

Raport științific și tehnic – 2020, sinteză P1 UPIT

A) Rezumatul etapei

Obiectivul general al proiectului component 1 (*Îmbunătățirea fluxurilor de producție din industriile de automobile și aerospațială prin integrarea metodelor și tehnicilor moderne de managementul producției*), coordonat de UPIT, constă în dezvoltarea unei metodologii de îmbunătățire a fluxurilor de producție, prin integrarea metodelor, tehnicilor și instrumentelor moderne de managementul producției și realizarea în laborator a unui demonstrator experimental pentru utilizarea acesteia, plecând de la un model conceptual de nivel TRL2.

Etapa III – 2020 s-a intitulat „Dezvoltarea metodologiei de îmbunătățire a fluxurilor de producție în condiții de laborator”. Activitățile din această etapă s-au desfășurat în conformitate cu planul de realizare a proiectului, fiind descrise pe scurt în cele ce urmează.

Activitatea 1-3-1: Dezvoltarea metodologiei de îmbunătățire a fluxurilor de producție în condiții de laborator
În cadrul acestei etape de cercetare industrială a fost dezvoltată și finalizată metodologia de îmbunătățire a fluxurilor de producție. Metodologia a fost realizată sub forma unui proces iterativ, format din trei mari etape, în cadrul cărora se parcurg mai mulți pași specifici. Pașii din cadrul metodologiei sunt înlănțuiți logic, fiind prezentați sub forma unei logigrame (diagramă de flux - reprezentată grafic), iar între aceștia au fost prevăzute mai multe bucle de revenire, al căror rol constă în asigurarea obținerii unor indicatori de performanță prestabiliți. Pentru pașii de complexitate mai mare au fost dezvoltate, în aceeași manieră, metodologii specifice (proiectarea organizării spațiale, modelarea-simulare fluxurilor de producție, six sigma, lean manufacturing), care să faciliteze aplicarea lor de către utilizator. Pentru unele dintre aceste metodologii au fost dezvoltate, după caz, instrumente specifice (tabele, chestionare, platforme etc.). Activitatea s-a finalizat prin elaborarea *Ghidului de utilizare a metodologiei de îmbunătățire a fluxurilor de producție (preliminar)*.

Activitatea 1-3-2: Dezvoltare infrastructură de cercetare - finalizarea laboratorului pentru experimentări
În cadrul acestei activități de tip cercetare industrială s-a finalizat dezvoltarea laboratorului de cercetare. În laboratorul *ISP&Lean Manufacturing – sala I 123*, alături de produsul și demonstratorul experimental (de nivel TRL4), platformele de cercetare integrate, sistemul digitizat pentru un post de lucru, sistemul de învățare - dezvoltate în anii anteriori - au fost achiziționate și integrate unele produse specifice industriei 4.0: echipamente pentru realitate virtuală și augmentată (ochelari, casca VR, joystick-uri și sistem desktop), cameră video pentru prelucrarea și analizarea imaginilor din atelierele de producție (algoritmi deep learning, contorizare persoane, cautare inteligentă, recunoaștere facială, protecție perimetrală), sisteme pentru achiziția și prelucrarea datelor din posturile de lucru (senzori temperatură, senzori calitate aer, senzori nivel de iluminare, senzori barometrice, module de achiziție și conversie semnale), sistem pentru automatizarea activităților logistice și/ sau din postul de lucru (braț robotic ABB cu 6 axe și controler compact). Pentru laboratorul *Modelare-simulare & Întreprindere simulată (sala I 107)*, în care se pot desfășura activități de formare (utilizând aplicațiile specifice domeniului - softurile IMPACT, Tecnomatix, ARENA Rockwell) s-au reînnoit unele licențe. Prin integrarea celor două laboratoare și adăugarea componentelor specifice industriei 4.0, în UPIT poate funcționa un laborator modern, de tip „Lean learning factory – cu tehnologii I4.0”, cu dublu rol: cercetare-dezvoltare și training (formare).

Activitatea 1-3-3: Diseminare - publicitate rezultate parțiale

Au fost elaborate 2 lucrări științifice care au fost susținute la conferințe internaționale reprezentative în domeniul temei proiectului, fiind publicate în proceedings-urile conferințelor. Pentru promovarea proiectului și diseminarea rezultatelor acestuia a fost actualizată propria pagină web a proiectului component.

