

# FLUXURI DE FABRICAȚIE ÎN SISTEME CE INCLUD VEHICULE GHIDATE AUTOMAT

GENTEA Ionela-Dorina

Conducător științific: Prof.dr.ing. **Cristina MOHORA**

Conducător științific: Dr.ing. **Iuliana BOTEANU**

**REZUMAT:** În acest articol, sunt analizate conceptele de picking și Vehicul Ghidat Automat (AGV). Picking-ul este un proces de selectare și de colectare a pieselor mari și constă în aprovizionarea și ordonarea fiecărei piese în cadrul unui sistem bine definit. Scopul acestui articol este de a îmbunătăți fluxul de aprovizionare a unei linii de asamblare reală, cu piese din zona de picking. Distanța dintre zonele de picking este o componentă importantă a costurilor. În studiul nostru de caz, cărucioarele sunt transportate la linia de asamblare cu ajutorul unui tractor electric, deservit de un operator logistic. În această lucrare este analizată posibilitatea de a înlocui mijloacele de transport existente cu un AGV. Conceptul de picking și utilizarea AGV-urilor pentru transportul între zonele de picking, pot fi considerate ca fiind metode de optimizare a planului de amplasament pentru liniile de asamblare

**CUVINTE CHEIE:** AGV - vehicul ghidat automat, sistem de fabricație, aprovizionare pe bază de stocuri, aprovizionare în Strike-Zone, aprovizionare în "sincron" (kitting și picking)

## 1 INTRODUCERE

În ultima perioadă, întreprinderile din industria auto se confruntă cu o competiție acerbă. Astfel, companiile trebuie să ia decizii rapide cu privire la strategiile de aprovizionare a posturilor de lucru.

În acest sens, acest articol furnizează strategii de îmbunătățire a fluxului de aprovizionare cu piese într-o linie de asamblare. Una dintre metodele de aprovizionare este picking-ul, metodă ce constă în selectarea și colectarea pieselor.

Picking-ul poate fi definit ca o activitate prin care un număr mic de piese sunt extrase dintr-un sistem de depozitare, pentru a satisface un număr de comenzi independente. Alocările și așezările de piese bine gândite în locațiile de picking pot crea un avantaj și o optimizare a operațiunilor de picking în primul rând, dar și optimizarea spațiului de depozitare, reducerea și îmbunătățirea activităților de reaprovizionare, reducerea timpilor de execuție a operațiunilor din cadrul depozitului.

<sup>1</sup> Specializarea Inginerie Economică și Managementul Afacerilor, Facultatea IMST;

E-mail: [genteaioneldorina@yahoo.com](mailto:genteaioneldorina@yahoo.com);

Procesele de picking sunt o parte importantă a lanțului de aprovizionare.

O alta componentă importantă a lanțului de aprovizionare este distanța dintre zonele de picking. Un studiu de caz real este propus spre a fi analizat. Se dorește înlocuirea mijlocului de transport existent (tractor electric) cu un AGV.

Folosirea AGV-urilor în sistemele de aprovizionare prezintă următoarele avantaje:

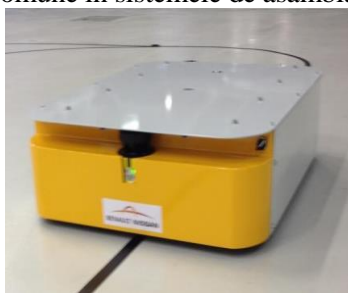
- Reducerea spațiului alocat: prin transferul realizat de AGV, nu este nevoie de spațiu de depozitare intermediar, se elimină stocurile de rezervă pentru defășurarea activității de fabricație între două transporturi, așa cum se procedează la un sistem clasic de transport intern;
- Reducerea resurselor umane alocate: operatorii umani nu participă la transportul materialelor între depozite și sistemele de fabricație, ceea ce conduce la creșterea productivității;
- Reducerea problemelor de calitate aparute în timpul transferului - componentele

transportate în mod automat sunt mai puțin expuse deteriorărilor decât în cazul transportării manual (operatorii umani folosiți în acest scop sunt de obicei necalificați);

- Adaptarea ușoară a sistemului la cerințele de modificare - traseele pe care circulă vehiculele ghidate automat sunt de regulă ușor schimbabile.

