

# DIGITIZARE, DIGITALIZARE ȘI TRANSFORMARE DIGITALĂ

VIOREL IULIAN TĂNASE,  
RUXANDRA VICTORIA PARASCHIV

**Digitization, Digitalization, and Digital Transformation.** The Digitization process marks the beginning of the fourth industrial revolution with significant implications in industry, economy, science and society. A new philosophy comes with digitization, AI, and biotechnology that aims to orient the results for the good of the human being. The collaborative but competitive relationship between man and machine, but also between the machines, leads to important mutations on the labor market and the irrelevance of work in the next period.

**Key words:** digitization; information system; immersive experience; Blockchain concept; virtual reality; augmented reality; mixed reality

## Introducere

Actuala etapă de dezvoltare tehnologică a conferit tehnologiei capacitatea de a genera schimbări la nivel comportamental, al mentalității și a proceselor fundamentale de funcționare a societății. Klaus Schwab, în lucrarea *The Fourth Industrial revolution* (2016) introduce conceptual de Industry 4.0, a patra revoluție industrială care integrează tehnologic subsistemele fizic, biologic și digital.

Dintre numeroasele provocări diverse și fascinante cu care ne confruntăm astăzi, cea mai intensă și mai importantă este înțelegerea și modelarea noii revoluții tehnologice, care implică transformarea omenirii. A început o revoluție care schimbă fundamental modul în care trăim, lucrăm și interacționăm. Prin amploarea, complexitatea și implicațiile sale, a patra revoluție industrială este diferită de orice omenirea a experimentat înainte.

Acum există posibilitatea de a avea miliarde de persoane conectate prin dispozitive mobile simultan, ceea ce generează o cantitate mare de date, putere de prelucrare, capacități de stocare și a accesul la cunoștințe fără precedent. Inovațiile tehnologice emergente acoperă domenii ample cum ar fi inteligența artificială (AI), robotica, internetul obiectelor (IoT), internetul obiectelor în industrie (IIoT), vehiculele autonome, imprimarea 3D, nanotehnologia, biotehnologia, știința materialelor, calcul cuantic, etc. Inovațiile se construiesc și se amplifică reciproc într-o fuziune a tehnologiilor în întreaga lume fizică, digitală și biologică.

Sunt schimbări profunde în toate industriile, marcate de apariția unor noi modele de afaceri și de restructurarea sistemelor de producție, consum, transport și distribuție. În societate are loc o schimbare de paradigmă determinată de modul în care lucrăm, comunicăm, ne exprimăm, ne informăm și ne distrăm. Guvernele și

instituțiile sunt reformulate, la fel ca sistemele de educație, asistență medicală, transport, apărare, securitate, etc. Noile modalități de utilizare a tehnologiei schimbă comportamentul și sistemele de producție și consum oferind posibilitatea de a sprijini regenerarea și conservarea mediului natural, mai degrabă decât crearea de costuri ascunse sub formă de externalități. Modificările sunt istorice în ceea ce privește mărirea, viteza și domeniul de aplicare.

În timp ce incertitudinea profundă în ceea ce privește dezvoltarea și adoptarea tehnologiilor emergente înseamnă că nu știm încă cum se vor desfășura transformările determinate de această revoluție industrială, complexitatea și interconectarea lor în sectoare implică faptul că toți factorii interesați ai societății globale – guverne, afaceri, și societatea civilă – au responsabilitatea de a colabora pentru a înțelege mai bine tendințele emergente.

Înțelegerea partajată este deosebit de importantă dacă dorim să formăm un viitor colectiv care să reflecte obiectivele și valorile comune. Trebuie să avem o viziune globală și globală asupra modului în care tehnologia ne schimbă viețile și a celor ale generațiilor viitoare și cum transformă contextul economic, social, cultural și uman în care trăim.

Modificările sunt atât de profunde încât, din perspectiva istoriei umane, nu a existat niciodată o perioadă de promisiune mai mare sau potențial pericol. Preocuparea mea însă este că factorii de decizie sunt adesea prinși în gândire tradițională, liniară (și nedireptivă) sau prea absorbiți de îngrijorările imediate, pentru a gândi strategic despre forțele de perturbare și inovare care ne modelează viitorul.

