

Raport științific și tehnic – 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 I – 2018 s-a intitulat „*Cercetarea și experimentarea unor modele de îmbunătățire a fluxurilor de producție*”. Activitățile din această etapă s-au desfășurat în conformitate cu planul de realizare a proiectului, fiind descrise în cele ce urmează.

Activitatea 1-1-1: *Cercetare privind metodele, tehnicile și instrumentele utilizate pentru layout design, modelarea și simularea fluxurilor de producție și Lean Manufacturing*

În cadrul acestei activități de tip cercetare fundamentală, realizată împreună cu partenerii de la universitățile din consorțiu, s-a studiat un număr important de referințe bibliografice de actualitate, în legătură cu amenajarea spațială a sistemelor de producție, modelarea și simularea fluxurilor și Lean manufacturing. Activitatea s-a finalizat prin elaborarea unui *Raport tehnic* cuprinzând o sinteză a metodelor, tehnicilor și instrumentelor moderne și a modelelor utilizate pentru organizarea spațială, îmbunătățirea fluxurilor de producție și Lean Manufacturing.

Activitatea 1-1-2: *Dezvoltare infrastructură de cercetare - realizarea unor platforme de cercetare*

În cadrul acestei activități de tip cercetare industrială a fost dezvoltat în laborator un demonstrator experimental, de nivel TRL4, cuprinzând mai multe platforme de cercetare integrate: *posturi de lucru modulare-flexibile, sisteme de aprovizionare și transfer modulare-flexibile, soluție digitală* pentru unul dintre posturile de lucru, *tablă de scris cu foi de cauciuc magnetice, softuri specifice organizării spațiale* a sistemelor de producție (IMPACT, Tecnomatix FactoryCad, FactoryFlow, Jack). Dezvoltarea în laborator a unui demonstrator experimental a constituit una dintre premisele necesare experimentării unor modele de organizare spațială a sistemelor de producție, dezvoltate în cadrul proiectului.

Activitatea 1-1-3: *Experimentare modele de organizare spațială a sistemelor de producție*

În cadrul acestei etape de cercetare industrială a fost dezvoltată o *metodologie pentru organizarea spațială a unei linii de asamblare*, sub forma unui ansamblu de 11 activități/etape intercorelate, pentru a căror reprezentare grafică s-au utilizat principii specifice metodei de modelare funcțională IDEF0. Metodologia a fost experimentată în laborator, pe demonstratorul experimental dezvoltat, utilizând un produs experimental (volan). S-au dezvoltat și analizat patru modele de organizare a liniei de asamblare / planuri de amenajare spațială, care au permis o evaluare eficientă a metodologiei dezvoltate și desprinderea unor concluzii privind ameliorarea acesteia.

Activitatea 1-1-4: *Diseminare - publicitate proiect*

La această activitate de tip suport au participat toți cei cinci parteneri. Au fost elaborate 5 lucrări științifice care au fost susținute la conferințe internaționale reprezentative în domeniul temei proiectului. Aceste lucrări au fost publicate în proceedings-urile conferințelor sau în reviste de specialitate. Pentru promovarea proiectului și diseminarea rezultatelor acestuia a fost realizată propria pagina web a proiectului component, a fost realizat un roll-up și un poster.

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

B) Descrierea științifică și tehnică

Raportul tehnic - *Sinteză a metodelor, tehnicilor și instrumentelor utilizate pentru organizarea spațială, îmbunătățirea fluxurilor de producție și Lean Manufacturing*

Problematica cercetărilor privind organizarea spațială a sistemelor de producție (layout planning) se referă la alocarea activităților/resurselor în spațiu, astfel încât să fie îndeplinite un set de criterii și/sau să fie optimizate anumite obiective, iar tipurile de probleme, precum și metodele și tehnicile utilizate pentru rezolvarea acestora, sunt numeroase. Instrumentele moderne utilizate pentru realizarea planului de amenajare spațială utilizează modelarea CAD și integrează metode și tehnici tradiționale de organizare spațială, permițând proiectanților să realizeze o dezvoltare integrată a produselor, proceselor și amenajării spațiale. Principale concluzii desprinse din studiul întreprins pot fi sintetizate astfel:

- planul de amenajare spațială afectează performanța sistemului de producție: fluxul de materiale și cel informațional, productivitatea, durata ciclului de producție, stocurile inter-operații etc.

- sistemele de producție din industria automobilelor sunt organizate spațial după modelul liniilor de producție, iar procesul de organizare spațială a acestora este de mare complexitate.

Modelarea și simularea fluxurilor de producție sunt tehnici de analiză a funcționării sistemelor de producție, rezolvând probleme cum sunt: dimensionarea stocurilor, calculul costurilor, calculul duratelor de funcționare și a opririlor producției etc. Cea mai utilizată tehnică de simulare a fluxurilor este cea cu evenimente discrete. Rezultatele obținute depind de acuratețea datelor de intrare, de construcția modelului simulat și de complexitatea problemei studiate.

Aplicarea metodelor și tehnicilor specifice Lean manufacturing a devenit o necesitate pentru firmele care doresc să rămână / devină competitive. Aceste metode și tehnici sunt numeroase și acționează asupra: mașinilor și echipamentelor, personalului și organizării muncii, planificării și controlului producției și managementului calității. De aceea, selectarea în vederea implementării lor este un factor esențial pentru asigurarea creșterii performanțelor sistemului de producție. Totodată, implementarea conceptelor Lean manufacturing reprezintă o condiție de bază înainte de digitalizarea proceselor.

