

Σπάταλη ή Λιτή Παραγωγή;

SMED (Single Minute Exchange of Dies)

Μείωση των νεκρών χρόνων της παραγωγής κατά 20+ φορές

Του Σπύρου Βαμβακά

Εχουμε αναπτύξει σε προηγούμενα άρθρα, την έννοια της Λιτής Παραγωγής, τη διεργασία μείωσης των '8 απωλειών' στην παραγωγική διαδικασία, τα

διαθέσιμα εργαλεία, και την εφαρμογή τους στη 'δική' μας Επιχείρηση. Θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια αναλυτικά, κάποια από τα εργαλεία, αρχίζοντας με το SMED.

SMED (Single Minute Exchange of Dies)
σημαίνει: **αλλαγή καλουπιών σε μονοψήφιο αριθμό λεπτών.**



Ξεκίνησε από τις αλλαγές καλουπιών στις πρέσες της TOYOTA στη δεκαετία του '50, σαν Quick Die Change, ή QDC. Είναι από τα σημαντικότερα εργαλεία του Toyota Production System - TPS που αποτελεί την βάση του Lean Manufacturing - Λιτή Παραγωγή. Με τη μεθοδολογία αυτή, κατάφεραν οι Ιάπωνες να περιορίσουν τον απαιτούμενο χρόνο για την αλλαγή καλουπιών, από αρκετές ώρες, σε 15 λεπτά το 1962 και σε 3 (!) λεπτά το 1971.

Πρέσα αυτοκινητοβιομηχανίας (www.hilcoind.com)

Ο όρος SMED ανήκει στον συνεργάτη της TOYOTA Shigeo Shingo, και περιγράφεται στο βιβλίο του: **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**, που κυκλοφόρησε το 1985.

Πριν αναπτύξουμε το εργαλείο αυτό, πρέπει να διευκρινίσουμε, ότι η μέθοδος αυτή, δεν αφορά μόνο σε αλλαγές καλουπιών. Αφορά σε κάθε αλλαγή που γίνεται σε οποιαδήποτε γραμμή παραγωγής, για να περάσουμε από το ένα προϊόν στο επόμενο. Επίσης, εφαρ-

μόζεται σε οποιαδήποτε περίπτωση απαιτείται σταμάτημα της γραμμής, πχ για αλλαγή υλικού συσκευασίας, αλλαγή ρολού ετικέτας ή φιλμ, αλλαγή παλέτας, τροφοδοσία Α' υλών και υλικών συσκευασίας κλπ. Μπορεί να εφαρμοσθεί με επιτυχία και σε περιπτώσεις χειρωνακτικής εργασίας. **Σαν ακραίο παράδειγμα εδώ, θα αναφέρουμε την περίπτωση αλλαγής 4 ελαστικών σε ένα αυτοκίνητο, που μπορεί να διαρκεί από 30 λεπτά ως 3 δευτερόλεπτα!**



Βουλκανιζατέρ στην Αίγυπτο (Σ. Βαμβακάς)



Ferrari F1 Pit Stop Perfection (www.youtube.com)

Το SMED λοιπόν ορίζει και βελτιστοποιεί το χρόνο που απαιτείται για την αλλαγή εργαλείων, υλικών και μηχανημάτων μεταξύ επαναλαμβανόμενων εργασιών. Ο στόχος του SMED είναι να επιτευχθεί με ασφάλεια ο χαμηλότερος δυνατός χρόνος μετάβασης (changeover) από το τέλος ενός κύκλου παραγωγής μέχρι τον επόμενο με σταθερή

λειτουργία, εξετάζοντας σχολαστικά κάθε ενέργεια που εκτελείται.

Για να ξεκινήσουμε μια εφαρμογή SMED, πρέπει πρώτα να μετρήσουμε τους χρόνους αλλαγής, να εντοπίσουμε τις πιο κοστοβόρες αλλαγές, και στη συνέχεια να προχωρήσουμε στα παρακάτω βήματα:

1. Παρατήρηση μιας διαδικασίας αλλαγής και αναγνώριση των ενεργειών που λαμβάνουν χώρα. Αυτό μπορεί να γίνει πολύ εύκολα, με βιντεοσκόπηση μιας αλλαγής και καταγραφή των ενεργειών με χρήση της μπάρας δευτερολέπτων κατά την αναπαραγωγή του βίντεο. Είναι σημαντικό να καταγράψουμε όλες τις ενέργειες που γίνονται από την παραγωγή του τελευταίου κομματιού μέχρι τη στιγμή που η γραμμή ξαναλειτουργεί με πλήρη ταχύτητα. Να καταγράψουμε δηλαδή και όλες τις ρυθμίσεις – διορθώσεις που κάνουν οι χειριστές. Να παρατηρήσουμε και όλες τις ενέργειες που γίνονται πριν και μετά την αλλαγή. Επίσης θα πρέπει να ενημερώσουμε τους χειριστές για το σκοπό της εφαρμογής, να λάβουμε την συγκατάθεσή τους για την βιντεοσκό-



Βιντεοσκόπηση αλλαγής ρολού (Σ. Βαμβακάς)

πηση και να εμπλέξουμε και άλλους εργαζόμενους (Συντήρηση, εργοδηγούς κλπ.)

2. Διαχωρισμός των ενεργειών που γίνονται σε κάθε σταμάτημα της παραγωγής σε:

- Εσωτερικές (Internal): Ενέργειες που για να γίνουν, απαιτείται να είναι σταματημένη η γραμμή παραγωγής
- Εξωτερικές (External): Ενέργειες που μπορούν να γίνουν με τη γραμμή παραγωγής σε λειτουργία

Οι εξωτερικές ενέργειες μεταφέρονται πριν ή μετά από το σταμάτημα. Τέτοιες είναι η προετοιμασία και η μεταφορά των υλικών κοντά στη μηχανή, ο καθαρισμός και η τακτοποίηση των εξαρτημάτων ή των υλικών που αφαιρέθηκαν κλπ.

3. Μεταφορά των εξωτερικών ενεργειών πριν ή μετά το σταμάτημα. Μπορεί αυτό το βήμα να φαίνεται απλοϊκό, πάντα όμως μας δίνει ένα σημαντικό κέρδος.

Στο παράδειγμα που εικονίζεται, φαίνεται μια καταγραφή από μια πρόσφατη εφαρμογή SMED, από την οποία προήλθε μείωση του χρόνου σταματήματος κατά 41%!

| ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΑΛΛΑΓΗ ΡΟΛΟΥ | | | | Α ΦΑΣΗ-ΚΟΡΙΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗ | | | |
|--------------------------------|------------|----------------|------------------------------------|------------------------|------------|------------------------------|----------------|
| ΑΡΧΗ | ΤΕΛΟΣ | ΜΑΡΚΕΙ | ΕΝΕΡΓΕΙΑ | ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ | ΕΣΩΤ'ΕΣΩΤ' | Α ΦΑΣΗ | |
| 0 | 46 | 46 | προετοιμασία ρολού | παιει αργά η μηχανή? | | | |
| 46 | 52 | 6 | απομακρύνει το βαρίδι | μπορει να μειωθει | 5 | 1 βελτιωση βαριδιου | |
| 52 | 55 | 3 | παταει ενα διακοπη | | 3 | | |
| 55 | 80 | 25 | κοβει το φιλιμ | μιλαει με ΒΧ | 25 | | |
| 80 | 108 | 28 | κοβει και πεταει το ρεταλι | ΑΧΡΗΣΤΟ | 0 | 28 να γίνει μετά το ξεκίνημα | |
| 108 | 122 | 14 | ξεφουσκωνει τον αξονα | μπορει να μειωθει | 10 | 4 ξεφουσκωτηρι | |
| 122 | 146 | 24 | βγαζει και αφηνει διπλα το μαντρν | | 24 | | |
| 146 | 165 | 19 | περνάει τον αξονα στο νεο φιλιμ | | 19 | | |
| 165 | 188 | 23 | πλησιάζει και βάζει τον αξονα | | 23 | | |
| 188 | 208 | 20 | ευθυγραμμίζει το ρολό | μπορει να μειωθει | 16 | 4 σημαδεμα απο πριν | |
| 208 | 214 | 6 | παρνει το πιστολι | μπορει να μειωθει | 2 | 4 βάση πιο κοντά | |
| 214 | 241 | 27 | φουσκωνει τον αξονα | μπορει να μειωθει | 17 | 10 διορθωση βαλβιδας | |
| 241 | 248 | 7 | αφηνει το πιστολι | μπορει να μειωθει | 2 | 5 βάση πιο κοντά | |
| 248 | 298 | 50 | ετοιμαζει το νεο φιλιμ | μπορει να μειωθει | 46 | 4 προσοχη | |
| 298 | 306 | 8 | πεταει το ρεταλι | | 0 | 8 | |
| 306 | 310 | 4 | ετοιμαζει το νεο φιλιμ | | 4 | ταινια πανω του η μικρη βάση | |
| 310 | 320 | 10 | συνομιλει | ΑΧΡΗΣΤΟ | 0 | 10 να γίνει μετά το ξεκίνημα | |
| 320 | 324 | 4 | ετοιμαζει το νεο φιλιμ (ξανακόβει) | χρηιαζεται? | 4 | 0 | |
| 324 | 332 | 8 | πεταει το ρεταλι | ΑΧΡΗΣΤΟ | 0 | 8 | |
| 332 | 348 | 16 | παρνει την ταινία & συνομιλει | μπορει να μειωθει | 8 | 8 | |
| 348 | 380 | 32 | κολάει τη μία πλευρά(κοβει με τα δ | μπορει να μειωθει | 28 | 4 βάση ταινιαις μα κοφτη | |
| 380 | 404 | 24 | κολάει την πίσω πλευρά | | 19 | 5 βάση ταινιαις μα κοφτη | |
| 404 | 410 | 6 | τεντώνει | | 6 | | |
| 410 | 424 | 14 | βαζει το αντιβαρο | μπορει να μειωθει | 10 | 4 βελτιωση βαριδιου | |
| 424 | 434 | 10 | συνομιλει | ΑΧΡΗΣΤΟ | 0 | 10 | |
| 434 | 440 | 6 | παταει ενα διακοπη | | 6 | | |
| 440 | 518 | 78 | μαζευει και πεταει το ξακρισμα | ΑΧΡΗΣΤΟ | 0 | 78 να γίνει μετά το ξεκίνημα | |
| 518 | 540 | 22 | μαζευει και πεταει το ρεταλι | ΑΧΡΗΣΤΟ | 14 | 8 να γίνει μετά το ξεκίνημα | |
| 540 | 543 | 3 | ξεκινισει | | 3 | | |
| ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ (sec) | 497 | 8,3 min | | ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ (sec) | 294 | 203 | 4,9 min |
| | | | | | 59% | 41% | |