## 2 METODOLOGIA PICKING ȘI AGV

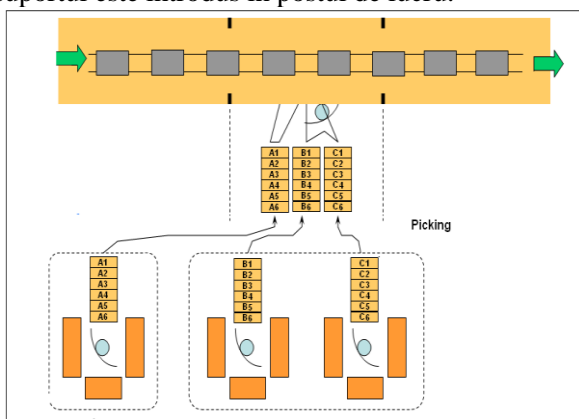
Picking-ul și AGV-urile (figura 2.1.) sunt două sisteme alternative de aprovizionare cu materiale care sunt comune în sistemele de asamblare.



**Fig.2.1.** Vehicul ghidat automat

Picking-ul reprezintă procesul de selectare și colectare a pieselor mari și care prezintă diversitate, în vederea livrării, realizat în cadrul unui sistem bine definit.

Reprezentare schematică picking (figura 2.2): piesele pentru aceeași poziție sunt depozitate pe un suport amenajat (în sensul filmului sau invers), iar suportul este introdus în postul de lucru.



**Fig.2.2.** Prezentare schematică funcționare picking [12]

Operațiunea de picking poate fi realizată în mai multe moduri, iar pentru o creștere a eficienței de cele mai multe ori se apelează la variante automatizate [1,11].

AGV-ul poate fi descris ca un robot mobil care urmează markeri sau fire pe podea, utilizează sisteme Vision sau laser pentru a naviga pe podele industriale pentru manipularea materialelor, inclusiv depozitarea, extragerea sau schimbul între mașini. De-a lungul ultimelor decenii sisteme de AGV sunt utilizate pe scară largă în procesele logistice și de fabricație [1].

Componentele sistemului de vehicule ghidate automat sunt: vehicule, dispozitive de ghidare a vehiculelor, stații de încărcare/descărcare, stații de schimb de informații și sistemul de comandă AGV [13].

Rolul pe care aceste mașini l-au jucat, nu poate fi subestima deoarece în 1953 au fost introduse pentru prima dată în mișcarea de materiale. Primul AGV a fost construit în 1953 de către Barrett Electronics Corporation, fiind conceput și utilizat ca un camion de remorcare modificat, care naviga de la un punct la altul, urmând un fir de pe teren [2].

AGV-urile trebuie să ia decizi în selecția drumului. Acest lucru se face prin diferite metode: prin selectarea modului frecvență (cu fir de navigație) și prin selectarea modului cale (doar navigare wireless) sau prin intermediul unei benzi și a unor TAG-uri, cu informații privind traseul de urmat, pe podea nu numai pentru a ghida AGV-ul dar de asemenea pentru a emite comenzi de direcție și viteză [3].

AGV-ul este un vehicul mobil independent; prin urmare, puterea vine de la baterie, în loc de curent alternativ. Capacitatea bateriei este limitată, este recomandat să se ia în considerare cantitatea de consum de energie încă din faza de proiectare. Cum bateria este utilizată, tensiunea se va schimba, de asemenea, când tensiunea ajunge la un anumit nivel, unele dintre elementele din cadrul AGV vor fi în imposibilitatea de a funcționa normal, ceea ce va produce mesaje de eroare. Este recomandat să pună în aplicare un sistem de control al tensiunii, astfel încât diferite acțiuni pot fi luate drept răspuns la modificările de tensiune [4].

