

# Διοίκηση Λειτουργιών

## τα τετράδια μιας Οδύσσειας

τετράδιο 26

Η μεθοδολογία των 5S  
και η μεθοδολογία 6σ (Six Sigma)

## τετράδιο 26

# Η μεθοδολογία των 5S και η μεθοδολογία 6σ (Six Sigma)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συζήτηση ξεκινά με την ανάλυση του συστήματος 5S που είναι μια απλή μεθοδολογία με στόχο να εξασφαλισθούν κατάλληλες συνθήκες για την αποτελεσματική βιομηχανοποίηση των προϊόντων. Επιβάλλει έναν τρόπο εργασίας, μια νοοτροπία στον τρόπο εργασίας. Είναι μια σειρά από οδηγίες εργασίας για ένα διατηρήσιμο, καθαρό, τακτοποιημένο, πειθαρχημένο και ασφαλές περιβάλλον στη βιομηχανία. Ονομάζεται 5S από τα αρχικά των 5 λέξεων (στα Ιαπωνικά) που αποτελούν και τους 5 στόχους του προγράμματος: Ταξινομώ και διαλέγω, Αποθηκεύω σε σωστές θέσεις, Καθαρίζω – γυαλίζω, Τυποποιώ, Συντηρώ το σύστημα.

Η απομάκρυνση από αυτές τις οδηγίες θα επιφέρει κάποια δυσλειτουργία, καθυστέρηση, ζημιά ή και ατύχημα.

Η συζήτηση συνεχίζεται με την ανάλυση της μεθοδολογίας 6σ.

Μια διεργασία ορίζεται ως 6σ, όταν η πιθανότητα για παραγωγή με κάποιο σφάλμα είναι μικρότερη ή ίση από τις 3.4 περιπτώσεις στο εκατομμύριο. Δείχνει την ωριμότητα της διεργασίας, την εξαφάνιση δηλαδή της μεταβλητότητας των ελεγχουσών εισροών, οι οποίες επηρεάζουν το προϊόν της διεργασίας.

Η τυπική απόκλιση ( $\sigma$ ) είναι το μέτρο της διασποράς μιας μεταβλητής. Μας συμφέρει να εργαζόμαστε με πολύ μικρή μεταβλητότητα, ώστε η καμπύλη της κατανομής να είναι εξαιρετικά στενή, άρα όλες οι πιθανές τιμές να είναι μέσα στα όρια της προδιαγραφής.

Συζητούν επίσης την έννοια της Ικανότητας της Διεργασίας που μας δείχνει πόσες τυπικές αποκλίσεις απέχει η μέση τιμή από το πλησιέστερο όριο της προδιαγραφής. Όταν μειώνεται η μεταβλητότητα ( $\sigma$ ), η μέση τιμή απέχει περισσότερες τυπικές αποκλίσεις από τα όρια, με αποτέλεσμα η διεργασία να παράγει μεγαλύτερο ποσοστό παραδεκτών προϊόντων, άρα είναι μεγαλύτερη η «Ικανότητά» της.

Τέλος διερευνούν την εφαρμογή της μεθοδολογίας και στις υπηρεσίες.

## 26η Συζήτηση

### Η μεθοδολογία των 5S

#### Γενικά

Λορέντζο, χθές παρακολούθησα ένα σεμινάριο για την «Ασφάλεια στην Εργασία». Μέσα στα διάφορα αρχικά που συνηθίζουν οι Αμερικάνοι – τα οποία λίγο πολύ τα κατάλαβα, κάπου μπερδεύτηκα όταν ένας ομιλητής ανέφερε το σύστημα 5S. Τι νέο σύστημα είναι πάλι αυτό;

Γιάννη, δεν είναι καθόλου νέο, είναι πιο μεγάλο σε ηλικία και από σένα. Αφορά μια απλή μεθοδολογία που επέβαλαν οι Ιάπωνες ως βάση για να εξασφαλίσουν κατάλληλες συνθήκες για την αποτελεσματική βιομηχανοποίηση των προϊόντων. Με τον όρο αποτελεσματική, εννοώ Ποιοτική και Αποδοτική παραγωγή.

Σε τι αφορά αυτή η μεθοδολογία;

Είναι μια σειρά από οδηγίες εργασίας για ένα διατηρήσιμο, καθαρό, τακτοποιημένο, πειθαρχημένο και ασφαλές περιβάλλον στη βιομηχανία. Ουσιαστικά επιβάλλει έναν τρόπο εργασίας ή καλύτερα μια νοοτροπία στον τρόπο εργασίας. Ονομάζεται 5S από τα αρχικά των 5 λέξεων (στα Ιαπωνικά) που αποτελούν και τους 5 στόχους του προγράμματος. Οι Γιαπωνέζικοι όροι και η αντίστοιχη (πλησιέστερη) μετάφρασή τους στα Αγγλικά και Ελληνικά είναι:

Τα 5S			
1.	Seiri	Sort	Ταξινομώ και διαλέγω
2.	Seiton	Set in order	Αποθηκεύω σε σωστές θέσεις
3.	Seiso	Shine	Καθαρίζω – γυαλίζω
4.	Seiketsu	Standardize	Τυποποιώ
5.	Shitsuke	Sustain	Συντηρώ το σύστημα

Λίγο απλοϊκά μου φαίνονται όλα αυτά. Θα μπορούσα να πω και προφανή. Θεωρώ ότι παντού προσέχουμε και επιδιώκουμε την εφαρμογή τους.

Γιάννη, η εμπειρία μου με οδηγεί σε ακριβώς αντίθετη γνώμη ή αν θέλεις σε αντίθετο συμπέρασμα. Ακόμη και στο πιο καλά οργανωμένο περιβάλλον εργασίας όπως σε γραφείο, εργοστάσιο, ξενοδοχείο ή νοσοκομείο, οι οδηγίες αυτές ή τουλάχιστον κάποιες από αυτές, δεν έχουν εφαρμογή σε μικρότερο ή μεγαλύτερο ποσοστό. Παρατήρησε σε παρακαλώ ένα εξουσιοδοτημένο συνεργείο Ιαπωνικών αυτοκινήτων και ένα κλασικό Ελληνικό συνεργείο.

Θα έλεγα ο ...Παράδεισος και η Κόλαση! Όμως, ακόμη και αν κάτι από τα παραπάνω δεν γίνεται τέλεια, όπως κάποιες φορές, για παράδειγμα, η καθαριότητα, δεν χάθηκε ο κόσμος. Όταν έχουμε μια αιχμή στην ποσότητα της εργασίας που πρέπει να παραδώσουμε σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, έ κάποια σημεία θα τα φροντίσουμε ...αύριο.

Στην Ιαπωνία, μετά τον πόλεμο, οι οδηγίες αυτές ήταν τα πρώτα μέτρα για την επίτευξη της Ποιότητας και την Εξυπηρέτηση των πελατών, πριν εφαρμοσθούν προηγμένες τεχνικές Ολικής Ποιότητας. Ουσιαστικά, όπως είπα και πριν, πέρασαν τη νοοτροπία της φροντίδας στο χώρο εργασίας, ώστε όλοι να αποδεχθούν μετά και τα εργαλεία επίτευξης της Ποιότητας. Αυτές οι 5 οδηγίες, για μένα, δεν

είναι εργαλεία, είναι **προϋποθέσεις**, άρα οποιαδήποτε απομάκρυνση από αυτές για οποιαδήποτε δικαιολογία, τελικά θα επιφέρει κάποια δυσλειτουργία, καθυστέρηση, ζημιά ή και ατύχημα.