Activitatea 1-3-4: Valorificarea metodologiei și infrastructurii dezvoltate din proiect prin transfer tehnologic către firme industriale

În cadrul acestei etape de inovare a început realizarea unei alte activități de transfer tehnologic către firme din mediul socio-economic, sub formă de proiect de cercetare științifică. Acesta este intitulat „Studiu privind îmbunătățirea fluxului de producție din cadrul zonei de tampografie prin implementarea conceptului Lean Manufacturing”, se desfășoară în perioada 16.07.2020 – 31.07.2021 și constă în aplicarea metodologiei dezvoltate în cadrul acestui proiect de cercetare pentru una dintre secțiile firmei beneficiară. De asemenea, în cadrul acestei activități s-a elaborat, împreună cu partenerii din consorțiu, programul comun de CDI pe termen scurt și mediu în domeniul producției din industriile de automobile și aerospațială. Activitatea s-a concretizat prin *încheierea și începerea contractului 6615/16.07.2020* cu firma SC GOLD PLAST PRODUCTION SRL și prin finalizarea Programului comun de Cercetare-Dezvoltare-Inovare al partenerilor din consorțiu.

Rezultatele obținute în această etapă a proiectului sunt detaliate la punctul C al prezentului Raport.

B) Descrierea științifică și tehnică

Pentru realizarea *metodologiei de îmbunătățire a fluxurilor de producție* s-a pornit de la un model conceptual de nivel - TRL2, prezentat în fig. 1, aceasta fiind orientată către liniile de asamblare specifice industriei de automobile. Metodologia, prezentată în fig. 2 și descrisă sintetic în cele ce urmează, a fost concepută sub forma unui proces iterativ de proiectare, implementare și exploatare, pentru a permite concepteurului de sisteme industriale realizarea unei linii de asamblare performantă, care include cerințele producției moderne, exprimate prin conceptul Lean manufacturing. Ea integrează și metodologii dezvoltate în etapele precedente ale proiectului, iar pentru aplicarea acestora se folosesc platforme de cercetare și învățare integrate, specifice fiecărei direcții de studiu. Aplicarea conceptelor Lean Manufacturing se regăsește în majoritatea activităților desfășurate, în special în cele de proiectare (proiectarea posturilor de lucru, proiectarea zonei logistice) și în exploatarea liniei de asamblare. Odată cu prezentarea etapelor și activităților specifice metodologiei, se prezintă și metodele și instrumentele utilizate pentru formarea personalului implicat în acestea și punerea metodologiei în practică, metode și instrumente specifice conceptului „Learning factory”, aplicabil în cadrul laboratorului dezvoltat prin proiect.

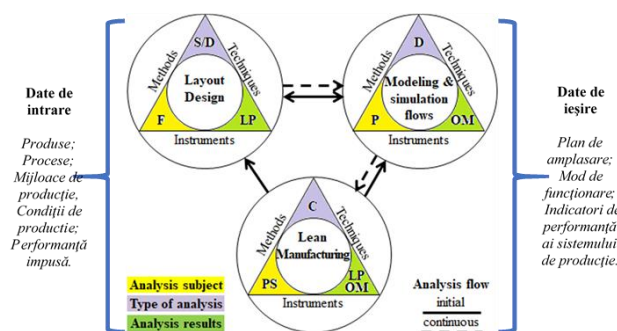


Figura 1. Modelul conceptual de îmbunătățire a fluxurilor de producție

Obiectivul primei etape, *Proiectarea liniei de asamblare*, constă în elaborarea planului de organizare spațială a sistemului de producție asociat liniei de asamblare (format din linia de asamblare și sistemului logistic aferent) și a modului de funcționare a acestuia, astfel încât să se asigure realizarea indicatorilor de performanță prestabiliți pentru linia de asamblare (funcționare - durata ciclului de producție, ritmul de lucru al liniei; producția realizată - capacitatea de producție, mărimea stocurilor interoperaționale; suprafețele ocupate - mărime, grad de ocupare, capacitate de producție/ suprafață; activitățile NVA ale operatorilor - deplasări, manipulări; flexibilitatea funcționării - posibilitatea variației capacității de producție, posibilitatea deservirii mai multor posturi de către operatori; cost - implantare, funcționare. Datele inițiale necesare sunt în legătură cu produsul și procesul realizat, dar și cu sistemul de producție în care acesta se desfășoară.