AGV-ul ușurează munca, reduce deteriorarea materialelor transportate, crește eficiența și reduce costurile, ajutând pentru a automatiza o unitate de producție sau de depozitare [5-10].

Dezavantajele sistemelor de vehicule ghidate automat sunt:

- costuri mari de implementare; apar probleme tehnice dificil de soluționat în funcționarea vehiculelor în afara clădirilor

(vehiculele nu funcționează în condiții de temperatură mai joase de  $-40^{\circ}\text{C}$ ), sau la trecerea dintr-o hală în alta;

- terenul pe care circulă vehiculele (pardoselile halelor, căile de acces exterioare) trebuie să aibă o anumită calitate a suprafeței, să nu prezinte gropi, denivelări etc., să nu aibă pante mai mari de 10% și să nu existe obstacole pe trasee;
- dacă nu există disciplină tehnologică suficient de ridicată, există pericolul transformării vehiculelor în depozite: în loc să circule, ele devin niște mese staționare încărcate fiind cu piese [13].

AGV-urile sunt folosite în următoarele domenii: aerospațială, autotomivă, procesarea de corespondență, manufactură, tipografie, farmaceutic, producție, depozit etc [14].

### 3 STUDIUL DE CAZ

#### 3.1 Descrierea liniei de asamblare

Linia de asamblare produce 3 tipuri de motoare. Capacitatea de producție este de 450.000 motoare/an cu un timp de ciclu al liniei de 0,76 min. Suprafața liniei de asamblare este de 1427 m<sup>2</sup>, este organizată în formă de O și are un număr de 88 de posturi.

Aprovizionarea în sincron este făcută din 3 zone de picking. Studiul este realizat pe zona 3 de picking.

Linia de asamblare este aprovizionată cu piese din zona de picking. În zona de pregătire logistică de tip picking sunt pregătite, pe cărucioare, în ordinea filmului de fabricație, familiile de piese: capac chiulasă, repartitor, turbocolector și pot catalitic.

Filmul de fabricație reprezintă planificarea producției bazată pe comenzi ferme clasificate în funcție de datele primirii acestora de la clienți, structurată în ordinea de fabricație.

Cărucioarele sunt transportate în linia de asamblare cu ajutorul unui tractor electric, deservit de un operator logistic.

#### 3.2 Identificarea problemei

În această cercetare se dorește optimizarea fluxului de fabricație prin aprovizionarea zonelor de picking utilizând noi mijloace de transport.

În situația actuală, transportul cărucioarelor de piese este realizat prin intermediul unui tractor electric. În acest studiu se dorește eliminarea acestui tractor deoarece generează costuri atât în angajamentul operatorului ce transportă cărucioarele, cât și în timpul de funcționare al tractorului.

Îmbunătățirea fluxului de aprovizionare cu piese a posturilor de lucru se va face prin înlocuirea mijlocului de transport existent cu un AGV, iar soluțiile propuse în vederea realizării acestei ameliorări sunt prezentate în figura 3.1.

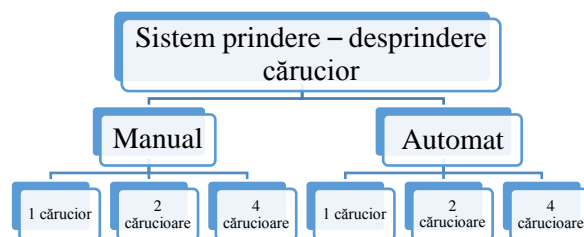


Fig. 3.1. Situații propuse

### 4 REZULTATE

Pentru început se va determina angajamentul operatorului și timpul de funcționare al tractorului electric. Se va folosi o fișă de analiză a timpilor. În această fișă este descrisă activitatea efectuată de operator, în funcție de distanță și de frecvența de realizare a activității rezultând timpul de care este nevoie pentru a transporta în post un cărucior cu piese. Cu ajutorul planului de implantare al liniei se va determina lungimea traseului parcurs de tractorul electric pentru aprovizionare.

