

**ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ  
ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΣΠΟΡΑΔΙΚΗΣ  
ΖΗΤΗΣΗΣ**

Η εργασία υποβάλλεται για την μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο την  
απόκτηση του διπλώματος

**ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ  
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ LOGISTICS**

από

**ΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΤΟ  
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

Αθανασία Κλουτσινώτη

Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστώ θερμά για την αρωγή τους στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας τον επιβλέποντα καθηγητή κο Χρυσολέοντα Παπαδόπουλο, καθώς και τον κο Συντέτο για τις χρήσιμες συμβουλές και πληροφορίες που μου έδωσαν.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Διοίκηση του Μεταπτυχιακού τμήματος και ιδιαίτερα τον κο Λάιο που μου αφήσανε τα χρονικά περιθώρια για την περάτωση της εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύζυγό μου, Στάθη για την ηθική συμπαράσταση και την ανοχή που έδειξε.

<b>Σκοπός της Εργασίας</b> .....	5
<b>Περίληψη</b> .....	5
<b>Συμβολισμοί</b> .....	7
<b>1. Εισαγωγή</b> .....	9
<b>2. Γενικά Περί Πρόβλεψης</b> .....	12
2.1. Στρατηγική σκοπιά της Πρόβλεψης .....	12
2.2. Κατηγοριοποίηση των μεθόδων πρόβλεψης .....	16
2.3. Σφάλμα Πρόβλεψης .....	20
2.4. Τα Βασικά βήματα διεξαγωγής πρόβλεψης.....	21
<b>3. Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης για Σποραδική Ζήτηση</b> .....	25
3.1. Απλή Εκθετική Εξομάλυνση.....	25
3.2. Μέθοδος Croston .....	26
3.3. Μοντελοποίηση της μεθόδου Croston.....	29
<b>4. Τροποποιημένα μοντέλα της Μεθόδου Croston</b> .....	32
4.1. Αναθεωρημένη Μέθοδος Croston [Syntetos & Boylan (2001)] .....	32
4.2. Μοντέλο log Croston .....	34
4.3. Τροποποιημένο Μοντέλο Croston (Snyder) .....	35
4.4. Τροποποιημένο μοντέλο log Croston (Snyder).....	36
4.5. Approximation Method (Syntetos & Boylan, 2003) .....	37
<b>5. Πρακτική Εφαρμογή σε Δείγμα Ανταλλακτικών</b> .....	39
<b>6. Συμπεράσματα &amp; Συνεισφορά</b> .....	47

<b>7. Βιβλιογραφία</b> .....	<b>49</b>
<b>8. Παραρτήματα</b> .....	<b>52</b>
8.1. Παράρτημα 1 .....	52
8.2. Παράρτημα 2 .....	52
8.3. Παράρτημα 3 .....	53
Διωνυμική Κατανομή .....	53
Κανονική Κατανομή.....	53
Διωνυμική – Κανονική Κατανομή.....	53
Δυωνυμική – Λογαριθμική Κανονική.....	54
8.4. Παράρτημα 4 .....	55
Αναλυτικά Αποτελέσματα Δείγματος.....	55

# Στοχαστικά Μοντέλα Πρόβλεψης Σποραδικής Ζήτησης

## Σκοπός της Εργασίας

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση μοντέλων πρόβλεψης που μέχρι σήμερα εφαρμόζονται ή ειδικεύονται στις περιπτώσεις σποραδικής ζήτησης.

Συγκεντρώσαμε λοιπόν, εκείνα τα μοντέλα που ανταποκρίνονται στην πρόβλεψη του ειδικού αυτού τύπου ζήτησης και τα εφαρμόσαμε σε πραγματικά στοιχεία με χρήση του excel. Τέλος, κάναμε σύγκριση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και προσπαθήσαμε να εξάγουμε συμπεράσματα γύρω από την συμπεριφορά των μοντέλων αυτών.

Ελπίζουμε η εργασία αυτή να γίνει ένα σημείο αναφοράς για όποιον στο μέλλον θελήσει να μελετήσει και να διερευνήσει τεχνικές πρόβλεψης σποραδικής ζήτησης, μία αναφορά στην οποία θα μπορεί να βρει συγκεντρωμένη πληροφορία στο ειδικό αυτό ζήτημα.

## Περίληψη

Σποραδική ζήτηση ή αλλιώς περιοδική (lumpy) ονομάζεται η ζήτηση που εμφανίζεται τυχαία και παρεμβάλλονται πολλές μηδενικές ζητήσεις μεταξύ των παρατηρούμενων γεγονότων. Τέτοιο είδος ζήτησης εμφανίζεται σε δεδομένα αποθεμάτων, στη παραγωγική διαδικασία και σε αρκετές άλλες χρονολογικές σειρές.

Η μέθοδος πρόβλεψης που εν γένει χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων σποραδικής κίνησης, είναι η μέθοδος του Croston. Αν και ευρέως γνωστή, η μέθοδος του Croston είναι μία άτυπη μέθοδος η οποία δεν είναι σαφώς ορισμένη πάνω σε στοχαστικά μοντέλα.

Σε αυτή την εργασία θα μελετήσουμε πιθανά μοντέλα για την πρόβλεψη σποραδικής ζήτησης, γύρω από την μέθοδο του Croston, τις παραδοχές πάνω στις οποίες αυτά στηρίζονται και θα προσπαθήσουμε να διεξάγουμε συγκριτικά συμπεράσματα σε σχέση με τη μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης.

Θα δείξουμε ότι παρά την αντιφατική συμπεριφορά των μοντέλων με τα δεδομένα της σποραδικής ζήτησης, η αξία της ανάπτυξης αυτών των μοντέλων είναι μεγάλη.

Λέξεις Κλειδιά: Μέθοδος Croston's , εκθετική εξομάλυνση, πρόβλεψη, σποραδική ζήτηση.

## Συμβολισμοί

$Y_n$	Ιστορικά στοιχεία ζήτησης κατά την $n$ χρονική στιγμή
$X_t$	Ύπαρξη Μη μηδενικής ζήτησης την χρονική στιγμή $t$
$j$ ή $j_t$	Το σύνολο εμφάνισης μη μηδενικών τιμών ζήτησης
$Y_j^*$	το μέγεθος της $j$ -ιστής μη μηδενικής ζήτησης
$Q_j$	Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο μη μηδενικών τιμών ζήτησης
$\alpha$	σταθερά εκθετικής εξομάλυνσης με $0 \leq \alpha \leq 1$
$N(\mu, \sigma^2)$	Κανονική κατανομή με μέσο $\mu$ και διακύμανση $\sigma^2$ ή τυπική απόκλιση $\sigma$
$Z_j$	Πρόβλεψη της $j+1$ ζήτησης
$P_j$	Πρόβλεψη του διαστήματος μέχρι την εμφάνιση της επόμενης ζήτησης
$E(X)$	Η Μέση τιμή της τυχαιάς μεταβλητής $X$
$Var(X)$	Διακύμανση της τυχαιάς μεταβλητής $X$
$m_h$	Μέση τιμή της $Y_{n+h}$ , $m_h = E(Y_{n+h} I)$
$v_h$	Η διακύμανση της $Y_{n+h}$ , $v_h = Var(Y_{n+h} I)$
$I$	Οι πραγματοποιούμενες τιμές της $Y$ , $I = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_0, P_0)$
$e_t$	Σφάλμα πρόβλεψης

## **Πίνακας Διαγραμμάτων**

Διάγραμμα 1: Τύποι Ζήτησης .....	14
Διάγραμμα 2: Κόστος Πρόβλεψης προς Κόστος Ανακρίβειας Πρόβλεψης.....	15
Διάγραμμα 3: Κατηγοριοποίηση των μεθόδων Πρόβλεψης με βάση το είδος των δεδομένων ...	18
Διάγραμμα 4: Δομή Συστήματος Προβλέψεων.....	20



## 1. Εισαγωγή

Δεν είναι τυχαίο ότι σε όλα τα εγχειρίδια παραγωγής δίνεται μεγάλη έμφαση στη πρόβλεψη της ζήτησης και τον σημαντικό ρόλο που έχει αυτή στον προγραμματισμό παραγωγής, των αποθεμάτων, του εργατικού δυναμικού και στον υπολογισμό της οικονομικής ποσότητας παρτίδας ή της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας. [Buffa and Miller (1979), Silver and Peterson (1985), Hax and Candea (1984)]. Χωρίς ακριβείς προβλέψεις οι προσπάθειες αριστοποίησης των αποθεμάτων και της απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας παρεμποδίζονται και δεν φέρνουν τα βέλτιστα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Είναι σύνηθες φαινόμενο, στα αποθέματα αλλά και στην παραγωγή να εμφανίζεται σποραδική ζήτηση η οποία καθορίζεται ως μία χρονολογική σειρά στοιχείων που οι περισσότερες τιμές της είναι μηδενικές. Ακόμα και όταν οι τιμές δεν είναι μηδενικές, η ζήτηση είναι σχετικά χαμηλή. Σύμφωνα με το Silver (1981) σποραδική ζήτηση είναι μία σειρά τυχαίων τιμών που εμφανίζονται σε τυχαία διαστήματα αφήνοντας πολλές ενδιάμεσες περιόδους με μηδενικές τιμές.

Η σποραδική ζήτηση δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στα logistics και ειδικότερα στο χώρο των προμηθειών και της παραγωγής, προβλήματα που αφορούν κυρίως στην πρόβλεψη και στον έλεγχο των αποθεμάτων.

Δεν είναι μόνο η διακύμανση των τιμών αλλά και η διακύμανση του μοτίβου της ζήτησης που κάνει πολύ δύσκολη την πρόβλεψή της όταν αυτή είναι σποραδική.

Στα περισσότερα μοντέλα πρόβλεψης καθώς επίσης και στα περισσότερα λογισμικά για πρόβλεψη ζήτησης γίνεται η παραδοχή ότι η ζήτηση είναι συνεχής και ομαλή παρά σποραδική και ασταθής. Γεγονός βέβαια που έρχεται σε αντίθεση με αυτό που πραγματικά αντιμετωπίζουν σε μία μεγάλη γκάμα προϊόντων οι υπεύθυνοι παραγωγής και αποθεμάτων. Είναι σύνηθες το φαινόμενο η ζήτηση ανταλλακτικών ή πολύ ακριβών ειδών να είναι σποραδική.

Στην πράξη, οι πλέον διαδεδομένες μέθοδοι πρόβλεψης για σποραδική ζήτηση είναι η απλή εκθετική εξομάλυνση και η μέθοδος Croston. Η εκθετική εξομάλυνση δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στα πιο πρόσφατα γεγονότα, γεγονός το οποίο, στην περίπτωση της σποραδικής

ζήτησης, οδηγεί σε μία σειρά εκτιμήσεων που είναι υψηλότερη ακριβώς μετά την πραγματοποίηση του γεγονότος (ζήτηση) και χαμηλότερη πριν την πραγματοποίηση του επόμενου γεγονότος.

