





















Αυτό μπορεί επίσης να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας ένα φύλλο εργασίας, όπως παρακάτω.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	<b>Διάγραμμα x-Bar: Cocoa Fizz</b>						
3		F7: =ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ(B7:E7)		G7: =ΜΕΓ(B7:E7)-ΕΛΑΧ(B7:E7)			
4							
5	<b>Ποσότητα μπουκαλιών σε συγγίες</b>						
6	Αρ. δειγμάτων	Παρατ 1	Παρατ 2	Παρατ 3	Παρατ 4	Μέσος Όρος	Εύρος
7	1	15,85	16,02	15,83	15,93	15,91	0,19
8	2	16,12	16,00	15,85	16,01	16,00	0,27
9	3	16,00	15,91	15,94	15,83	15,92	0,17
10	4	16,20	15,85	15,74	15,93	15,93	0,46
11	5	15,74	15,86	16,21	16,10	15,98	0,47
12	6	15,94	16,01	16,14	16,03	16,03	0,20
13	7	15,75	16,21	16,01	15,86	15,96	0,46
14	8	15,82	15,94	16,02	15,94	15,93	0,20
15	9	16,04	15,98	15,83	15,98	15,96	0,21
16	10	15,64	15,86	15,94	15,89	15,83	0,30
17	11	16,11	16,00	16,01	15,82	15,99	0,29
18	12	15,72	15,85	16,12	16,15	15,96	0,43
19	13	15,85	15,76	15,74	15,98	15,83	0,24
20	14	15,73	15,84	15,96	16,10	15,91	0,37
21	15	16,20	16,01	16,10	15,89	16,05	0,31
22	16	16,12	16,08	15,83	15,94	15,99	0,29
23	17	16,01	15,93	15,81	15,68	15,86	0,33
24	18	15,78	16,04	16,11	16,12	16,01	0,34
25	19	15,84	15,92	16,05	16,12	15,98	0,28
26	20	15,92	16,09	16,12	15,93	16,02	0,20
27	21	16,11	16,02	16,00	15,88	16,00	0,23
28	22	15,98	15,82	15,89	15,89	15,90	0,16
29	23	16,05	15,73	15,73	15,93	15,86	0,32
30	24	16,01	16,01	15,89	15,86	15,94	0,15
31	25	16,08	15,78	15,92	15,98	15,94	0,30
32						15,95	0,29
33		Αριθμός δειγμάτων		25		Xbar-bar	R-bar
34		Αριθμός παρατηρήσεων ανά δείγμα		4			
35		F32: =ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ(F7:F31)			G32: =ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ(G7:G31)		
36							

	A	B	C	D	E	F	G
39	<b>Υπολογισμοί για το διάγραμμα X-Bar</b>						
40		Συνολικός μέσος (Xbar-bar) =		15,95	D40: =F32		
41		Σίγμα για διαδικασία =		0,14	ουγγιές	D42: =D41/SQRT(D34)	
42		Τυπικό σφάλμα για τον μέσο =		0,07			
43		Z-τιμή για τα διαγράμματα ελέγχου =		3			
44					D45: =D40		
45		CL: Κεντρική γραμμή =		15,95	D46: =D40-D43*D42		
46		LCL: Κατώτατο όριο ελέγχου =		15,74	D47: =D40+D43*D42		
47		UCL: Ανώτατο όριο ελέγχου =		16,16			

Ένας άλλος τρόπος δημιουργίας ορίων ελέγχου είναι η χρήση του εύρους δειγμάτων ως εκτίμησης της μεταβλητότητας της διαδικασίας. Θυμηθείτε ότι το εύρος συνιστά απλώς τη διαφορά μεταξύ των μεγαλύτερων και των μικρότερων τιμών του δείγματος. Το άνοιγμα του εύρους μπορεί να δώσει πληροφορίες που αφορούν τη μεταβλητότητα των δεδομένων. Σε αυτή την περίπτωση, τα όρια ελέγχου θα δομηθούν ως εξής:

$$\text{Ανώτατο όριο ελέγχου} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

$$\text{Κατώτατο όριο ελέγχου} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

Όπου

$\bar{x}$  = μέσος όρος δειγματικών μέσων

$\bar{R}$  = μέσο εύρος δειγμάτων

$A_2$  = συντελεστής που αντλήθηκε από τον Πίνακα 6.1

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το  $A_2$  είναι ο συντελεστής ο οποίος περιλαμβάνει 3 τυπικές αποκλίσεις εύρους και εξαρτάται από το μέγεθος του υπό εξέταση δείγματος.