În urma datelor colectate va rezulta că, angajamentul operatorului care transportă cărucioarele în linia de asamblaj este de 43,26 [%], ceea ce rezultă un cost al acestuia de 18.170,07 [€] (pentru cele 3 schimburi de lucru). Costul operatorului pe an a rezultat făcând produsul dintre angajamentul total al operatorului, numărul de echipe și costul acestuia deîmpărțit la 100.

Timpul de funcționare al tractorului fiind de 7,59 min și rezultând un cost al acestuia de 3388,41[€]/an.

În cele ce urmează, vor fi prezentate rezultatele obținute pentru soluțiile de optimizare propuse, dar și comparații făcute între cele două mijloace de transport.

Costul de investiție pentru soluțiile propuse sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 2 evidențiază perioada în care se va amortiza investiția pentru soluțiile propuse.

Tabel 1. Costul de investiție

Investiție	Manual			Automat		
	1 cărucior	2 cărucioare	4 cărucioare	1 cărucior	2 cărucioare	4 cărucioare
Număr AGV-uri	2	2	1	2	2	1
Costul AGV, [€]	13045			15045		
Cost total AGV, [€]	26090		13045	30090		15045
Cost implementare, [€]	3170	3010	2610	9170	12010	17610
<b>Total investiție, [€]</b>	<b>29260</b>	<b>29100</b>	<b>15655</b>	<b>39260</b>	<b>42100</b>	<b>32655</b>

Tabel 2.. Perioada de amortizare a investiției

Cost utilizare	Situatii propuse						Situatie actuală
	Manual			Automat			
	1 cărucior	2 cărucioare	4 cărucioare	1 cărucior	2 cărucioare	4 cărucioare	Tractor electric
$T_{a op}$ , [%]	18,55		21,18	-			43,26
$C_{op/an}$ , [€]	7791		8895,60	-			18.170,07
$C_{tr/an}$ , [€]	-						3388,41
“Consumabile AGV”*, [€]	1200	1200	600	1200	1200	600	-
Total cost utilizare, [€]	8991	8991	9495,6	1200	1200	600	21558,48
Amortizare, [ani]	2,32	2,31	1,29	1,92	2,06	1,55	

\* În fiecare an bateria AGV-ului trebuie schimbată

Din figura următoare se poate observa că pentru sistemul de prindere – desprindere automat costul operatorului este zero deoarece se realizează automat cu ajutorul unui acționor, care se achiziționează în același timp cu AGV-ul.

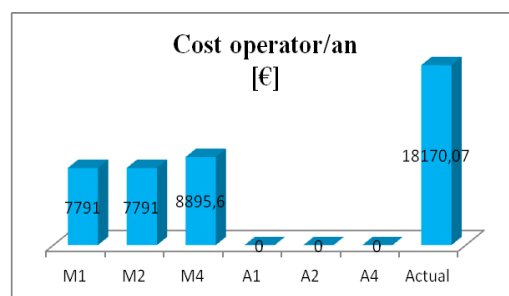


Fig. 4.1. Costul operatorului pe an

În figura 4.2 se poate observa că pentru situația actuală tractorul trebuie să fie plătit deoarece este închiriat, fiind necesar a se plăti chiria acestuia.