Και το «έχουμε πολύ δουλειά» είναι μια φοβερή δικαιολογία, την οποία ένας καλός ή καλύτερα αποτελεσματικός προϊστάμενος μπορεί πάντα να αντιστρέψει στη νοοτροπία των εργαζομένων. Και τι είπαμε ότι σημαίνει αποτελεσματικός; Θυμάσαι το παράδειγμα του πυροσβέστη με τη σκάλα;

*Έλα τώρα το έμαθα το μάθημά μου. Αυτός που επιτυγχάνει τον στόχο του... Να προχωρήσουμε όμως στο νόημα κάθε οδηγίας; Τι λέει η πρώτη;*

## Ταξινομώ και διαλέγω

Η πρώτη οδηγία αφορά στην προσεκτική **διαλογή** των αντικειμένων που κυκλοφορούν ή είναι στάσιμα σε διάφορα σημεία του εργοστασίου ή του χώρου εργασίας, όπως των προϊόντων, των πρώτων υλών και υλικών συσκευασίας, των εργαλείων, των συσκευών μέτρησης, των μηχανισμών ρύθμισης του εξοπλισμού, των μέσων διακίνησης, των εγγράφων, των βιβλίων οδηγιών εργασίας ή συντήρησης, κλπ. και η **απομάκρυνση** όσων δεν χρησιμοποιούνται. Είναι αφάνταστα μεγάλος ο κατάλογος των ειδών που συσσωρεύονται στους χώρους παραγωγής ή κατ' επέκταση στους χώρους εργασίας στις επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών.

*Εννοείς τα περισσεύματα ή τα ποιοτικά απaráδεκτα προϊόντα, την περισσή πρώτη ύλη, και κάθε άλλο αντικείμενο που είναι άχρηστο, χαλασμένο, ακίνητο ή καταργημένο. Με μια κλασική Ελληνική λέξη: **Ξεσκαρτάρισμα**. Και αν κάτι μας χρειασθεί αργότερα;*

Είναι άλλη μια εξαιρετική δικαιολογία για να μην καταπιαστώ με το θέμα. Κατ' αρχήν δεν θα ξέρει κανείς πού είναι το υποτίθεται χρήσιμο... άχρηστο, οπότε θα αγοράσεις το νέο που θα είναι τελευταίας τεχνολογίας. Σε διαβεβαιώ ότι το κόστος τού να έχεις όλη την παλιατζούρα μέσα στα πόδια σου, στην ποιότητα, στην ασφάλεια και κυρίως στο ηθικό των εργαζομένων, είναι πολύ μεγαλύτερο. Όταν επίσης αδειάσει ο χώρος, δεν έχω το κόστος να τα μεταφέρω από θέση σε θέση για να διευκολύνω τη ροή της παραγωγής. Όπως ξέρεις ο χώρος στην παραγωγή είναι πολύτιμος.

*Και στην παροχή υπηρεσιών ο χώρος είναι πανάκριβος! Και με πιο τρόπο γίνεται το ξεσκαρτάρισμα;*

Ένας απλός τρόπος είναι να χαρακτηρίζει ο κάθε εργαζόμενος με μια χρωματιστή πινακίδα οτιδήποτε δεν του χρειάζεται στον χώρο του για την εργασία του. Ο προϊστάμενος αποφασίζει μαζί του, μήπως κάποια από αυτά είναι σπάνια χρησιμοποιούμενα και πρέπει απλά να αποθηκευτούν οργανωμένα σε κάποιο χώρο εκτός παραγωγής, ενώ τα υπόλοιπα θα καταστραφούν, θα πεταχτούν ή θα πουληθούν.

*Τώρα που το λες και με βάση την προηγούμενη εμπειρία μου από εργοστάσιο...*

Εμπειρία;

*Αντιπαρέρχομαι το καρφί σου. Διαισθάνομαι ότι το πιο σημαντικό είναι ότι πλέον, κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, γίνεται σε όλους τους εργαζόμενους αντιληπτό, πως η παραγωγή κάποιων σκάρτων προϊόντων, η κακή αξιοποίηση της πρώτης ύλης, η παραγωγή πέραν των απαιτήσεων, οι λανθασμένες προμήθειες εργαλείων και συσκευών ή ακόμη η χρησιμοποίηση ακατάλληλων υλικών συσκευασίας, είναι **ζημιά αλλά και ντροπή** για το τμήμα.*

Πολύ σωστά, οπότε καθίσταται σαφές ότι χρειάζονται αλλαγές στις διεργασίες παραγωγής και στις διαδικασίες προγραμματισμού και προμηθειών. Μπορεί ακόμη να φανερωθεί η ανάγκη για αλλαγή στη χωροταξία, στην εκπαίδευση ή και στη στελέχωση της θέσης.

Λορέντζο, από τη συζήτησή μας αντιλαμβάνομαι ότι ο προϊστάμενος πρέπει να πιέζει συνεχώς στην εφαρμογή αυτής της οδηγίας, γιατί στη ρουτίνα της εργασίας συσσωρεύονται πράγματα που συνηθίζουμε να τα βλέπουμε και δεν δίνουμε σημασία στην ύπαρξή τους. Η επόμενη οδηγία;

### **Αποθηκεύω σε σωστές θέσεις**

Η δεύτερη οδηγία ζητά να αποφασίζουμε και να προσδιορίζουμε την σωστή θέση του κάθε αντικειμένου. Μπορεί να είναι εργαλεία και συσκευές που τοποθετούνται σε ράφια ή πίνακες κοντά στο χώρο χρήσης τους, ντουλάπια ή και μικρές αποθήκες. Πολλοί αυτή τη φάση την ονομάζουν αποθήκευση ή και **οργάνωση του χώρου εργασίας**.

*Μην σχολιάσεις την πείρα μου αλλά έχω δει σε μεγάλες βιομηχανίες να έχουν ορίσει με χρωματιστές λωρίδες στο πάτωμα, τους χώρους κίνησης των μεταφορικών μέσων, αλλά και συγκριμένες θέσεις για τις παλέτες της πρώτης ύλης και των προϊόντων.*

Γιάννη, κάθε θέση φέρει το όνομα του αντικειμένου που θα αποθηκευτεί εκεί και μάλιστα για τα εργαλεία που λίγοι γνωρίζουν τα ονόματά τους, σχεδιάζουμε στους πίνακες το περίγραμμά τους. Το πρόβλημα είναι ότι χρειάζεται πειθαρχία και μόλις κάποιο εργαλείο ή συσκευή πάψει να χρησιμοποιείται, να επιστρέφει στη θέση του. Η λογική και το σύνθημα που προκύπτει είναι **«Μια θέση για το καθένα και καθένα στη θέση του»**.

*Λορέντζο, επομένως οτιδήποτε χρειάζεται για την εργασία του καθενός πρέπει να είναι σε συγκεκριμένη, σωστά «σημαδεμένη» θέση. Ακόμη και τα βοηθητικά μέσα όπως είναι τα καθαριστικά και οι σκούπες...*

Και κάτι επιπλέον για τα εργαλεία. Όταν τοποθετείς το εργαλείο στη θέση του, κάνεις ταυτόχρονα και έλεγχο, που σημαίνει ότι σε περίπτωση φθορών μπορείς να κάνεις αμέσως αίτηση αντικατάστασής του. Έχω περιπτώσεις για τη στιγμή που χρειάζεσαι ένα εργαλείο, όπου ανακαλύπτεις ότι είναι φθαρμένο ή άχρηστο με σοβαρές καθυστερήσεις, αλλά και με αντιπαραγωγικούς εκνευρισμούς.

### **Καθαρίζω – Γυαλίζω**

*Μετά το ξεσκάρτισμα των υλικών που «μπουκώνουν» τον χώρο εργασίας και την οργάνωσή του με τη σωστή ταξινόμηση – αποθήκευση των χρήσιμων υλικών, εργαλείων και συσκευών, λογικό είναι να εξασφαλίσουμε την καθαριότητα του χώρου των μηχανών και των συσκευών που χρησιμοποιούμε.*

Δεν μιλάμε για ένα απλό επιφανειακό καθάρισμα, μιλάμε για **φασίνα**, τρίψιμο, γυάλισμα! Αντιλαμβάνεσαι ότι είναι κατ' αρχήν ένα απλό μέσο πρόληψης για τη σωστή λειτουργία των μηχανημάτων, γιατί ανακαλύπτει ο εργαζόμενος διαρροές λαδιών ή αέρα, φθορές σε κινούμενα μέρη, ακόμη και προβλήματα ευθυγράμμισης των μηχανών. Άρα διασφαλίζω μ' ένα πρόσθετο μέτρο την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και αποτελεί μέτρο μείωσης του κόστους παραγωγής.

