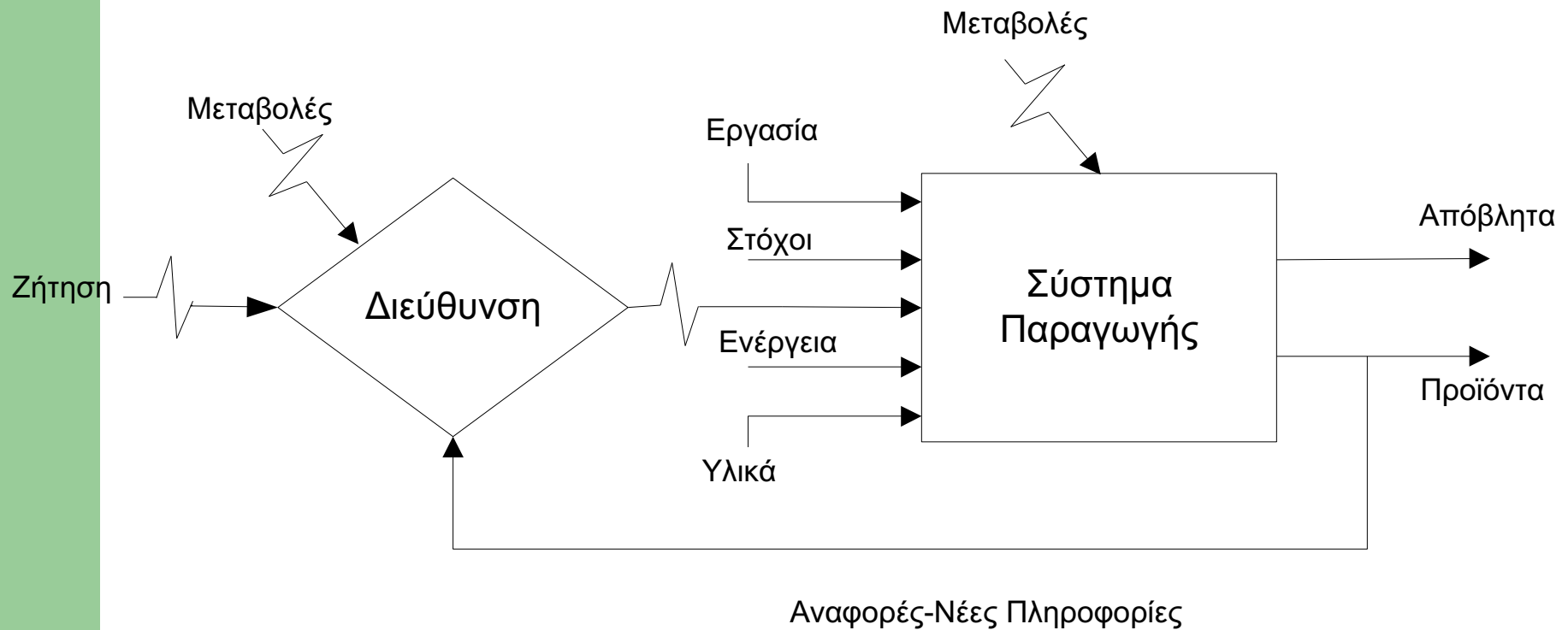


Βιομηχανική ευελιξία

ΔΙΔΑΣΚΩΝ:
Ν. ΤΣΟΥΡΒΕΛΟΥΔΗΣ

Το περιβάλλον του συστήματος παραγωγής



Βιομηχανική Ευελιξία - Ορισμός

- Ως **ευελιξία συστήματος παραγωγής** ορίζεται η ικανότητά του να αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τις ποικίλες μεταβολές των παραμέτρων συνεχίζοντας απρόσκοπτα την παραγωγή προϊόντων αποδεκτής ποιότητας.

