; Managerial, business skills; Digital skills | Cognitive skills; Managerial, business skills |
|  Development experts | Key activities | New idea generation; Cooperation with other organizations, departments, experts and robots. | Regular project control; Cooperation with other organizations, departments, experts and robots; Knowledge sharing and enhancement. | Failure prevention; Data management; Knowledge sharing and enhancement. |
| | Key skills and abilities | Adaptability; Soft skills; Innovativeness, openness to the new; Knowledge about the production. | Learning and developing skills; Special knowledge; Digital skills. | Managerial, business skills; Cognitive skills; Innovativeness, openness to the new. |
|  Shop-floor employees | Key activities | New idea generation. | Knowledge sharing and enhancement; Step-by-step implementation; Cooperation with other organizations, departments, experts and robots . | Knowledge sharing and enhancement; Team coordination; Cooperation with other organizations, departments, experts and robots. |
| | Key skills and abilities | Knowledge about the production; Soft skills; Adaptability. | Learning and developing skills; Innovativeness, openness to the new, Digital skills. | Cognitive skills; Digital skills; Adaptability. |

Sursă: redactare proprie

8. Discuție

Această cercetare oferă o perspectivă mai detaliată asupra interacțiunii dintre resursele umane și tehnologii digitale de producție într-un context de implementare în mai multe etape, prin urmare extinzând focusul literaturii legate de resursele umane.

Unul dintre cele mai importante rezultate este că din competențele identificate, fiecare nivel organizațional ar trebui să aibă inovativitate și deschidere către nou pentru a ajunge la o

implementare I4.0 cu succes. Astfel, managerii ar trebui să se concentreze pe activitățile de generare a ideilor noi (de exemplu, menținerea unui sistem care să sprijine ideile inovatoare, gestionarea fluxului de idei inovatoare, sprijinirea ideilor noi, recompensarea ideilor inovatoare etc.), mai ales în faza de pre-implementare.

Una dintre cele mai mari provocări ar putea fi găsirea experților în dezvoltare adecvați pentru implementarea de I4.0. În viitor, succesul implementării tehnologiei I4.0 s-ar putea baza pe evaluarea experților în dezvoltare, deoarece fără aceasta proiectul va putea fi demarat, însă cu o mare probabilitate de a nu fi încheiat cu succes. Cercetarea prezentă a arătat că acest nivel organizațional ar trebui să fie pus în centrul adoptării I4.0, cu toate că importanța managerilor este incontestabilă.

Muncitorii în producție ar trebui să fie implicați chiar înainte de implementarea I4.0. Pe baza interviurilor acest lucru poate contribui, de asemenea, la abordarea celui mai mare obstacol al I4.0, și anume, rezistența și teama față de schimbare. Implicarea angajaților din atelier ar putea contribui și la generarea de noi idei. Aceste rezultate pot contribui la literatura de specialitate, deoarece pe baza interviurilor, angajații din atelier au o activitate semnificativă și în faza de pre-implementare.

În ceea ce privește fazele de implementare, această cercetare a evidențiat faptul că faza de pre-implementare este cea mai importantă, în principiu, aceasta definind întreaga implementare a I4.0. În această fază managerii și experții în dezvoltare au rolul cel mai important, însă nici muncitorii în producție nu pot fi excluși din această etapă, așa cum a subliniat cercetarea mea.

9. Relevanța practică

Dintr-o perspectivă practică, rezultatele sunt menite să ofere managerilor responsabili de implementarea I4.0 un instrument care să îi ajute să identifice cele mai importante activități, abilități și competențe necesare pe drumul către o implementare eficientă a tehnologiei digitale.

Dar pe lângă foaia de parcurs I4.0 bazată pe cercetare, pot fi formulate și 10 sfaturi practice care sunt ușor de utilizat pentru o implementare I4.0 de succes (Figura 9).