4. Μείωση των εσωτερικών ενεργειών. Αυτό μπορεί να γίνει με τη μεθοδολογία της TOYOTA ECRS

| | |
|-------------------------------|---|
| E liminate (εξάλειψε) | Μπορούμε να αποφύγουμε τελείως αυτή την ενέργεια? |
| C ombine (συνδύασε) | Αν όχι, μπορούμε να την κάνουμε παράλληλα με κάποια άλλη? |
| R educe (μείωσε) | Αν όχι, μπορούμε να κάνουμε λιγότερα βήματα? |
| S implify (απλοποιήσε) | Αν όχι, μπορούμε να την κάνουμε απλούστερη/γρηγορότερη? |

Εννοείται ότι η εξάλειψη των ενεργειών είναι πάντα προτιμότερη από τη βελτιστοποίηση τους, διότι μειώνει την απαιτούμενη προσπάθεια ενώ παράλληλα βελτιώνει τον χρόνο.

5. Μείωση των εξωτερικών ενεργειών. Αυτό μπορεί να γίνει με τον ίδιο τρόπο.

Να σημειώσουμε ότι υπάρχει πληθώρα τρόπων και μεθόδων για να μειώσουμε τους χρόνους αλλαγής και ρυθμίσεων μιας γραμμής παραγωγής (changeover & setup). Ενδεικτικά αναφέρουμε: Ταχυσύνδεσμοι αντί για βίδες, ενσωματωμένες μετρητικές διατάξεις, χρωματική σήμανση ομοειδών εξαρτημάτων, αερόκλειδα ή κλειδιά καστανίας αντί για απλά κλειδιά, οδηγοί, καρότσια μεταφοράς, «οδηγοί», ιδιοσυσκευές, ομογενοποίηση διαστάσεων κλπ.