Raportul de experimentare - Modele validate pentru organizarea spațială a SP

Având în vedere concluziile desprinse în raportul tehnic al acestei etape, pentru îndeplinirea obiectivului general al proiectului a rezultat ca fiind necesară dezvoltarea în această etapă a unei *metodologii pentru organizarea spațială a unei linii de asamblare*, specifică industriei de automobile. Metodologia dezvoltată, fig. 1, a fost concepută sub forma unui ansamblu de 11 activități / etape intercorelate, pentru a căror reprezentare grafică s-au utilizat principii specifice metodei de modelare funcțională IDEF0. Fiecare activitate/etapă din metodologie, descrisă în detaliu în cadrul Raportului de experimentare, este reprezentată printr-un deptunghi, pe laturile căruia sunt marcate intrările-ieșirile, restricțiile și mecanismele / resursele necesare realizării activității.

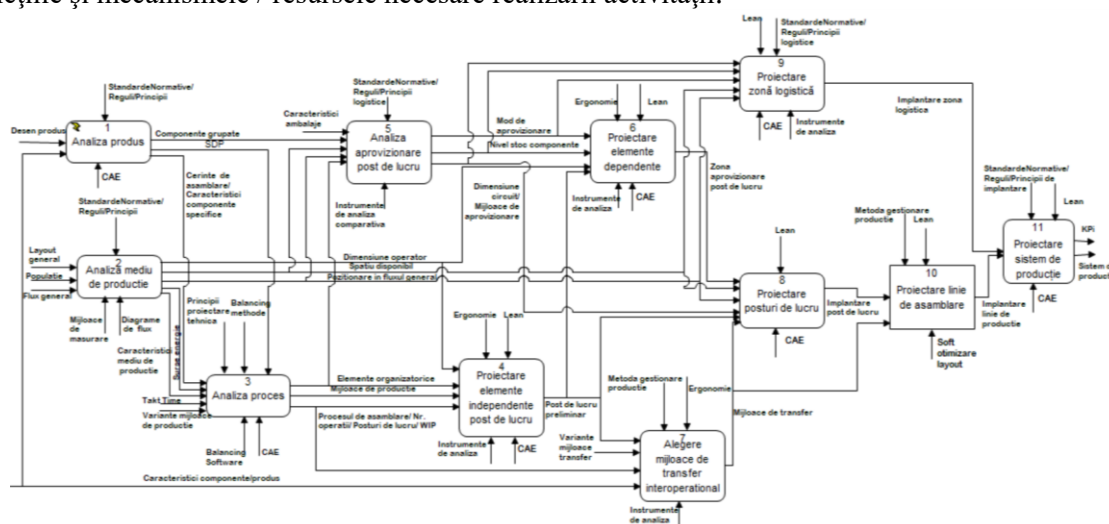


Fig. 1 Metodologie pentru proiectarea organizării spațiale a unei linii de asamblare din industria de automobile

Metodologia permite conceptorului de sisteme industriale obținerea unui plan de amplasare și a unor indicatori de performanță a funcționării liniei de asamblare care țin cont de cerințele producției moderne, exprimate prin conceptul Lean manufacturing. Procesul este unul iterativ, iar datele necesare aplicării metodologiei sunt numeroase și complexe, provenind din multe domenii de activitate industrială: concepere produs – tehnologii – sisteme industriale, ergonomie, gestiune producție.

Pentru experimentarea metodologiei a fost dezvoltat în laborator (concepere și / sau achiziție) un *demonstrator experimental*, apreciat ca fiind de nivel TRL4, cuprinzând: posturi de lucru modularizate-flexibile (fig.2), sisteme de aprovizionare și transfer modulare-flexibile (fig.3), post de lucru digitizat (fig.4), tablă de scris cu foi de cauciuc magnetice (fig. 5) și softuri specifice organizării spațiale – IMPACT și Tecnomatix FactoryFlow.



Fig. 2 Post de lucru modular-flexibil



Fig. 3 Sistem modular-flexibil de transport

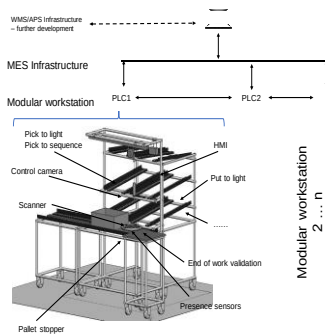


Fig. 4 Post de lucru digitalizat



Fig. 5 Tablă de scris cu foi de cauciuc magnetice

Metodologia a fost aplicată pentru realizarea liniei de asamblare a *produsului experimental* „volan”, fig. 6, care a fost realizat prin prototipare rapidă FDM și prin turnare de rășini duroplastice într-un număr de 30 unități. Acesta a fost conceput astfel încât să poată fi realizat într-o diversitate mare (8 tipuri), iar procesul de asamblare să conțină și activități manuale.

Odată îndeplinite cele două premise: existența demonstratorului experimental și a produsului experimental, s-a trecut la experimentarea propriu-zisă a metodologiei dezvoltată, modul de parcurgere al etapelor fiind descris în detaliu în cadrul Raportului experimental și succint în cele ce urmează.