Figura 9: Rezumat al principalelor concluzii practice pentru implementarea tehnologiilor I4.0

| | | | | |
|-----------------------|-------------------|---|--|---|
| Step 0 | | Why Industry 4.0? | | |
| Technical side | | Align the I4.0 technologies! | | |
| Human side | Innovation | If you want innovation, create a system which maintains it and leave time for it! | | |
| | Connections | Create knowledge: connect people who can contribute! | Create the linkage between development and production areas! | |
| | I4.0 competencies | Build up your own I4.0 competencies! | | |
| | People of I4.0 | Find people who are truly interested! | Sometimes you should be a nutcracker! | Prepare for the retraining and relocations! |
| | I4.0 users | Involve, ask the users if you don't know what they want! | | |

Sursă: redactare proprie

10. Direcții de cercetare viitoare și limitări

Cercetarea are câteva direcții de cercetare viitoare promițătoare. Pe baza interviurilor, muncitorii în producție au un rol mai puțin important în adoptarea tehnologiilor I4.0, astfel încât în studiile ulterioare se va putea examina de ce este acest lucru astfel. Această întrebare evidențiază și una dintre limitări: am realizat interviurile doar cu manageri, ceea ce înseamnă că rolul și activitățile lor ar putea fi suprareprezentate, deoarece fiecare își cunoaște cel mai bine activitatea sa, astfel încât poate vorbi despre aceasta mult mai în detaliu. O altă limitare este reprezentată de numărul mic de firme analizate și de concentrarea regională restrânsă (doar două țări Est-Europene). În studiile ulterioare pot adăuga mai multe firme sau chiar pot realiza interviuri cu experți în dezvoltare și cu angajați din atelier. Aceste tehnologii analizate diferă unele de altele în multe dimensiuni. Aceasta ar putea fi încă o limitare a cercetării, deși nu am putut să mă concentrez pe un anumit tip de tehnologie I4.0. Natura acestui studiu este calitativă, prin urmare, rezultatele nu pot fi generalizate, ceea ce reprezintă o limitare.

Referințe

Articole științifice:

- Agarwal, V., Mathiyazhagan, K., Malhotra, S., Saikouk, T. (2021). Analysis of challenges in sustainable human resource management due to disruptions by Industry 4.0: an emerging economy perspective. *International Journal of Manpower*. Vol. ahead-of-print, No. ahead-of-print. (10.1108/IJM-03-2021-0192)
- Agostini, L., Filippini, R. (2019). Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0. *European Journal of Innovation Management*. 22(3), 406-421. (10.1108/EJIM-02-2018-0030)
- Ancillo, A. D. L., Gavrilă, S. G., del Castillio Díez, J. R. F., Beseler, J. C. (2021). LATAM and Spanish SME barriers to Industry 4.0. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*. Vol. ahead-of-print, No. ahead-of-print. (10.1108/ARLA-07-2021-0137)
- Badri, A., Boudreau-Trudel, B., Souissi, A. S. (2018). Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety Science*. 109, 403-411. (10.1016/j.ssci.2018.06.012)
- Bajic, B., Rikalovic, A., Suzic, N., Piuri, V. (2021). Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective. *IEEE Systems Journal*. 15(1), 546-559. (10.1109/JSYST.2020.3023041)
- Blayone, T. J. B., VanOostveen, R. (2021). Prepared for work in Industry 4.0? Modelling the target activity system and five dimensions of worker readiness. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 34(1), 1-19. (10.1080/0951192X.2020.1836677)
- Blayone, T. J. B., VanOostveen, R. (2021). Prepared for work in Industry 4.0? Modelling the target activity system and five dimensions of worker readiness. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 34(1), 1-19. (10.1080/0951192X.2020.1836677)
- Büchi, G., Cugno, M., Castagnoli, R. (2020). Smart factory performance and Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119790. (10.1016/j.techfore.2019.119790)
- Cagliano, R., Canterino, F., Longoni, A., Bartezzaghi, E. (2019). The interplay between smart manufacturing technologies and work organization: The role of technological complexity. *International Journal of Operations & Production Research*. 39(6/7/8), 913-934. (10.1108/IJOPM-01-2019-0093)
- Calabrese, A., Ghiron, N. L., Tiburzi, L. (2021). 'Evolutions' and 'revolutions' in manufacturers' implementation of industry 4.0: a literature review, a multiple case study, and a conceptual framework. *Production Planning & Control*. 32(3), 213-227. (10.1080/09537287.2020.1719715)
- Calitz, A., Poisat, P., & Cullen, M. (2017). The future African workplace: The use of collaborative robots in manufacturing. *Journal of Human Resource Management*, 15(1), 1-11. (10.4102/sajhrm.v15i0.901)
- Cardoso, R. D., de Lima, E. P., da Costa, S. E. G. (2012). Identifying organizational requirements for the implementation of Advanced Manufacturing Technologies (AMT). *Journal of Manufacturing Systems*. 31(3), 367-378. (10.1016/j.jmsy.2012.04.003)
- Cater, T., Cater, B., Cerne, M., Koman, M., Redek, T. (2021). Industry 4.0 technologies usage: motives and enablers. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(9), 323-345. (10.1108/JMTM-01-2021-0026)