Τύποι ευελιξίας

- **Ευελιξία μηχανής** (ή σταθμού εργασίας) είναι η ικανότητα της μηχανής να πραγματοποιεί διαφορετικές κατεργασίες απαιτώντας ελάχιστο χρόνο προετοιμασίας για κάθε μία από αυτές.
- **Ευελιξία διαχείρισης υλικών** είναι η ικανότητα του συστήματος να μετακινεί ταχύτατα για αποθήκευση ή επεξεργασία διαφορετικούς τύπους προϊόντων.
- **Ευελιξία δρομολόγησης** ενός συστήματος παραγωγής είναι η ικανότητά του να χρησιμοποιεί εναλλακτικές δρομολογήσεις για την παραγωγή ενός προϊόντος.
- **Ευελιξία προϊόντος** είναι η ευκολία με την οποία ένα σύστημα παράγει νέα προϊόντα.

Τύποι ευελιξίας - 1

- **Ευελιξία διαδικασίας** είναι η ικανότητα του συστήματος να παράγει ένα σύνολο προϊόντων χρησιμοποιώντας διαφορετικά υλικά και μεθόδους.
- **Ευελιξία κατεργασίας** είναι η ικανότητα μεταβολής της σειράς των κατεργασιών που απαιτούνται για την παραγωγή κάθε τύπου προϊόντος.
- **Ευελιξία βαθμού** ενός συστήματος παραγωγής είναι η ικανότητα να λειτουργεί κερδοφόρα ασχέτως μεταβολών στους όγκους παραγωγής των προϊόντων.
- **Ευελιξία επέκτασης** είναι η ευκολία με την οποία ένα σύστημα αυξάνει την ικανότητα παραγωγής, ταχύτατα και με ελάχιστο κόστος.

Τύποι ευελιξίας - 2

Ευελιξία παραγωγής είναι το σύνολο των προϊόντων που μπορεί να παράγει το σύστημα χωρίς περαιτέρω αύξηση του εξοπλισμού του.

Ευελιξία προγράμματος είναι η ικανότητα του συστήματος να λειτουργεί χωρίς εξωτερικές ρυθμίσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Ευελιξία αγοράς είναι η ευκολία προσαρμογής ενός συστήματος παραγωγής στη μεταβαλλόμενη ζήτηση προϊόντων.

Η μέτρηση της ευελιξίας

οικονομικές επιπτώσεις

λειτουργικά χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής

η ευελιξία συνδέεται εννοιολογικά με την αβεβαιότητα, χωρίς να ορίζονται οι διαστάσεις της ή ισοδύναμα ο χώρος εφαρμογής της. Το γεγονός αυτό προκαλεί σύγχυση όσον αφορά στην δημιουργία ενός ενιαίου θεωρητικού πλαισίου για την διαστασιολόγηση της έννοιας.

Η μέτρηση της ευελιξίας - Δυσκολίες

- 1. Η έλλειψη μεθόδου σύνθεσης
 - α) των λειτουργικών χαρακτηριστικών που επηρεάζουν τον κάθε τύπο και
 - β) των τύπων ευελιξίας που εκδηλώνονται σε διαφορετικά επίπεδα ιεραρχίας και είναι απαραίτητες στον προσδιορισμό της συνολικής ευελιξίας.

Η μέτρηση της ευελιξίας - Δυσκολίες

- Δεν υπάρχει ένα-προς-ένα αντιστοιχία ανάμεσα στην ευελιξία και στα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής.
- Δεδομένα για τη μέτρησή της τα οποία δεν ορίζονται με ακρίβεια
- Ορισμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά επιδρούν με αντιφατικό τρόπο στη μέτρηση της ευελιξίας.

Η μέτρηση της ευελιξίας - Διαπίστωση

Η βιομηχανική ευελιξία είναι εξ ορισμού ασαφής έννοια και η μέτρησή της προέρχεται από τη σύνθεση επιμέρους τύπων που παρουσιάζονται σε διαφορετικά λειτουργικά επίπεδα. Η σύνθεση αυτή αποδίδεται καλύτερα με λογικές παρά αλγεβρικές πράξεις.

