



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

IMPLEMENTAREA METODEI HEIJUNKA ÎN CADRUL UNEI LINII DE PRODUCȚIE

Marinela INȚĂ, Achim MUNTEAN

HEIJUNKA METHOD IMPLEMENTATION IN A PRODUCTION LINE

The implementation of modern production systems has become a necessity due to global competition and aims a better response to customer requirements, improve quality, decrease delivery times and costs. This paper aims to implement Heijunka method for increasing the performance of a production process within an automotive company in Sibiu. By implementing the method desired volumes leveling to balance inventories and customer demand.

Keywords: method Heijunka, production leveling, demand

Cuvinte cheie: metoda Heijunka, nivelare de producție, cererea

1. Introducere

Metoda sau panoul Heijunka reprezintă eliminarea diferențelor în volumul de muncă. Aceasta se realizează prin nivelarea volumelor pentru a produce un flux lin, continuu și eficient.

Cu această metodă, procesele sunt concepute pentru a permite produselor să fie schimbate cu ușurință, producând doar ce este nevoie, atunci când este nevoie, [1]. Utilizarea metodei Heijunka are ca principal rol nivelarea încărcării posturilor de lucru pentru realizarea producției solicitate, respectiv pentru a se putea produce în ritmul impus de cererea clientului.

Pentru a aplica metoda Heijunka, este nevoie de o cerere continuă și relativ stabilă pentru un interval de timp și pentru o anumită familie de produse, [2]. Deci, metoda Heijunka:

- transformă cererile neuniforme ale clienților în procese de fabricație uniforme și previzibile;
- este folosită de obicei în combinație cu alte principii Lean;
- contribuie la stabilitatea unui proces de fabricație;
- decuplează producția de variația cererii clientului;
- reduce fluctuația în lanțul de aprovizionare.

Dacă se face o comparație între producția clasică și cea nivelată se constată că, planificarea producției este mai bună utilizând producția nivelată, deoarece cantitatea de produse necesare este împărțită în cantități egale pentru întreaga perioadă.

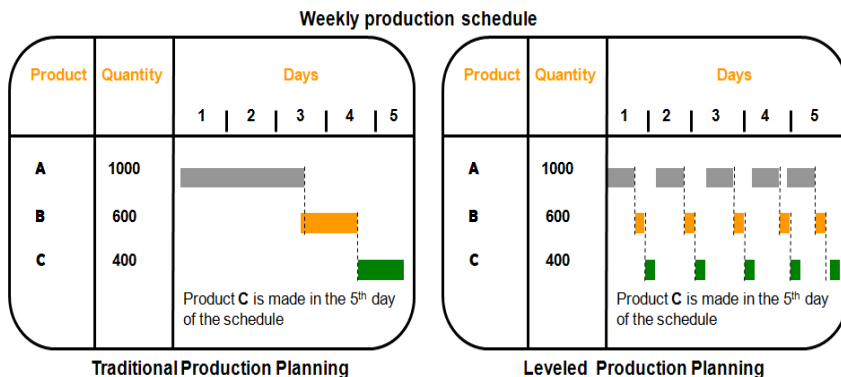


Fig.1 Nivelarea producției

Totuși aplicarea unei producții nivelate (Heijunka) are și anumite provocări, [3]:

- necesită multe informații;
- instrumentele necesare deseori lipsesc;
- nu poate fi implementată imediat – necesită un mediu previzibil și informații de la client;
- precizarea cererii este imperfectă. Informațiile greșite pot ruina procesul;
- necesită disciplină și efort de planificare;
- nu este neaparat utilă pentru companiile cu o cerere stabilă.

În concluzie, fabricarea de produse pe intervale mici necesită schimbări foarte rapide și o fiabilitate ridicată a mașinilor unelte.

2. Layout-ului liniei de fabricație

2.1 Descrierea liniei și a operațiilor de fabricație

Produsul EGH350 a fost conceput pentru transmisia cu dublu ambreiaj și se montează pe cutia de viteze, [4]. Transmisia cu dublu ambreiaj este o tehnologie inovatoare care combină confortul transmisiei automate cu dinamica modului de schimbare manuală a vitezelor, astfel se obține:

- O conducere a automobilului fără pierdere de putere și întreruperi la schimbarea vitezelor;
- O accelerare sportivă, dar confortabilă;
- O reducere a consumului de combustibil (între 10-20 %) și a emisiilor de CO₂;

Produsul este compus din 3 subcomponente:

- PCB (control board și power board);
- Carcasă care la rândul ei este prevăzută cu 2 motoare;
- Capac.