- Chaka, C. (2020). Skills, competencies and literacies attributed to 4IR/Industry 4.0: Scoping review. *IFLA Journal*, 46(4), 369-399. (10.1177/0340035219896376)
- Chatterjee, S., Rana, N. P., Dwivedi, Y. K., Baabdullah, A. M. (2021). Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model. *Technological Forecasting and Social Change*. 170, 120880. (10.1016/j.techfore.2021.120880)
- Chin, T. C., Li, G. Y., Jiao, H., Addo, F., Jawahar, I. M. (2019). Career sustainability during manufacturing innovation A review, a conceptual framework and future research agenda. *Career Development International*. 24(6), 509-528. (10.1108/CDI-02-2019-0034)
- Cimini, C., Boffelli, A., Lagorio, A., Kalchschmidt, M., Pinto, R. (2021). How do industry 4.0 technologies influence organisational change? An empirical analysis of Italian SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(3), 695-721. (10.1108/JMTM-04-2019-0135)
- Cirillo, V., Rinaldini, M., Staccioli, J., Virgillito, M. E. (2021). Technology vs. workers: the case of Italy's Industry 4.0 factories. *Structural Change and Economic Dynamics*. 56, 166-183. (10.1016/j.strueco.2020.09.007)
- Costa, F., & Portioli-Staudacher, A. (2021). Labor flexibility integration in workload control in Industry 4.0 era. *Operations Management Research*, 14(3), 420-433. (10.1007/s12063-021-00210-2)
- Csiki, O., Demeter, K., & Losonci, D. (2023). How to improve firm performance?—The role of production capabilities and routines. *International Journal of Operations & Production Management*, (ahead-of-print). (10.1108/IJOPM-03-2022-0221)
- Cugno, M., Castagnoli, R., Buchi, G. (2021). Openness to Industry 4.0 and performance: The impact of barriers and incentives. *Technological Forecasting and Social Change*. 168, 120756. (10.1016/j.techfore.2021.120756)
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*. 226, 107617. (10.1016/j.ijpe.2020.107617)
- Da Silva, V. L., Kovaleski, J. L., Pagani, R. N., Silva, J. D., Corsi, A. (2020). Implementation of Industry 4.0 concept in companies: Empirical evidences. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 33(4), 325-342. (10.1080/0951192X.2019.1699258)
- Demeter, K., Losonci, D., Nagy, J. (2020). Road to digital manufacturing—a longitudinal case-based analysis. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(3), 820-839. (10.1108/JMTM-06-2019-0226)
- Dhalmahapatra, K., Maiti, J., Krishna, O. B. (2021). Assessment of virtual reality based safety training simulator for electric overhead crane operations. *Safety Science*. 139, 105241. (10.1016/j.ssci.2021.105241)
- Durach, C., Kembro, J., Wieland, A. (2017). A new paradigm for systematic literature re-views in supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*. 53(4), 67-85. (10.1111/jscm.12145)
- Dwivedi, G., Srivastava, S. K., Srivastava, R. K. (2017). Analysis of barriers to implement additive manufacturing technology in the Indian automotive sector. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 47(10), 972-991. (10.1108/IJPDLM-07-2017-0222)
- Fatorachian, H., Kazemi, H. (2018). A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: theoretical operationalisation framework. *Production Planning & Control*. 29(8), 633-644. (10.1080/09537287.2018.1424960)