### Διαγράμματα εύρους (R)

Τα **διαγράμματα εύρους (R)** αποτελούν έναν άλλο τύπο διαγράμματος ελέγχου μεταβλητών. Παρόλο που τα διαγράμματα x-bar μετρούν τη μετατόπιση στην κεντρική τάση της διαδικασίας, τα διαγράμματα εύρους παρακολουθούν τη διασπορά ή τη μεταβλητότητα της διαδικασίας. Η μέθοδος ανάπτυξης και χρήσης των διαγραμμάτων R είναι ίδια με εκείνη των διαγραμμάτων x-bar. Η κεντρική γραμμή του διαγράμματος ελέγχου είναι το μέσο εύρος. Και τα άνω και κάτω όρια ελέγχου υπολογίζονται ως εξής:

**Διάγραμμα εύρους (R)** Διάγραμμα ελέγχου που παρακολουθεί τις μεταβολές της διασποράς ή της μεταβλητότητας διαδικασίας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1** Συντελεστές των ορίων ελέγχου Τρία Σίγμα των διαγραμμάτων x και R

Μέγεθος δείγματος n	Συντελεστής διαγράμματος $\bar{x}$		Συντελεστής διαγράμματος R	
	$A_2$	$D_3$	$D_4$	
2	1,88	0	3,27	
3	1,02	0	2,57	
4	0,73	0	2,28	
5	0,58	0	2,11	
6	0,48	0	2,00	
7	0,42	0,08	1,92	
8	0,37	0,14	1,86	
9	0,34	0,18	1,82	
10	0,31	0,22	1,78	
11	0,29	0,26	1,74	
12	0,27	0,28	1,72	
13	0,25	0,31	1,69	
14	0,24	0,33	1,67	
15	0,22	0,35	1,65	
16	0,21	0,36	1,64	
17	0,20	0,38	1,62	
18	0,19	0,39	1,61	
19	0,19	0,40	1,60	
20	0,18	0,41	1,59	
21	0,17	0,43	1,58	
22	0,17	0,43	1,57	
23	0,16	0,44	1,56	
24	0,16	0,45	1,55	
25	0,15	0,46	1,54	

Πηγή: Συντελεστές που προσαρμόστηκαν από το εγχειρίδιο της ASTM για την ποιότητα ελέγχου πρώτων υλών.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 6.2** | Κατασκευή διαγράμματος μέσου ( $\bar{x}$ -bar) από το εύρος δείγματος

Επιθεωρητής ελέγχου ποιότητας της εταιρείας Cocoa Fizz χρησιμοποιεί τα δεδομένα του Παραδείγματος 6.1 για να αναπτύξει τα όρια ελέγχου. Εάν το μέσο εύρος ( $\bar{R}$ ) για τα 25 δείγματα είναι 0,29 ουγγιές (υπολογισμένο ως  $\frac{7,17}{25}$ ) και ο μέσος όρος ( $\bar{\bar{x}}$ ) των παρατηρήσεων είναι 15,95 ουγγιές, αναπτύξτε τα όρια ελέγχου Τρία Σίγμα για τη λειτουργία εμφιάλωσης.

**Πριν από τη λύση**

Για να υπολογίσετε τα όρια ελέγχου από το εύρος δείγματος, θυμηθείτε ότι χρειάζεται να βρείτε την τιμή του συντελεστή  $A_2$  στον Πίνακα 6.1.