Fig. 2 Componenta piesei finite, [4]

Clientul direct al acestui produs este Getrag, Italia, iar vehiculele pentru care se folosește acest produs sunt Renault Scenic și Ford Fiesta.

Pentru asamblarea și realizarea produsului este nevoie de 2 linii de producție: una pentru partea de front end și cealaltă pentru partea de back end.

Pe linia de front end sunt pregătite PCB – urile, astfel pe PCB se prindează pastă pe care se pun componentele mici (SMD-urile = surface mounted device) și prin intermediul cuptorului de lipire se lipesc. Apoi acestea sunt inspectate la stația AOI (inspecție optică automată), după care trec pe back end unde vor continua procesul tehnologic.

Pe aceasta linie este nevoie de 2 operatori, unul pentru montare componente și altul pentru inspecția optică automată. De asemenea, trebuie există și un tehnician de proces care intervine în momentul când apar probleme.

Pe partea de back end urmează asamblarea propriu – zisă. PCB – urile sunt separate la stația de milling, după care se va efectua o testare în circuit la stația de ICT.

Acestea vor fi lăcuite cu ajutorul a două mașini, împiedicând astfel oxidarea componentelor. Cu ajutorul altor 3 mașini se efectuează anumite presări de componente, astfel încât va rezulta combinarea PCB-urilor. Cu ajutorul a 4 roboți are loc asamblarea propriu zisă a piesei, iar în urma unor procese de însurubare și dispensarea unui silicon special va rezulta piesa finită.

Deoarece carcasa este prevăzută cu 2 motoare, piesa finită rezultată va fi calibrată la un nou post de lucru.

După calibrare piesa se introduce în cuptor pentru întărirea siliconului. Imediat la ieșire din cuptor aceasta va fi testată la o temperatură ridicată, după care va intra într-un cuptor de răcire.

Înainte de a fi programată, pe piesă se montează o membrană (figura 3) care are rolul de a lăsa umiditatea din interior să iasă, dar nu îi dă voie să intre alta, această membrană este protejată de un capac.

În final piesa este programată pentru client, se verifică pinii din interiorul conectorului și apoi îi este atașată o etichetă care conține un cod necesar clientului pentru procesarea piesei în fluxul lor de producție.

Trebuie precizat că, pe această linie de back end lucrează 9 operatori și 4 tehnicieni (de test, de proces, de analiză și de calitate) care asigură realizarea produsului în cele mai bune condiții de calitate.



Fig. 3 Montarea membranei

2.2 Identificarea problemelor

Tipul de producție pe această linie este una denivelată. Acest tip de producție nu este una favorabilă, deoarece există foarte multe lipsuri care în final afectează producția de serie. Deoarece pe linia de EGH350 se realizează 2 produse, pentru Ford și respectiv Renault, există o problemă la stocul pieselor, niciodată nu se știe exact câte anume să se producă, astfel încât să se onoreze la termen toate comenzile. Din această cauză există momente când se produce în avans, rămânând un stoc prea mare în magazie comparativ cu comenzile care ar fi trebuit să fie îndeplinite. Iar din punct de vedere calitativ nu este conform să existe un stoc prea mare. De asemenea în cadrul liniei de producție există și alte dezavantaje:

- productivitatea forței de muncă nu este sub control în momentul când pe o anumită perioadă se produce foarte mult, rezultând piese neconforme care în final ajung să fie livrate către client;
- apare deseori stocuri;
- programele de producție se schimbă des;
- furnizorii deseori eșuează în a satisface cererea, existând probabilitatea de a rămâne fără materiale în producție.

2.3 Implementarea metodei Heijunka pe linia de producție

Implementarea metodologiei “Lean manufacturing” implică luarea deciziilor pe bază de fapte și de date reale și nu pe intuiție și păreri proprii. În urma problemelor identificate s-a ajuns la concluzia că,

implementarea metodei Heijunka pe linia de producție este cea mai bună soluție, rezultând astfel o producție nivelată. Există totuși și obiective secundare, cum ar fi:

- maximizarea utilizării resurselor;
- reducerea stocurilor;
- reducerea variației în procesul de producție;
- reducerea timpului de pregătire;
- costuri reduse de transport (intrare și ieșire);
- servicii mai consistente pentru clienți (apropiindu-se de 100% livrare la timp);

Datorită faptului că pe linia de EGH350 se produc 2 produse, Ford și Renault, în loc să realizeze toate produsele de același fel într-un singur lot, sunt realizate prin implementarea metodei Heijunka mai multe loturi mici, alternativ pe o anumită perioadă de timp.