- Flores, E., Xu, X., Lu, Y. (2020). Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 31(4), 687-703. (10.1108/JMTM-08-2019-0309)
- Foster-McGregor, N., Nomaler, Ö., Verspagen, B. (2021). Job automation risk, economic structure and trade: a European perspective. *Research Policy*. 104269. (10.1016/j.respol.2021.104269)
- Golan, M., Cohen, Y., Singer, G. (2020). A framework for operator - workstation interaction in Industry 4.0. *International Journal of Production Research*. 58(8), 2421-2432. (10.1080/00207543.2019.1639842)
- Horváth, D., Szabó, R. Z. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Technological Forecasting and Social Change*. 146, 119-132. (10.1016/j.techfore.2019.05.021)
- Ito, A., Ylipaa, T., Gullander, P., Bokrantz, J., Centerholt, V., Skoogh, A. (2021). Dealing with resistance to the use of Industry 4.0 technologies in production disturbance management. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(9), 285-303. (10.1108/JMTM-12-2020-0475)
- Jerman, A., Bach, MP., Aleksic, A. (2020). Transformation towards smart factory system: Examining new job profiles and competencies. *Systems Research and Behavioral Science*. 37(2), 388-402. (10.1002/sres.2657)
- Johansson, S., Kullstrom, M., Bjork, J., Karlsson, A., Nilsson, S. (2021). Digital production innovation projects - The applicability of managerial controls under high levels of complexity and uncertainty. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(3), 772-794. (10.1108/JMTM-04-2019-0145)
- Kagermann, H., Wolfgang, W., Johannes, H. (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0*. Berlin: Industrie 4.0 Working Group of Acatech.
- Karadayi-Usta, S. (2020). An Interpretive Structural Analysis for Industry 4.0 Adoption Challenges. *IEEE Transition on Engineering Management*. 67(3), 973-978. (10.1109/TEM.2018.2890443)
- Kauppi, K., Brandon-Jones, A., Ronchi, S., van Raaij, E. M. (2013). Tools without skills: Exploring the moderating effect of absorptive capacity on the relationship between e-purchasing tools and category performance. *International Journal of Operations & Production Research*. 33(7), 828-857. (10.1108/IJOPM-12-2011-0445)
- Kaur, R., Awasthi, A., & Grzybowska, K. (2020). Evaluation of key skills supporting industry 4.0—a review of literature and practice. *Sustainable Logistics and Production in Industry 4.0: New Opportunities and Challenges*, 19-29. (10.1007/978-3-030-33369-0_2)
- Kazancoglu, Y., Ozkan-Ozen, Y. D. (2018). Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL. *Journal of Enterprise Information Management*. 31(6), 891-907. (10.1108/JEIM-01-2017-0015)
- Lee, J., Bagheri, B., Kao, H.A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*. 3, 18-23. (10.1016/j.mfglet.2014.12.001)
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0—a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*. 55(12), 3609-3629. (10.1080/00207543.2017.1308576)