Σε αυτή την εργασία πέρα από την εκθετική εξομάλυνση θα μελετήσουμε τη μέθοδο του Croston (1972), καθώς και τις προσαρμοσμένες γύρω από την μέθοδο Croston όπως Johnston & Boylan (1996) και Syntetos & Boylan (2001).

Ο Croston (1972) πρότεινε μία μέθοδο εκτίμησης της ζήτησης λαμβάνοντας υπόψη εκτός από το ύψος της και το χρονικό διάστημα μεταξύ των ζητήσεων, ή αλλιώς τη συχνότητα εμφάνισης της. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην εκτίμηση του ύψους της ζήτησης με βάση τα πραγματοποιούμενα γεγονότα καθώς και στην εκτίμηση του χρονικού διαστήματος εμφάνισης δυο διαδοχικών ζητήσεων, χρησιμοποιώντας και στις δύο περιπτώσεις την απλή εκθετική εξομάλυνση.

Παρόλη την θεωρητική υπεροχή της μεθόδου αυτής, εμπειρικά αποδείχθηκε ότι τα αποτελέσματα δεν είναι τόσο καλά σε σύγκριση με αυτά άλλων απλούστερων μεθόδων [Syntetos & Boylan (2001)]. Στην προσπάθειά τους οι Syntetos & Boylan να καταλήξουν στις αιτίες που προκαλούν την ανακρίβεια της πρόβλεψης με την μέθοδο Croston, βρήκαν ένα σφάλμα στον μαθηματικό υπολογισμό της εκτίμησης της ζήτησης. Αυτό το σφάλμα ήταν και η αιτία που οδηγούσε σε σχετικά μεγάλη απόκλιση πρόβλεψης.

Άλλοι συγγραφείς συμπεριλαμβανομένων των Johnston & Boylan (1996) και Syntetos & Boylan (2001), έχουν προτείνει κάποιες τροποποιήσεις στη βασική μέθοδο του Croston που δίνουν καλύτερα αποτελέσματα στην ακρίβεια της πρόβλεψης. Μία τέτοια τροποποίηση είναι η εφαρμογή της μεθόδου Croston στους λογαρίθμους της ζήτησης και στους λογαρίθμους των διαστημάτων μεταξύ της ζήτησης.

Ωστόσο, όλα αυτά τα μοντέλα μας δίνουν προβλέψεις σημείων και δεν βασίζονται σε κάποιο στοχαστικό μοντέλο. Στην πραγματικότητα κανένα μοντέλο που έχει αναπτυχθεί γύρω από την μέθοδο Croston δεν είναι επαρκώς στοχαστικά ορισμένο. Συνεπώς, δεν υπάρχουν κατανομές

προβλέψεων και διαστήματα προβλέψεων που να σχετίζονται με τις προβλέψεις που παράγουν τα μοντέλα αυτά.

Ένας από τους στόχους αυτής της εργασίας είναι να προσδιορίσουμε στοχαστικά μοντέλα που θα υπόκεινται στην μέθοδο Croston και στις σχετιζόμενες μεθόδους και ως εκ τούτου να πάρουμε κατανομές πρόβλεψης και να προσδιορίσουμε τις στατιστικές μεταβλητές τους. Ωστόσο καταλήγουμε ότι τα μοντέλα αυτά έρχονται σε αντίφαση με τις ιδιότητες των δεδομένων σποραδικής ζήτησης. Ειδικότερα το μοντέλο Croston και τα σχετιζόμενα μοντέλα πρέπει να είναι μη διακριτά και να ορίζονται σ' ένα συνεχές δειγματοχώρο. Μία εκ των παραδοχών της μεθόδου Croston είναι ότι ο δειγματοχώρος θα πρέπει να περιλαμβάνει και αρνητικές τιμές. Είναι προφανές ότι αυτό δεν ισχύει στην περίπτωση της σποραδικής ζήτησης.

Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι χάνει την αξία της η μέθοδος Croston και ότι δεν είναι χρήσιμη. Η μακρόχρονη εφαρμογή της μεθόδου δείχνει ότι πολλοί άνθρωποι την βρίσκουν πολύ αποτελεσματική. Επίσης αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου είναι σαφώς καλύτερα από άλλες. [Willemain (1994)]

Στο Κεφάλαιο 2 θα παρουσιάσουμε γενικά στοιχεία περί Προβλέψεων. Στο Κεφάλαιο 3 θα παρουσιάσουμε το θεωρητικό υπόβαθρο της μεθόδου Croston, την εμπειρική απόδειξη αυτής και την μοντελοποίηση της μεθόδου Croston. Στο Κεφάλαιο 4 θα παρουσιάσουμε επιπρόσθετα μοντέλα που βασίζονται στην μέθοδο του Croston και τις στατιστικές ιδιότητες αυτών και στο Κεφάλαιο 5 θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα από την πρακτική εφαρμογή μερικών εκ των μοντέλων σε δείγμα ανταλλακτικών με πραγματικά στοιχεία και στο Κεφάλαιο 6 θα παρουσιάσουμε τα συμπεράσματά μας. Στο Κεφάλαιο 7 παραθέτουμε την βιβλιογραφία και στο Κεφάλαιο 8 τα παραρτήματα.

## **2. Γενικά Περί Πρόβλεψης**

### **2.1. Στρατηγική σκοπιά της Πρόβλεψης**

Οι περισσότεροι οργανισμοί δρουν σε ένα επιχειρηματικό περιβάλλον έντονου ανταγωνισμού και υψηλών απαιτήσεων των πελατών, το οποίο δεν επιτρέπει στις εταιρείες να περιμένουν ως ότου παραληφθούν οι παραγγελίες για να αρχίσουν να προσδιορίζουν τις παραγωγικές εγκαταστάσεις, την διαδικασία παραγωγής, τον μηχανολογικό εξοπλισμό, το εργατικό δυναμικό, ή τα απαιτούμενα υλικά. Λίγοι καταναλωτές θα ήταν πρόθυμοι να περιμένουν για ένα τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι περισσότεροι επιτυχημένοι οργανισμοί προβλέπουν την μελλοντική ζήτηση για τα προϊόντα τους και μοιράζουν κατάλληλα την πληροφορία αυτή στους συντελεστές, που θα επιτελέσουν την ικανοποίηση της προσδοκώμενης ζήτησης.

Η ανάπτυξη προβλέψεων παρέχει ένα πλάνο στο οποίο μπορεί να βασισθεί ο Διοικητικός σχεδιασμός και προγραμματισμός. Όσο καλύτερα μπορεί κανείς να προβλέπει το μέλλον τόσο καλύτερα μπορεί να προετοιμάζεται γι' αυτό. Για να επιβιώσει μία επιχείρηση θα πρέπει να ικανοποιεί τις ανάγκες των πελατών της τουλάχιστον το ίδιο γρήγορα με τους ανταγωνιστές της.

Όλα τα τμήματα μίας επιχείρησης βασίζονται στη πρόβλεψη ζήτησης για την εύρυθμη λειτουργία τους. Το Οικονομικό για την κατάρτιση του χρηματοοικονομικού προϋπολογισμού, το Marketing για τον καθορισμό των προωθητικών ενεργειών, την ανάπτυξη νέων ειδών κλπ, το Εμπορικό για καθορισμό της εμπορικής πολιτικής και την τοποθέτηση στόχων, το τμήμα Logistics για τον καθορισμό του επιπέδου παραγωγής, τον χρονικό προγραμματισμό των εργασιών, τον καθορισμό των αποθεμάτων, τον προσδιορισμό του απαιτούμενου εργατικού δυναμικού, την λήψη αποφάσεων για προμήθειες.

Μια μελέτη της Hewlett-Packard έδειξε ότι το 40% των αποθεμάτων τους αποτελούσε το κυκλοφορούν και το pipeline απόθεμα ενώ το 60% οφειλόταν στην μεταβλητότητα της ζήτησης. Από την συνιστώσα της μεταβλητότητας το 2% οφείλεται στους προμηθευτές, 2%

στη παραγωγή και το 96% στην αβεβαιότητα της ζήτησης. Βλέπουμε λοιπόν πόσο αναγκαία είναι η πρόβλεψη.

Πολλοί είναι οι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν τη ζήτηση για τα προϊόντα και τις υπηρεσίες ενός οργανισμού. Δεν είναι ποτέ δυνατό να εντοπισθούν όλοι αυτοί οι παράγοντες ή να μετρηθούν οι πιθανές επιπτώσεις τους. Το απαραίτητο στην πρόβλεψη είναι να εντοπίζονται οι γενικές, σημαντικές επιδράσεις και να εκτιμώνται οι πιθανές συνέπειές τους. Ορισμένοι σημαντικοί παράγοντες του περιβάλλοντος είναι:

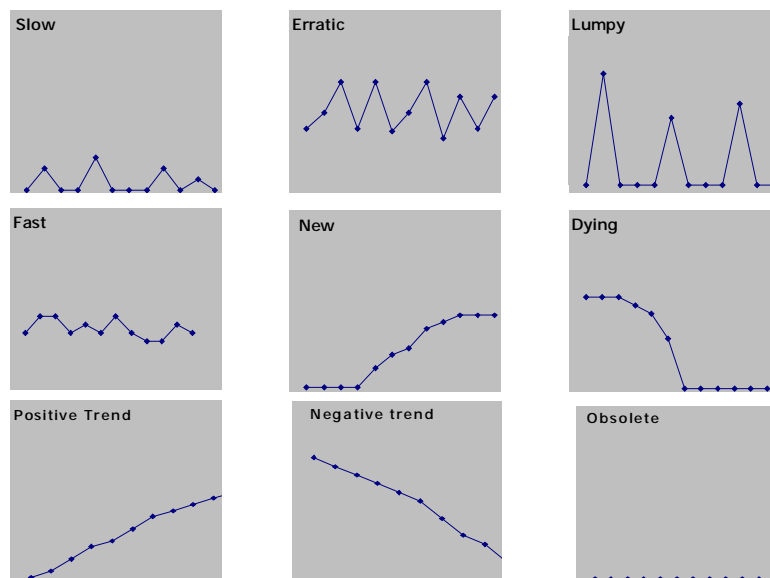
- Γενικές επιχειρηματικές συνθήκες και η κατάσταση της οικονομίας
- Ενέργειες και αντιδράσεις των ανταγωνιστών
- Κυβερνητικές νομοθετικές ενέργειες
- Τάσεις της αγοράς
  - Κύκλοι ζωής των προϊόντων
  - Στυλ και μόδα
  - Μεταβαλλόμενες καταναλωτικές απαιτήσεις
- Τεχνολογικές βελτιώσεις κλπ

Οι προβλέψεις στοχεύουν στην ελάττωση της αβεβαιότητας που περιβάλλει το μέλλον.