### **Caracteristicile generale ale digitalizării**

Suntem conștienți de faptul că unii academicieni și profesioniști consideră evoluțiile la care mă uit doar ca o parte a celei de-a treia revoluții industriale. Trei motive susțin ideea că este în desfășurare o revoluție tehnologică distinctă:

1. *Viteza*: spre deosebire de revoluțiile industriale anterioare, aceasta evoluționează într-un ritm mai degrabă exponențial decât liniar. Acesta este rezultatul lumii multifate, profund interconectate în care trăim și al faptului că noile tehnologii produc o tehnologie mai nouă și mai capabilă.

2. *Lățimea și adâncimea*: se bazează pe revoluția digitală și combină mai multe tehnologii care duc la schimbări de paradigmă fără precedent în economie, în afaceri, în societate și în mod individual. Nu se schimbă doar „ce” și „cum” de a face lucrurile, ci și „cine” suntem.

3. *Impactul sistemelor*: implică transformarea întregului sistem, în întreaga țară (și în interiorul țării), al companiilor, al industriei și al societății în ansamblu.

Este important să știm ce este, ce va aduce, cum ne va afecta și ce se poate face pentru a valorifica pentru binele comun implementarea celei de-a patra revoluție industrială. Acest volum este destinat tuturor celor interesați de viitorul nostru care se angajează să folosească oportunitățile acestei schimbări revoluționare pentru a face din lume un loc mai bun.

Obiectivele sunt: creșterea gradului de conștientizare cu privire la complexitatea și viteza revoluției tehnologice și la impactul său multilateral, crearea unui cadru pentru

a se gândi la revoluția tehnologică care să sublinieze problemele de bază și să evidențieze posibilele răspunsuri; realizarea unei platforme pentru a inspira cooperarea și parteneriatele public-privat cu privire la aspectele legate de revoluția tehnologică.

Mai presus de toate, vrem să cunoaștem modul în care tehnologia și societatea coexistă. Tehnologia nu este o forță exogenă asupra căreia nu avem control. Nu suntem constrânși de o alegere binară între „acceptați și trăiți cu ea” și „respingeți și trăiți fără ea”. Schimbările tehnologice dramatice sunt o invitație de a reflecta cine suntem și cum vedem lumea. Cu cât ne gândim mai mult la modul de valorificare a revoluției tehnologice, cu atât vom examina mai mult pe noi înșine și modelele sociale subiacente pe care aceste tehnologii le încorporează și le permit și cu atât mai mult vom avea ocazia de a modela revoluția într-un mod care îmbunătățește starea lumii.

### Trăsăturile digitalizării

Digitizarea este trecerea (conversia) de la reprezentarea analogică (înregistrări pe bandă magnetică, documente pe hârtie sau oricare alt suport) la cea digitală, a lucrurilor, cu scopul de a digitaliza și automatiza procesele sau fluxurile de lucru. Prin digitizare creem o versiune digitală (biți și byte, octeți) a lucrurilor analogice, fizice, cum sunt: documentele pe hârtie; imaginile de pe microfilm; fotografiile clasice; sunetele și animațiile; înregistrări medicale, date despre locație și timp; cărți de identitate; cărți, broșure, reviste, tablouri, sculpturi, lucrări de arhitectură, etc.

Din perspectiva *relației cu documentul original*, digitizarea este: (1) Dublarea documentului original (scanarea unei cărți rare care este pusă la dispoziția cercetătorilor, în format digital, iar originalul rămâne la locul de păstrare); (2) Dispariția originalului (captarea unei convorbiri la o prezentare sau eveniment), formatul digital continuând să existe; (3) Reprezentarea digitală a unei clădiri prin proiectul original sau prin scanarea imaginii fizice.

Din perspectiva *scopului* digitizării: 1. Transferul informației fizice în format digital. Utilizăm scanerele și realizăm o reprezentare digitală (imaginea documentului, jpg, gif, etc.) pentru ca ulterior să utilizăm softuri de recunoaștere (tehnologii integrate) și de extragere a datelor necesare alimentării fluxului de lucru, a sistemelor, proceselor, SGBD, pentru a atinge diverse obiective: recunoașterea persoanei după o fotografie, recunoașterea persoanei după mers sau forma irisului, codul ADN, amprentă, etc); 2. Pentru acțiuni, procese, digitizăm pentru a introduce datele într-un lanț de evenimente, acțiuni, fluxuri de lucru sau procese. Din această perspectivă digitizarea reprezintă conectarea oamenilor, a proceselor, a datelor și lucrurilor pentru a furniza informații pertinente și inteligente diverselor procese. Digitalizarea este definită din trei perspective distincte:

În business, digitalizarea reprezintă activarea, îmbunătățirea, transformarea operațiunilor sau funcțiilor de afaceri, a modelelor, proceselor sau activităților, prin utilizarea tehnologiilor și datelor digitale, acționabile către un obiectiv predeterminat. Digitizarea se referă în special la sisteme de înregistrare, stocare și management, digitalizarea se referă la sisteme de implicare și cunoaștere prin utilizarea datelor și a proceselor digitalizate.