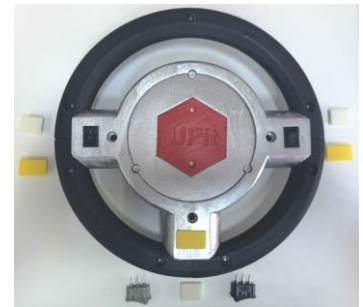
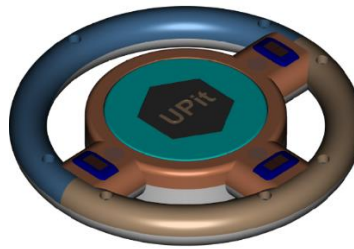
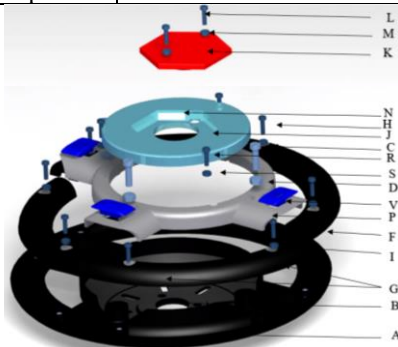
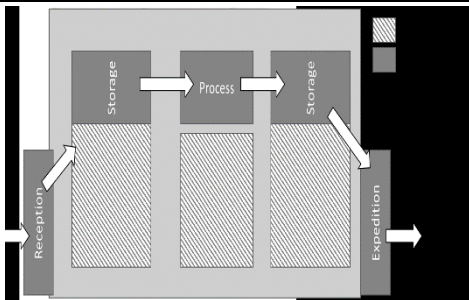
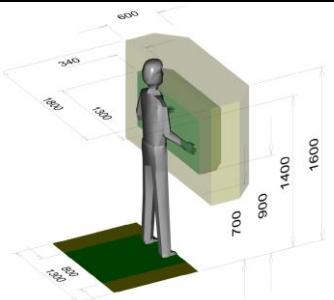


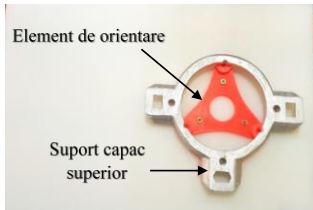
Fig. 6 Produsul experimental „volan”

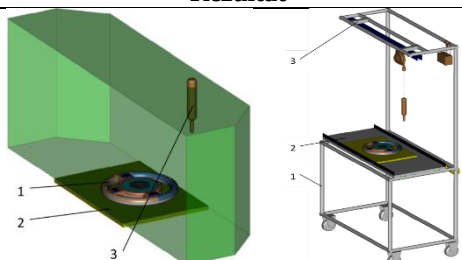
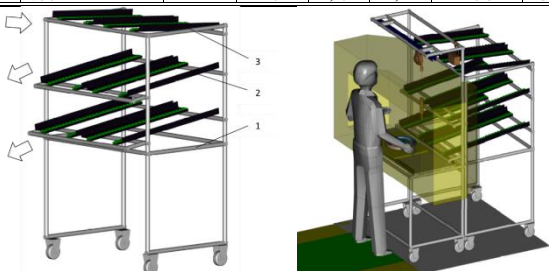
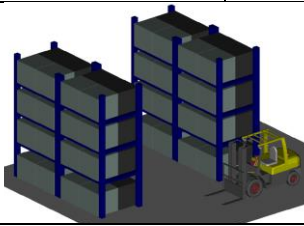
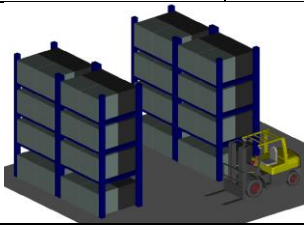
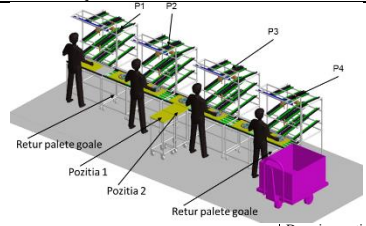
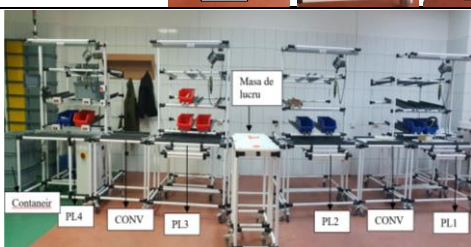
Denumire etapă / activități principale