Πρόβλεψη είναι η εκτίμηση του μέλλοντος με βάση το παρελθόν, είναι ένας υπολογισμός του επιπέδου της μελλοντικής αναμενόμενης ζήτησης.

Το μοτίβο της ζήτησης για ένα προϊόν (ή για μία ομάδα προϊόντων) μπορεί να θεωρηθεί σαν μία χρονολογική σειρά από αυτόνομες τιμές. Παρατηρώντας το μοτίβο της εκάστοτε ζήτησης, μπορούμε να την κατατάξουμε σε μία από τις εννέα κατηγορίες τύπων ζήτησης που διακρίνονται στο Διάγραμμα 1. Η κατάταξη γίνεται με βάση την συνέχεια της χρονολογικής σειράς (συνεχής ή διακριτή) με βάση την διακύμανση των τιμών αλλά και το ύψος τους.

## Τύποι Ζήτησης



### **Διάγραμμα 1: Τύποι Ζήτησης**

Σε αυτή την εργασία θα ασχοληθούμε με τα είδη που έχουν τύπο ζήτησης Lumpy ή Slow.

Στα περισσότερα βιβλία, η ζήτηση αντιμετωπίζεται σαν ένας εξωγενής και ανεξάρτητος παράγοντας. Ασφαλώς, η ικανότητα να εξυπηρετούμε τις απαιτήσεις των πελατών μας την ώρα που θέλουν επηρεάζει τις πωλήσεις, άρα η ζήτηση δεν είναι και τόσο ανεξάρτητη.

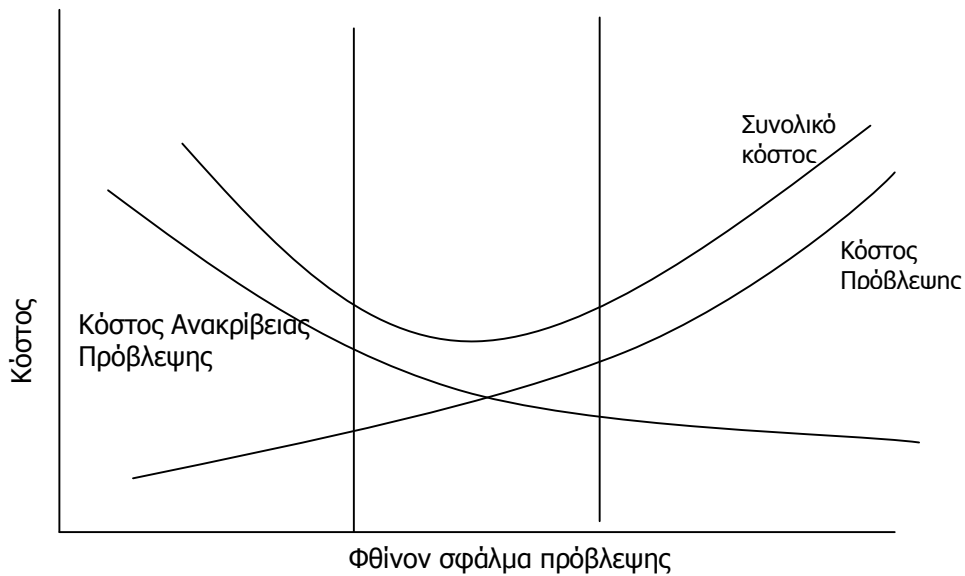
Επιπλέον στα συστήματα απόφασης για την παραγωγή ή τα αποθέματα δίνουμε έμφαση στο σφάλμα της πρόβλεψης καθώς αυτό θα επηρεάσει άμεσα τις αποφάσεις και τα εμπλεκόμενα κόστη.

Σε γενικές γραμμές στην επιλογή της διαδικασίας πρόβλεψης προσπαθούμε να κρατάμε τα κόστη στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο. Αυτά αναλύονται σε κόστος δημιουργίας ενός συστήματος πρόβλεψης και στο κόστος διαχείρισης της πρόβλεψης.

$$E(\text{Συνολικό κόστος χρήσης του συστήματος}) = E(\text{Κόστος διαχείρισης του συστήματος}) + E(\text{Κόστος των σφαλμάτων πρόβλεψης})$$

### **Εξίσωση 2-1**

Στην πράξη ο υπολογισμός του κόστους αυτού είναι αρκετά δύσκολος διότι ουσιαστικά είναι πρακτικά αδύνατο να μετρηθεί το κόστος από το σφάλμα της πρόβλεψης. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι δεν μπορούμε να προσπαθήσουμε να κάνουμε τα trade offs όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2



**Διάγραμμα 2: Κόστος Πρόβλεψης προς Κόστος Ανακρίβειας Πρόβλεψης**

Όσον αφορά στις δύο συνιστώσες του κόστους της εξίσωσης 2.1 και του διαγράμματος 2, θα πρέπει να τονίσουμε τα εξής: το αναμενόμενο κόστος σφάλματος που προκύπτει από προβλέψεις μεμονωμένων προϊόντων για μικρό χρονικό ορίζοντα, είναι συνήθως μικρότερο από το κόστος που προκύπτει από την αντίστοιχη πρόβλεψη για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Αντίθετα, επιτυχημένη πρόβλεψη για μεγάλο χρονικό διάστημα πραγματοποιείται όταν αυτή γίνεται σε ομάδα προϊόντων και όχι σε μεμονωμένους κωδικούς.

Συνήθως υπάρχει μία χρονική καθυστέρηση μεταξύ της χρονικής στιγμής που διαπιστώνεται μία ανάγκη ή ένα επικείμενο γεγονός και της χρονικής στιγμής που αυτή ικανοποιείται. Αυτός ο χρόνος που ονομάζεται lead time είναι και ο κύριος λόγος που απαιτείται ο προγραμματισμός και η πρόβλεψη.

Ο κ. Μακριδάκης, στο βιβλίο του Forecasting Methods and Applications, αναφέρει δύο σημαντικούς παράγοντες που πάντα πρέπει να κρατάμε στο νου μας. Αυτοί είναι:

1/ μερικές φορές ακόμα και η πιο επιτυχημένη πρόβλεψη δεν είναι άμεσα χρήσιμη στους διαχειριστές μιας επιχείρησης αναφέροντας χαρακτηριστικά το παράδειγμα ότι ο Ιούλιος Βερν είχε προβλέψει εδώ και 100 χρόνια σημαντικές ανακαλύψεις όπως το υποβρύχιο, την πυρηνική ενέργεια ακόμα και το ταξίδι στο διάστημα, παρομοίως ο Charles Babbage, όχι μόνο προέβλεψε την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών στα μέσα του 1800 αλλά πρότεινε και τα πρώτα σχέδια βάση των οποίων δημιούργησε και το πρώτο δείγμα. Παρόλη τη μεγάλη ακρίβεια των προβλέψεων αυτών, δεν είχαν και τόσο μεγάλη σημασία για τις εταιρείες την εποχή εκείνη.

2/ το δεύτερο σημαντικό σημείο είναι ο διαχωρισμός μεταξύ ανεξέλεγκτων εξωτερικών γεγονότων και ελέξιμων εσωτερικών γεγονότων. Στην πρώτη κατηγορία εμπίπτουν γεγονότα που σχετίζονται με την εθνική οικονομία, την κυβέρνηση, τους πελάτες και τους προμηθευτές, ενώ στην δεύτερη κατηγορία εμπίπτουν γεγονότα και ενέργειες όπως το επιχειρηματικό πλάνο, το marketing plan, αποφάσεις στον παραγωγικό τομέα κλπ. Η επιτυχία μιας εταιρείας βασίζεται και στους δύο παράγοντες. Στην πρώτη περίπτωση όμως απαιτείται και εφαρμόζεται η πρόβλεψη ενώ στην δεύτερη περίπτωση μιλάμε για decision making. Ο σχεδιασμός είναι ο συνδυαστικός κρίκος που ολοκληρώνει και τους δυο παράγοντες.

## **2.2. Κατηγοριοποίηση των μεθόδων πρόβλεψης**

Οι διάφορες μέθοδοι πρόβλεψης διαχωρίζονται με βάση 3 κριτήρια:

- Είδος των δεδομένων
- Χρόνο
- Μεθοδολογία ανάπτυξης

### **Είδος Δεδομένων**

Με βάση το πρώτο κριτήριο το είδος των δεδομένων έχουμε δύο βασικές κατηγορίες

1. Ποιοτικές μέθοδοι
2. Ποσοτικές μέθοδοι



**Ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης** : εφαρμόζονται όταν η μεταβλητή ή ο παράγοντας τον οποίο προσπαθούμε να προβλέψουμε είναι μετρήσιμος. Για την εφαρμογή αυτών των μεθόδων θα πρέπει να έχουμε επαρκή αριθμητικά δεδομένα τα οποία παρουσιάζουν συνέχεια μέσα στο χρόνο.

Εδώ έχουμε δύο κατηγορίες μεθόδων:

α) τις χρονολογικές σειρές

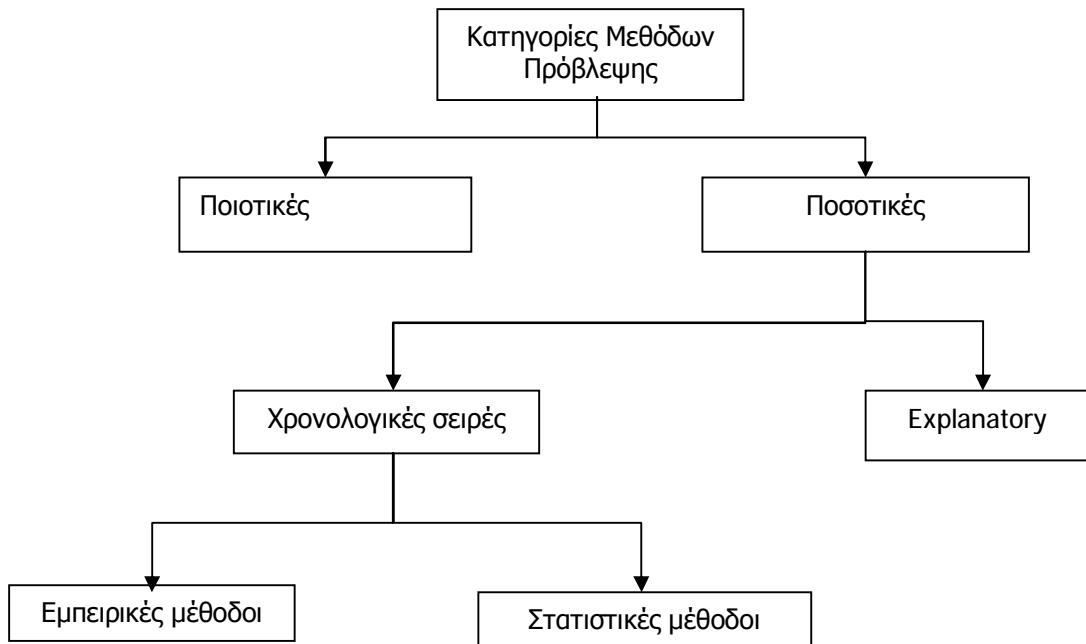
β) explanatory : με αυτή την μεθοδολογία προσπαθούμε να κατανοήσουμε πως μεταβάλλεται μία μεταβλητή όταν αλλάξει κάποια άλλη, για παράδειγμα πως επιδρούν στις πωλήσεις οι αλλαγές τιμών και οι προωθητικές ενέργειες.