*Λορέντζο, πέραν αυτού είναι ωραίο να εργάζεσαι σ' ένα πεντακάθαρο περιβάλλον, όπως είναι και το σαλόνι του σπιτιού σου. Είναι ένα εργαλείο που βοηθά στην ενδυνάμωση και στην παρακίνηση του εργαζόμενου.*

Συμφωνώ πλήρως. Βάσει και όσων είπαμε στην αρχή, η καθαριότητα απαιτεί μια συνεχή φροντίδα και δεν είναι κάτι που γίνεται μια και έξω. Είναι και αυτό κάτι που πρέπει να πιέζει συνεχώς ο

προϊστάμενος. Πρέπει να αποτελεί μια **διεργασία παραγωγής** υποχρεωτική για τον κάθε εργαζόμενο, ή καλύτερα, οι εργασίες καθαρισμού να ενταχθούν σαν βήματα στη διεργασία ρύθμισης του εξοπλισμού ή σεταρίσματος (εξάρμωσης) και παραγωγής.

*Δηλαδή;*

Καθαρίζω τον χώρο και τη μηχανή και μετά ξεκινώ τη ρύθμιση για μια νέα παρτίδα. Μάλιστα στη βιομηχανία τροφίμων, καθαρίζω – γυαλίζω και μετά το τέλος της παραγωγικής διαδικασίας. Στο γραφείο σου τι κάνεις; Δεν το καθαρίζεις και απομακρύνεις κάθε χαρτί και φάκελο πριν ξεκινήσεις να μελετάς κάτι νέο;

*Άσε καλύτερα εμένα και το γραφείο μου γιατί μάλλον θα απογοητευθείς! Αλλά στο υπόσχομαι ότι θα προσπαθήσω. Και η τέταρτη οδηγία;*

Γιάννη ουσιαστικά οι οδηγίες έχουν τελειώσει. Θα μπορούσαμε να παραφράσουμε το παιδικό μας αστείο και να πούμε οι πέντε οδηγίες είναι **οι εξής τρεις: ξεσκαρτάρισμα, κάθε τι στη θέση του και φασίνα**. Οι επόμενες δύο οδηγίες είναι για την τήρηση των τριών πρώτων αλλά είναι λίγο πιο πρακτικές από το ακροτελεύτιο άρθρο του δικού μας Συντάγματος. Για να τις δούμε μαζί.

## **Τυποποιώ και μετά Συντηρώ το Σύστημα**

*Λορέντζο, αντιλαμβάνομαι ότι και οι τρεις προηγούμενες οδηγίες πρέπει να γίνονται με **Τυποποιημένο τρόπο** ώστε να διασφαλίζεται η πλήρης εφαρμογή τους, χωρίς «πασαλείμματα», οπότε, μόνον τότε θα έχουμε και τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Απλό και ταυτόχρονα δύσκολο.*

Όχι δεν είναι δύσκολο. Ειδικά για την καθαριότητα είπαμε ότι οι επί μέρους εργασίες που την αφορούν, πρέπει να περιληφθούν ως φάσεις της παραγωγικής διεργασίας. Όμως όλες οι απομένουσες δράσεις καθώς και οι τρόποι της Ταξινόμησης και, αντίστοιχα της Αποθήκευσης πρέπει να μελετηθούν και να γραφτούν λεπτομερείς οδηγίες. Είναι ένα σημαντικό κομμάτι αυτού που ονομάζουμε «Καλές Πρακτικές». Βέβαια πάντα υπάρχει ο φόβος το βιβλίο των Καλών Πρακτικών να γίνει ένας τεράστιος τόμος και να μην τον διαβάσει κανένας. Ανεξάρτητα από το μέγεθος του βιβλίου των Καλών Πρακτικών, στις θέσεις εργασίας πρέπει να τοποθετηθούν πίνακες που παρουσιάζουν με απλό, παραστατικό τρόπο τις επί μέρους φάσεις του τρόπου εργασίας.

*Τώρα που το λες έχω δει στον χώρο υλικών των καθαριστριών των δωματίων του ξενοδοχείου μας να υπάρχει μια πινακίδα με σχέδια που περιγράφουν τη σειρά και τον τρόπο καθαρισμού ενός δωματίου.*

Γιάννη, αυτό δεν αφορά τον χώρο εργασίας αλλά αυτή καθ' αυτή την εργασία της καθαρίστριας. Είναι ουσιαστικά η περιγραφή με εικόνες της διαδικασίας στη διεργασία προετοιμασίας ενός δωματίου του ξενοδοχείου. Η χρήση εικόνας είναι σε κάθε περίπτωση η ορθότερη και η πιο αποτελεσματική προσέγγιση. Απλά χρειάζεται πολύ προσοχή ο σχεδιασμός του πίνακα ώστε να εκφράζει την λεπτομέρεια της κάθε οδηγίας.

*Για την τελευταία οδηγία την: **Συντηρώ το Σύστημα**, δεν καταλαβαίνω τι περισσότερο λέει από την προηγούμενη της ανάγκης Τυποποίησης.*

Γιάννη, η Τυποποίηση γίνεται από το μάνατζμεντ με τη βοήθεια των εργαζομένων και χρειάζεται κατά καιρούς κάποιες επικαιροποιήσεις. Αυτή, όπως είπαμε, είναι η εύκολη εργασία. Το δύσκολο είναι να διασφαλιστεί ότι δεν θα γυρίσουμε στις παλιές πρακτικές. Είναι το μείζων πρόβλημα της μεθοδολογίας εγκαθίδρυσης μιας αλλαγής, με όλα τα προκύπτοντα θέματα. Παρότι πρόκειται για μια αλλαγή με

προφανή τα κέρδη από την εφαρμογή των οδηγιών εργασίας, μόνο αν κατορθώσουμε να πείσουμε τους εργαζόμενους να «αγοράσουν» και να αποδεχθούν την «ιδιοκτησία» της νέας μεθόδου, θα έχουμε διατηρήσιμα αποτελέσματα.

*Λορέντζο, θα πρέπει βέβαια να βοηθήσουμε και εμείς μ' εκπαίδευση και με τη παροχή όλων των αναγκαίων μέσων, όπως τις πινακίδες που περιγράφουν με απλό τρόπο τις απαιτούμενες επεμβάσεις και εργασίες. Τώρα κάτι ακόμη τι είναι η Τεχνική Έξι Σίγμα;*

Γιάννη, έλεος. Θα εισηγηθώ στο αφεντικό σου να σταματήσει να σε στέλνει σε σεμινάρια. Επιστρέφεις μ' ένα σωρό απορίες. Είναι αργά. Ας πιάσουμε το θέμα αυτό, το οποίο είναι πολύ ενδιαφέρον, αύριο. Καληνύχτα.

OK. Αύριο. Καληνύχτα.



## Η μεθοδολογία 6σ (Six Sigma)

### Η σημασία των 6σ

Λορέντζο, θέλω να συζητήσουμε λίγο τη **μεθοδολογία 6σ**. Θυμάμαι κάτι λίγα από το Πολυτεχνείο για τις ουρές της κανονικής κατανομής, αλλά...

Γιάννη, κατάλαβα. Μάλλον εκείνη την ημέρα θα έτρεχες σε κάποια γενική συνέλευση! Τέλος πάντων μια διεργασία ορίζεται ως 6σ, όταν παράγει χωρίς σφάλμα ή, για την ακρίβεια, όταν η πιθανότητα για παραγωγή με κάποιο σφάλμα είναι στατιστικά μικρότερη ή ίση από τις 3.4 περιπτώσεις στο εκατομμύριο. Αυτό δείχνει την ωριμότητα της διεργασίας, δηλαδή, ότι έχει φτάσει στο ύψιστο σημείο ελέγχου, την εξαφάνιση δηλαδή της μεταβλητότητας του κάθε παράγοντα, ή, κατά την ορολογία των λειτουργιών, της μεταβλητότητας των ελεγχουσών εισροών<sup>1</sup>, οι οποίες επηρεάζουν το προϊόν της διεργασίας.