A doua perspectivă o reprezintă digitalizarea unui mediu, zone sau flux. Locul de muncă digital presupune: lucruri digitale; instrumente digitale; platforme de colaborare sociale; platforme de comunicare unificate.

A treia perspectivă a digitalizării se referă la adoptarea continuă a tehnologiilor digitale în toate activitățile societale și umane: asistență medicală digitală, medicina predictivă sau preventivă; guvernare și marketing digital; publicitate digitală.

În concluzie, digitalizarea vizează atât schimbarea operațiunilor și a modelelor de afaceri, cât și schimbarea fluxurilor de venituri și a noilor oportunități de afaceri.

*Transformarea digitală* este transformarea profundă și accelerată a activităților, proceselor, competențelor și modelelor de afaceri, în conformitate cu oportunitățile tehnologiilor digitale precum și impactul lor asupra activității cognitiv-emoționale, comportamentului și acțiunilor indivizilor societății care conduc realizarea unei noi economii și societăți. În raport de impactul pe care-l au și a cronologiei de implementare avem: digitizare, digitalizare și transformare digitală. *Experiența imersivă* reprezintă o formă de a pătrunde, a ne cufunda într-o altă lume; ea ne stimulează simțurile și ne transpune într-un alt loc, într-un alt timp sau într-o altă realitate; călătorim în timp și spațiu, într-un spațiu virtual sau real. Imersiunea a fost experimentată prin practici oculte, cu substanțe chimice iar astăzi prin tehnologie. Experiențe imersive sunt: – transmisiile live de concerte, competiții sportive, aplicații; – jocuri video, videoconferințe; – interfețele cognitive și intuitive ale aplicațiilor soft; – utilizarea realității extinse sau hibride (XR sau HR) cu cele două forme: realitate virtuală (VR) și realitate augmentată (AR). VR și AR sunt cele două inovații care înlătură limitele date de distanță și conectează oamenii, informațiile și experiențele. Gradul de imersivitate al unei experiențe depinde de: calitate vizuală (rezoluție, acuratețea culorilor, lumină, contrast), calitate sonoră (intensitate, frecvență, amplitudine), interacțiuni intuitive. Utilizând tehnologia transformăm orice spațiu din realitate în format digital interactiv sau putem crea un spațiu digital nou.

În concluzie, experiența imersivă reprezintă o formă de a pătrunde sau de a ne cufunda parțial sau total în altă lume; ea ne stimulează simțurile și ne transpune într-un loc sau într-o altă realitate. Învățarea din experiență are trei componente: cunoștințe – concepte, fapte, informație și experiența anterioară, activități – cunoștințe aplicate la evenimente curente, și reflecție – gândire axată pe analiza și evaluarea propriilor activități.

*Analiza de proces* (reviewing) reprezintă învățarea din propria experiență și include: reflecția asupra experienței, analiza experienței, găsirea semnificațiilor experienței, comunicarea experienței, resemnificarea experienței și învățarea din experiență. *Oglinda digitală* este reprezentarea digitală care arată fiecăruia ce i se potrivește. Gândirea axată pe eveniment (gândirea experiențială) are trei componente: cunoștințele (concepte, fapte, informație și experiență), activități (cunoștințe aplicate la evenimente curente, în desfășurare) și reflecție (gândire axată pe analiza și evoluția propriilor activități). Caracteristicile fundamentale ale *Industry 4.0* sunt: (1) IA și Machine Learning; (2) Blockchain; (3) IIOT, Internetul lucrurilor în industrie; (4) realitatea virtuală; (5) realitatea augmentată; (6) realitatea mixtă sau hibridă; (7) roboții și coboții; (8) mașinile autonome.