- Liboni, L. B., Cezarino, L. O., Jabbour, C. J. C., Oliveira, B. G., Stefanelli, N. O. (2019). Smart industry and the pathways to HRM 4.0: implications for SCM. *Supply Chain Management: An International Journal*. 24(1), 124-146. (10.1108/SCM-03-2018-0150)
- Malik, N., Tripathi, S. N., Kar, A. K., Gupta, S. (2021). Impact of artificial intelligence on employees working in industry 4.0 led organizations. *International Journal of Manpower*. Vol. ahead-of-print, No. ahead-of-print. (10.1108/IJM-03-2021-0173)
- Margherita, E. G., Braccini, A. M. (2021). Managing industry 4.0 automation for fair ethical business development: A single case study. *Technological Forecasting and Social Change*. 172, 121048. (10.1016/j.techfore.2021.121048)
- Marnewick, C., Marnewick, A. L. (2020). The Demands of Industry 4.0 on Project Teams. *IEEE Transition on Engineering Management*. 67(3), 941-949. (10.1109/TEM.2019.2899350)
- McCutcheon, D. M., & Meredith, J. R. (1993). Conducting case study research in operations management. *Journal of Operations Management*, 11(3), 239-256. (10.1016/0272-6963(93)90002-7)
- Mishra, H., Venkatesan, M. (2021). Blockchain in human resource management of organizations: an empirical assessment to gauge HR and non-HR perspective. *Journal of Organizational Change Management*. 34(2), 525-542. (10.1108/JOCM-08-2020-0261)
- Mittal, S., Khan, M. A., Purohit, J. K., Menon, K., Romero, D., Wuest, T. (2020). A smart manufacturing adoption framework for SMEs. *International Journal of Production Research*. 58(5), 1555-1573. (10.1080/00207543.2019.1661540)
- Moeuf, A., Lamouri, S., Pellerin, R., Tamayo-Giraldo, S., Tobon-Valencia, E., Eburdy, R. (2020). Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. *International Journal of Production Research*. 58(5), 1384-1400. (10.1080/00207543.2019.1636323)
- Mohelska, H., Sokolova, M. (2018). Management approaches for Industry 4.0—the organizational culture perspective. *Technological and Economic Development of Economy*. 24(6), 2225-2240. (10.3846/tede.2018.6397)
- Nayernia, H., Bahemia, H., Papagiannidis, S. (2021). A systematic review of the implementation of industry 4.0 from the organisational perspective. *International Journal of Production Research*, 60(14), 4365-4396. (10.1080/00207543.2021.2002964).
- Neumann, W. P., Winkelhaus, S., Grosse, E. H., Glock, C. H. (2021). Industry 4.0 and the human factor - A systems framework and analysis methodology for successful development. *International Journal of Production Economics*. 233, 107995. (10.1016/j.ijpe.2020.107992)
- Niaki, M. K., Nonino, F. (2017). Additive manufacturing management: a review and future research agenda. *International Journal of Production Research*. 55(5), 1419-1439. (10.1080/00207543.2016.1229064)
- Nicolas-Agustin, A., Jimenez-Jimenez, D., Maeso-Fernandez, F. (2021). The role of human resource practices in the implementation of digital transformation. *International Journal of Manpower*. Vol. ahead-of-print, No. ahead-of-print. (10.1108/IJM-03-2021-0176)
- Olsen, T. L., Tomlin, B. (2020). Industry 4.0: Opportunities and challenges for operations management. *Manufacturing & Service Operations Management*. 22(1), 113-122. (10.1287/msom.2019.0796)
- Osterrieder, P., Budde, L., Friedli, T. (2020). The smart factory as a key construct of industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of Production Economics*. 221, 107476. (10.1016/j.ijpe.2019.08.011)