În prima etapă se parcurg șase pași specifici, între care pot exista 4 bucle de revenire, al căror rol este de a asigura realizarea indicatorilor de performanță prestabiliți. Pentru pașii „Proiectare organizare spațială” și „Modelare simulare funcționare”, de o complexitate mai mare, au fost dezvoltate metodologii de aplicare, care sunt prezentate în fig. 3, respectiv, fig. 4.

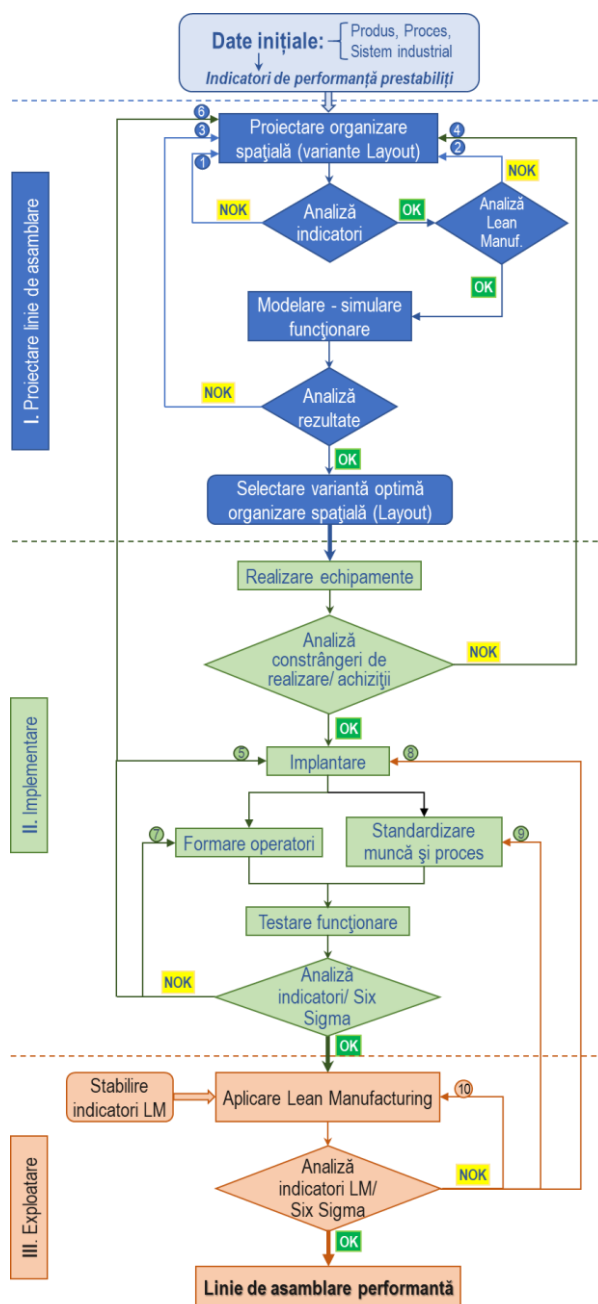


Figura 2. Metodologia de îmbunătățire a fluxurilor de producție

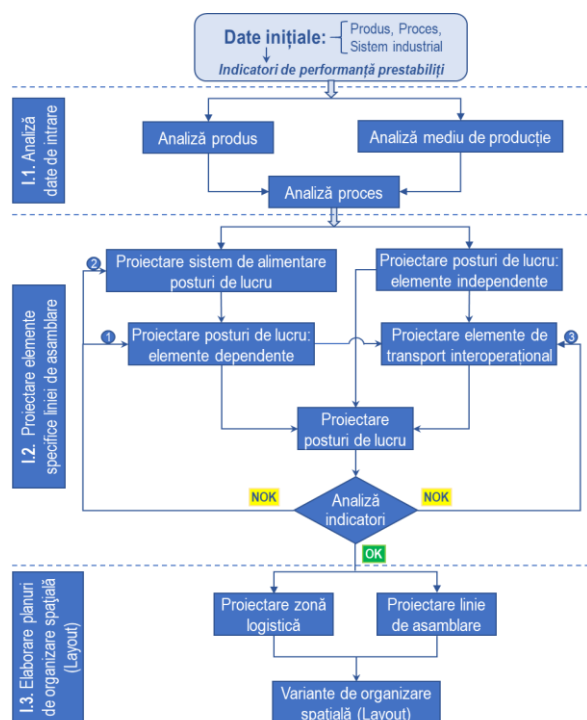


Figura 3. Metodologia de proiectare a organizării spațiale - linie de asamblare

Obiectivul etapei a II-a, *Implementare*, constă în realizarea fizică, pe amplasamentul alocat, a liniei de asamblare și a sistemului logistic aferent, precum și organizarea producției și a muncii (standardizarea muncii și formarea operatorilor), astfel încât linia de asamblare să asigure desfășurarea unui proces stabil, la indicatori de performanță prestabiliți. În acest scop se parcurg cinci pași specifici și sunt prevăzute 4 bucle de revenire, două către pași din această etapă și două către pași din prima etapă – ceea ce va conduce la refacerea mai multor activități. Pentru pasul „Analiză indicatori/ Six Sigma”, de o complexitate mai mare, a fost dezvoltată o metodologie de aplicare, prezentată în fig. 5. Dacă valorile indicatorilor de funcționare a liniei, rezultați în urma parcurgerii acestei etape, sunt în concordanță cu cei stabiliți prin datele inițiale se consideră că linia de asamblare funcționează corespunzător și se trece la etapa următoare.