## Concepte specifice

**1. IA și Machine Learning.** Prin IA computerele pot înțelege limbajul uman, pot recunoaște obiecte, sunete, culori și alți stimuli din mediul exterior, pot să învețe, să planifice și să rezolve probleme. Gartner definește rețeaua digitală inteligentă ca fiind interacțiunea dintre persoane, dispozitive, conținut și servicii. IA contaminează toate tehnologiile permițând realizarea de sisteme dinamice, flexibile și autonome. Inteligența presupune: fundamentele IA, aplicații și servicii analitice inteligente și obiecte inteligente. Digital presupune oglinzi digitale, tehnologii cloud to the Edge, platformă conversațională și experiență imersivă. Rețeaua presupune Blockchain, gândire centrată pe eveniment, evaluarea de risc și încrederea continuă și adaptativă. Machine Learning (ML) este o modalitate prin care se obține IA; ML descrie procesul prin care un sistem computerizat învață din datele pe care le accesează fără să fie programat pentru această sarcină. Sistemul nu învață plecând de la un algoritm ci construiește un algoritm în timp ce învață prin: recunoaștere de tipare (pattern-uri) și metode de analiză statistică aplicate pe cantități uriașe de date. Cele mai cunoscute aplicații ale ML sunt: estimarea cursului acțiunilor la bursă și decizii privind tranzacții și investiții; diagnosticare în medicină; analiza datelor generate de vehicule în dinamică, identificând tipare de comportament pentru fluidizarea traficului; identificarea preferințelor consumatorilor și personalizarea reclamelor și recomandărilor.

**2. Conceptul Blockchain.** Blockchain a câștigat popularitate după 2009, odată cu apariția monedei Bitcoin. Stuart Haber și W. Scott Stornetta au creat conceptul de blockchain (Internetul valorilor), date stocate în blocuri înlănțuite și securizate criptografic. În 2009, blockchain a devenit soluția pentru tranzacții rapide, securizate și descentralizate. Tehnologia blockchain a devenit soluția pentru tranzacții rapide, securizate și descentralizate. Tehnologia Blockchain redefinește conceptul de tranzacție. În absența unei entități centrale care păstrează, administrează și taxează informația, respectiv valoarea, tehnologia păstrează în ecuație doar subiecții tranzacției, inițiatorul și beneficiarul, eliminând părțile terțe. În cazul tehnologiei blockchain nu există costuri de tranzacție, doar costuri de infrastructură; blockchain redefinește conceptul de schimb, excluzând intermediarii tranzacției, există doar emițător (producător) și destinatar (utilizator).

**3. Internetul lucrurilor în industrie (Industrial Internet of Things – IIOT).** În domeniul industrial, IoT integrează mașinile inteligente, datele avansate și oamenii într-un ecosistem performant și fluent.

**4. Realitatea virtuală (Virtual Reality/VR).** Tehnologia RV emulează experiența interacțiunii cu mediul înconjurător, aducând-o cel mai aproape de realitatea cunoscută. Prin simularea vizuală, auditivă și chinestezică, RV ne permite să părăsim mediul real și să devenim parte integrantă dintr-o realitate alternativă, să interacționăm cu elementele care o compun; tehnologia creează o versiune a realității pe care creierul o percepe ca fiind reală deși ea nu există cu adevărat. RV redefinește procesul de învățare, facilitând accesul la informația de specialitate în timp real, eliminând constrângerile de natură fizică.

5. *Realitatea augmentată* (Augmented Reality/AR). Tehnologia AR seamănă cu RV însă nu are același efect de captivitate, utilizatorul nu pierde contactul cu mediul înconjurător. RA construiește o realitate alternativă pornind de la mediul real pe care-l îmbogățește cu elemente generate de computer.

6. *Realitatea mixtă* (Mixed reality/MR) sau hibridă este o tehnologie mai nouă decât AR și VR, care creează spații predominant virtuale, în care obiecte și oameni din lumea reală se integrează dinamic cu lumi proiectate, producând astfel medii și realități noi, unde obiecte digitale și fizice coexistă și interacționează.

7. *Roboții și co-roboții sau coboții* (roboți colaborativi creați după teoria jocurilor) industriali dispun de IA, capacități autonome de cogniție, decizie, învățare și adaptare. Sunt echipați cu senzori, tehnologii și sisteme inteligente, care îi conectează cu alte ecosisteme. Datorită senzorilor și funcțiilor de ML coboții sunt conștienți de prezența oamenilor, a gradului de proximitate, a locului și contextului în care se află.

8. *Mașinile autonome* (Driverless). Tehnologia driverless oferă utilizatorilor un grad înalt de autonomie, mașina este complet autonomă.

## Concluzii

1. Digitalizarea redefinește disciplinele tehnice și speculative, economiile, industriile și societatea exercitând un impact fără precedent asupra modului în care muncim, trăim, ne comportăm și acționăm în societate.