Διάβασα χθες βράδυ στη Wikipedia ότι είναι θεμελιώδης ιδέα στην προσπάθεια της Ολικής Ποιότητας και ξεκίνησε από τους Μηχανικούς της Motorola. Μάλιστα η ονομασία '**six sigma**' κατατέθηκε τον Δεκέμβριο του 1993, ως σήμα κατατεθέν της εταιρίας. Σήμερα αποτελεί μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία με τα κλασικά εργαλεία της Ποιότητας, με στόχο τη μείωση της μεταβλητότητας των διεργασιών στη βιομηχανία αλλά και στις υπηρεσίες.

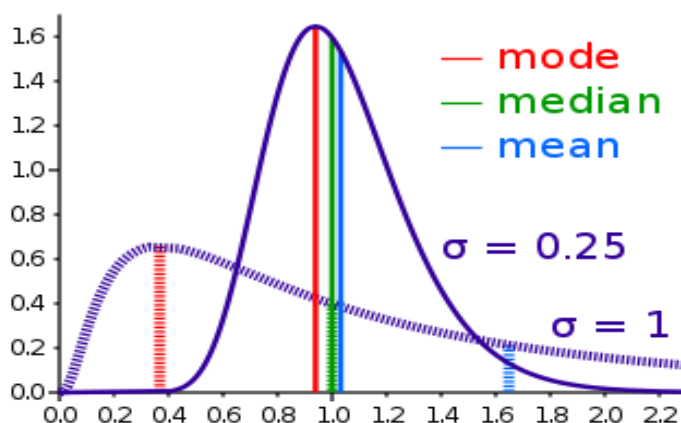
Βλέπω ότι προετοιμάσθηκες! Έλα να δούμε λίγο τη λογική της, αλλά και την προέλευση του ονόματος: όπως θυμάσαι, το σίγμα ( $\sigma$ ) είναι το διεθνές σύμβολο της **τυπικής απόκλισης** (standard deviation).

Πώς θα την ορίζαμε;

Είναι το **μέτρο της μεταβλητότητας** μιας μετρούμενης ποσότητας ή το **μέτρο της διασποράς** μιας μεταβλητής. Δεν αφορά μόνο στην κανονική κατανομή, είναι μέτρο που προσδιορίζει τη μορφή σε όλες τις κατανομές. Πρακτικά, όσο μεγαλύτερη είναι η τυπική απόκλιση, τόσο πιο πλατιά είναι η καμπύλη της κατανομής.

Εννοείς ότι είναι μεγαλύτερη και η διασπορά των τιμών δεξιά και αριστερά από τη μέση τιμή. Σε κάθε κατανομή έχουμε βασικό μέτρο τη **μέση τιμή** (mean -  $\mu$ ). Όταν ασχολούμαστε με ένα δείγμα μόνο του συνολικού πληθυσμού, τότε αναφερόμαστε στο **μέσο όρο** (average -  $\bar{x}$ ) των μετρήσεων. Αντίστοιχα η μεταβλητότητα στο δείγμα εκφράζεται με το **s**, την τυπική απόκλιση του δείγματος.

Γιάννη, θυμάσαι άλλα μέτρα που προσδιορίζουν τη μορφή μιας κατανομής;



<sup>1</sup> Βλ. Διεργασίες, Τετράδιο 4.



Βεβαίως. Έχουμε την **πιθανότερη ή συχνότερη τιμή** (*mode*), την τιμή που προκύπτει στις μετρήσεις τις περισσότερες φορές και την **κεντρική τιμή ή διάμεσο** (*median*) την τιμή που χωρίζει την κατανομή σε 2 ίσα εμβαδά, έχουμε δηλαδή την ίδια πιθανότητα 50% να είναι οι τιμές μεγαλύτερες ή μικρότερες από αυτήν.

Στην **κανονική κατανομή** που συνήθως προσεγγίζει τα μετρούμενα μεγέθη σ' ένα παραγόμενο προϊόν, τα τρία αυτά μεγέθη, **μέση τιμή, κεντρική τιμή και πιθανότερη τιμή συμπίπτουν**. Αλλά για να ξαναγυρίσουμε στα 6σ, ανεξάρτητα από το πλάτος της καμπύλης, όσο απομακρυνόμαστε από τη μέση τιμή έχουμε όλο και μικρότερη πιθανότητα να βρεθεί μια μέτρηση. Μάλιστα σε απόσταση 6σ η πιθανότητα είναι απειροελάχιστη άρα μας συμφέρει να εργαζόμαστε με πολύ μικρή μεταβλητότητα, ώστε να είναι η καμπύλη της κατανομής εξαιρετικά στενή, άρα όλες οι πιθανές τιμές να είναι μέσα στα όρια της προδιαγραφής.

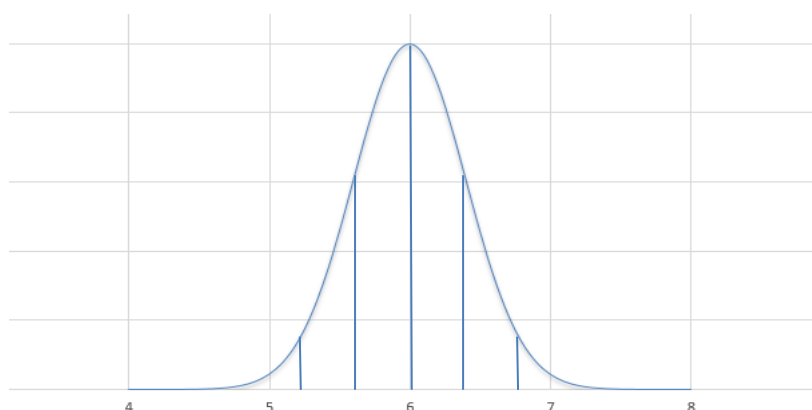
*Λορέντζο, τι σημαίνει «όρια προδιαγραφής»; Για κάνε όσα είπες περισσότερο κατανοητά!*

## Μεταβλητότητα

Γιάννη, κάθε παραγόμενο είδος στη βιομηχανία υπακούει σε κάποιες προδιαγραφές που συνήθως εκφράζονται μ' ένα κάτω και ένα άνω όριο του κάθε μετρούμενου μεγέθους (άνω και κάτω – upper and lower specification limits – USL, LSL). Και αυτό συμβαίνει γιατί κατά την παραγωγική διαδικασία σε κάθε παραγόμενο προϊόν ή σε κάθε κύκλο παραγωγής, ποτέ δεν επιτυγχάνεται **ακριβώς** το ίδιο μετρούμενο μέγεθος (διαστάσεων, βάρους, σκληρότητας, χημικών χαρακτηριστικών κλπ.). Πάρε για παράδειγμα τον όγκο του περιεχομένου μιας μικρής φιάλης φαρμάκου. Την ώρα που γίνεται η πλήρωση της φιάλης, μια φυσαλίδα, μια μικρή ανωμαλία στον μηχανισμό πλήρωσης, ένας κακός χειρισμός, μια ανωμαλία στην τάση του ρεύματος και πάρα πολλοί άλλοι λόγοι είναι οι αιτίες για μικρές ή και μεγάλες διαφοροποιήσεις στον όγκο. Αν καταγράψουμε μ' ένα όργανο ακρίβειας τον όγκο του φαρμάκου σε κάθε φιάλη δεν θα πάρουμε μια μόνο τιμή.