**Λύση**

$$\bar{\bar{x}} = 15,95 \text{ ουγγιές} \quad \bar{R} = 0,29$$

Η τιμή του  $A_2$  αντλείται από τον Πίνακα 6.1. Για  $n = 4$ ,  $A_2 = 0,73$ . Αυτό οδηγεί στα παρακάτω όρια:

Το κέντρο του διαγράμματος ελέγχου = CL = 15,95 ουγγιές

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R} = 15,95 + (0,73)(0,29) = 16,16$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R} = 15,95 - (0,73)(0,29) = 15,74$$

$$CL = \bar{R}$$

$$UCL = D_4\bar{R}$$

$$LCL = D_3\bar{R}$$

Όπου οι τιμές των  $D_4$  και  $D_3$  λαμβάνονται από τον Πίνακα 6.1.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 6.3** | Κατασκευή διαγράμματος εύρους ( $R$ )

Ο επιθεωρητής ελέγχου ποιότητας της εταιρείας Cocoa Fizz θα ήθελε να αναπτύξει ένα διάγραμμα εύρους ( $R$ ) προκειμένου να παρακολουθήσει τη διασπορά της ποσότητας στη διαδικασία εμφιάλωσης. Αξιοποιήστε τα δεδομένα του Παραδείγματος 6.1 για να αναπτύξετε τα όρια του εύρους του δείγματος.

**Πριν από τη λύση**

Για να αναπτύξετε τα όρια ελέγχου για το εύρος του δείγματος, καταρχάς υπολογίστε το μέσο εύρος και των 25 δειγμάτων. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήστε τον Πίνακα 6.1 για να αναπτύξετε τα άνω και κάτω όρια ελέγχου. Για να συμπληρώσετε το διάγραμμα ελέγχου, δημιουργήστε το διάγραμμα του εύρους του δείγματος.

**Λύση**

Από τα δεδομένα του Παραδείγματος 6.1 μπορείτε να παρατηρήσετε ότι το μέσο εύρος είναι:

$$\bar{R} = \frac{7,17}{25}$$

$$\bar{R} = 0,29$$

$$n = 4$$

Από τον Πίνακα 6.1 για  $n = 4$ :