2. Următoarea generație de modele și ecosisteme digitale de afaceri este determinată de IA, experiențele imersive, oglinzile digitale, gândirea axată pe eveniment, securitatea adaptivă continuă.

3. În ciuda potențialului impact pozitiv al tehnologiei asupra creșterii economice, este totuși esențial să se rezolve impactul său negativ posibil, cel puțin pe termen scurt, pe piața muncii. Temerile legate de impactul tehnologiei asupra locurilor de muncă nu sunt noi. În 1931, economistul John Maynard Keynes a avertizat cu precădere despre șomajul tehnologic larg răspândit „datorită descoperirii mijloacelor de economisire a muncii care depășesc ritmul în care putem găsi noi utilizări pentru muncă”. Acest lucru sa dovedit a fi greșit dar ce dacă de data aceasta era adevărat? În ultimii ani, dezbateră a fost reintrodusă prin dovezi ale computerelor care înlocuiesc un număr de locuri de muncă, în special ordonatori, casieri și operatori de telefonie.

4. Motivele pentru care noua revoluție tehnologică va provoca mai multe răsturnări decât revoluțiile industriale anterioare sunt cele menționate deja în introducere: viteza (totul se întâmplă într-un ritm mult mai rapid decât oricând), lățimea și adâncimea (atât de multe schimbări radicale se produc simultan), și transformarea completă a sistemelor întregi. În lumina acestor factori de conducere, există o certitudine: noile tehnologii vor schimba dramatic natura muncii în toate industriile și ocupațiile. Incertitudinea fundamentală are legătură cu măsura în care automatizarea va înlocui forța de muncă. Pentru a înțelege acest lucru, trebuie să înțelegem cele două efecte concurente pe care le exercită tehnologia asupra ocupării forței de muncă. În primul rând, există un efect de distrugere, deoarece întreruperile și automatizarea alimentate de tehnologie înlocuiesc capitalul cu forța de muncă, obligând lucrătorii să devină șomeri sau să-și realoce competențele în altă parte. În al doilea rând, acest efect

de distrugere este însoțit de un efect de capitalizare în care cererea de bunuri și servicii noi crește și conduce la crearea de noi ocupații, întreprinderi și chiar industriile. Ca ființe umane, avem o abilitate uimitoare de adaptare și ingeniozitate. Dar cheia aici este momentul și măsura în care efectul de capitalizare înlocuiește efectul de distrugere și cât de repede va fi înlocuirea.

5. Există aproximativ două tabere opuse în ceea ce privește impactul tehnologiilor emergente pe piața muncii: cei care cred într-un sfârșit fericit - în care lucrătorii strămutate prin tehnologie vor găsi noi locuri de muncă și în care tehnologia va dezlănțui o nouă eră a prosperității; și cei care cred că va duce la un Armagedon social și politic progresiv prin crearea șomajului tehnologic pe o scară masivă. Istoria arată că rezultatul va fi probabil undeva în mijloc. Întrebarea este: Ce ar trebui să facem pentru a stimula mai multe rezultate pozitive și pentru a ajuta pe cei captuși în tranziție? A fost întotdeauna cazul în care inovația tehnologică distruge unele locuri de muncă, pe care le înlocuiește la rândul lor cu altele noi într-o activitate diferită și, eventual, într-un alt loc. Luați agricultura ca exemplu. În SUA, oamenii care lucrau pe teren au constituit 90% din forța de muncă la începutul secolului al XIX-lea, dar astăzi aceasta reprezintă mai puțin de 2%. Această reducere dramatică a avut loc relativ bine, cu o întrerupere minimă socială sau o șomaj endemic. Economia aplicațiilor oferă un exemplu al unui nou ecosistem de locuri de muncă. A început doar în 2008, când Steve Jobs, fondatorul Apple, a lăsat dezvoltatorii externi să creeze aplicații pentru iPhone. Până la mijlocul anului 2020, economia globală a aplicațiilor ar fi trebuit să genereze venituri de peste 125 miliarde de dolari, depășind industria cinematografică, care există de peste un secol.

6. Tehnologia poate fi perturbatoare, dar susține că întotdeauna se termină îmbunătățirea productivității și creșterea bogăției, ceea ce conduce, la rândul ei, la o cerere mai mare de bunuri și servicii și la noi tipuri de locuri de muncă pentru a satisface. Substanța argumentului este după cum urmează: Nevoile și dorințele omului sunt infinite, astfel încât procesul de aprovizionare a acestora ar trebui să fie, de asemenea, infinit. Barring recesiuni normale și depresiuni ocazionale, va exista întotdeauna muncă pentru toată lumea. Semnele timpurii indică un val de inovație care substituie forța de muncă din mai multe industrii și categorii de locuri de muncă care se vor întâmpla probabil în deceniile următoare.