*Κατάλαβα. Θα πάρουμε μια σειρά από τιμές που αν είναι από μεγάλο δείγμα θα μπορούμε να κατασκευάσουμε το ιστόγραμμα, και τέλος την περιβάλλουσά του, που προσεγγίζεται σε πολύ καλό βαθμό με τη γνωστή καμπύλη του Gauss.*

Ακριβώς! Αυτήν που ονομάζουμε «κανονική κατανομή» και που ορίζεται από τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση του δείγματος. Για παράδειγμα, ας διερευνήσουμε το θέμα, με μια υπερβολή στις τιμές του παραδείγματος: Έστω ότι η πληρότητα έχει μέση τιμή  $\mu=6$  millilitre (ml – χιλιοστά του λίτρου) και τυπική απόκλιση  $\sigma=0,4$ . Τότε με άξονα αριθμημένο σε ml, το σχήμα της καμπύλης είναι το ακόλουθο:



Λορέντζο, από τις σημειώσεις μου στο μάθημα της στατιστικής, διαπιστώνω ότι το εμβαδόν της καμπύλης της κανονικής κατανομής, στο διάστημα μεταξύ μιας τυπικής απόκλισης αριστερά και μιας δεξιά είναι το 68,27% του συνόλου. Η πιθανότητα δηλαδή του γεγονότος, ο όγκος του περιεχομένου στο παράδειγμά μας να είναι μεταξύ 5,6 ml και 6,4 ml ( $\mu \pm \sigma$ ), είναι 68,27%. Επομένως η πιθανότητα του γεγονότος ο όγκος να είναι εκτός αυτού του διαστήματος (στις δύο ουρές, δεξιά και αριστερά) είναι 31,73%. Όταν το διάστημα μεγαλώσει στα δύο σίγμα (δύο τυπικές αποκλίσεις) από την τιμή  $-2\sigma$  αριστερά μέχρι  $+2\sigma$  δεξιά από τη μέση τιμή, το εμβαδόν στις δύο ουρές περιορίζεται στο 4,55%. Επομένως και η πιθανότητα να είναι το προϊόν με όγκο μικρότερο του 5,2 ή μεγαλύτερο του 6,8 ml είναι 4,55%. Μάλιστα βρήκα και τον επόμενο πίνακα:

Απόσταση από τη μέση τιμή σε τυπικές αποκλίσεις ( $\sigma$ )	Πιθανότητα % το μέγεθος $x$ να είναι στις 2 ουρές	Η πιθανότητα (σε κλάσμα) να είναι στις 2 ουρές	Όρια στο παράδειγμα
1	31,7310508	1/3,1515	$x < 5,6$ και $x > 6,4$
2	4,5500264	1/21,9779	$x < 5,2$ και $x > 6,8$
3	0,2699796	1/370,398	$x < 4,8$ και $x > 7,2$
4	0,006334	1/15.787	$x < 4,4$ και $x > 7,6$
4,5	0,0006795346249	3,4/1.000.000 (σε κάθε πλευρά της μέσης τιμής)	
5	0,0000573303	1/1.744.278	$x < 4,0$ και $x > 8,0$
6	0.0000001973	1/506.797.346	$x < 3,6$ και $x > 8,4$

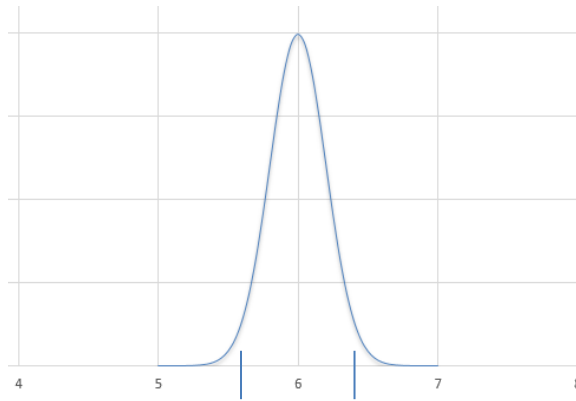
Αντιλαμβάνεσαι επομένως από τον πίνακα, ότι αν τα όρια της προδιαγραφής του φαρμάκου (USL, LSL) είναι στο διάστημα μίας τυπικής απόκλισης δεξιά και αριστερά, δηλαδή γίνεται αποδεκτό το προϊόν μόνο αν είναι στο όριο από 5,6 έως 6,4 ml, τότε λογικό είναι να αναμένω ότι το 31,73% των προϊόντων τα διεργασίας θα παράγονται εκτός προδιαγραφών.

*Αυτό είναι τεράστιο ποσοστό. Τι μπορούμε να κάνουμε;*

Για σκέψου!

*Μα νομίζω ότι θα πρέπει να βελτιώσουμε τα στοιχεία της διεργασίας, ώστε να βελτιωθεί η τυπική απόκλιση, να μικρύνει δηλαδή σημαντικά. Αν για παράδειγμα μειωθεί στο μισό και είναι  $\sigma=0,2$  τότε τα όρια της προδιαγραφής 5,6 έως 6,4 ευρίσκονται στην απόσταση μεταξύ  $-2\sigma$  και  $+2\sigma$ , οπότε η πιθανότητα να είναι το προϊόν εκτός προδιαγραφών είναι πλέον μόνο 4,55%.*

Γιάννη, άριστα 10! Μάλιστα άμα δεις την καμπύλη με  $\mu=6\text{ml}$  και  $\sigma=0,2$  αυτή στενεύει εξαιρετικά:



## Η Ικανότητα της Διεργασίας

Λορέντζο, τώρα καταλαβαίνω και τον όρο «ικανότητα διεργασίας ή process capability» που προσπαθούσε να μας περάσει ο καθηγητής στο Πολυτεχνείο.

Μας δείχνει πόσες τυπικές αποκλίσεις απέχει η μέση τιμή του αποτελέσματος της διεργασίας από τα όρια της προδιαγραφής.

Μου λες δηλαδή ότι, όσο μειώνεται η μεταβλητότητα της διεργασίας, μειώνεται η τυπική απόκλιση και επομένως η μέση τιμή απέχει περισσότερες τυπικές αποκλίσεις από τα όρια, με αποτέλεσμα η διεργασία να παράγει μεγαλύτερο ποσοστό εντός προδιαγραφών (παραδεκτών προϊόντων) άρα είναι μεγαλύτερη η «ικανότητά» της.

Και πώς μειώνεται η μεταβλητότητα της διεργασίας;

Λορέντζο είναι προφανές: Όταν δεν έχει προβλήματα που επηρεάζουν την μεταβλητότητα, όταν η διαδικασία είναι μελετημένη και καταγεγραμμένη, όταν οι άνθρωποι είναι εκπαιδευμένοι και την ακολουθούν...

Γιάννη, από την εμπειρία μου, το «**ακολουθώ κατά γράμμα την διαδικασία**» είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας για την μείωση της μεταβλητότητας μιας διεργασίας. Πάρε παράδειγμα τα σοβαρά ατυχήματα στις συγκοινωνίες. Τις περισσότερες φορές αποδεικνύεται ότι ήταν ανθρώπινο λάθος, τουτέστιν κάποιος χειριστής δεν ακολούθησε την υπάρχουσα διαδικασία στη συντήρηση ή στην οδήγηση του μέσου. Τι άλλο ετοιμαζόσουν να πεις;

Θα συμπλήρωνα ότι η μεταβλητότητα ελαχιστοποιείται και όταν ο εξοπλισμός είναι ο κατάλληλος και σε άριστη λειτουργική κατάσταση και, τέλος, τα πρότυπα που ακολουθούμε όπως οι ταχύτητες του εξοπλισμού, η μορφή και τα μέσα επικοινωνίας μεταξύ των εργαζομένων, η στάθμη ποιότητας κλπ., είναι και αυτά μελετημένα, δοκιμασμένα και ελεγχόμενα. Και βέβαια πρέπει σε ανάλογο επίπεδο να είναι και οι εισροές, όπως οι πρώτες και βοηθητικές ύλες ή, αντίστοιχα στις υπηρεσίες, οι πληροφορίες που έχουν συγκεντρωθεί, να είναι μέσα στις προδιαγραφές.

Γιάννη προσοχή. Δεν αρκεί μόνον αυτό. Υπάρχει η περίπτωση η βραχυχρόνια μεταβλητότητα να παραμένει μικρή, αλλά η μέση τιμή να κινείται μακροχρόνια προς ένα από τα όρια. Γι' αυτό και ο σωστός ορισμός της Ικανότητας της Διεργασίας είναι ο ακόλουθος:

Μας δείχνει πόσες τυπικές αποκλίσεις απέχει η μέση τιμή από το **πλησιέστερο όριο** της προδιαγραφής.