6. Τυποποίηση και Συντήρηση της διαδικασίας. Αυτό το βήμα τείνει να παραλείπεται, ενώ είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Πρέπει να δημιουργηθούν οδηγίες για κάθε βήμα. Μπορούν να δημιουργηθούν δείκτες για την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής

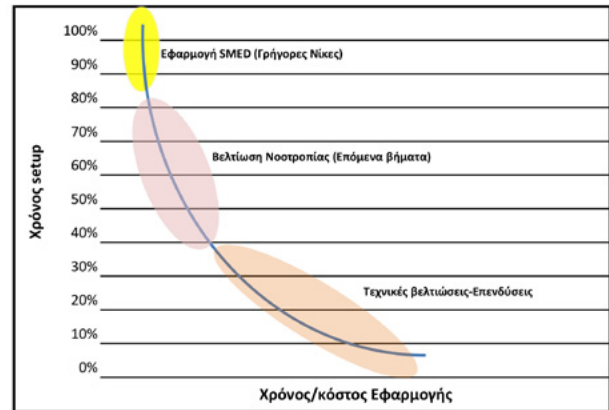
A. μέτρηση **MTTS** (Mean Time To Set-up) – Μέσος χρόνος για 1 set-up

B. μέτρηση **Set-up rate** - % του ωφέλιμου χρόνου μηχαίνης που χρησιμοποιείται για set-up

Επίσης, μπορεί η διαδικασία να επαναληφθεί ώστε να εντοπισθούν επιπλέον ευκαιρίες βελτίωσης.

Η εμπειρία έχει διδάξει, ότι σε κάθε εφαρμογή πετυχαίνουμε μείωση του χρόνου αλλαγής κατά 20-60% με την εμπλοκή του προσωπικού, την εκπαίδευση και την αλλα-

γή νοοτροπίας, δηλαδή από τον ανθρώπινο παράγοντα. Η εφαρμογή τεχνικών βελτιώσεων που συνήθως απαιτούν και κάποια επένδυση, μπορούν να έρθουν σε δεύτερη προτεραιότητα.



Κλείνοντας, ας αναφέρουμε ότι έχουν γίνει εφαρμογές με βελτίωση του χρόνου αλλαγής κατά 20, 30 ακόμη και 40 φορές. Έχει αρχίσει να αναφέρεται και η μέθοδος **OTED**, (**One-Touch Exchange of Die**) που υποστηρίζει ότι οι αλλαγές μπορούν να γίνονται σε λιγότερο από 100 δευτερόλεπτα.



Προφίλ Σπύρου Βαμβακά

Ο κ. Σπύρος Βαμβακάς είναι διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός ΑΠΘ. Είναι επίσης πτυχιούχος εκπαιδευτικός τεχνικής εκπαίδευσης, απόφοιτος της ΠΑΤΕΣ/ΣΕΛΕΤΕ.

Ξεκίνησε τη σταδιοδρομία του το 1986 αρχικά σαν μελετητής ιδιωτικών έργων και στη συνέχεια στη βιομηχανία, σαν Διευθυντής Παραγωγής, σε εταιρεία κατασκευής στρατιωτικών ανταλλακτικών. Επίσης συνεργάστηκε με το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας στη διδασκαλία του Μηχανολογικού Σχεδίου.

Από το 1992 έως το 2011 εργάστηκε στη Coca Cola-HBC, σαν Μηχανικός Έργων, Προϊστάμενος Συντήρησης, Προϊστάμενος Παραγωγής, Τεχνικός Διευθυντής, Διευθυντής Εργοστασίων, Διευθυντής Εφοδιαστικής Αλυσίδας και Διευθυντής Engineering Ελλάδος. Ασχολήθηκε με επιτυχία με τη Διοίκηση Παραγωγής τη βελτίωση της παραγωγικότητας, τη μείωση κόστους παραγωγής. Επίσης με τη διαχείριση μεγάλων έργων, τον σχεδιασμό νέων προϊόντων, συσκευασιών, και διαδικασιών παραγωγής. Ηγήθηκε στον σχεδιασμό και την αξιολόγηση επενδύσεων, στην τυποποίηση προδιαγραφών εξοπλισμού και αξιολόγηση προμηθευτών. Από το 2012, δραστηριοποιείται σαν ελεύθερος επαγγελματίας παρέχοντας σε ένα ευρύ φάσμα εταιρειών συμβουλευτικές υπηρεσίες σε θέματα οργάνωσης, κόστους, ποιότητας, παραγωγικότητας και αξιοπιστίας.

Επίσης αξιολογεί και εκπαιδεύει το προσωπικό και εφαρμόζει αρχές Lean Manufacturing.

Ηγείται ομάδας πρώην στελεχών της Βιομηχανίας η οποία αναμορφώνει τη λειτουργία μικρομεσαίων επιχειρήσεων.

Την περίοδο 2014-2015 διετέλεσε coach στο Δίκτυο Παραγωγικότητας του ΣΕΒ. Επίσης παραδίδει σεμινάρια Λιτής Παραγωγής. Είναι αντιπρόεδρος της Hellenic Maintenance Society.