Rezultat

Analiza produsului de asamblat - identificarea componentelor & gruparea lor în funcție de caracteristicile specifice proceselor de manipulare / aprovizionare (masă, gabarit, fragilitate); - încadrarea componentelor produsului în categorii de ambalaje de aprovizionare	 <table><tr><th>Cod component</th><th>Denumire component</th><th>Nr. bucăți / produs</th><th>Material</th><th>Masă component [kg]</th><th>Categorie (dimensiuni)</th></tr><tr><td>A</td><td>Corp inferior</td><td>1</td><td>Rășină</td><td>0,303</td><td>Medie</td></tr><tr><td>B</td><td>Capac inferior</td><td>1</td><td>Rășină</td><td>0,166</td><td>Medie</td></tr><tr><td>C</td><td>Surub M6x10</td><td>3</td><td>Oțel</td><td>0,003</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>D</td><td>Piuliță M6</td><td>3</td><td>Oțel</td><td>0,002</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>E</td><td>Component toroidal mare</td><td>1</td><td>Rășină</td><td>0,226</td><td>Medie</td></tr><tr><td>G</td><td>Componente toroidale mici</td><td>2</td><td>Rășină</td><td>0,222</td><td>Mică 1</td></tr><tr><td>H</td><td>Surub M5x20</td><td>7</td><td>Oțel</td><td>0,004</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>I</td><td>Piuliță M5</td><td>7</td><td>Oțel</td><td>0,001</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>J</td><td>Support claxon</td><td>1</td><td>Rășină</td><td>0,170</td><td>Mică 1</td></tr><tr><td>K</td><td>Claxon</td><td>1</td><td>Rășină</td><td>0,044</td><td>Mică 1</td></tr><tr><td>L</td><td>Surub M4x18</td><td>2</td><td>Oțel</td><td>0,003</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>M</td><td>Piuliță M4</td><td>2</td><td>Oțel</td><td>0,002</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>N</td><td>Lamele</td><td>2</td><td>Oțel</td><td>0,002</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>P</td><td>Support capac superior</td><td>1</td><td>Rășină</td><td>0,109</td><td>Medie</td></tr><tr><td>R</td><td>Surub M4x14</td><td>3</td><td>Oțel</td><td>0,001</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>S</td><td>Piuliță M4</td><td>3</td><td>Oțel</td><td>0,001</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>V</td><td>Comutator</td><td>3 / 2 / 0</td><td>Rășină</td><td>0,001</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>W</td><td>Capac comutator</td><td>0 / 1 / 3</td><td>ABS</td><td>0,001</td><td>Mică 2</td></tr><tr><td>X</td><td>Volan</td><td>1</td><td>complex</td><td>1,304</td><td>Mare</td></tr></table>	Cod component	Denumire component	Nr. bucăți / produs	Material	Masă component [kg]	Categorie (dimensiuni)	A	Corp inferior	1	Rășină	0,303	Medie	B	Capac inferior	1	Rășină	0,166	Medie	C	Surub M6x10	3	Oțel	0,003	Mică 2	D	Piuliță M6	3	Oțel	0,002	Mică 2	E	Component toroidal mare	1	Rășină	0,226	Medie	G	Componente toroidale mici	2	Rășină	0,222	Mică 1	H	Surub M5x20	7	Oțel	0,004	Mică 2	I	Piuliță M5	7	Oțel	0,001	Mică 2	J	Support claxon	1	Rășină	0,170	Mică 1	K	Claxon	1	Rășină	0,044	Mică 1	L	Surub M4x18	2	Oțel	0,003	Mică 2	M	Piuliță M4	2	Oțel	0,002	Mică 2	N	Lamele	2	Oțel	0,002	Mică 2	P	Support capac superior	1	Rășină	0,109	Medie	R	Surub M4x14	3	Oțel	0,001	Mică 2	S	Piuliță M4	3	Oțel	0,001	Mică 2	V	Comutator	3 / 2 / 0	Rășină	0,001	Mică 2	W	Capac comutator	0 / 1 / 3	ABS	0,001	Mică 2	X	Volan	1	complex	1,304	Mare
Cod component	Denumire component	Nr. bucăți / produs	Material	Masă component [kg]	Categorie (dimensiuni)																																																																																																																				
A	Corp inferior	1	Rășină	0,303	Medie																																																																																																																				
B	Capac inferior	1	Rășină	0,166	Medie																																																																																																																				
C	Surub M6x10	3	Oțel	0,003	Mică 2																																																																																																																				
D	Piuliță M6	3	Oțel	0,002	Mică 2																																																																																																																				
E	Component toroidal mare	1	Rășină	0,226	Medie																																																																																																																				
G	Componente toroidale mici	2	Rășină	0,222	Mică 1																																																																																																																				
H	Surub M5x20	7	Oțel	0,004	Mică 2																																																																																																																				
I	Piuliță M5	7	Oțel	0,001	Mică 2																																																																																																																				
J	Support claxon	1	Rășină	0,170	Mică 1																																																																																																																				
K	Claxon	1	Rășină	0,044	Mică 1																																																																																																																				
L	Surub M4x18	2	Oțel	0,003	Mică 2																																																																																																																				
M	Piuliță M4	2	Oțel	0,002	Mică 2																																																																																																																				
N	Lamele	2	Oțel	0,002	Mică 2																																																																																																																				
P	Support capac superior	1	Rășină	0,109	Medie																																																																																																																				
R	Surub M4x14	3	Oțel	0,001	Mică 2																																																																																																																				
S	Piuliță M4	3	Oțel	0,001	Mică 2																																																																																																																				
V	Comutator	3 / 2 / 0	Rășină	0,001	Mică 2																																																																																																																				
W	Capac comutator	0 / 1 / 3	ABS	0,001	Mică 2																																																																																																																				
X	Volan	1	complex	1,304	Mare																																																																																																																				

Analiza mediului de producție - identificarea suprafețelor disponibile și a schemelor de flux; - analiza factorilor externi care influențează procesul și a condițiilor de lucru; - analiza dimensiunilor medii ale operatorilor și definirea zonelor de lucru ale operatorului	 
--	--