- Ozkan-Ozen, YD., Kazancoglu, Y. (2021). Analysing workforce development challenges in the Industry 4.0. *International Journal of Manpower*. Vol. ahead-of-print, No. ahead-of-print. (10.1108/IJM-03-2021-0167)
- Rampersad, G. (2020). Robot will take your job: Innovation for an era of artificial intelligence. *Journal of Business Research*, 116, 68-74. (10.1016/j.jbusres.2020.05.019)
- Sadeghi Moghadam, M. R., Ghasemnia Arabi, N., & Khoshsima, G. (2021). A review of case study method in operations management research. *International Journal of Qualitative Methods*, 20, 16094069211010088. (10.1177/16094069211010088)
- Schneider, P. (2018). Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. *Review of Managerial Science*. 12(3), 803-848. (10.1007/s11846-018-0283-2)
- Schneider, P., Sting, F. J. (2020). Employees' perspectives on digitalization-induced change: Exploring frames of industry 4.0. *Academy of Management Discoveries*. 6(3), 406-435. (10.5465/amd.2019.0012)
- Selvarajoo, S., Ghazilla, R. A. R., Mamat, A. (2021). Industrial practices of collaborative manufacturing involving tool and die development: Malaysian perspective. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(2), 485-505. (10.1108/JMTM-07-2019-0266)
- Seuring, S., Gold, S. (2012). Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*. 17(5), 544-555 (10.1108/13598541211258609)
- Shet, S. V., Pereira, V. (2021). Proposed managerial competencies for Industry 4.0-Implications for social sustainability. *Technological Forecasting and Social Change*. 173, 121080. (10.1016/j.techfore.2021.121080)
- Shin, W. S., Seok Lee, Y., Dahlgard, J. J. (2019). A pattern-based decision framework in the era of Industry 4.0. *Total Quality Management & Business Excellence*. 30, S158-S181. (10.1080/14783363.2019.1665840)
- Singh, R. K., Agrawal, S., Modgil, S. (2021). Developing human capital 4.0 in emerging economies: an industry 4.0 perspective. *International Journal of Manpower*. Vol. ahead-of-print, No. ahead-of-print. (10.1108/IJM-03-2021-0159)
- Sony, M., & Mekoth, N. (2022). Employee adaptability skills for Industry 4.0 success: a road map. *Production & Manufacturing Research*, 10(1), 24-41. (10.1080/21693277.2022.2035281)
- Stadnicka, D., Antonelli, D. (2019). Human-robot collaborative work cell implementation through lean thinking. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32(6), 580-595. (10.1080/0951192X.2019.1599437)
- Stentoft, J., Wickstrom, K. A., Philipsen, K., Haug, A. (2021). Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers. *Production Planning & Control*. 32(10), 811-828. (10.1080/09537287.2020.1768318)
- Stentoft, J., Wickstrom, K. A., Philipsen, K., Haug, A. (2021). Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers. *Production Planning & Control*. 32(10), 811-828. (10.1080/09537287.2020.1768318)
- Stornelli, A., Ozcan, S., Simms, C. (2021). Advanced manufacturing technology adoption and innovation: A systematic literature review on barriers, enablers, and innovation types. *Research Policy*. 50(6), 104229. (10.1016/j.respol.2021.104229)

- Szász, L., Demeter, K., Rácz, B.-G., Losonci, D. (2021). Industry 4.0: a review and analysis of contingency and performance effects. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(3), 667-694. (10.1108/JMTM-10-2019-0371)
- Tortorella, G., Miorando, R., Caiado, R., Nascimento, D., Staudacher, A. P. (2021). The mediating effect of employees' involvement on the relationship between Industry 4.0 and operational performance improvement. *Total Quality Management & Business Excellence*. 32(1-2), 119-133. (10.1080/14783363.2018.1532789)
- Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*. 14(3), 207-222. (10.1111/1467-8551.00375)
- Ukobitz, D. V. (2021), Organizational adoption of 3D printing technology: a semisystematic literature review. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(9), 48-74. (10.1108/JMTM-03-2020-0087)
- Vereycken, Y., Ramioul, M., Desiere, S., Bal, M. (2021). Human resource practices accompanying industry 4.0 in European manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 32(5), 1016-1036. (10.1108/JMTM-08-2020-0331)
- Zangiacomì, A., Pessot, E., Fornasiero, R., Bertetti, M., Sacco, M. (2020). Moving towards digitalization: a multiple case study in manufacturing. *Production Planning & Control*. 31(2-3), 143-157. (10.1080/09537287.2019.1631468)