Etapa a III-a, *Exploatare*, are ca obiectiv exploatarea/ utilizarea liniei de asamblare și aplicarea tehnicilor și instrumentelor Lean Manufacturing, astfel încât să se asigure funcționarea acesteia la un nivel ridicat de performanță. Acest nivel este stabilit în primul pas, prin „indicatorii Lean Manufacturing”, care pot fi în legătură cu: productivitatea, calitatea, costul, timpul de livrare, siguranța și protecția mediului sau moralitatea. Al doilea pas, de cea mai mare complexitate, „Aplicare Lean Manufacturing” constă în analiza și îmbunătățirea performanțelor liniei de asamblare prin implementarea metodelor specifice conceptului Lean Manufacturing. Acest pas se realizează pe baza unei metodologii specifice, prezentată în fig. 6, în care sunt utilizate mai multe metode dedicate (VSM, 5S, Kaizen, Kanban, Poka-Yoke, DOJO, TPM etc.), precum și instrumente (tabele, chestionare, platforme etc.) dezvoltate în cadrul proiectului. Rezultatele obținute în urma implementării conceptului Lean manufacturing sunt analizate în pasul trei, „Analiză indicatori LM / Six sigma”. În situația în care rezultatele obținute nu sunt corespunzătoare, se poate interveni prin cele 3 bucle de revenire asupra: implantării liniei de asamblare – etapa II-a (bucula 8), formării operatorilor sau / și standardizării muncii și a procesului (bucula 9) sau procesului de îmbunătățire continuă Lean Manufacturing (bucula 10).