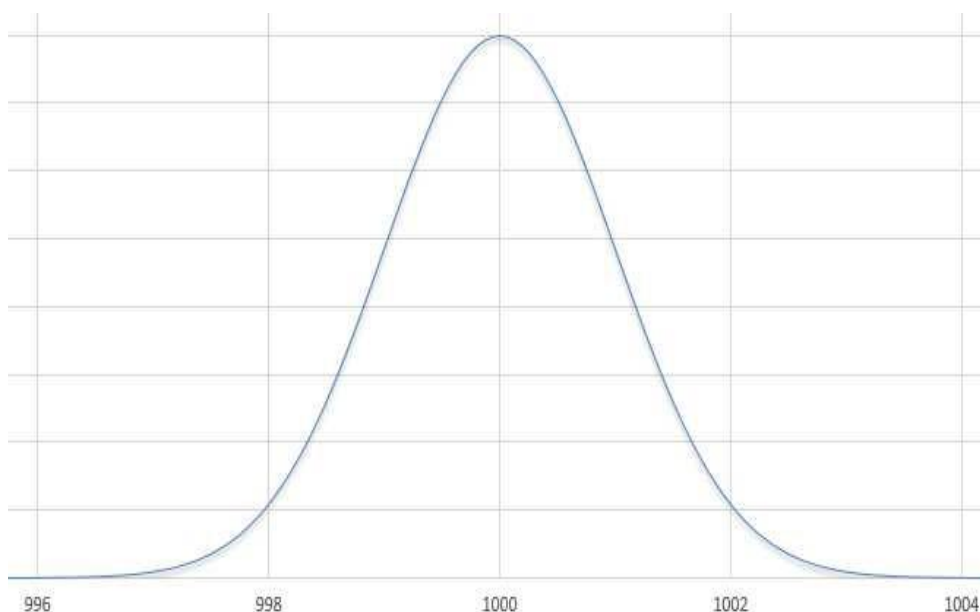
Εδώ λοιπόν έρχεται η μεθοδολογία των 6σ. Θέτω ως στόχο: η μέση τιμή του μεγέθους που μ' ενδιαφέρει και μετρώ στο παραγόμενο είδος, να απέχει από το πλησιέστερο προδιαγεγραμμένο όριο, το οποίο θέτουν οι προδιαγραφές, έξι τυπικές αποκλίσεις. Βέβαια το 6σ που ξεκίνησε στη βιομηχανία των ηλεκτρονικών δεν είναι το άγιο δισκοπότηρο για κάθε βιομηχανία, ούτε καν για κάθε διεργασία στην ίδια βιομηχανία. Ο στόχος για την κάθε μία είναι ξεχωριστός και ανάλογος με τις απαιτήσεις της αγοράς.. Το πρόβλημα όμως για όλες είναι το ίδιο και έχει δύο όψεις:

1. Πώς θα μειώσω την μεταβλητότητα ώστε να μπορώ να βελτιώσω σημαντικά την Ικανότητα της Διεργασίας και
2. Πώς θα σταθεροποιήσω τη μέση τιμή στο κέντρο του διαστήματος μεταξύ των ορίων της προδιαγραφής

*Μου λες δηλαδή ότι αυτό που μας ενδιαφέρει είναι να καταφέρω να πάω την Ικανότητα από τα 2 σίγμα για παράδειγμα, στα 3σ και βέβαια να σταθεροποιήσω τη μέση τιμή ώστε να μην απέχει 4σ από το ένα και 2σ από το άλλο όριο.*

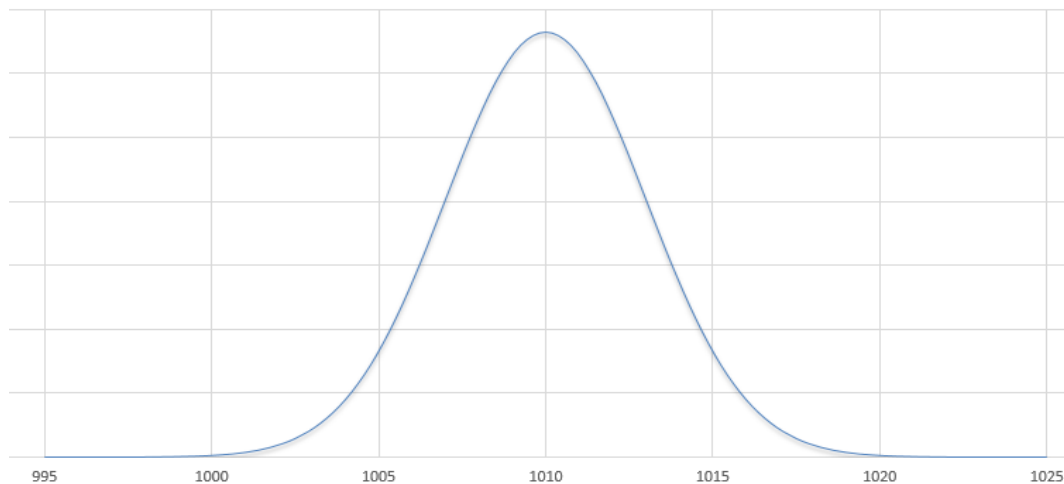
Γιάννη, αυτό ακριβώς λέω και λάβε υπ' όψη ότι το θέμα εκτός από την ποιότητα έχει και οικονομικές προεκτάσεις. Φαντάσου για παράδειγμα μια φιάλη του ενός λίτρου με γάλα. Το κάτω όριο το καθορίζει ο νομοθέτης, έστω στα 995 ml και όποιος το παραβαίνει έχει να κάνει με την αγορανομία. Το άνω όριο και τη μέση τιμή στην οποία θα ρυθμισθεί η μηχανή, τα θέτει η επιχείρηση με βάση την Ικανότητα Διεργασίας. Μια επιχείρηση που δεν έχει προβλήματα που επηρεάζουν την μεταβλητότητα, θα θέσει εξαιρετικά στενά όρια και θα ρυθμίσει τον εξοπλισμό να εργάζεται σε χαμηλή μέση τιμή. Δες την καμπύλη της κατανομής με  $\mu=1000$  και  $\sigma=1$ . Τότε μέχρι το κάτω όριο (LSL) των 995 ml έχω απόσταση 5σ.

*Λορέντζο, με βάση τον προηγούμενο πίνακα που λέει ότι η πιθανότητα να έχω μια περίπτωση σε κάθε πλευρά της καμπύλης είναι περίπου 1/1.744.278, συμπεραίνω ότι η πιθανότητα να έχω εκτός προδιαγραφής φιάλες είναι απειροελάχιστη ή 1 περίπτωση στα 3,5 εκατομμύρια.*



Ακριβώς. Αντίθετα μια βιομηχανία με προβλήματα είναι αναγκασμένη να θέσει υψηλότερα τη μέση τιμή της διεργασίας, για να αποφύγει τις ελλειποβαρείς φιάλες, με αποτέλεσμα να βάζει κατά μέσο

όρο περισσότερο γάλα ανά φιάλη. Στο ίδιο παράδειγμα, αν η τυπική απόκλιση γίνει  $\sigma=3$ , θα πρέπει η βιομηχανία να μετακινήσει τη μέση τιμή στο 1010 ml και να ρυθμίσει τον εξοπλισμό εκεί, έτσι ώστε να έχει μέχρι τα 995 ml την ίδια απόσταση των  $5\sigma$  και να αναμένει τον ίδιο αριθμό φιαλών εκτός προδιαγραφών, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση.



*Λορέντζο, μου λες τώρα ότι όταν θα παράγει 1.000.000 φιάλες το χρόνο (περί τις 3.100 φιάλες την ημέρα), θα έχει αντίστοιχα τροφοδοτήσει την αγορά με 10.000 λίτρα δωρεάν γάλα!*

Είσαι πολύ γρήγορος στους λογαριασμούς. Ακριβώς, μιλάμε για 10,38 τόνους γάλα δωρεάν! (1 λίτρο γάλα αντιστοιχεί σε 1038 γραμμάρια)!