Για την εφαρμογή των ποσοτικών μεθόδων θα πρέπει να υπάρχουν τρεις προϋποθέσεις :

1. Να είναι διαθέσιμη η πληροφορία για το παρελθόν
2. Αυτή η πληροφορία να είναι μετρήσιμη
3. Η παραδοχή ότι οι συνθήκες πραγματοποίησης των γεγονότων δεν αλλάζουν, γνωστή και σαν παραδοχή συνέχειας.

### **Ποιοτικές μέθοδοι**

Χαρακτηριστικό αυτών των μεθόδων είναι ότι έχουμε μικρή μετρήσιμη πληροφορία αλλά αρκετή πληροφορία που αφορά ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα η πρόβλεψη της ταχύτητας των τηλεπικοινωνιών το έτος 2020, ή το πώς θα επηρεαστεί η κατανάλωση πετρελαίου εάν αυξηθούν πάρα πολύ οι τιμές.



**Διάγραμμα 3: Κατηγοριοποίηση των μεθόδων Πρόβλεψης με βάση το είδος των δεδομένων**

### **Χρονικός Ορίζοντας**

Ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα στον οποίο απευθύνεται η πρόβλεψη την διαχωρίζουμε σε

- Βραχυπρόθεσμη
- Μεσοπρόθεσμη
- Μακροπρόθεσμη

Η βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη αναφέρεται σε ένα χρονικό ορίζοντα μέχρι το πολύ 6 μήνες. Η Μεσοπρόθεσμη για χρονικό διάστημα 6 μήνες μέχρι 2 χρόνια και η Μακροπρόθεσμη για περισσότερο από 2 χρόνια.

### **Μεθοδολογία ανάπτυξης**

Η πρόβλεψη ανάλογα με τον τρόπο που αυτή αναπτύσσεται χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- την από πάνω προς τα κάτω
- από κάτω προς τα πάνω.

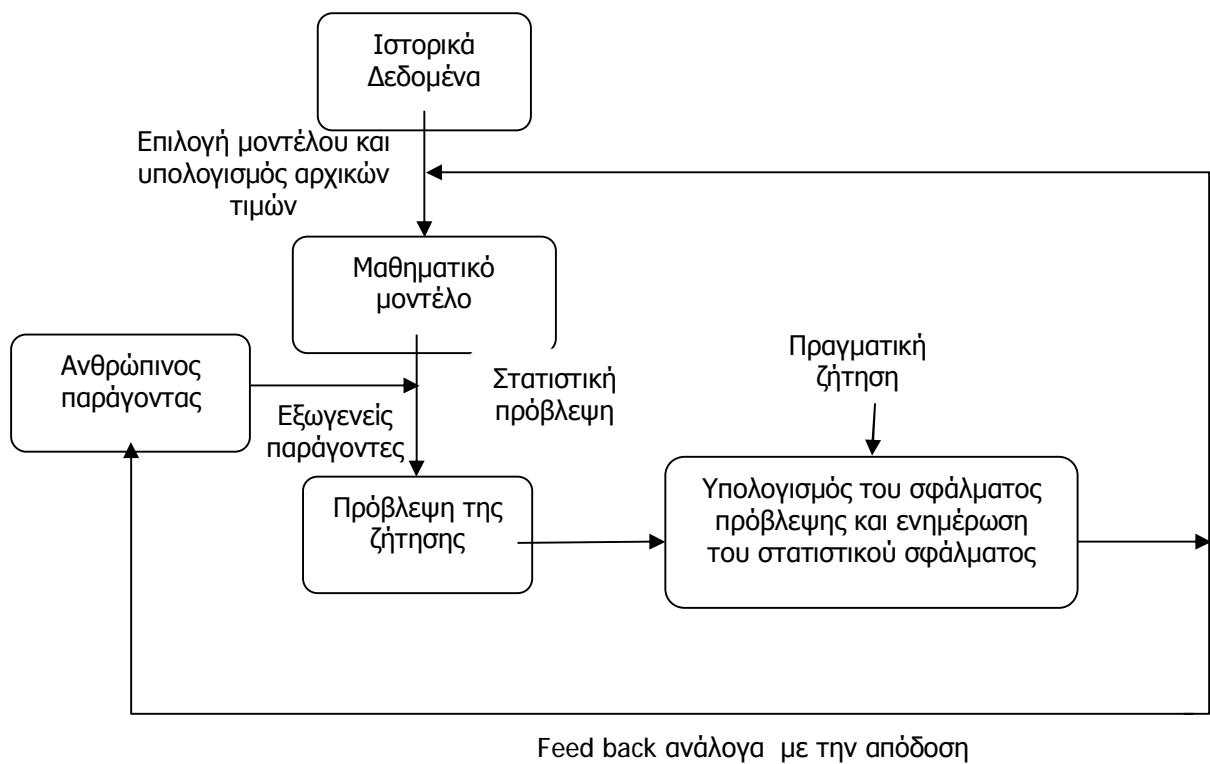
Η ανάπτυξη προβλέψεων από **πάνω προς τα κάτω** ξεκινά με μία πρόβλεψη της γενικής οικονομικής δραστηριότητας (ακαθάριστο εθνικό προϊόν, εθνικό εισόδημα κλπ.) για την γεωπολιτική μονάδα που βρίσκεται η έδρα του οργανισμού. Απ' αυτή την πρόβλεψη της γενικής οικονομικής δραστηριότητας αναπτύσσονται προβλέψεις για τον βιομηχανικό κλάδο. Από την πρόβλεψη του βιομηχανικού κλάδου αναπτύσσεται μία πρόβλεψη για το μερίδιο της αγοράς που θα καταλάβει ο οργανισμός και απ' αυτήν αναπτύσσονται προβλέψεις για ομάδες προϊόντων και στη συνέχεια για τα προϊόντα.

Η ανάπτυξη προβλέψεων από **κάτω προς τα πάνω** ξεκινά από το επίπεδο του προϊόντος. Γίνονται προβλέψεις για κάθε προϊόν ή ομάδα προϊόντων και στη συνέχεια συνοψίζονται για να βρεθεί η αθροιστική πρόβλεψη για όλο τον οργανισμό. Αυτή η αθροιστική πρόβλεψη μπορεί έπειτα να τροποποιηθεί σε σχέση με την γενική επιχειρηματική κατάσταση και την κατάσταση του ανταγωνισμού. Η διαφήμιση και προώθηση μπορεί να κάνουν αναγκαία την περαιτέρω αναθεώρηση των προβλέψεων αυτών.

Έτσι λοιπόν η πρόβλεψη μπορεί να βασίζεται στο συνδυασμό των παρατηρήσεων του παρελθόντος (αυτό που ονομάζουμε στατιστική πρόβλεψη) και γνώση για μελλοντικά συμβάντα. Τέτοια γεγονότα μπορεί να είναι η πρόγνωση για εξωτερικές παραγγελίες ή πρόγνωση για προσχεδιασμένες αποστολές κλπ. Επίσης μπορεί να περιλαμβάνει πρόγνωση προωθητικών ενεργειών, τις αντιδράσεις του ανταγωνισμού, την γενική οικονομική κατάσταση κλπ.

Η δομή ενός συνολικού συστήματος προβλέψεων παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 4.

Από το διάγραμμα αυτό καταλαβαίνουμε ότι ένα σύστημα προβλέψεων χαρακτηρίζεται σαν "art & science" Τέχνη και Επιστήμη. Γι' αυτό και ο ανθρώπινος παράγοντας που εμφανίζεται στο διάγραμμα είναι πολύ σημαντικός παράγοντας, είναι αυτός που θα προσθέσει την Τέχνη στην επιστήμη, είναι αυτός που με την εμπειρία του και την γνώση του θα συμβάλει στην βελτιστοποίηση του συστήματος προβλέψεων.



**Διάγραμμα 4: Δομή Συστήματος Προβλέψεων**

### 2.3. Σφάλμα Πρόβλεψης

Πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι η πραγματική ζήτηση που παρατηρείται συγκρίνεται με την εκτίμηση της ζήτησης (πρόβλεψη) προκειμένου να υπολογιστεί το σφάλμα της πρόβλεψης. Το σφάλμα της πρόβλεψης πρέπει να καταγράφεται και να παρακολουθείται γιατί παίζει καθοριστικό ρόλο στις ακόλουθες περιπτώσεις

1. Στον υπολογισμό του αποθέματος ασφαλείας
2. Στον επαναπροσδιορισμό των παραμέτρων του μοντέλου της πρόβλεψης
3. Τα σφάλματα της πρόβλεψης μπορούν να δίνουν την ένδειξη για τα εισερχόμενα στοιχεία της πρόβλεψης.

Στη συνέχεια θα παραθέσουμε μερικές μαθηματικές εκφράσεις υπολογισμού του σφάλματος πρόβλεψης.

Καταρχάς ορίζουμε σαν σφάλμα πρόβλεψης την απόκλιση της προβλεπόμενης τιμής  $F_t$  από την πραγματική τιμή  $Y_t$ .

$$e_t = Y_t - F_t \quad \text{Εξίσωση 2-2}$$

Μέσο Σφάλμα : Την μέση τιμή των σφαλμάτων

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t \equiv \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t) \quad \text{Εξίσωση 2-3}$$

Μέσο απόλυτο σφάλμα: Την μέση τιμή των απολύτων σφαλμάτων

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t| \quad \text{Εξίσωση 2-4}$$

Μέσο τετραγωνικό σφάλμα : Την μέση τιμή των τετραγώνων των σφαλμάτων.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2 \quad \text{Εξίσωση 2-5}$$

## 2.4. Τα Βασικά βήματα διεξαγωγής πρόβλεψης

Η διαδικασία πρόβλεψης ακολουθεί 5 βασικά βήματα:

### Βήμα 1 : Ορισμός του προβλήματος

Θα πρέπει να ορίσουμε και να καταγράψουμε με σαφήνεια τον σκοπό που θα επιτελέσει η πρόβλεψη στην επιχείρηση, να αναλύσουμε το περιβάλλον αυτής και να αποφασίσουμε τον παράγοντα που θα προβλέψουμε. Συνεπώς είναι απαραίτητο να γίνουν πλήρως κατανοητά τα εξής σημεία:

1. Πώς θα χρησιμοποιηθεί η πρόβλεψη
2. Ποιός απαιτεί την πρόβλεψη
3. Πώς η συνάρτηση πρόβλεψης θα προσαρμοστεί μέσα στην επιχείρηση

Σε αυτό το στάδιο πρέπει να γίνονται συναντήσεις με όλους όσους πρόκειται να συλλέξουν τις πληροφορίες, αυτούς που θα χειρίζονται τις βάσεις δεδομένων και με αυτούς που θα χρησιμοποιήσουν την πρόβλεψη.