Analiza procesului de asamblare - analiza / conceperea tehnologiei de asamblare; - stabilirea sculelor și dispozitivelor necesare	ETAPA 2 Asamblare elemente toroidale SPECIFICATII: E: ANSAMBLU INFERIOR F: ELEMENT TOROIDAL MARE G: ELEMENTE TOROIDALE MICI H: 7X SURUB M5X20 I: 7X PIULIȚA M5 PIESE: E1 60 [s] E2 81 [s] E3 & E4 83,3 [s] E5 35,4 [s] <table><tr><th>Denumire activitate</th><th>Mijloc</th><th>Componenta</th><th>Durată estimată [sec.]</th></tr><tr><td>Deplasarea paletelor la postul de lucru</td><td>Manual</td><td>Asamblu inferior (E)</td><td>3,4</td></tr><tr><td>Positionare element toroidal mare</td><td>Manual</td><td>Element toroidal mare (F)</td><td>3,7</td></tr><tr><td>Positionare elemente toroidale mici</td><td>Manual</td><td>Elemente toroidale mici (G)</td><td>7,3</td></tr><tr><td>Positionare suruburi și strângere manuală</td><td>Manual</td><td>Surub M5X20 (H)</td><td>35,2</td></tr><tr><td>Infilitare suruburi cu mâna</td><td>Mecanizat</td><td>Surub M5X20 (H)</td><td>28</td></tr><tr><td>Deplasarea paletelor la postul următor</td><td>Manual</td><td>Asamblu volan (X)</td><td>3,4</td></tr><tr><td>Durată totală [sec.]</td><td></td><td></td><td>81</td></tr></table> Element de orientare Support capac superior 	Denumire activitate	Mijloc	Componenta	Durată estimată [sec.]	Deplasarea paletelor la postul de lucru	Manual	Asamblu inferior (E)	3,4	Positionare element toroidal mare	Manual	Element toroidal mare (F)	3,7	Positionare elemente toroidale mici	Manual	Elemente toroidale mici (G)	7,3	Positionare suruburi și strângere manuală	Manual	Surub M5X20 (H)	35,2	Infilitare suruburi cu mâna	Mecanizat	Surub M5X20 (H)	28	Deplasarea paletelor la postul următor	Manual	Asamblu volan (X)	3,4	Durată totală [sec.]			81
Denumire activitate	Mijloc	Componenta	Durată estimată [sec.]																														
Deplasarea paletelor la postul de lucru	Manual	Asamblu inferior (E)	3,4																														
Positionare element toroidal mare	Manual	Element toroidal mare (F)	3,7																														
Positionare elemente toroidale mici	Manual	Elemente toroidale mici (G)	7,3																														
Positionare suruburi și strângere manuală	Manual	Surub M5X20 (H)	35,2																														
Infilitare suruburi cu mâna	Mecanizat	Surub M5X20 (H)	28																														
Deplasarea paletelor la postul următor	Manual	Asamblu volan (X)	3,4																														
Durată totală [sec.]			81																														