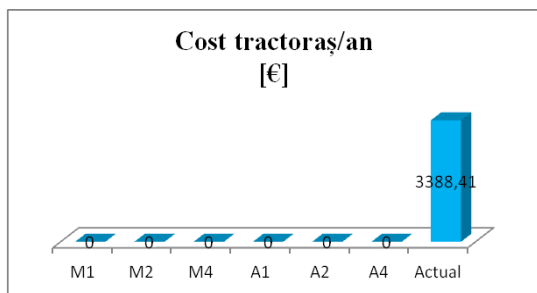


Fig. 4.2. Costul tractorului pe an

“Consumabile AGV” pentru fiecare situație propusă este prezentată în figura 4.3. “Consumabilele” se referă la faptul că în fiecare an bateria AGV-ului trebuie schimbată.

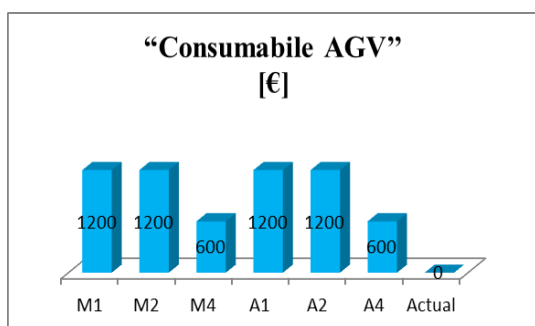


Fig. 4.3. Consumabile AGV

Se poate observa că pentru sistemul de prindere – desprindere manual cu 4 cărucioare și automat cu 4 cărucioare este nevoie de o singură baterie, deoarece este necesar un singur AGV, pentru fiecare situație propusă pentru a realiza transportul cărucioarelor cu piese în postul de lucru. Iar în cazul sistemelor de prindere – desprindere manual și automat care transportă un cărucior, respectiv 2 cărucioare este nevoie de câte 2 consumabile, fiind nevoie de 2 AGV-uri pentru aceste situații.

Costul total de utilizare pentru situația actuală și pentru situațiile propuse este evidențiat cu ajutorul figurii 4.4. În cazul situației actuale acest cost este format din costul operatorului pe an la care se adaugă costul tractorului electric, iar pentru fiecare situație propusă acesta este alcătuit din costul operatorului pe an la care se adună “Consumabile AGV”.

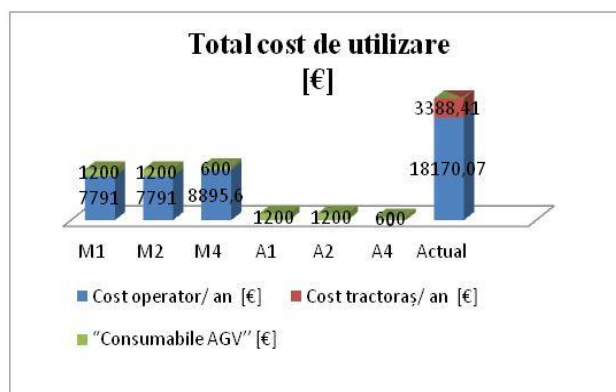


Fig. 4.4. Total cost de utilizare

## 5 CONCLUZII

În acest articol s-a studiat îmbunătățirea procesului de aprovizionare a posturilor de lucru din cadrul unei linii de asamblare.

Metodele de optimizare folosite în acest studiu au fost: picking și introducerea AGV-urilor ca și mijloc de transport.

Mai multe comparații au fost realizate între transportul cu tractorul electric și AGV.

Au fost propuse mai multe situații de ameliorare a fluxului de aprovizionare și apoi s-a făcut o analiză a investițiilor și a costurilor.

Din punct de vedere al amortizării investițiilor și al costurilor de utilizare, varianta optimă rezultată este situația în care este folosit un AGV, al cărui sistem de prindere – desprindere este manual și care transportă 4 cărucioare (figura 5.1).