*Και μετά κατηγορείς εμένα για προσκόλληση στη λεπτομέρεια! Και με τη σταθεροποίηση της μέσης τιμής, τι ακριβώς συμβαίνει;*

### Η Σταθεροποίηση της Μέσης Τιμής

Οι μηχανές στην παραγωγή και ειδικά οι παλαιότερες από αυτές, παρουσιάζουν αυτό το πρόβλημα. Με τον καιρό για διάφορους λόγους, όπως είναι οι φθορές των κινούμενων και των περιστρεφόμενων μηχανισμών, μετακινείται η μέση τιμή του μετρούμενου μεγέθους στον πληθυσμό των παραγομένων προϊόντων. Επομένως μικραίνει και η απόστασή της (μετρούμενη σε τυπικές αποκλίσεις) από ένα από τα δύο όρια της προδιαγραφής. Έχει λοιπόν δημιουργηθεί μια ολόκληρη ομάδα σκέψης που στηρίζεται στη λογική ότι όταν μιλάμε για μια διεργασία  $6\sigma$ , μιλάμε πρακτικά για  $4,5\sigma$ .

*Γιατί συμβαίνει αυτό;*

Γιάννη έχει γίνει αποδεκτό εμπειρικά, ότι αν έχουμε μια σταδιακή αύξηση της τυπικής απόκλισης ή μια μετακίνηση της μέσης τιμής σε σχέση με τα δείγματα που πήραμε κατά τη διάρκεια της μελέτης, αυτή θα γίνει αντιληπτή και θα επέμβουμε όταν φτάσουμε σε μια μετακίνηση  $1,5\sigma$  (1.5 sigma shift). Με αυτούς τους υπολογισμούς προκύπτει και το ποσοστό των σκάρτων στο 3,4 στο εκατομμύριο σε κάθε πλευρά, όπως μας δείχνει ο πίνακας.

*Λορέντζο, όλα αυτά είναι πολύ θεωρητικά. Στην παραγωγή, η μεταβλητότητα συνήθως είναι πολύ μεγαλύτερη αλλά και τα όρια της προδιαγραφής άνετα, τουλάχιστον για τα κλασικά προϊόντα (τρόφιμα, ένδυση, κτλ.).*

Ακριβώς το 6σ είναι ουσιαστικά ένα σύνθημα, το οποίο υπονοεί ότι έχει ως στόχο τη σημαντική βελτίωση της μεταβλητότητας και κάθε βιομηχανία θέτει στόχους στις διεργασίες της, με βάση τους πόρους και βέβαια, τις απαιτήσεις των πελατών και της νομοθεσίας.

*Από τα λίγα που διάβασα, η μεθοδολογία 6σ έχει γίνει πλέον μια συνολική επέμβαση, με αξιοποίηση όλων των εργαλείων της Ολικής Ποιότητας για βελτίωση της μεταβλητότητας.*

Μάλιστα στα χέρια των συμβούλων έχει αναπτυχθεί ένα τυπικό μ' εκπαιδευμένους και πιστοποιημένους εργαζόμενους (μετά από εκπαίδευση και εξετάσεις) που έχουν «Ιαπωνικούς» τίτλους Μαύρη, Πράσινη, κτλ., ζώνη και υπερβολική χρήση στατιστικών μεθόδων με τον κίνδυνο κακοποίησης τους από ημιμαθείς. Αρκετά χρόνια τώρα το συνονθύλευμα των τεχνικών που αποτελεί τη μεθοδολογία των 6σ, πουλιέται από τους συμβούλους μαζί με την μεθοδολογία της Λιτής Παραγωγής (Lean Manufacturing), στη βάση ότι η προσπάθεια μείωσης της μεταβλητότητας έχει συνάφεια – επηρεάζει και επηρεάζεται από την εστίαση στην ομαλοποίηση της ροής των υλικών και των προϊόντων με μείωση των φυρών. Έτσι μας προέκυψε η μεθοδολογία Lean Six Sigma. Τέλος ο International Organization for Standardization (ISO) εξέδωσε το 2011 το πρότυπο «ISO 13053:2011» το οποίο ασχολείται με τις διαδικασίες 6σ.

*Λορέντζο, από όσα διάβασα, η μεθοδολογία αυτή αντικαθιστά ή καλύτερα τυποποιεί την Ολική Ποιότητα σε μια εφαρμόσιμη διαδικασία. Μια διαδικασία που λίγο πολύ ακολουθείται από όλες τις τεχνικές βελτίωσης και απλά είναι πολύ πιο αυστηρή στην τήρησή της και στηρίζεται πάρα πολύ στο θέμα των μετρήσεων και τη συλλογή αριθμητικών δεδομένων. Ονομάζεται διεθνώς DMAIC και σημαίνει Define-Measure-Analyze-Improve-Control.*

Δηλαδή; Για ανάλυσέ το λίγο.

D	Define	Καθορίστε τους στόχους των ενεργειών της βελτίωσης.
M	Measure	Μετρείστε τα δεδομένα του συστήματος.
A	Analyze	Αναλύστε το σύστημα για βρείτε τρόπους εξάλειψης της διαφοράς ανάμεσα στη σημερινή απόδοση και τον επιθυμητό στόχο.
I	Improve	Βελτιώστε το σύστημα.
C	Control	Ελέγχετε το νέο σύστημα.

## Εφαρμογή στις Υπηρεσίες

Έλεος Γιάννη! Πάλι το ίδιο ξαναξεσταμένο φαγητό, αλλά με άλλο όνομα στον κατάλογο. Ας μείνουμε στα βασικά:

Σε κάθε διαδικασία η αυξημένη μεταβλητότητα κάνει ζημιά στο αποτέλεσμα

*Λορέντζο, μπορούμε να υποθέσουμε ότι το ίδιο συμβαίνει και στις υπηρεσίες;*

Παντού. Μια από τις μεγαλύτερες συνεισφορές του αυτοματισμού στην αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων, είναι ότι οι φάσεις που γίνονται από αυτοματισμούς, ρομπότ, κτλ., έχουν τυπική απόκλιση των χρόνων εκτέλεσης της κάθε φάσης, σχεδόν μηδενική. Τηρούν την κάθε διαδικασία που τους ανατίθεται αναγκαστικά από τον προγραμματισμό τους. Με αυτόν τον τρόπο τηρείται το πρόγραμμα παραγωγής (όσον εξαρτάται από τον χρόνο της επεξεργασίας) και παραδόσεων με αποτέλεσμα η προσφερόμενη υπηρεσία στον πελάτη (εκτός του προϊόντος) να είναι εντός των



προδιαγραφών χρόνου παράδοσης και οι πιθανότητες να έχω καθυστερήσεις, οι οποίες δείχνουν ασυνέπεια, να είναι αμελητέες. Πολλές φορές, η αντικατάσταση του εργατικού προσωπικού με ρομπότ δεν αιτιολογείται οικονομικά, αλλά η απόφαση στηρίζεται στην κατά συνθήκη ποιοτική απόδοση της μηχανής (πχ συγκολλήσεις), καθώς και στην επίτευξη των υπεσχημένων χρόνων παράδοσης.

*Θυμάμαι και την γκρίνια σου στην περίπτωση των ουρών αναμονής<sup>2</sup>, όπου η αύξηση της μεταβλητότητας του χρόνου εξυπηρέτησης, αυξάνει «εκθετικά» το μέγεθος των ουρών.*

Γιάννη, μη ξεχνάς ότι στις υπηρεσίες, κατά συνθήκη, οι αφίξεις γίνονται κατά τυχαίο τρόπο, με μέση τιμή  $\lambda$  αφίξεις την ώρα (κατανομή Poisson). Στην περίπτωση που η κατανομή εξυπηρετήσεων είναι και αυτή η κλασική Poisson με μέση τιμή  $\mu$  εξυπηρετήσεις την ώρα, τότε οι χρόνοι εξυπηρέτησης ακολουθούν την εκθετική κατανομή με τυπική απόκλιση μεγάλη και ίση με την μέση τιμή  $1/\mu$ . Σε αυτή την περίπτωση, ο μέσος αριθμός πελατών που αναμένουν να εξυπηρετηθούν ( $L_q$ ), είναι διπλάσιος, από την περίπτωση του σταθερού χρόνου εξυπηρέτησης.