### Βήμα 2: Συλλογή πληροφοριών

Πάντα υπάρχουν διαθέσιμα δύο είδη δεδομένων :

- Τα στατιστικά δεδομένα (συνήθως αριθμητικά δεδομένα)
- Η εμπειρία και η γνώση του χρήστη της πρόβλεψης

Και τα δύο είδη πληροφοριών θα πρέπει να καταγράφονται και να διαφυλάσσονται.

### Βήμα 3: Αρχική ανάλυση

Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να ερμηνεύσουμε τους αριθμούς, να κατανοήσουμε διάφορα γεγονότα μέσω των αριθμών. Στη συνέχεια υπολογίζουμε κάποια απλά στατιστικά όπως μέση τιμή, τυπική απόκλιση, ελάχιστο, μέγιστο, ποσοστά κλπ που σχετίζονται με κάθε ομάδα δεδομένων. Όπου υπάρχουν πάνω από μία ομάδα δεδομένων μπορούμε να δημιουργήσουμε scatter γραφήματα για κάθε ομάδα δεδομένων και τα σχετικά στατιστικά όπως συσχέτιση κλπ. Επίσης γίνεται ανάλυση των στοιχείων και η ανίχνευση για την ύπαρξη τάσης ή εποχικότητας κλπ.

### Βήμα 4: Επιλογή μοντέλου

Σε αυτό το βήμα επιλέγουμε και εφαρμόζουμε αρκετά μοντέλα πρόβλεψης.

Για κάθε μοντέλο πρόβλεψης προσαρμόζουμε τις παραμέτρους του μοντέλου στα ιστορικά δεδομένα που έχουμε.

### Βήμα 5: Η χρήση και η ανάπτυξη του μοντέλου πρόβλεψης

Εφόσον έχει γίνει η επιλογή του μοντέλου πρόβλεψης και έχει γίνει η παραμετροποίηση του μοντέλου, αυτό χρησιμοποιείται για την διεξαγωγή των προβλέψεων. Με την πάροδο του χρόνου ο χρήστης θα σημειώνει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του μοντέλου της

πρόβλεψης. Το μοντέλο της πρόβλεψης δεν κρίνεται μόνο από το πόσο καλά αυτό προσαρμόζεται στα ιστορικά δεδομένα δηλαδή από το σφάλμα εφαρμογής (fitting error) αλλά κυρίως από το μέγεθος της ακρίβειας με την οποία προβλέπει τις μελλοντικές τιμές (forecasting error).

Στην πρόβλεψη, αυτό που προσπαθούμε να κάνουμε είναι να προβλέψουμε την αλληλουχία των πωλήσεων.

### Λήψη Παρατηρήσεων

Προκειμένου να κάνουμε πρόβλεψη κάποιου παράγοντα θα πρέπει να έχουμε συλλέξει στοιχεία για αυτό. Ανάλογα με το τι θέλουμε να προβλέψουμε αποφασίζουμε για το είδος των παρατηρήσεων που θα πρέπει να έχουμε. Ο ένας τρόπος είναι οι χρονολογικές σειρές και ο άλλος μέσω δείγματος.

Ονομάζουμε χρονολογικές σειρές την αλληλουχία γεγονότων και παρατηρήσεων μέσα στο χρόνο ανά ισόποσα χρονικά διαστήματα, όπως για παράδειγμα τις μηνιαίες πωλήσεις, ημερήσιο απόθεμα, ετήσια κέρδη κλπ.

Στην πρόβλεψη προσπαθούμε να δούμε το πώς θα εξελιχθεί αυτή η αλληλουχία στο μέλλον.

Η παραδοχή την οποία κάνουμε στις χρονολογικές σειρές είναι ότι οι παρατηρήσεις συμβαίνουν ανά ίσα χρονικά διαστήματα πχ μήνα, ημέρα, έτος κλπ

### Αντιπροσωπευτικό δείγμα

Σε αυτή την περίπτωση γίνεται καταμέτρηση του παράγοντα που θέλουμε να προβλέψουμε την ίδια ακριβώς χρονική στιγμή για όλο το δείγμα.

### Ανάλυση χρονολογικών σειρών

Στην ανάλυση των χρονολογικών σειρών προσπαθούμε να αναλύσουμε και να ερμηνεύσουμε τα δεδομένα μας και το μοτίβο που ακολουθούν σε τέσσερα βασικά συστατικά.

- Εποχικότητα
- Τάση
- Εξωγενείς παράγοντες
- Μέσος όρος



### 3. Βασικές μέθοδοι πρόβλεψης για Σποραδική Ζήτηση

Θα συμβολίσουμε με  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ , τα ιστορικά στοιχεία της ζήτησης και με  $Y_t$  την ζήτηση που συνέβη την χρονική στιγμή  $t$ . Με  $X_t$  θα συμβολίσουμε την μη μηδενική ζήτηση, έτσι  $X_t=1$  όταν παρατηρείται ζήτηση την χρονική στιγμή  $t$  και  $X_t=0$  όταν δεν παρατηρείται ζήτηση. Επιπλέον θα συμβολίσουμε με  $j_t$ , τον δείκτη των μη μηδενικών τιμών, έτσι  $j_t = \sum_{i=1}^t X_i$ . Για λόγους απλούστευσης και ευκολίας στην συνέχεια δεν θα γράφουμε τον δείκτη  $t$  του  $j$ .

Επίσης συμβολίζουμε με  $Y_j^*$  το μέγεθος της  $j$ -ιοστής μη μηδενικής ζήτησης και με  $Q_j$  το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο μη μηδενικών ζητήσεων  $Y_t$  και  $Y_{t-1}$ .

Με βάση τους άνω συμβολισμούς μπορούμε να εκφράσουμε την ζήτηση την χρονική στιγμή  $t$  σαν  $Y_t = X_t Y_j^*$ .

#### 3.1. Απλή Εκθετική Εξομάλυνση

Η καθιερωμένη απλή εκθετική εξομάλυνση ή αλλιώς σταθμικός κινητός μέσος όρος είναι ένα ιδιαίτερο είδος κινητού μέσου όρου που δεν απαιτεί την διατήρηση μακρών ιστορικών αρχείων. Ωστόσο με την μέθοδο αυτή στην πρόβλεψη λαμβάνονται υπόψη όλα τα ιστορικά στοιχεία. Όμως δεν δίνεται το ίδιο βάρος σε όλα τα δεδομένα του παρελθόντος. Το βάρος που δίνεται στα δεδομένα αυτά ελαττώνεται γεωμετρικά με την ηλικία τους. Στα πιο πρόσφατα στοιχεία προσδίδεται μεγαλύτερο βάρος απ' ότι σε λιγότερο πρόσφατες παρατηρήσεις. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι η επίδραση όλων των προηγούμενων δεδομένων περιλαμβάνεται στο νούμερο της προηγούμενης πρόβλεψης, έτσι ώστε δεν χρειάζεται να διατηρείται παρά ένας μόνο αριθμός για να αντιπροσωπεύεται η ιστορία της ζήτησης.

Η ανάπτυξη της μεθόδου αυτής έγινε κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1950 και ήρθε να καλύψει τα μειονεκτήματα των μεθόδων του απλού μέσου όρου και του κινητού μέσου όρου.

Το απλούστερο μοντέλο υπολογίζει τη μέση προβλεπόμενη ζήτηση προσθέτοντας στην τελευταία μέση προβλεπόμενη ζήτηση ένα κλάσμα της διαφοράς μεταξύ της πραγματικής ζήτησης και της τελευταίας μέσης προβλεπόμενης ζήτησης.

Η λογική της εκθετικής εξομάλυνσης έγκειται στο ότι η νέα εκτίμηση της ζήτησης βασίζεται στην παλαιά εκτίμηση και στη ζήτηση της τελευταίας περιόδου. Ο κανόνας αυτός εκφράζεται ως εξής:

*Νέα Εκτίμηση* =  $a$  (τελευταία ζήτηση) +  $(1 - a)$ (προηγούμενη εκτίμηση) ή

$$Y'_t = aY_t + (1 - a)Y'_{t-1} \quad \text{\textbf{Εξίσωση 3-1}}$$

όπου  $\alpha$  είναι η σταθερά εκθετικής εξομάλυνσης ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

Η καθιερωμένη απλή εκθετική εξομάλυνση ανανεώνει την πρόβλεψη σε κάθε περίοδο, ανεξαρτήτως εάν στην πιο πρόσφατη περίοδο παρουσιάστηκε ζήτηση ή όχι.

### **3.2. Μέθοδος Croston**

Ο Croston (1972), ανέπτυξε μία μέθοδο όπου κάνει ξεχωριστά εκτίμηση του ύψους της ζήτησης με χρήση της απλής εκθετικής εξομάλυνσης και ξεχωριστά εκτίμηση του χρονικού διαστήματος μεταξύ των δύο ζητήσεων.

Αρχικά ο Croston θεώρησε ότι η ζήτηση είναι ντετερμινιστική με τιμή  $\mu$ , η οποία συμβαίνει κάθε  $p$  διαστήματα. Σε αυτή την περίπτωση η ζήτηση εκφράζεται από την εξίσωση:

$$Y_t = \begin{cases} \mu, & t=np+1 \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases} \quad \text{\textbf{Εξίσωση 3-2}}$$

όπου  $n=0,1,2,\dots$  και  $p \geq 1$ .

Στη μέθοδο αυτή η πρόβλεψη ενημερώνεται μέσω της εκθετικής εξομάλυνσης (εξίσωση 3.1) μόνο μετά την παρατήρηση της νέας μη μηδενικής ζήτησης, όπου σε αυτή την περίπτωση η εκτίμηση της μέσης ζήτησης δεν θα είναι η αναμενόμενη τιμή  $\mu/p$ , που είναι η μέση τιμή του πληθυσμού αλλά θα είναι [Syntetos & Boylan 2001]:

$$E(Y_t') = \frac{m}{p} \frac{pa}{1 - (1-a)^p} = \frac{ma}{1 - b^p}$$

**Εξίσωση 3-3**

όπου  $b = 1 - a$

Ο Croston αναφέρεται σε ένα στοχαστικό μοντέλο αφίξεων ζήτησης, κάνοντας τις ακόλουθες παραδοχές.