Avantajele implementării acestei metode sunt:

- Timp scurt de pregătire;
- Reduce fluctuația de aprovizionare cu materie primă în producție;
- Îndeplinește cererea clientului;
- Reducerea timpilor de pregătire (crește viteza);
- Randament crescut planificat;
- Costuri reduse de transport (intrare și ieșire);
- Servicii mai consistente pentru clienți (apropiindu-se de 100% livrare la timp);
- Materiale mai puține pe linia de producție;

Îndeplinirea livrării produselor către client este datorată timpilor de takt. Optimizarea timpilor de takt reduce rebuturile și ineficiența, prin eliminarea riscului întârzierilor sau a producției în exces.

Timpul de takt și Heijunka oferă abilitatea de a fi flexibili în funcție de cerere și de a asigura o producție lină, continuă și proporționată, iar când toate activitățile de producție sunt sincronizate cu timpul de takt, este eliminată risipa cauzată de supra-producție, [5].

În studiul de față, cererea clientului într-o lună este de 30000 de piese finite, rezultând un timp de takt de:

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= ((\text{timpul zilnic de producție disponibil})/((\text{cererea clientului} \\ &\text{de zi cu zi})) = ((480-30))/((30000 \div 30 \text{ zile})) \\ &= 450/1000 = 0,45 \text{ minute/piesa} \end{aligned} \quad (1)$$

Deoarece ciclurile mașinilor unelte nu sunt ușor de schimbat, capacitatea de lucru nu este suficientă pentru a sprijini produsele propuse.

Se cunoaște că, performanța în producție este determinată este determinate de cele mai multe ori de mașinile unelte sau de intervenția umană: materii prime, verificări, intervenții în caz de defecțiuni, etc.

Performanța reală a întregului echipament poate fi determinată prin mai multe metode, dar cea mai sigură metodă o reprezintă eficacitatea generală a echipamentului (OEE Overall Equipment Effectiveness).

$$\text{OEE} = \text{disponibilitate} * \text{eficiența} * \text{calitate} \quad (2)$$

unde:

A. Timp de lucru zilnic = 60 min. x 8 ore = 480 min – 30 min (pauza) = 450 min

B. Timp programat de oprire zilnică (începerea fabricației, întreținere programată, opriri pentru ședințe de lucru) = 20 min

C. Timp de încărcare zilnică = A – B = 430 min

D. Timp pierdut pentru opriri (dacă pana a durat 10 min, pregătirea 10 min, reglajul 10 min) = 30 min

E. Timp de operare zilnic = C – D = 400 min

G. Producția zilnică = 1000 piese

H. Coeficientul de produse bune = 98 %

I. Timpul de ciclu teoretic = 0,4 min/piesă

J. Timpul de ciclu real = 0,6 min/piesă

În baza acestor date se calculează:

F. Timpul real de fabricație = J x G = 0,6 x 1000 = 600 min

T. Disponibilitatea E / C x 100 = 400/430 x 100 = 93 %

M. Coeficientul de viteză = I / J x 100 = 0,4/0,6 x 100 = 66 %

N. Coeficientul net de operare = F / E x 100 = 600/400 x 100 = 150 %

L. Eficiența procesului = M x N x 100 = 0,66 x 1,5 x 100 = 99 %

$$\text{OEE} = T \times L \times H \times 100 = 0,93 \times 0,99 \times 0,98 \times 100 = 90,22 \% \quad (3)$$

Având în vedere că eficacitatea generală a echipamentului este de 90,22 % rezultă, cererea clientului este îndeplinită.

3. Proceduri de lucru pentru aplicarea metodei Heijunka

Principalele proceduri aplicate în cadrul metodei pe linia de producție [6], sunt:

a. Intocmirea secvenței săptămânale de lucru

În fiecare vineri dimineața, Production Planner-ul descarcă din software comenzile de la client și le completează în baza de date “Heijunka” pe un orizont de 4 săptămâni.

| | | | On stock | Mo | | | Tu | | | Wed | | | Thu | | | Fri | | |
|-----------------|---------------|---------------------|----------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|
| | | | | 1-Jun | | | 2-Jun | | | 3-Jun | | | 4-Jun | | | 5-Jun | | |
| | | | | sch1 | sch2 | sch3 | sch1 | sch2 | sch3 | sch1 | sch2 | sch3 | sch1 | sch2 | sch3 | sch1 | sch2 | sch3 |
| Planificarea FC | RSA Power | A2C3121100000 | 1269 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Comenzi | | | 750 | | | 750 | 750 | | | 750 | 750 | | | 800 | 700 | | |
| | RSA Control | A2C3153960000 | 557 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Comenzi | | | 750 | 750 | | | | | 750 | 750 | | 750 | 750 | | | | |
| | Ford Power | A2C3121110100 | 1111 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Comenzi | | | | | | | | | | | | | | 100 | 800 | | |
| | Ford Control | A2C8600000100 | 1222 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comenzi | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Planificarea DF | | | | Mo | | | Tu | | | Wed | | | Thu | | | Fri | | |
| | | | | 5-Jan | | | 6-Jan | | | 7-Jan | | | 8-Jan | | | 9-Jan | | |
| | | | | sch1 | sch2 | sch3 | sch1 | sch2 | sch3 | sch1 | sch2 | sch3 | sch1 | sch2 | sch3 | sch1 | sch2 | sch3 |
| | A2C3074300000 | TCU OCT DKG250 RSA | Rsa | | | | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 150 | |
| | A2C3074310200 | TCU OCT DKG250 Ford | Ford | | | | | | | | | | | | | 200 | 350 | |