Denumire etapă / activități principale	Rezultat																																																																																																																																																																
Proiectarea elementelor independente ale postului de lucru - poziționarea produsului de asamblat în zona ideală de lucru; - poziționarea optimă a sculelor / uneltelor de lucru; - proiectarea elementelor independente preliminare																																																																																																																																																																	
Analiza aprovizionării postului de lucru - alegerea ambalajelor pentru fiecare component de alimentat / post de lucru; - stabilirea metodei de aprovizionare post de lucru / linie de asamblare; - alegerea metodei de transport către posturile de lucru	<table><tr><th>Cod component</th><th>Denumire component</th><th>Nr. bucăți / produs</th><th>Cantitate/ ambalaj [buc]</th><th>Masa ambalaj gol [kg]</th><th>Masa ambalaj plin [kg]</th><th>Categorie (dimensiuni)</th><th>Dim. ambalaj [mm x mm]</th></tr><tr><td>A</td><td>Corp inferior</td><td>1</td><td>10</td><td>0,308</td><td>3,338</td><td>Medie</td><td>350 x 200</td></tr><tr><td>B</td><td>Capac inferior</td><td>1</td><td>10</td><td>0,308</td><td>1,968</td><td>Medie</td><td>350 x 200</td></tr><tr><td>C</td><td>Surub M6x10</td><td>3</td><td>300</td><td>0,075</td><td>0,975</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>D</td><td>Piuliță M6</td><td>3</td><td>300</td><td>0,075</td><td>0,675</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>F</td><td>Component toroidal mare</td><td>1</td><td>10</td><td>0,308</td><td>2,568</td><td>Medie</td><td>350 x 200</td></tr><tr><td>G</td><td>Componente toroidale mici</td><td>2</td><td>8</td><td>0,267</td><td>2,043</td><td>Mică 1</td><td>200 x 150</td></tr><tr><td>H</td><td>Surub M5x20</td><td>7</td><td>300</td><td>0,075</td><td>1,275</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>I</td><td>Piuliță M5</td><td>7</td><td>300</td><td>0,075</td><td>0,375</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>J</td><td>Support claxon</td><td>1</td><td>12</td><td>0,267</td><td>1,551</td><td>Mică 1</td><td>200 x 150</td></tr><tr><td>K</td><td>Claxon</td><td>1</td><td>20</td><td>0,267</td><td>1,147</td><td>Mică 1</td><td>200 x 150</td></tr><tr><td>L</td><td>Surub M4x18</td><td>2</td><td>300</td><td>0,075</td><td>0,975</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>M</td><td>Piuliță M4</td><td>2</td><td>300</td><td>0,075</td><td>0,675</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>N</td><td>Lamele</td><td>2</td><td>200</td><td>0,075</td><td>0,475</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>P</td><td>Support capac superior</td><td>1</td><td>10</td><td>0,308</td><td>1,398</td><td>Medie</td><td>350 x 200</td></tr><tr><td>R</td><td>Surub M4x14</td><td>3</td><td>300</td><td>0,075</td><td>0,375</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>S</td><td>Piuliță M4</td><td>3</td><td>300</td><td>0,075</td><td>0,375</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>V</td><td>Comutator</td><td>3 / 2 / 0</td><td>200</td><td>0,075</td><td>0,275</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>W</td><td>Capac comutator</td><td>0 / 1 / 3</td><td>200</td><td>0,075</td><td>0,275</td><td>Mică 2</td><td>170 x 100</td></tr><tr><td>X</td><td>Volan</td><td>1</td><td>10</td><td>1,104</td><td>14,144</td><td>Mare</td><td>500 x 350</td></tr></table>	Cod component	Denumire component	Nr. bucăți / produs	Cantitate/ ambalaj [buc]	Masa ambalaj gol [kg]	Masa ambalaj plin [kg]	Categorie (dimensiuni)	Dim. ambalaj [mm x mm]	A	Corp inferior	1	10	0,308	3,338	Medie	350 x 200	B	Capac inferior	1	10	0,308	1,968	Medie	350 x 200	C	Surub M6x10	3	300	0,075	0,975	Mică 2	170 x 100	D	Piuliță M6	3	300	0,075	0,675	Mică 2	170 x 100	F	Component toroidal mare	1	10	0,308	2,568	Medie	350 x 200	G	Componente toroidale mici	2	8	0,267	2,043	Mică 1	200 x 150	H	Surub M5x20	7	300	0,075	1,275	Mică 2	170 x 100	I	Piuliță M5	7	300	0,075	0,375	Mică 2	170 x 100	J	Support claxon	1	12	0,267	1,551	Mică 1	200 x 150	K	Claxon	1	20	0,267	1,147	Mică 1	200 x 150	L	Surub M4x18	2	300	0,075	0,975	Mică 2	170 x 100	M	Piuliță M4	2	300	0,075	0,675	Mică 2	170 x 100	N	Lamele	2	200	0,075	0,475	Mică 2	170 x 100	P	Support capac superior	1	10	0,308	1,398	Medie	350 x 200	R	Surub M4x14	3	300	0,075	0,375	Mică 2	170 x 100	S	Piuliță M4	3	300	0,075	0,375	Mică 2	170 x 100	V	Comutator	3 / 2 / 0	200	0,075	0,275	Mică 2	170 x 100	W	Capac comutator	0 / 1 / 3	200	0,075	0,275	Mică 2	170 x 100	X	Volan	1	10	1,104	14,144	Mare	500 x 350
Cod component	Denumire component	Nr. bucăți / produs	Cantitate/ ambalaj [buc]	Masa ambalaj gol [kg]	Masa ambalaj plin [kg]	Categorie (dimensiuni)	Dim. ambalaj [mm x mm]																																																																																																																																																										
A	Corp inferior	1	10	0,308	3,338	Medie	350 x 200																																																																																																																																																										
B	Capac inferior	1	10	0,308	1,968	Medie	350 x 200																																																																																																																																																										
C	Surub M6x10	3	300	0,075	0,975	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
D	Piuliță M6	3	300	0,075	0,675	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
F	Component toroidal mare	1	10	0,308	2,568	Medie	350 x 200																																																																																																																																																										
G	Componente toroidale mici	2	8	0,267	2,043	Mică 1	200 x 150																																																																																																																																																										
H	Surub M5x20	7	300	0,075	1,275	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
I	Piuliță M5	7	300	0,075	0,375	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
J	Support claxon	1	12	0,267	1,551	Mică 1	200 x 150																																																																																																																																																										
K	Claxon	1	20	0,267	1,147	Mică 1	200 x 150																																																																																																																																																										
L	Surub M4x18	2	300	0,075	0,975	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
M	Piuliță M4	2	300	0,075	0,675	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
N	Lamele	2	200	0,075	0,475	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
P	Support capac superior	1	10	0,308	1,398	Medie	350 x 200																																																																																																																																																										
R	Surub M4x14	3	300	0,075	0,375	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
S	Piuliță M4	3	300	0,075	0,375	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
V	Comutator	3 / 2 / 0	200	0,075	0,275	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
W	Capac comutator	0 / 1 / 3	200	0,075	0,275	Mică 2	170 x 100																																																																																																																																																										
X	Volan	1	10	1,104	14,144	Mare	500 x 350																																																																																																																																																										
Proiectarea elementelor dependente ale posturilor de lucru - determinarea necesarului de ambalaje pentru fiecare component; - alegerea / proiectarea echipamentului de aprovizionare																																																																																																																																																																	
Alegerea mijloacelor transfer inter-operational - alegerea mijlocului de transfer; - corelarea cu dimensiunile medii ale operatorului; - integrarea cu postul de lucru																																																																																																																																																																	
Proiectarea zonei logistice - dimensionarea zonei în concordanță cu metoda de aprovizionare aleasă și cu disponibilitatea de spațiu																																																																																																																																																																	
Proiectarea posturilor de lucru - integrarea într-o structură unitară a elementelor independente (suport, dispozitive, scule), elementelor dependente (mobilă dinamică de aprovizionare) și a elementelor de transfer (conveioare, palete); - definirea legăturilor între posturile de lucru, logistică, sistemele informatice; - descrierea modului de funcționare																																																																																																																																																																	
Proiectarea zonei logistice - dimensionarea zonei în concordanță cu metoda de aprovizionare aleasă și cu disponibilitatea de spațiu																																																																																																																																																																	
Proiectarea liniei de asamblare - reunirea posturilor de lucru, mijloacelor de transfer; - definirea punctelor de intrare și de ieșire ; - asigurarea spațiilor de acces și deplasare ale operatorilor; - descriere mod de lucru; - realizare caiete de sarcini																																																																																																																																																																	
Proiectarea sistemului de producție - integrarea liniei și a zonei logistice în amenajarea generală a clădirii; - identificare spații tehnice (control, mentenanță etc.) și zone anexe; - calculul indicatorilor de performanță și ameliorarea acestora prin procese iterative (reluarea unor etape / activități)																																																																																																																																																																	