1. Οι μη μηδενικές τιμές ζήτησης  $Y_j$  ακολουθούν κανονική κατανομή  $N(\mu, \sigma^2)$ .
2. Η ζήτηση είναι τυχαία και ανεξάρτητη μεταβλητή με πιθανότητα εμφάνισης ζήτησης  $1/p$  (δοκιμή Bernoulli) σε κάθε περίοδο επιθεώρησης.
3. Τα μεσοδιαστήματα  $Q_j$  ακολουθούν την γεωμετρική κατανομή με μέσο  $p$ .
4. Οι μεταβλητές  $Y$  και  $Q$  είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις η αναμενόμενη ζήτηση σε κάθε περίοδο θα είναι

$$E(Y_t) = \frac{m}{p}$$

**Εξίσωση 3-4**

Ο Croston έδειξε ότι εάν η εκτίμηση της ζήτησης ανανεώνεται σε κάθε περίοδο χρησιμοποιώντας την εκθετική εξομάλυνση, τότε η μέση τιμή της εκτίμησης ζήτησης θα ισούται με την αναμενόμενη τιμή του πληθυσμού και η διακύμανση της εκτιμήτριας της ζήτησης θα ισούται με

$$\text{Var}(Y_t') = \left[ \frac{p-1}{p^2} m^2 + \frac{s^2}{p} \right] \frac{a}{2-a}$$

**Εξίσωση 3-5**

Ωστόσο έδειξε ότι εάν απομονώσουμε τις εκτιμήσεις που γίνονται αμέσως μετά την παρατήρηση του γεγονότος (ζήτηση), οι τιμές αυτές έχουν την μη αμερόληπτη προσδοκώμενη τιμή

$$E(Y_t') = m \left( a + \frac{b}{p} \right)$$

**Εξίσωση 3-6**

και το σφάλμα που εκφράζεται σαν ποσοστό της μέσης ζήτησης είναι  $100a(p-1)$  το οποίο είναι μεγαλύτερο σφάλμα από την περίπτωση των Bernoulli δοκιμών σε σταθερά διαστήματα

[Syntetos, Boylan 2001]. Εάν συμβολίζουμε με  $Z_j$  την πρόβλεψη της  $(j + 1)$ -ιστής ζήτησης, και με  $P_j$  την πρόβλεψη του μεσοδιαστήματος, έτσι ώστε:

$$E(Z_j) = E(Z_j) = z \text{ και } E(P_j) = E(P_j) = p.$$

Η μέθοδος του Croston μας δίνει:

$$Z_j = (1 - a)Z_{j-1} + aY_j^* \quad \textbf{Εξίσωση 3-7}$$

$$P_j = (1 - a)P_{j-1} + aQ_j \quad \textbf{Εξίσωση 3-8}$$

Η σταθερά  $a$  λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1 και παραμένει σταθερή και στις δύο εκτιμήσεις  $Y_j^*$  και  $Q_j$ . Εάν συμβολίσουμε με  $l=j_n$  την τελευταία περίοδο ζήτησης τότε η εκτίμηση μετά από  $h$  περιόδους, δηλαδή την χρονική στιγμή  $n+h$  θα είναι

$$\hat{Y}_{n+h} = \frac{Z_l}{P_l} \quad \textbf{Εξίσωση 3-9}$$

και σε αυτή την περίπτωση η προσδοκώμενη τιμή της ζήτησης θα είναι:

$$E(Y_t) = E\left(\frac{Z_t}{P_t}\right) = \frac{E(Z_t)}{E(P_t)} = \frac{m}{p} \quad \textbf{Εξίσωση 3-10}$$

Εδώ σημειώνουμε ότι εάν πραγματοποιείται ζήτηση κάθε περίοδο, τότε η μέθοδος είναι ταυτόσημη με την εκθετική εξομάλυνση, επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις αποθηκευτικές μονάδες. Ο Johnston και Boylan (1996) έδειξαν ότι το μεσοδιάστημα της εμφάνισης ζήτησης, θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 1.25 περιόδους προκειμένου να επιλέξουμε την μέθοδο του Croston έναντι της απλής εξομάλυνσης.

Η μεταβλητότητα όπως προσεγγίστηκε από τους Stuart και Ord (1994) εκφράζεται ως ακολούθως:

$$\text{Var}\left(\frac{z_t}{p_t}\right) = \frac{a}{2-a} \left[ \frac{(p-1)^2}{p^4} m^2 + \frac{s^2}{p^2} \right] \quad \textbf{Εξίσωση 3-11}$$

Μία προσδοκία αυτής της εργασίας είναι να καταγράψουμε όλα τις παραλλαγές του μοντέλου Croston και να διερευνήσουμε τις διάφορες παραδοχές στις οποίες αυτά στηρίζονται καθώς και τις προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες μπορούν να εφαρμοστούν για την πρόβλεψη της ζήτησης.

Ειδικότερα υπάρχει κάποιο μοντέλο το οποίο θα μπορούσε να οδηγήσει στην πρόβλεψη των  $Z_j$ ,  $P_j$  όπως ορίζονται στις εξισώσεις 3.7 και 3.8; Εάν ναι, ποιες θα ήταν οι ιδιότητες του μοντέλου πέραν του γεγονότος ότι αυτοσυσχετίζονται;

### 3.3. Μοντελοποίηση της μεθόδου Croston

Σε αυτήν την ενότητα θα προσπαθήσουμε να αποδώσουμε την μέθοδο Croston με ένα μοντέλο.

Σημειώνουμε ότι οι εξισώσεις 3.7 και 3.8 μπορούν να γραφτούν σαν εκθετικός σταθμικός μέσος όρος των ιστορικών τιμών. Δηλαδή με τον ακόλουθο τρόπο:

$$Z_j = \sum_{k=0}^{j-1} a(1-a)^k Y_{j-k}^* + (1-a)^j Z_0 \quad \text{Εξίσωση 3-12}$$

Παρόμοια εξίσωση μπορεί να γραφτεί και για το  $P_j$

$$P_j = \sum_{k=0}^{j-1} a(1-a)^k Q_{j-k} + (1-a)^j P_0 \quad \text{Εξίσωση 3-13}$$

Όπως έδειξε ο Grunwald (1997), εάν περιορίσουμε τον δειγματόχωρο του μοντέλου της σταθμικής εκθετικής εξομάλυνσης στο υποσύνολο  $[0, \infty]$ , όπως για παράδειγμα στο υποσύνολο των θετικών πραγματικών ή ακεραίων αριθμών, τότε η διαδικασία θα συγκλίνει με σχετική βεβαιότητα σε μία σταθερά. Γι' αυτό θα πρέπει να υποθέτουμε για τα μοντέλα που υπόκεινται στη μέθοδο του Croston, ότι ο δειγματικός χώρος της πρόβλεψης είναι συνεχές διάστημα και επίσης ότι μπορεί να πάρει αρνητικές τιμές. Αυτό βέβαια είναι καθαρά προβληματικό εφόσον έχουμε σποραδική ζήτηση η οποία είναι πάντοτε ακέραιος αριθμός και θετικός.

Επομένως για κάθε μοντέλο που υπόκειται στην μέθοδο του Croston θα πρέπει να υποθέσουμε ότι :

Υπάρχει αυτοσυσχέτιση, πρόκειται για μη αμετάβλητη διαδικασία και ο δειγματοχώρος είναι το σύνολο των πραγματικών αριθμών (διαδικασία συνεχούς χρόνου με επιτρεπτές αρνητικές τιμές).

Με την χρήση του μοντέλου Box Jenkins γίνεται η προσέγγιση του μοντέλου Croston [Shenstone &Hyndman 2002].

Το γενικό μοντέλο του Box Jenkins, **Auto-Regressive Integrated Moving Average - ARIMA(p,d,q)**, Αυτοταλαντούμενος Ολοκληρωμένος Μέσος Όρος, εκφράζεται με την ακόλουθη γενική μαθηματική εξίσωση

$$y_t = f_1 y_{t-1} + f_2 y_{t-2} + \dots + f_p y_{t-p} + e_t + q_1 e_{t-1} + q_2 e_{t-2} + \dots + q_q e_{t-q} \quad \text{Εξίσωση 3-14,}$$

όπου τα  $e$  καλούνται λευκός θόρυβος, που είναι μία ακολουθία τυχαίων ανεξάρτητων μεταβλητών κανονικά κατανομημένων με μέσο 0 και με σταθερή μεταβλητότητα. Τα  $f$ ,  $q$ ,  $p$  και  $q$  είναι σταθερές.

Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις όπου οι παρατηρήσεις είναι εξαρτημένες και τα δεδομένα είναι τέτοια ώστε κάποιο χαρακτηριστικό να είναι μεταβαλλόμενο, συνήθως η μέση τιμή  $\mu$ . Σε αυτή την περίπτωση υποθέτουμε ότι η εξαρτημένη διαδικασία είναι γραμμικός συνδυασμός ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών.

Έτσι ένα μοντέλο ARIMA(p,d,q) ορίζει μία διαδικασία η οποία γίνεται αμετάβλητη μετά από  $d$  διαφορές, είναι αυτοταλαντούμενη με  $p$  παράγοντες, και είναι κινητού μέσου όρου τάξης  $q$

Εάν  $d=1$  και  $q=1$  τότε η εξίσωση παίρνει την ακόλουθη έκφραση:

$$y_t = f_1 y_{t-1} + e_t + q_1 e_{t-1} \quad \text{Εξίσωση 3-15}$$

Το μοντέλο ARIMA(0,1,1) αποδίδει το μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης [Box (1994)].

Έτσι εάν χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο ARIMA(0,1,1) στην μέθοδο Croston θα έχουμε ότι  $Y_j^* \sim \text{ARIMA}(0,1,1)$  και  $Q_j \sim \text{ARIMA}(0,1,1)$  όπου  $Y_j^*$  και  $Q_j$  είναι ανεξάρτητες μεταβλητές.

Μπορούμε λοιπόν βάση όλων των παραπάνω να γράψουμε τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\begin{aligned}
Y_j^* &= Z_{j-1} + e_j, \\
Z_j &= Z_{j-1} + ae_j, \\
Q_j &= P_{j-1} + e_j, \\
P_j &= P_{j-1} + ae_j
\end{aligned}$$

**Εξίσωση 3-16**

όπου

$$e_j \xrightarrow{iid} N(\mathbf{0}, s_e^2) \text{ και } e_j \xrightarrow{iid} N(\mathbf{0}, s_e^2)$$

από όπου μπορούμε να συμπεράνουμε ότι

$$E(Y_{j+h}^* | Y_1^*, \dots, Y_j^*, Z_0) = Z_j \text{ και } E(Q_{j+h} | Q_1, \dots, Q_j, P_0) = P_j \quad \text{Εξίσωση 3-17}$$

Με αυτό το μοντέλο παίρνουμε τις προβλέψεις όπως από τις εξισώσεις 3.7 και 3.8 παρόλο που η μέση τιμή της κατανομής προβλέψεων  $Y_{n+h} | [Y_1, \dots, Y_n, Z_0, P_0]$  δεν δίνεται από την εξίσωση 3.9. Επίσης σημειώνουμε ότι το  $Z_0$  και  $P_0$  έχουν μηδενική επίδραση δεδομένου ότι  $0 \leq a \leq 1$ .