Fig. 4 Model secvență săptămânala Heijunka

Production Planner-ul trebuie să valideze datele referitoare la numărul de Kanban-uri care trebuie planificate, și crează secvența săptămânala Heijunka, începând cu ziua de luni a săptămânii următoare, ținându-se cont de regulile de planificare (distribuirea cât mai egală a cantităților și referințelor). În acest caz, se verifică evoluția stocului în raport cu secvența creată și planul de livrări. Dacă stocul scade sub zero, iar livrarile la client nu sunt acoperite, atunci se ajustează secvența. Următorul pas este acela de a imprima secvența, și de a o afișa pe tabla Heijunka.

b. Manipularea (lucrul) cu tabla Heijunka.

Production Planner-ul are sarcina de a revizui planificarea pe tabla Heijunka cel puțin de două ori pe săptămâna, dar și starea stocurilor de produse finite.

c. Manipularea (lucrul) cu tabla FIFO.

Piesele semifinite sunt stocate în 2 supermarket-uri (unul pentru Power Board și unul pentru Control Board). Supermarketurile au câte 8 rânduri de stocare. Pe fiecare din cele 2 supermarketuri va fi plasată câte o tablă FIFO cu câte 8 jetoane, fiecare jeton reprezentând câte un rând (de la 1 la 8). O tablă FIFO este structurată în 4 zone distincte, fiecare zonă reprezentând stadiul în care se află rândul respectiv: empty, full, waiting in, waiting out. Exceptând zona de “Empty” celelalte zone sunt dublate fiind dedicate pentru fiecare din variante (Ford și Renault).



Fig. 6 Model tablă Heijunka

- d. La intrarea în fiecare schimb se verifică status-ul panoului Heijunka.

4. Concluzii

■ Implementarea sistemelor de producție moderne a devenit o necesitate datorită competiției globale și are ca scop un mai bun răspuns la cerințele clienților, îmbunătățirea calității, scăderea timpilor de livrare și a costurilor organizației.

■ În definirea propriului sistem, fiecare companie pune accentul pe ceea ce consideră mai important: scăderea costurilor, eliminarea pierderilor și/sau adaptarea rapidă la cerințele externe.

■ Prezența companiei pe baza standardelor create pentru reducerea defectelor a reușit să-și standardizeze procesul de producție, iar datorită acestor standarde interne a trecut mai ușor peste auditele de la diferiți clienți și să-și reducă numărul de defecte pe fiecare proces în parte.

Standardele realizate au fost trimise și furnizorilor de materii prime care au trebuit să-și conformeze produsele oferite cu aceste standarde.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Abrudan, I., Cândea, D., *Ingineria și managementul sistemelor de producție*, Editura Dacia, Cluj Napoca, 2002.
- [2] Reyner, A., Fleming, K., *Heijunka Product & Production Leveling Module*, ESD.60 – Lean/Six Sigma Systems MIT Leaders for Manufacturing Program (LFM), 2004.
- [3] Fonseca Araujo L., Alves Queiroz A., *Production Leveling (Heijunka) Implementation in a Batch Production System: A Case Study*, 2014.
- [4] * * * http://www.continental-automotive.com/www/automotive_de_en/themes/passenger_cars/powertrain/transmission_en.html?page=2.
- [5] Beju Livia Dana, *Principiile fabricației agile*, Editura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu, 2013.
- [6] * * * http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_com_en/themes/press_releases/3_automotive_group/powertrain/press_releases/pr_2_014_01_28_10_years_dct_en.html.
- [7] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Șef lucr.Dr.Ing. Marinela INȚĂ
Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu/Facultatea de Inginerie,
membru AGIR
e-mail: marinela.inta@ulbsibiu.ro

Prof.Dr.Ing. Achim MUNTEAN
Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu/Facultatea de Inginerie,
membru AGIR
e-mail: achim.muntean@ulbsibiu.ro