*Ουσιαστικά μπορούμε να πούμε ότι η μορφή εξυπηρετήσεων κατά Poisson είναι κλασική όταν οι εργασίες εξυπηρέτησης διαφέρουν κατά πελάτη, όπως στη περίπτωση του ταμιά μιας τράπεζας ή ακόμη καλύτερα του ταμιά ενός μεγάλου Super Market. Βασικό γνώρισμα της εκθετικής κατανομής είναι πως υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα στους χρόνους γιατί, ενώ οι περισσότεροι χρόνοι εξυπηρέτησης δεν έχουν μεγάλη διακύμανση, κατά διαστήματα εμφανίζονται πολύ μεγάλοι χρόνοι εξυπηρέτησης.*

Μια άλλη βασική ιδιότητα της Poisson και της Εκθετικής που τις κάνουν να ξεχωρίζουν, είναι ότι η αντίστοιχη κατανομή **δεν έχει μνήμη**. Η άφιξη ενός πελάτη δεν επηρεάζεται από το πότε έφθασε ο προηγούμενος. Μπορεί να εμφανισθεί αμέσως μετά τον προηγούμενο ή και μετά από ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Αντίστοιχα στην εξυπηρέτηση, αν έχεις ήδη ασχοληθεί με έναν πελάτη πολύ, τότε σημαίνει ότι αυτός ο πελάτης απαιτεί πολύ περισσότερη εξυπηρέτηση από τους άλλους και τίποτε άλλο. Δεν σημαίνει ότι όπου να 'ναι τελειώνει! Όταν η κόρη σου τηλεφωνεί σε μια φίλη της, το γεγονός ότι έχει περάσει ήδη πολύ ώρα από την έναρξη, δεν σημαίνει τίποτε για το πότε θα τελειώσει το τηλεφώνημά της! Αντίθετα στη περίπτωση που η κατανομή των εξυπηρετήσεων είναι περίπου σταθερή – γιατί ο εξυπηρετητής εφαρμόζει σε κάθε πελάτη περίπου την ίδια διαδικασία, το γεγονός ότι πέρασε πολύς χρόνος για έναν πελάτη, σημαίνει ότι όπου να 'ναι η διαδικασία εξυπηρέτησης τελειώνει. Όμως, όπως είπαμε, αυτή η ιδιότητα της «αμνησίας» χάνει σιγά – σιγά τη δύναμή της όσο μεγαλώνει η παράμετρος «ρυθμός αφίξεων  $\lambda$ » ή «ρυθμός εξυπηρετήσεων  $\mu$ », γιατί τότε η **κατανομή Poisson μεταπίπτει στη Κανονική κατανομή**, πάντα βέβαια με **πολύ μεγάλη τυπική απόκλιση**.

*Βρίσκω από τις σημειώσεις μου σαν συμπέρασμα από την αντίστοιχη συζήτηση ότι:*

*«... κάθε εργασία εξυπηρέτησης συμφέρει να γίνεται με τυποποιημένο σωστό τρόπο (μετά από καλή εκπαίδευση), **ώστε να μην παρουσιάζει μεταβλητότητα**. Αυτό σε αντίθεση με τις **σπασμωδικές προσπάθειες για γρήγορη εργασία**, οι οποίες συνήθως καταλήγουν σε χαοτικές καταστάσεις, σε προβλήματα με κάποιους πελάτες και επιστροφή τελικά στην εκθετική κατανομή του χρόνου εξυπηρέτησης».*

Γιάννη, από αυτή τη λογική προκύπτει σε συνδυασμό και με την τεχνική του Παρέτο<sup>3</sup>, ότι στην εξυπηρέτηση πελατών συμφέρει να έχω 2 διαδικασίες. Μια απλή για το 80% των απλών περιπτώσεων

<sup>2</sup> Βλ. *Εξυπηρέτηση και συστήματα αναμονής*, Τετράδιο 16.

<sup>3</sup> Βλ. *Τα εργαλεία εστίασης στο στόχο μας*, Τετράδιο 7.



όπου πρέπει **οι εξυπηρετητές να έχουν εκπαιδευθεί σε μια συγκεκριμένη μέθοδο**, ώστε η κατανομή των χρόνων εξυπηρέτησης να πλησιάζει τη σταθερή κατανομή. Για τις υπόλοιπες 20% των περιπτώσεων έχω μια άλλη διεργασία με διαφορετικές ελέγχουσες εισροές, όπως έμπειρο προσωπικό με καλύτερη και ευρεία εκπαίδευση σ' επίλυση προβλημάτων πελατών, καλύτερο εξοπλισμό όπως καλύτερο λογισμικό, προσεγμένη διαδικασία κτλ.

*Νομίζω ότι αρκετά είπαμε για την ιστορία των 6σ και γενικότερα για την επίδραση της μεταβλητότητας στην αποτελεσματικότητα της κάθε επιχείρησης. Καιρός για ύπνο. Καληνύχτα!*

Γιάννη, καληνύχτα!

## Έννοιες

Μεθοδολογία 5S: Ταξινομώ και διαλέγω, Αποθηκεύω σε σωστές θέσεις, Καθαρίζω – γυαλίζω, Τυποποιώ, Συντηρώ το σύστημα

Μια διεργασία ορίζεται ως 6σ, όταν παράγει χωρίς σφάλμα ή, για την ακρίβεια, η πιθανότητα για παραγωγή με κάποιο σφάλμα είναι στατιστικά μικρότερη ή ίση από 3.4 περιπτώσεις στο εκατομμύριο.

Τυπική απόκλιση ( $\sigma$ ): το μέτρο της μεταβλητότητας ή το μέτρο διασποράς της μετρούμενης ποσότητας  
Μέση τιμή  $\mu$  (mean). Πιθανότερη τιμή (mode). Κεντρική τιμή ή Διάμεσος (median). Στην κανονική κατανομή συμπίπτουν.

Άνω και κάτω όριο προδιαγραφής (upper and lower specification limits – USL, LSL).

Ικανότητα Διεργασίας: Μας δείχνει πόσες τυπικές αποκλίσεις απέχει η μέση τιμή από το **πλησιέστερο όριο** της προδιαγραφής.

Η μεθοδολογία Lean Six Sigma αντικαθιστά ή καλύτερα τυποποιεί την Ολική Ποιότητα σε μια εφαρμόσιμη διαδικασία, πολύ πιο αυστηρή στην τήρησή της, η οποία στηρίζεται πάρα πολύ στο θέμα των μετρήσεων και τη συλλογή αριθμητικών δεδομένων.

## Εμπειρίες

Οι εργασίες καθαρισμού να ενταχθούν σαν βήματα στην διεργασία ρύθμισης του εξοπλισμού

Η Τυποποίηση των εργασιών γίνεται εύκολα από το μάντζιμεντ. Τα δύσκολα είναι στην διασφάλιση ότι δεν θα γυρίσουμε στις παλιές πρακτικές.

Μια διεργασία 6σ δείχνει ότι έχει φτάσει στο ύψιστο σημείο ελέγχου, την εξαφάνιση δηλαδή της μεταβλητότητας των ελεγχουσών εισροών, οι οποίες επηρεάζουν το προϊόν της διεργασίας.

Ο στόχος των πόσων  $\sigma$  την κάθε επιχείρηση είναι ξεχωριστός και ανάλογος με τις απαιτήσεις της αγοράς.

Τα προβλήματα για όλες είναι τα ίδια: Πώς μειώνεται η μεταβλητότητα ώστε να βελτιωθεί η Ικανότητα της Διεργασίας και πως σταθεροποιείται η μέση τιμή στο κέντρο μεταξύ των ορίων της προδιαγραφής

Σε κάθε διαδικασία η αυξημένη μεταβλητότητα κάνει ζημιά στο αποτέλεσμα

## Προτεινόμενα βιβλία και κείμενα

Pyzdek Thomas, *The six sigma Handbook*, Mc Graw Hill, 2003.

ISO 13053-1, “Quantitative methods in process improvement – Six Sigma Part 1: DMAIC methodology 01/09/2011.

ISO 13053-2, “Quantitative methods in process improvement – Six Sigma Part 2: Tools and Techniques 01/09/2011.

ISO 18404, “Quantitative methods in process improvement - Six Sigma – Competencies for Key personnel and their organizations in relation to Six Sigma and Lean Implementation”, 01/12/2015.