Στην συνέχεια θα αναφερόμαστε σε αυτό το μοντέλο σαν το **μοντέλο Croston**.

Θα συμβολίσουμε με  $m_h$  την μέση τιμή της πρόβλεψης  $m_h = E(Y_{n+h} | I)$  και με  $v_h$  την διακύμανση της πρόβλεψης,  $v_h = \text{Var}(Y_{n+h} | I)$ , όπου  $I = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_0, P_0)$ . Επίσης συμβολίζουμε με  $Y_n(h)$  την προβλεπόμενη ζήτηση για  $h$  περιόδους μπροστά  $Y_n(h) = Y_{n+1} + \dots + Y_{n+h}$  με μέση τιμή  $M_h = E(Y_n(h) | I)$  και διακύμανση  $V_h = \text{Var}(Y_n(h) | I)$ .

Επομένως η συνάρτηση κατανομής της πρόβλεψης για μία περίοδο μπροστά είναι:

$$Y_{n+1} | I \sim \begin{cases} N(Z_1, s_e^2), & \text{με πιθανότητα } \rho \\ \mathbf{0} & \text{με πιθανότητα } 1 - \rho \end{cases} \quad \text{Εξίσωση 3-18}$$

με μέση τιμή και διακύμανση που δίνεται από  $m_1 = rZ_1$  και  $v_1 = r(1-r)Z_1^2 + rs_e^2$  όπου

$r = \Phi[(1 - P_1)/s_e]$ , σημειώνουμε ότι με  $\Phi(\cdot)$  συμβολίζουμε την συνάρτηση της τυποποιημένης κανονικής κατανομής.

#### 4. Τροποποιημένα μοντέλα της Μεθόδου Croston

##### 4.1. Αναθεωρημένη Μέθοδος Croston [Syntetos & Boylan (2001)]

Η θεωρητική υπεροχή της μεθόδου Croston δεν αντανακλάται και στην εμπειρική εφαρμογή αυτής, δίνοντας προβλέψεις που αποκλίνουν από την αναμενόμενη ακρίβεια αυτών.

Οι Syntetos και Boylan στην προσπάθειά τους να ανακαλύψουν τις αιτίες που προκαλούν αυτή την απόκλιση βρήκαν ένα σφάλμα στην μέθοδο Croston. Το σφάλμα αυτό αφορά στον μαθηματικό υπολογισμό της εκτίμησης της ζήτησης ανά περίοδο.

Εφόσον οι τυχαίες μεταβλητές της ζήτησης και των μεσοδιαστημάτων εμφάνισης αυτής είναι ανεξάρτητες τότε,

$$E(Y_t) = E\left(\frac{Z'_t}{P'_t}\right) = E(Z'_t)E\left(\frac{1}{P'_t}\right) \quad \text{Εξίσωση 4-1}$$

ωστόσο η μέση τιμή της  $1/P'_t$  δεν ισούται με το αντίστροφο της μέσης τιμής του  $P'_t$ . Δηλαδή

$$E\left(\frac{1}{P'_t}\right) \neq \frac{1}{E(P'_t)} \quad \text{Εξίσωση 4-2}$$

Η αναμενόμενη ζήτηση όπως αποδεικνύεται στο Παράρτημα 1 και για  $\alpha=1$  ισούται με:

$$E(Y_t) = E\left(\frac{Z'_t}{P'_t}\right) = E(Z'_t)E\left(\frac{1}{P'_t}\right) = m \left[ -\frac{1}{p-1} \ln\left(\frac{1}{p}\right) \right] \quad \text{Εξίσωση 4-3}$$

Εάν για παράδειγμα η μέση τιμή της ζήτησης όταν παρατηρείται είναι  $\mu=6$  και το μέσο διάστημα μεταξύ δύο παρατηρήσεων ζήτησης είναι  $p=3$ , η μέση εκτιμώμενη ζήτηση με βάση την μέθοδο Croston και για  $\alpha=1$  δεν θα είναι  $\mu/p = 6/3 = 2$  αλλά  $6 \cdot 0.549 = 3.295$ , απόκλιση 64.75%.

Η μέγιστη διαφορά από όλες τις πιθανές τιμές του  $\alpha$ , δίνεται όταν το  $\alpha=1$  και η διαφορά αυτή ισούται με



$$m \left[ -\frac{1}{p-1} \ln \left( \frac{1}{p} \right) \right] - \frac{m}{p}$$

**Εξίσωση 4-4**

Για μικρό  $\alpha$  το μέγεθος του σφάλματος είναι πολύ μικρότερο.

Οι Syntetos-Boylan προσπάθησαν να βρουν μια διαφορετική έκφραση της προσδοκώμενης  $\mu/p$ .

Μία τέτοια έκφραση είναι η ακόλουθη

$$E(Y'_t) = E(z'_t) E \left( \frac{1}{p'_t c^{p'_t-1}} \right) = \frac{m}{p'}$$

**Εξίσωση 4-5**

όπου  $c =$  σταθερά και θεωρητικά θα πρέπει να είναι άπειρο προκειμένου να ισχύει η τελευταία ισότητα της εξίσωσης 4-5. Η απόδειξη της εξίσωσης αναγράφεται στο Παράρτημα 2. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα είναι αρκετά καλά εάν το  $\alpha$  είναι αρκετά μεγάλο.

Έτσι οι Syntetos και Boylan πρότειναν μία τροποποίηση στη διαδικασία ενημέρωσης της εκτίμησης της ζήτησης, ώστε να μειωθεί η απόκλιση της θεωρητικής με την πρακτική εφαρμογή της μεθόδου Croston. Η τροποποίηση αυτή έγκειται στο γεγονός της καταγραφής της τελευταίας τιμής του μεσοδιαστήματος και στον υπολογισμό της τιμής  $1/p'_t c^{p'_t-1}$

Και εδώ οι υπολογισμοί της τιμής της ζήτησης και του  $p'_t c^{p'_t-1}$  γίνεται με την μέθοδο της απλής εξομάλυνσης, μόνο μετά την εμφάνιση παρατήρησης ζήτησης και τότε η εκτίμηση της ζήτησης για την επόμενη αναμενόμενη ζήτηση θα είναι

$$Y'_t = z'_t \frac{1}{p'_t c^{p'_t-1}}$$

**Εξίσωση 4-6**

όπου  $c > 100$ . Εάν δεν παρατηρηθεί ζήτηση τότε η εκτίμηση παραμένει ίδια όπως ακριβώς και στην μέθοδο Croston.

## 4.2. Μοντέλο log Croston

Μία τροποποίηση του μοντέλου Croston είναι να χρησιμοποιήσουμε τον λογαριθμικό μετασχηματισμό της ζήτησης και του ενδο-διαστήματος μεταξύ των πραγματοποιούμενων ζητήσεων, προκειμένου να περιορίσουμε το δειγματόχωρο του μοντέλου μόνο στις θετικές τιμές. Φυσικά το μοντέλο εξακολουθεί να ορίζεται στο συνεχές δειγματόχωρο, ωστόσο μπορεί να δίνει μία λογική προσέγγιση των δεδομένων.

Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει δύο ανεξάρτητες διαδικασίες ARIMA(0,1,1) οι οποίες είναι:

$$\log(Y_j^*) \sim \text{ARIMA}(0,1,1),$$

$$\log(Q_j) \sim \text{ARIMA}(0,1,1)$$

**Εξίσωση 4-7**

Και αυτό το μοντέλο (*log Croston*) όπως και το μοντέλο Croston προϋποθέτουν ότι τα διαστήματα μεταξύ των ζητήσεων δεν είναι αμετάβλητα, παρόλο που πολλές φορές στην πράξη τα διαστήματα αυτά φαίνεται να είναι αμετάβλητα και ασυσχέτιστα.

Από την άλλη η μεταβλητότητα των διαστημάτων αυξάνει την δυσκολία προσδιορισμού των στατιστικών παραγόντων του μοντέλου. Γι' αυτό είναι λογικό και απαραίτητο να υποθέτουμε ότι τα διαστήματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Η συνάρτηση κατανομής πρόβλεψης αυτού του μοντέλου για 1 περίοδο μπροστά δίνεται από την εξίσωση:

$$Y_{n+1}|I \sim \begin{cases} \text{LogN}(Z_1, s_e^2) & \text{με πιθανότητα } y \\ 0 & \text{με πιθανότητα } 1 - y \end{cases}$$

**Εξίσωση 4-8**

με μέση τιμή και διακύμανση που δίνεται από τις εξισώσεις :

$$m_1 = y \exp\{Z_t + s_e^2/2\} \text{ και } v_1 = m_1^2 \left( \frac{\exp\{s_e^2\}}{y} - 1 \right)$$

$$\text{όπου } y = \Phi(-P_t/s_e)$$

### 4.3. Τροποποιημένο Μοντέλο Croston (Snyder)

Ο Snyder (2002) πρότεινε δύο νέες τροποποιήσεις της μεθόδου Croston. Στην πρώτη τροποποίηση θεωρεί ότι τα ενδοδιαστήματα μεταξύ δύο διαδοχικών ζητήσεων χαρακτηρίζονται από μία τυχαία μεταβλητή η οποία ακολουθεί την γεωμετρική κατανομή. Η θεώρηση αυτή είναι συνεπής με τις παραδοχές του Croston στην ανάπτυξη της μεθόδου του.

Το μοντέλο αυτό προσδιορίζεται ως ακολούθως:

$$Y_j^* \sim \text{ARIMA}(0,1,1)$$

$$Q_j \stackrel{\text{iid}}{\sim} \text{Geometric}(p)$$

**Εξίσωση 4-9**

όπου  $p$  είναι το μέσο διάστημα της ζήτησης. Η γεωμετρική κατανομή του  $Q_j$  υποδεικνύει ότι πιθανότητα να παρατηρηθεί ζήτηση σε κάθε χρονική περίοδο είναι  $1/p$ , δηλαδή

$$X_t \stackrel{\text{iid}}{\sim} \text{Binomial}\left(1, \frac{1}{p}\right)$$

**Εξίσωση 4-10**

Η συνάρτηση κατανομής της Πρόβλεψης αυτού του μοντέλου για  $h$  περιόδους μπροστά δίνεται από την εξίσωση:

$$Y_{n+h}|I = \begin{cases} \text{BN}(h-1, 1/p, Z_t \mathbf{1}, s^2) & \text{με πιθανότητα } 1/p \\ \mathbf{0} & \text{με πιθανότητα } 1-1/p \end{cases}$$

**Εξίσωση 4-11**

όπου  $\mathbf{1}$  είναι το διάνυσμα των μονάδων και  $s_i^2 = s_e^2 [\mathbf{1} + ia^2]$ .