7. Multe categorii diferite de muncă, în special cele care implică muncă mecanică repetitivă și precisă, au fost deja automatizate. Mulți alții vor urma, deoarece puterea de calcul continuă să crească exponențial. Mai devreme decât cel mai anticipat, activitatea profesiilor diferite de avocați, analiști financiari, medici, jurnaliști, contabili, asigurători sau bibliotecari poate fi parțial sau complet automatizată. Până acum, dovezile sunt următoarele: A patra revoluție industrială pare să creeze mai puține locuri de muncă în industriile noi decât revoluțiile anterioare. Conform unei estimări din Programul Oxford Martin privind tehnologia și ocuparea forței de muncă, doar 0,5% din forța de muncă din SUA este angajată în industrii care nu au existat la începutul secolului, procent semnificativ mai mic decât aproximativ 8% noi industrii în anii 1980 și 4,5% din noile locuri de muncă create în anii 1990. Acest lucru este coroborat de recenta Recensământ Economic al Statelor Unite, care pune în lumină interesantă relația dintre tehnologie și șomaj. Aceasta arată că inovațiile în domeniul informațiilor

și al altor tehnologii perturbatoare tind să crească productivitatea prin înlocuirea lucrătorilor existenți, în loc să creeze noi produse care necesită mai multă forță de muncă pentru a le produce.

Doi cercetători de la Școala Oxford Martin, economistul Carl Benedikt Frey și expertul în învățarea mașinilor, Michael Osborne, au cuantificat efectul potențial al inovării tehnologice asupra șomajului, clasând 702 de profesii diferite, în funcție de probabilitatea de a fi automatizate, de la cei mai puțin susceptibili de risc ("0" care nu corespunde deloc riscului) celor care sunt cei mai sensibili la risc ("1" care corespunde unui anumit risc de înlocuire a unui loc de muncă cu un computer de orice fel). Ocuparea forței de muncă va crește în locurile de muncă cognitive și creative cu venituri mari și în ocupațiile manuale cu venituri mici, dar se va diminua considerabil pentru posturile de rutină și repetate cu venituri medii.

### Bibliografie

- Hermann, Pentek, Otto, 2016 *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*, accesat la 4.05.2016
- Jürgen Jasperneite: *Was hinter Begriffen wie Industrie 4.0 steckt*, in *Computer & Automation*, 19 December 2012 accesat la 23.12.2018
- Kagermann, H., W. Wahlster and J. Helbig, eds., 2013: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group
- Heiner Lasi, Hans-Georg Kemper, Peter Fettke, Thomas Feld, Michael Hoffmann: *Industry 4.0*. In: *Business & Information Systems Engineering* 4 (6), pp. 239-242
- Marr, Bernard. "Why Everyone Must Get Ready For The 4th Industrial Revolution". *Forbes*. Retrieved 2018-02-14.
- Bonner, Mike. "What is Industry 4.0 and What Does it Mean for My Manufacturing?". Retrieved 2018-09-24.
- Mueller, Egon; Chen, Xiao-Li; Riedel, Ralph (2017). „Challenges and Requirements for the Application of Industry 4.0: A Special Insight with the Usage of Cyber-Physical System”. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*. **30** (5): 1050–1057. doi:10.1007/s10033-017-0164-7.
- Lin, K.C.; Shyu, J.Z.; Ding, K. A Cross-Strait Comparison of Innovation Policy under Industry 4.0 and Sustainability Development Transition. *Sustainability* 2017, 9, 786.
- Wang, S.; Wan, J.; Li, D.; Zhang, C. Implementing smart factory of industrie 4.0: An outlook. *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* 2016, 12, 3159805.
- Aquilani, B.; Silvestri, C.; Ruggieri, A. Sustainability, TQM and value co-creation processes: The role of critical success factors. *Sustainability* 2016, 8, 995.
- Kliestik, T.; Misankova, M.; Valaskova, K.; Svabova, L. Bankruptcy Prevention: New Effort to Reflect on Legal and Social Changes. *Sci. Eng. Ethics* 2018, 24, 791–808.
- Kliestikova, J.; Misankova, M.; Kliestik, T. Bankruptcy in Slovakia: International comparison of the creditor's position. *Oecon. Copernic.* 2017, 8, 221–237.