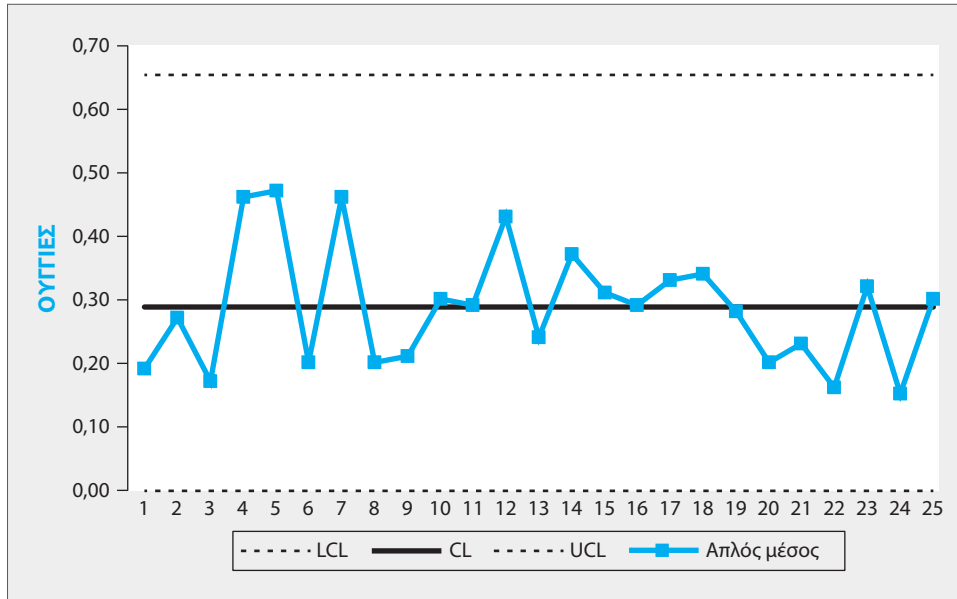
$$D_4 = 2,28$$

$$D_3 = 0$$

$$UCL = D_4\bar{R} = 2,28(0,29) = 0,6612$$

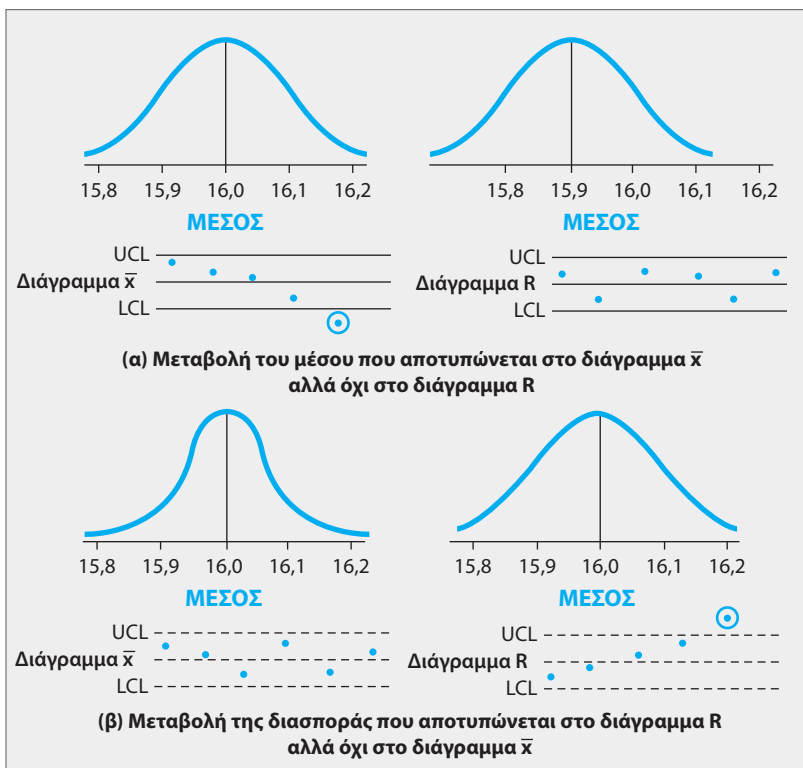
$$LCL = D_3\bar{R} = 0(0,29) = 0$$

Το διάγραμμα ελέγχου που προκύπτει είναι:



### Συνδυαστική χρήση διαγραμμάτων μέσου και εύρους

Μπορείτε να παρατηρήσετε ότι τα διαγράμματα μέσου και εύρους χρησιμοποιούνται για να παρακολουθήσουν διαφορετικές μεταβλητές. Το διάγραμμα μέσου ή  $\bar{x}$ -bar μετρά την κεντρική θέση της διαδικασίας, ενώ το διάγραμμα εύρους μετρά τη διάχυση ή διακύμανση της διαδικασίας. Δεδομένου ότι και οι δύο μεταβλητές είναι σημαντικές, φαίνεται εύλογη η παρακολούθηση διαδικασίας που χρησιμοποιεί τα διαγράμματα μέσου και εύρους. Είναι πιθανό να υπάρξει μεταβολή στον μέσο του προϊόντος αλλά όχι μεταβολή στη διασπορά. Για παράδειγμα, στη μονάδα εμφιάλωσης της εταιρείας Cocoa Fizz η ρύθμιση του μηχανήματος μπορεί να αλλάξει έτσι ώστε το μέσο μπουκάλι να γεμίζει όταν το περιεχόμενό του έχει όγκο 16,0 ουγγιές και όχι 15,9 ουγγιές αναψυκτικού. Η διάχυση



**ΣΧΗΜΑ 6.6** Μεταβολές της διαδικασίας οι οποίες αποτυπώνονται στα διαγράμματα  $\bar{x}$  και  $\bar{R}$