Aplicând această metodologie au fost realizate patru variante de planuri de amenajare spațială a liniei de asamblare, utilizând trei metode: modelare 3D, desenare la scară pe tabla magnetică din laborator, realizare fizică în laborator (cu ajutorul „demonstratorului experimental”. Astfel, a fost posibilă realizarea unei evaluări eficiente a metodologiei propuse, concluziile în legătură cu aplicabilitatea acesteia fiind:

- metodologia dezvoltată cuprinde toate etapele necesare organizării spațiale a unei linii de asamblare;
- metodologia poate fi pusă în practică în forma existentă, dar utilizatorul ei trebuie să fie unul „instruit”;
- este foarte importantă realizarea unor bucle de comunicare între cei ce dezvoltă produsul, procesul și amenajarea spațială. Aceste bucle și echipele comune de lucru vor permite reducerea duratei de proiectare și analiză. De asemenea, se pot identifica mai ușor soluții optime produs – proces – amenajare.

O altă concluzie importantă a studiului experimental este aceea că existența unui spațiu comun de experimentare a variantelor de plan de amenajare spațială, în care se pot testa: procesul de asamblare, dispozitivele și sculele alese pentru proces, modelele de amenajare reprezentate schematic, soluțiile de automatizare (ca în cazul laboratorului dezvoltat în acest proiect), constituie un mediu ideal de dezvoltare și testare a ideilor, de către echipe interdisciplinare.

Metodologia pentru organizarea spațială a unei linii de asamblare, după ameliorarea ei, va fi completată cu alte metodologii specifice modelării-simulării fluxurilor și aplicării metodelor specifice Lean Manufacturing, astfel încât la finalul proiectului de cercetare acestea să fie integrate într-o „metodologie de îmbunătățire a fluxurilor de producție din industria de automobile”.

Laboratorul va fi dezvoltat în continuare, în celelalte etape ale proiectului, prin realizarea altor platforme de cercetare specifice metodelor de ameliorare a fluxurilor de producție, experimentării unor modele de organizare a muncii și Lean manufacturing și integrarea acestora într-o structură unitară.

C) Rezultate obținute

Partenerul P1 – UPIT din cadrul proiectului complex *și-a îndeplinit integral toate obiectivele asumate* prin planul de realizare a proiectului component coordonat, după cum urmează.

I. 1 Raport tehnic cuprinzând *sinteza metodelor, tehnicilor și instrumentelor moderne și a modelelor utilizate pentru organizarea spațială, îmbunătățirea fluxurilor de producție și Lean Manufacturing*, rezultat în urma analizării unui număr important de referințe bibliografice de actualitate.

II. 1 Laborator parțial dezvoltat cuprinzând: posturi de lucru modular-flexibile și sistem de transfer modular-flexibil pentru linii de asamblare; sistem digitizat pentru posturi de lucru; tablă și videoproiector; laptop-uri și softurile IMPACT și Tecnomatix FactoryFlow.

III. 1 Raport de experimentare care cuprinde *Metodologia pentru proiectarea organizării spațiale a unei linii de asamblare din industria de automobile* (dezvoltată în cadrul proiectului), descrierea punerii în practică a acesteia în condiții de laborator (*demonstratorul experimental*) pe un produs experimental și concluziile referitoare la utilizarea acesteia.

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

V. 1 Roll-up și 1 poster, pentru promovarea proiectului și diseminarea rezultatelor acestuia (vizibile și pe pagina web a proiectului).

VI. 5 lucrări științifice originale, susținute la conferințe și publicate în proceedings-uri sau jurnale, bazate pe cercetările realizate în cadrul proiectului component 1 coordonat de UPIT:

1. N. Belu, A.D. Rizea, E.L. Nițu, A.C. Gavriliuță, A.C. Gavriliuță, *An application of Six Sigma to PPM reduction in the relationship with the external customer*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, 400 (2018) 062006 doi:10.1088/1757-899X/400/6/062006 (ModTech 2018 – Constanța, 13-16 June 2018)

2. A. Gavriliuță, E. Nițu, A. Gavriliuță, N. Belu, A. Rizea, *Methodology for designing the layout for an assembly line to the automotive industry using the Lean concept*, Proceedings of the 6th RMEE Management Conference, pp. 495-502, ISSN 2247-8639, Toderescu Publishing House, Cluj-Napoca (RMEE 2018 - Technical University of Cluj-Napoca, 20-22 september 2018)