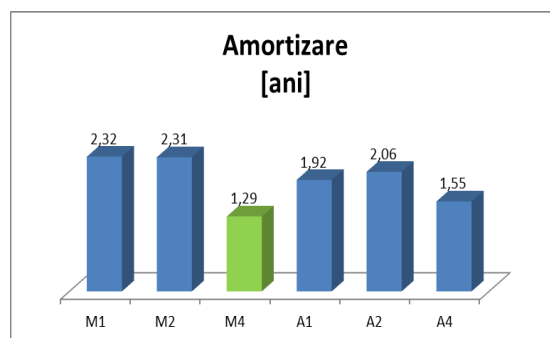


Fig. 5.1. Analiză situații propuse

Direcțiile viitoare de cercetare vor fi canalizate prin a determina distanța medie a livrărilor de materiale, distanța medie de parcurs în gol și eficiența sistemului de transport, toate acestea ajutându-mă să calculez numărul de AGV-uri necesare utilizând o altă metodă de calcul.

Atenția îmi va mai fi canalizată și asupra simulării zonei impactate utilizând soft-ul Delmia Quest.

## 6 BIBLIOGRAFIE

- [1] Hossain, M., Sohel, A., Using Optical Mouse as a Position Feedback Sensor for AGV Navigation, nr.02/2013, pp.33-34, 2013.
- [2] Abodunrin, A., Pitts, R., Improving Obstacle Detection of Automated Guided Vehicles via Analysis of Sonar and Infrared Sensors Output - Proceedings of the 2015 International Conference on Operations Excellence and Service Engineering, pp.342-344, 2015.
- [3] Sowndar, P., An Intelligent AGV with Lane Detection and Obstacle Avoidance Using ARM , pp.671-677, 2014.
- [4] Hou, C., Huang, H., Lan, T., The Development of LOHAS Automated Guiding Vehicle, nr.11/2013, pp. 6825-6827, 2013.
- [5] Gan, Z., Automated Guide Vehicles Dynamic Scheduling Based on Annealing Genetic Algorithm, nr.5/2013, pp.2508-2510,2013.
- [6] Pérez, D., An Accurate and Robust Flexible Guidance System for Indoor Industrial Environments, vol 10, pp. 1-5, 2013.
- [7] Barberá, H., A Flexible AGV System using Topological and Grid Maps, CONFERENCE PAPER 2003.
- [8] Barbera, H., Perez, D., Development of a flexible AGV for flexible manufacturing systems”, nr.5/2010, pp. 459-463, 2010.
- [9] Ronald, C., Autonomous Navigation in a Manufacturing Environment, nr.4/1990, pp. 445-449, 1990.
- [10] Mahapatra, S.S., Scheduling of Automated Guided Vehicles in Flexible Manufacturing Systems environment, pp.5-26, 2010.
- [11] Mod de funcționare logistic – linie asamblare motor H – Dacia, 2014.
- [12] Mod de exploatare asamblaj motor H – Dacia, 2010, Renault.
- [13] [http://test.mrxl.ro/joomla/images/Cursuri/sff/Cap\\_1\\_2.pdf](http://test.mrxl.ro/joomla/images/Cursuri/sff/Cap_1_2.pdf)
- [14] [http://web.clicknet.ro/adycotuna/Project/files/Proj\\_Diploma.pdf](http://web.clicknet.ro/adycotuna/Project/files/Proj_Diploma.pdf)
- [15] Finnsgard C., Wanstrom C., Factors impacting manual picking on assembly lines: an experiment in the automotive industry, International Journal of Production Research, Vol. **51**, No. 6, 2013, 1789–1798
- [16] Limerea V, Goetschalckxb M., McGinnisb L., Optimising part feeding in the automotive assembly industry: deciding between kitting and line stocking, International Journal of Production Research, Vol. **50**, No. 15, 2012, 4046–4060.
- [17] Nițu Eduard., Suport de curs Ingineria și Managementul Producției 1-2, Curs universitar nepublicat, Universitatea din Pitești, Pitești, 2012

## 7 NOTAȚII

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

$T_{a\ op}$  = total angajament / operator pe an [%]

$C_{op/an}$  = costul operatorului pe an[€]

$C_{tr/an}$  = cost tractoraș pe an[€]