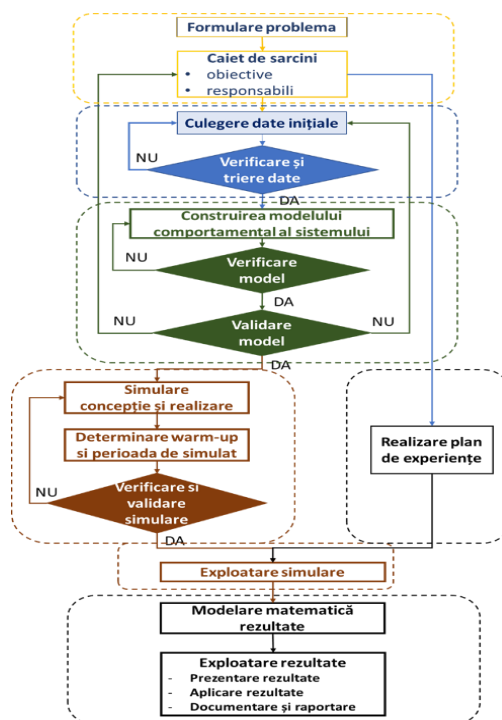


Figura 4. Metodologia de modelare și simulare a fluxurilor de producție

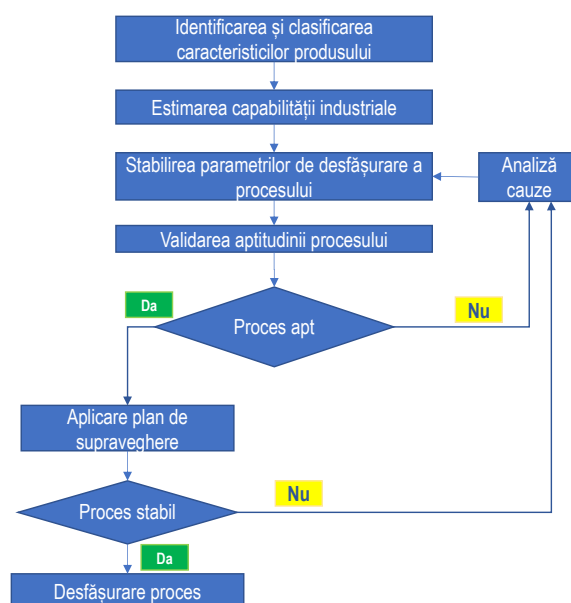
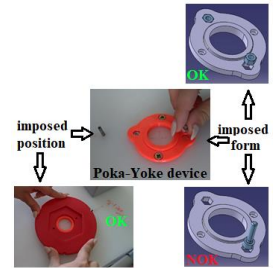
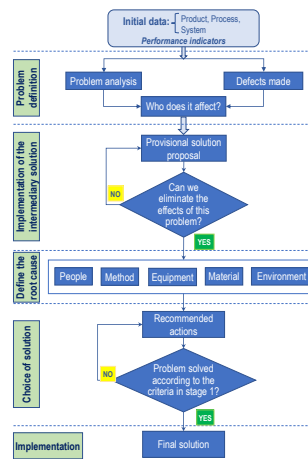
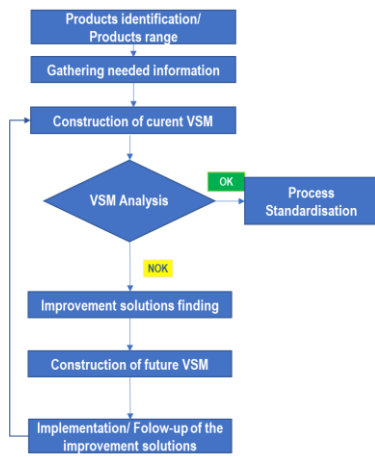
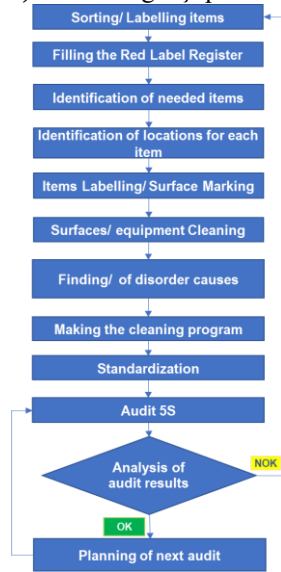