2. Η μέτρηση λαμβάνει υπ' όψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου συστήματος παραγωγής.

Μέτρηση ευελιξίας μηχανής

Η **ευελιξία μηχανής** (F_M) σχετίζεται με την ταχύτητα προσαρμογής της μηχανής σε νέες συνθήκες παραγωγής και λιγότερο με το χρόνο που απαιτείται για την παραγωγή ενός προϊόντος.

1. Ο χρόνος που απαιτείται για την προετοιμασία της μηχανής

3. Το εύρος του χώρου εργασίας που ορίζεται ως η **προσαρμοστικότητα** (adjustability) της μηχανής.

2. Ο αριθμός των εργασιών που η μηχανή επιτελεί, ή αλλιώς η **πολυμέρεια** (versatility) της μηχανής

Μέτρηση ευελιξίας μηχανής

- Ο χρόνος προετοιμασίας είναι πολύ σημαντικός παράγοντας, όταν το μέγεθος των παρτίδων είναι μικρό.
- Η ποικιλία προϊόντων του συστήματος παραγωγής εξαρτάται άμεσα από την πολυμέρεια των μηχανών που το αποτελούν.
- Η προσαρμοστικότητα επηρεάζει περισσότερο την ευελιξία μηχανής, καθώς η ποικιλία στα μεγέθη των προϊόντων αυξάνεται.

Συγκριτική Μέτρηση ευελιξίας μηχανής

- αν $M = \{1, \dots, m\}$ το σύνολο των εξεταζομένων μηχανών
- $$F_{M_i} = W_s \frac{\min s_j}{s_i} + W_v \frac{v_i}{\max v_j} + W_r \frac{r_i}{\max r_j}$$

 $i, j \in M$
- s_i : ο χρόνος προετοιμασίας της μηχανής i
- v_i : ο αριθμός των κατεργασιών της μηχανής i
- r_i : το εύρος του χώρου εργασίας της μηχανής i
- W_s, W_v, W_r : βάρη σπουδαιότητας των s_i, v_i και r_i αντίστοιχα και $W_s + W_v + W_r = 1$

Συγκριτική Μέτρηση ευελιξίας μηχανής - Παράδειγμα

Εξετάζουμε 5 σταθμούς κατεργασίας (mc) με τα ακόλουθα δεδομένα

	S	v	R
mc_1	5,53	9	107,3
mc_2	7,21	17	98,6
mc_3	6,32	12	103,7
mc_4	10,01	20	120
mc_5	7,82	15	115

$$W_s = 0,3, W_v = 0,5 \text{ και } W_r = 0,2$$

$$F_{M_1} = 0,3 \frac{5,53}{5,53} + 0,5 \frac{9}{20} + 0,2 \frac{107,3}{120} = 0,7038.$$

$$F_{M_2} = 0,8193, F_{M_3} = 0,7353, F_{M_4} = 0,866, F_{M_5} = 0,778.$$

Μέτρηση ευελιξίας δρομολόγησης

Ως ευελιξία δρομολόγησης F_R ενός συστήματος παραγωγής αναφέρεται η ικανότητά του να παράγει ένα προϊόν χρησιμοποιώντας εναλλακτικές δρομολογήσεις. Η ικανότητα αυτή επιτρέπει ταχύτατες αντιδράσεις σε περιπτώσεις απροσδόκητων γεγονότων, όπως βλάβες ή νέες προτεραιότητες παραγωγής, ελαχιστοποιώντας τις διακοπές λειτουργίας και το χρόνο αργίας του συστήματος.

Εστω N το πλήθος των μηχανών...