3. A. Gavriliuță, E. Nițu, A. Gavriliuță, A. Rizea, D. Anghel, N. Belu, *Designing a layout for an assembly line used in the automotive industry*, Proceedings of the 6th RMEE Management Conference, pp. 646-654, ISSN 2247-8639, Toderescu Publishing House, Cluj-Napoca (RMEE 2018 - Technical University of Cluj-Napoca, 20-22 september 2018)

4. N. Belu, E.L. Nițu, A.D. Rizea, C.A. Gavriliuță, L.M. Ionescu, A. C. Gavriliuță, *Implementation of Single-Loop Kanban System Using Indoor Location Based on RFID*, Proceedings of the IVth International Congress of Automotive and Transport Engineering, pp.311-318, ISSN 978-606-737-314-1 (AMMA 2018 Technical University of Cluj-Napoca, 17-19 October 2018)

5. A. Gavriliuță, E.L. Nițu, A. Gavriliuță, D.C. Anghel, N.D. Stănescu, M.C. Radu, Gh. Crețu, C.M. Biriș, V. Păunoiu, *The development of a laboratory system to experiment methods to improve the production flows*, Proceedings in Manufacturing Systems, pp. 127-132, Vol. 13, Iss. 3, 2018, ISSN 2343-7472 (ICMAaS 2018 - University POLITEHNICA of Bucharest, 15-16 November 2018)

Proceedings-urile conferințelor Modtech 2018 și RMEE 2018 (cuprinzând și lucrările menționate la pozițiile 1 - 3) sunt trimise spre evaluare în vederea indexării ISI.

VII. 2 cercetători nou angajați, începând cu 01.11.2018, asistenții de cercetare științifică:

- Neacșu Georgiana Cătălina,
- Pascu Iuliana Georgiana.

De asemenea, membrii echipei de cercetare a partenerului P1 – UPIT au participat la realizarea activităților asumate în cadrul celorlalte proiecte componente, inclusiv la diseminarea rezultatelor cercetărilor realizate în comun (a se vedea lista de lucrări ale partenerilor din consorțiu).

VIII. 3 CEC-uri de mobilitate de tip B, constând în vizita de lucru a 3 cercetători cu experiență la Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu – partener P3. Mobilitatea s-a desfășurat în perioada 31.10 – 01.11.2018 (două zile) și a condus la întărirea capacității instituționale a partenerului UPIT, prin îmbunătățirea competențelor privind prelucrarea prin deformare incrementală a cercetătorilor cu experiență.

D) Prezentarea structurii ofertei de servicii de cercetare și tehnologice

Prin dezvoltarea laboratorului Ingineria Sistemelor de Producție & Lean manufacturing (sala I 123), s-a îmbogățit oferta de servicii de cercetare și tehnologice care poate fi oferită de centrul de cercetare din care face parte echipa partenerului P1 – UPIT. Această ofertă este disponibilă pe platforma ERRIS și este accesibilă la adresa: <https://www.upit.ro/ro/cercetare-stiintifica/centrul-regional-crcd>, iar serviciile nou create 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.

E) Locuri de muncă susținute prin program

Echipa de cercetare a partenerului P1 – UPIT este alcătuită din 12 persoane: 8 cercetători cu experiență (cadre didactice universitare), 1 tehnician, 1 doctorand și 2 asistenți de cercetare științifică – nou angajați. Prin acest proiect complex au fost susținute următoarele norme cumulate (pe cele 10 luni de desfășurare a proiectului în 2018): 3.78 norme pentru cercetătorii cu experiență, 0.94 norme pentru tehnician, 1.2 norme pentru doctorand și 4 norme pentru asistenții de cercetare nou angajați.

Cei doi asistenți de cercetare nou angajați sunt: Neacșu Georgiana Cătălina și Pascu Iuliana Georgiana, ambele fiind angajate începând cu 01 noiembrie 2018.

F) Prezentarea valorificării / îmbunătățirii competențelor / resurselor existente la nivelul consorțiului (cecuri) max. ½ pagini

Partenerul P1 – UPIT a valorificat un *CEC de mobilitate de tip B*, constând într-o vizită de lucru a 3 cercetători cu experiență (Prof. dr. ing. Eduard Laurențiu Nițu, Conf. dr. ing. Monica Daniela Iordache, Ș.l dr. ing. Ana Cornelia Gavriliuță) la Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu – partener P3. Mobilitatea s-a desfășurat în perioada 31.10 – 01.11.2018 (două zile) și a condus la întărirea capacității instituționale a partenerului UPIT, prin îmbunătățirea competențelor privind prelucrarea prin deformare incrementală a cercetătorilor cu experiență menționați anterior.

În cadrul vizitei au fost prezentate și analizate facilitățile din laboratoarele de deformare plastică și de prelucrări pe mașini-unelte cu comandă numerică și roboți industriali, echipamentul de tip mașină automată de testare a materialelor prin încercare la tracțiune, compresiune și flambaj INSTRON 5587, precum și sistemele optice de măsurare a deformațiilor și a subțierii la piesele deformate din tablă, ARAMIS și ARGUS. Au fost realizate încercări experimentale pe aceste echipamente, ceea ce a condus la deprinderea utilizării tehnicilor și echipamentelor. De asemenea, au fost prezentate și analizate echipamentele tehnologice de tip centru de prelucrare prin frezare de tip Haas MiniMill și roboții industriali KUKA KR 6-2 și KUKA KR 210. S-au evaluat posibilitățile de utilizare a acestor echipamente pentru prelucrări prin deformare plastică și a fost prezentat și discutat modul de programare și exploatare al acestora.