Figura 5. Metodologia Six Sigma



a) Metodologie și platformă VSM

g) Metodologie și platformă Poka-Yoke



b) Metodologie și platformă 5S

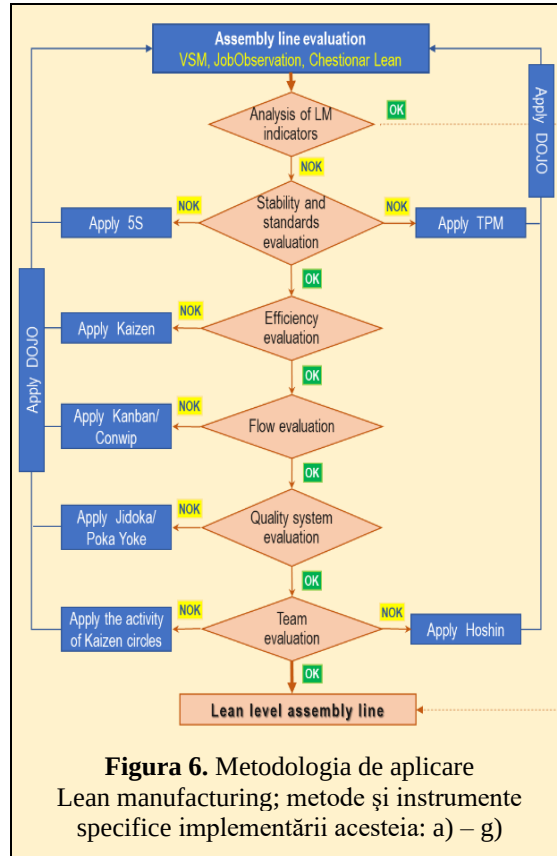
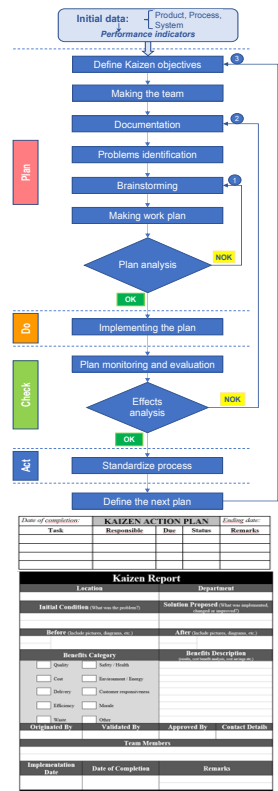
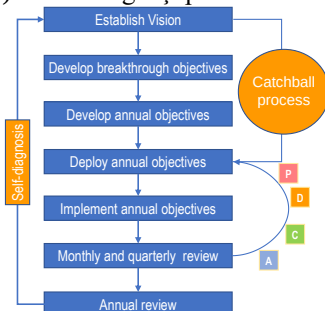


Figura 6. Metodologia de aplicare Lean manufacturing; metode și instrumente specifice implementării acestora: a) – g)

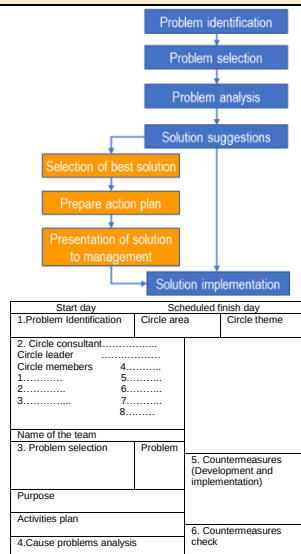


f) Metodologie și instrumente Kaizen

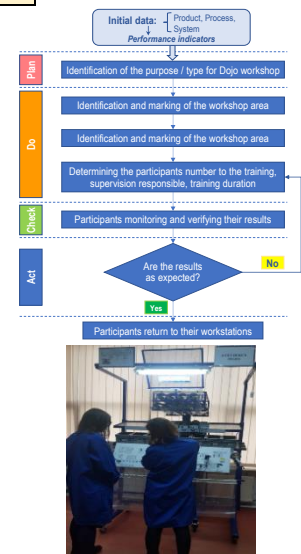


Activity 1:	Activity 2:	Activity 3:	Activity 4:	Activity 5:	Activity 6:	Activity 7:	Activity 8:	Activity 9:	Activity 10:
Annual objective 1:	Annual objective 2:	Annual objective 3:	Annual objective 4:	Annual objective 5:	Annual objective 6:	Annual objective 7:	Annual objective 8:	Annual objective 9:	Annual objective 10:
Long-term objective 1:	Long-term objective 2:	Long-term objective 3:	Long-term objective 4:	Long-term objective 5:	Long-term objective 6:	Long-term objective 7:	Long-term objective 8:	Long-term objective 9:	Long-term objective 10:

c) Metodologie și instrument Hoshin Kanri



d) Metodologie și instrument Kaizen circles



e) Metodologie și platformă DOJO

Metodologia elaborată și experimentată parțial pentru unele etape/ unii pași din cadrul acesteia, urmează a fi validată în laboratorul de cercetare în ultima etapă a proiectului, în cadrul laboratorului de cercetare. Acest laborator, de tip Lean learning factory - fig. 7, cuprinde un demonstrator experimental și platforme de cercetare-învățare integrate, specifice fiecărei direcții de studiu ale conceptului nișial, respectiv: layout design (echipamente fizice modulare și flexibile pentru configurarea și alimentarea posturilor de lucru și pentru realizarea transferului interoperațional, sistem digitizat pentru un post de lucru, elemente suport pentru analiza amplasării mijloacelor de producție: tablă și videoproiector), modelare - simulare fluxuri de producție (ghid de învățare a utilizării corecte a modelării și simulării în analiza sistemelor de producție) și Lean manufacturing (VSM, 5S, Poka-Yoke, DOJO etc.). Totodată, având în vedere tendințele actuale de dezvoltare industrială, în cadrul laboratorului au fost integrate echipamente specifice conceptului de Industrie 4.0 (sisteme PLC, sisteme HMI, scanner, RFID, pick to light, comunicații wireless). Alături de suporturile fizice - platformele de cercetare, laboratorul cuprinde și suporturi informatice, fiind dotat cu un server și calculatoare interconectate în rețea pe care sunt instalate softuri specifice direcțiilor de cercetare: layout design (IMPACT, Tecnomatix), planificării producției (ABAS), modelării și simulării fluxurilor de producție (Arena Rockwell și PlantSimulation).