- $O_i, O_j, \dots, O_n$ το πλήθος των κατεργασιών που επιτελούν οι μηχανές $i, j, \dots, n$ αντίστοιχα,
- CO_{ij} το πλήθος κοινών κατεργασιών των μηχανών συγκρινόμενων ανά 2,
- CO_{ijk} το πλήθος κοινών κατεργασιών των μηχανών συγκρινόμενων ανά 3,
- $CO_{1\dots n}$ το πλήθος κοινών κατεργασιών των μηχανών συγκρινόμενων ανά n
- και $\alpha \in [0, 1]$, είναι ο βαθμός ομοιότητας κοινών κατεργασιών ή δείκτης αντικατάστασης των μηχανών.

$$\begin{aligned}
 F_R = & \frac{2}{N(N-1)^2} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{CO_{ij}a_{ij}}{(O_i+O_j)-CO_{ij}} + \\
 & \frac{6}{v(v-1)^2(v-2)} + \\
 & \sum_{i=1}^{N-2} \sum_{j=i+1}^{N-1} \sum_{k=j+1}^N \frac{CO_{ij}a_{ij}}{(O_i+O_j+O_k)-CO_{ij}-CO_{ik}-CO_{jk}+CO_{ijk}} + \\
 & \dots + \frac{CO_{i\dots n}a_{i\dots n}}{(N-1)[(O_i+\dots+O_n)-CO_{i\dots n-1}-\dots-CO_{j\dots n}+CO_{i\dots n}]}, \quad N > 1
 \end{aligned}$$

Παράδειγμα

- Για ένα ευέλικτο κελί παραγωγής που αποτελείται από 4 μηχανές (M_n , $n= 1, 2, 3, 4$) έχουμε $O_1= 8$, $O_2= 6$, $O_3= 8$, $O_4= 10$

Μηχανές	Πλήθος κοινών εργασιών	Βαθμός ομοιότητας κατεργασιών
M_1, M_2	4	0,9
M_1, M_3	8	1
M_1, M_4	6	0,9
M_2, M_3	4	0,8
M_2, M_4	5	0,9
M_3, M_4	6	0,9
M_1, M_2, M_3	3	0,95
M_1, M_2, M_4	4	0,9
M_1, M_3, M_4	5	0,95
M_2, M_3, M_4	4	0,85
M_1, M_2, M_3, M_4	2	0,9

$$CO_{ij} = CO_{ji}, CO_{ijk} = CO_{kji}, CO_{i...n} = CO_{n...i}$$

$$\begin{aligned} \bullet F_R &= \frac{1}{18} \left(0,9 \frac{4}{10} + 1 + 0,9 \frac{1}{2} + 0,8 \frac{4}{10} + 0,9 \frac{1}{2} \right) + \\ &\frac{1}{12} \left(\frac{2,85}{9} + \frac{3,6}{13} + \frac{4,75}{9} + \frac{3,4}{13} \right) + \frac{1,8}{54} \\ &= 0,31457 \end{aligned}$$

Αν P το πλήθος των προϊόντων που παράγει το σύστημα παραγωγής

$$F_R = \frac{2}{PN(N-1)} \sum_{p=1}^P \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{CO_{pij}a_i}{(O_{pi} + O_{pj}) -}$$

CO_{pij} το πλήθος των κοινών κατεργασιών που μπορούν να εκτελέσουν στο προϊόν p οι μηχανές i και j ,

O_{ip} , O_{jp} το πλήθος των κατεργασιών που δέχεται το προϊόν p στις μηχανές i και j αντίστοιχα

a_{ij} ο δείκτης αντικατάστασης για τις i και j .

Παράδειγμα

	M_1	M_2	M_3	M_4
Προϊόν 1	2	-	2	3
Προϊόν 2	3	2	3	2
Προϊόν 3	4	2	4	4
Προϊόν 4	4	3	3	5

Οι κοινές κατεργασίες των μηχανών ανά δύο είναι :

	Προϊόν 1	Προϊόν 2	Προϊόν 3	Προϊόν 4
M_1, M_2	-	2	2	2
M_1, M_3	1	2	2	2
M_1, M_4	2	1	2	2
M_2, M_3	-	1	1	1
M_2, M_4	-	-	1	2
M_3, M_4	1	1	3	1

- $F_R = (1,158 + 1,75 + 1,963 + 1,6657) / 24 = 0,27263$