Lucrări de conferință:

- Demeter, K., Losonci, D., Szász, L., Rácz, B. G. (2018). Assessing Industry 4.0 readiness: a multi-country industry level analysis. *Annual European Operations Management Association (EurOMA) conference*.
- Pinzone, M., Fantini, P., Perini, S., Garavaglia, S., Taisch, M., & Miragliotta, G. (2017). Jobs and skills in Industry 4.0: an exploratory research. In *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017 (Hamburg, Germany)*, 1, 282-288. Springer International Publishing.
- Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, Å., Gorecky, D. (2016). Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies, *In proceedings of the International Conference on Computers and Industrial Engineering (Tianjin, China)*, 29-31.
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *In 2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD)*, 2147-2152.

Cărți:

- Morais, R. (2010). *Scientific method*. In A. Mills, G. Durepos, & E. Wiebe (Eds.) *Encyclopedia of case study research (Vol. 2, pp. 840-842)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. (2007). *Operations management*. Pearson, Edingurgh Gate.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods (4th Ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Surse online:

Alan, L. (2018). *Manufacturers get digital – or say they do*. Retrieved from: <https://www.wardsauto.com/technology/manufacturers-get-digital-or-say-they-do>, Last accessed on: 01.09.2022.

amfg.ai (2019). *7 exciting examples of 3D printing in the automotive industry*. Retrieved from: <https://amfg.ai/2019/05/28/7-exciting-examples-of-3d-printing-in-the-automotive-industry/?cn-reloaded=1>, Last accessed on: 01.09.2022.

automotiveworld.com (2015). *Industry 4.0 and the digital transformation of the automotive industry*. Retrieved from: <https://www.automotiveworld.com/articles/industry-4-0-digital-transformation-automotive-industry/>, Last accessed on: 01.09.2022.

digital-agenda-data.eu (2022). *DESI by components*. Retrieved from: https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-components#chart={%22indicator%22:%22desi%22,%22breakdown-group%22:%22desi%22,%22unit-measure%22:%22pc_desi%22,%22time-period%22:%222022%22}, Last accessed on: 28.06.2023.

digital-strategy.ec.europa.eu (2023a). *The Digital Europe Programme*. European Commission. Retrieved from: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>, Last accessed on: 20.06.2023.

digital-strategy.ec.europa.eu (2023b). *Connecting Europe Facility - CEF Digital*. European Comission. Retrieved from: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/cef-digital>, Last accessed on: 20.06.2023.

ec.europa.eu (2017). *Digitising European Industry - catalogue of initiatives*. Retrieved from: <https://ec.europa.eu/futurium/en/content/digitising-european-industry-catalogue-initiatives>, Last accessed on: 01.09.2022.

i40platform.hu (2016). *Ipar 4.0*. Retrieved from: <https://www.i40platform.hu/>, Last accessed on: 01.09.2022.

McKinsey (2022). *The Fourth Industrial Revolution will be people powered*. Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-fourth-industrial-revolution-will-be-people-powered?fbclid=IwAR1xlpTMn0pz6pP-dNTWXfA7MO4fw6UJKch7hoA2Gz2kYZxzLBaGzU2uUIQ>, Last accessed on: 01.09.2022.

zf.ro (2022). *Business MAGAZIN lansează catalogul TOP DIGITAL TRANSFORMERS*. Retrieved from: https://www.zf.ro/companii/business-magazin-lanseaza-catalogul-top-digital-transformers-20644955?fbclid=IwAR0t4NaTuRPtqkq_4QOpJWdoObEWckBl5uev_lfIEoMzfCtVQnJd1YjuUG4, Last accessed on: 28.06.2023.