Figura 7. Vedere de ansamblu a laboratorului „Lean learning factory”

Pe baza celor două componente finalizate în cadrul acestei etape (metodologia de îmbunătățire a fluxurilor de producție și laboratorul de cercetare), pentru a facilita înțelegerea și aplicarea corespunzătoare a metodologiei, în ultima etapă a proiectului se va realiza sub forma unui ghid un *Exemplu de utilizare a metodologiei pentru îmbunătățirea fluxurilor de producție pe o linie de asamblare*. Acesta va descrie modul concret de punere în practică a metodologiei dezvoltate, cu detalierea activităților specifice acesteia, pentru realizarea în cadrul demonstratorului experimental a unui produs experimental (volan).

C) Rezultate obținute

Partenerul P1 – UPIT din cadrul proiectului complex **a îndeplinit integral toate obiectivele asumate**

I. 1 Ghid de utilizare a metodologiei (preliminar) care cuprinde descrierea *metodologiei de îmbunătățire a fluxurilor de producție*. Acesta va fi completat în etapa următoare a proiectului cu un *exemplu de utilizare a metodologiei pentru îmbunătățirea fluxurilor de producție pe o linie de asamblare* (în condiții de laborator).

II. 1 Laborator de cercetare: laboratorul experimental *ISP&Lean Manufacturing (sala I 123)* și laboratorul *Modelare-simulare & Întreprindere simulată (sala I 107)* care, prin integrare, pot funcționa ca un laborator de tip „Lean learning factory – cu tehnologii I4.0”, cu dublu rol: cercetare-dezvoltare și training (formare).

III. 1 pagină web dedicată proiectului component 1 coordonat de partenerul P1 - UPIT, disponibilă la adresa: <https://www.upit.ro/ro/cercetare-stiintifica/centrul-regional-crcd/proiecte-de-cercetare-in-derulare-crcda/tfi-pmaiaa>

IV. 2 lucrări științifice originale, susținute la conferințe și publicate în proceedings-uri, bazate pe cercetările realizate în cadrul proiectului component 1 coordonat de UPIT:

1. E.L. Nitu, A.C. Gavrilita, N. Belu, C.A. Gavrilita, *Methodology for improving production flows on an assembly line*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, (2020) 012095 (The 6th International Conference on Advanced Manufacturing Engineering and Technologies - Newtech2020, "Dunărea de Jos" University of Galați, 9-11 september 2020) – volum BDI.

2. A. Gavriluță, E. Nițu, N. Belu, D. Anghel, C. Neacșu, I. Pascu, *Lean manufacturing methodology for improving production flows on an assembly line*, Proceedings of the 7th RMEE International Management Conference, pp. 52-65, ISSN 2247-8639, Todescu Publishing House, Cluj-Napoca (RMEE 2020 - Technical University of Cluj-Napoca, 17-19 september 2020) – volum BDI. Ambele volume sunt în analiză pentru indexare ISI.

V. 1 transfer tehnologic: Partenerul P1 – UPIT continuă valorificarea rezultatelor proiectului prin transfer tehnologic către firme industriale, realizând serviciul științific „*Studiu privind îmbunătățirea fluxului de producție din cadrul zonei de topografie prin implementarea conceptului Lean Manufacturing*”. Acest serviciu este realizat sub formă de proiect de cercetare științifică (contract 6615/16.07.2020) către firma SC GOLD PLAST PRODUCTION SRL, care se desfășoară în perioada 16.07.2020 – 31.07.2021. Echipa implicată în acest proiect este formată din: ș.l. dr. ing. Gavriluță Ana – director, prof. dr. ing. Nițu Eduard, ACS drd. ing. Pascu Iuliana, ACS drd. ing. Neacșu Cătălina – membri.

D) Prezentarea structurii ofertei de servicii de cercetare și tehnologice

Dezvoltarea în cadrul proiectului de cercetare a laboratoarelor ISP & Lean manufacturing (sala I 123) și Modelare-simulare & Întreprindere simulată (sala I 107) și a competențelor membrilor echipei, a îmbogățit oferta de servicii de cercetare care pot fi transferate de centrul de cercetare din care face parte echipa partenerului P1 – UPIT (CRC&D-Auto) către firme din mediul industrial. Această ofertă este disponibilă pe platforma ERRIS și este accesibilă la adresa: <https://www.upit.ro/ro/cercetare-stiintifica/centrul-regional-crcd>, iar serviciile create în cadrul proiectului constau în:

- Organizarea spațială a sistemelor de producție (Layout of production systems): crearea de noi modele conceptuale de layout; modificarea și analizarea layout-ului unui sistem de producție pentru noi cerințe; identificarea metodelor și instrumentelor specifice ce pot crește performanța sistemului de producție;
- Learning factory (fabrică de învățare): deprinderea în laborator a principalelor metode și tehnici și utilizarea unor instrumente specifice ameliorării fluxurilor de producție;
- Modelarea și simularea fluxurilor de producție și logistice: analiza și îmbunătățirea fluxurilor de producție și logistice prin modelare-simulare cu evenimente discrete;
- Îmbunătățirea fluxurilor de producție și logistice utilizând conceptul Lean manufacturing: analiza și îmbunătățirea performanțelor sistemelor de producție cu ajutorul conceptelor specifice Lean Manufacturing (VSM, Kaizen, Dojo, Poka Yoke, 5S etc);
- Formare în Modelare-Simulare și Lean Manufacturing: formarea în cele două domenii utilizând conceptul Learning factory (fabrică de învățare).

E) Locuri de muncă susținute prin program

Echipa de cercetare a partenerului P1 – UPIT a fost alcătuită din 11 persoane: 7 cercetători cu experiență (cadre didactice universitare), 1 doctorand, 1 tehnician și 2 asistenți de cercetare științifică – nou angajați. Prin acest proiect complex au fost susținute următoarele norme cumulate (în cele cinci proiecte) în 2020: 4.05 norme_lună pentru cercetătorii cu experiență, 0.84 norme_lună pentru doctorand, 0.66 norme_lună pentru tehnician și 2 norme întregi pentru asistenții de cercetare nou angajați (pe primele 10 luni). Celor doi asistenți de cercetare nou angajați în anul 2018, le-a fost prelungit contractul de muncă pe o perioadă de 2 ani, începând cu 01.09.2020, fiind plătiți din resursele proprii ale universității.

F) Prezentarea valorificării / îmbunătățirii competențelor / resurselor existente la nivelul consorțiului (cecuri)

Partenerul P1 – UPIT a valorificat *CEC-uri de mobilitate de tip B*, constând în două vizite de lucru de câte o zi la Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu – partener P3, la care au participat 6 cercetători cu experiență. Mobilitatea din data de 15.10.2020 a constat în întărirea capacității instituționale a partenerului UPIT, prin *îmbunătățirea competențelor privind echipamentele și tehnologiile de fabricație aditivă și tehnicile de optimizare a fluxurilor de producție*. În cadrul acestei vizite s-au analizat echipamente de fabricație aditivă (posibilități tehnologice, realizare piese reprezentative, analize comparative), precum și soluții software de optimizare a fluxurilor de producție (caracteristici specifice, exemple practice, analiza comparativă). Mobilitatea din data de 16.10.2020 a constat în întărirea capacității instituționale a partenerului UPIT, prin *îmbunătățirea competențelor privind utilizarea roboților industriali în procesele cu control continuu al traiectoriilor și utilizarea vehiculelor cu ghidare automată în activitățile de producție și suport logistic*. În cadrul acestei vizite s-au analizat tehnicile CAM utilizate la programarea roboților industriali pentru realizarea unor mișcări cu control continuu al traiectoriei (particularități specifice, exemplificare practică, analiză comparativă) și sisteme de tip robot mobil autonom pentru producție și activități logistice (particularități specifice, exemple de utilizare, analiză comparativă).