Η μέση τιμή υπολογίζεται από  $m_h = \frac{Z_L}{p}$  και

η διακύμανση  $v_h = \{(p-1)Z_L^2 + s_e^2 [p + a^2(h-1)]\} / p^2$ .

Η μέση τιμή και η διακύμανση για χρονικό διάστημα ίσο με Lead time θα είναι

$$M_h = \frac{hZ_L}{p} \text{ και}$$

$$V_h = \frac{h}{p^3} \left\{ p(p-1)Z_L^2 + s_e^2 \left[ p^2 + pa \left( 1 + \frac{a}{2} \right) (h-1) + \frac{a^2(h-1)(h-2)}{3} \right] \right\}$$

#### 4.4. Τροποποιημένο μοντέλο log Croston (Snyder)

Το άλλο μοντέλο είναι παρόμοιο, με την μόνη διαφορά, ότι παίρνει τους λογαρίθμους των τιμών της ζήτησης.

Έτσι το μοντέλο σε αυτή την περίπτωση προσδιορίζεται ως εξής:

$$\log Y_j^* \sim \text{ARIMA}(0,1,1)$$

$$Q_j \stackrel{\text{iid}}{\sim} \text{Geometric}(p)$$

**Εξίσωση 4-12**

Η κατανομή των  $X_i$  επίσης δίνεται από την εξίσωση 4-10.

Η συνάρτηση κατανομής πρόβλεψης αυτού του μοντέλου για  $h$  περιόδους μπροστά (για χρόνο ίσο με Lead Time) δίνεται από την εξίσωση:

$$Y_{n+h} | I \sim \begin{cases} LBN(h-1, 1/p, Z_L, 1, s_e^2) & \text{με πιθανότητα } 1/p \\ \mathbf{0} & \text{με πιθανότητα } 1-1/p \end{cases}$$

**Εξίσωση 4-13**

όπου  $\mathbf{1}$  είναι το διάνυσμα των μονάδων και  $S_i^2 = S_e^2 [\mathbf{1} + ia^2]$ .

Η μέση τιμή και η διακύμανση δίνονται από τις εξισώσεις 4-14 και 4-15 αντίστοιχα.

$$m_h = \exp\left\{Z_l + \frac{1}{2} S_e^2 [\mathbf{1} + a^2 (h-1)/p]\right\} / p \quad \text{Εξίσωση 4-14}$$

$$v_h = m_h^2 (p \exp\{S_e^2 [\mathbf{1} + a^2 (h-1)/p]\} - 1) \quad \text{Εξίσωση 4-15}$$

Η μέση τιμή και η διακύμανση της πρόβλεψης για χρονικό διάστημα ίσο με Lead Time δίνονται από τις εξισώσεις 4-16 και 4-17 αντίστοιχα

$$M_h = q_1 \exp\left\{Z_l + \frac{S_c^2}{2}\right\} \quad \text{Εξίσωση 4-16}$$

$$V_h = \frac{M_h^2}{q_1} \left[ q_1 \exp\{S_e^2\} - q_1^2 + \frac{2(q_2 - q_1)}{r-1} + \frac{2(q_2 - h/p) \exp\{a S_e^2\}}{r^2 - 1} - \frac{h(h-1)}{p^2} \right]$$

*Εξίσωση 4-17*

Όπου  $q_i = \left\{ \left[ \mathbf{1} + (r^i - 1)/p \right]^h - 1 \right\} / (r^i - 1)$  και  $r = \exp\{a^2 S_e^2 / 2\}$

#### 4.5. Approximation Method (Syntetos & Boylan, 2003)

Οι Syntetos & Boylan στην προσπάθειά τους να μειώσουν τη διαφορά που δίνει η μέθοδος Croston με την πραγματική μέση τιμή δημιούργησαν μία νέα εκτιμήτρια της προβλεπόμενης μέσης τιμής της ζήτησης. Η εκτιμήτρια αυτή βασίζεται στην μέθοδο του Croston, βάσει της οποίας η ζήτηση εκτιμάται με την Απλή Εκθετική εξομάλυνση, το διάστημα μεταξύ δύο ζητήσεων εκτιμάται με την απλή εκθετική εξομάλυνση ενώ η προσαρμογή των τιμών γίνεται με την εμφάνιση της νέας ζήτησης.

Δημιούργησαν λοιπόν μία ευρετική μέθοδο η οποία δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση.

$$Y_t' = \left( \mathbf{1} - \frac{a}{2} \right) \frac{Z_t'}{p_t'} \quad \text{Εξίσωση 4-18}$$

όπου  $a$  είναι σταθερά της εκθετικής εξομάλυνσης.

Η μέση τιμή της εκτιμήτριας δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση

$$E(Y_t) = E\left[\left(1 - \frac{a}{2}\right) \frac{z_t}{p_t}\right] \approx \frac{m}{p} - \frac{a}{2} \frac{m}{p^2}$$

**Εξίσωση 4-19**

## 5. Πρακτική Εφαρμογή σε Δείγμα Ανταλλακτικών

Έγινε πρακτική εφαρμογή σε πραγματικά στοιχεία γνωστής εταιρείας ανταλλακτικών αυτοκινήτων.

Από το σύνολο των κωδικών τη εταιρείας επισημάνθηκαν αυτοί που εμφανίζουν σποραδική ζήτηση και επιλέχθηκε ένα τυχαίο δείγμα 47 κωδικών. Συγκεντρώσαμε τα ιστορικά στοιχεία δύο ετών, και πάνω σε αυτά εφαρμόσαμε σαν μοντέλα πρόβλεψης την μέθοδο του Croston, την εκθετική εξομάλυνση, τη Διορθωμένη Μέθοδο Croston (Syntetos & Boylan), την προσεγγιστική μέθοδο - Approximation Method (Syntetos & Boylan, 2003), και την αναθεωρημένη μέθοδο Croston (Syntetos & Boylan).

Συγκρίναμε τις παραπάνω μεθόδους με κριτήριο το Μέσο Σφάλμα (Mean Error-ME) και επιλέξαμε ως βέλτιστη μέθοδο, αυτή που έδινε την μικρότερη απόλυτη τιμή ME, στην εκάστοτε περίπτωση.

Στην εφαρμογή του τύπου της εκθετικής εξομάλυνσης κρατήσαμε σταθερό τον συντελεστή άλφα με τιμή  $\alpha=0.2$ .

Σαν αρχικές τιμές στην εφαρμογή των μοντέλων πήραμε τον μέσο όρο των τιμών των 12 πρώτων περιόδων και εφαρμόσαμε τα μοντέλα για τις επόμενες 11 περιόδους.

Στη συνέχεια παραθέτουμε επιλεγμένο δείγμα αποτελεσμάτων.



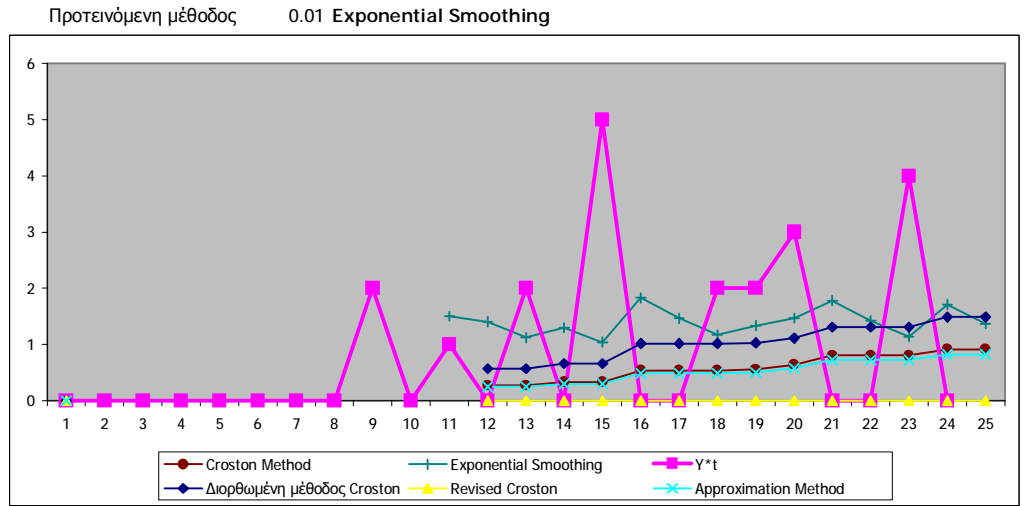


**Πίνακας 2: Αποτελέσματα για το είδος PRODUCT -10**

Product Code : PRODUCT -10  
 Product Description: ΔΙΣΚΟΠΛΑΚΑ  
 a = 0.2  
 c = 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Error									
											et	et	et	et	et					
Dem 1	0	1	0																	
Dem 2	0	2	0																	
Dem 3	0	3	0																	
Dem 4	0	4	0																	
Dem 5	0	5	0																	
Dem 6	0	6	0																	
Dem 7	0	7	0																	
Dem 8	0	8	0																	
Dem 9	2	1	1																	
Dem 10	0	2	0				1.5000													
Dem 11	1	1	1	1.50	5.50	0.2727	1.4000	0.5682	0.2455	0.0000										
Dem 12	0	2	0	1.50	5.50	0.2727	1.1200	0.5682	0.2455	0.0000	-0.27	-1.12	-0.57	-0.25	0.00					
Dem 13	2	1	1	1.60	4.80	0.3333	1.2960	0.6605	0.3000	0.0000	1.67	0.70	1.34	1.70	2.00					
Dem 14	0	2	0	1.60	4.80	0.3333	1.0368	0.6605	0.3000	0.0000	-0.33	-1.04	-0.66	-0.30	0.00					
Dem 15	5	1	1	2.28	4.24	0.5377	1.8294	1.0165	0.4840	0.0000	4.46	3.17	3.98	4.52	5.00					
Dem 16	0	2	0	2.28	4.24	0.5377	1.4636	1.0165	0.4840	0.0000	-0.54	-1.46	-1.02	-0.48	0.00					
Dem 17	0	3	0	2.28	4.24	0.5377	1.1708	1.0165	0.4840	0.0000	-0.54	-1.17	-1.02	-0.48	0.00					
Dem 18	2	1	1	2.22	3.99	0.5571	1.3367	1.0290	0.5014	0.0000	1.44	0.66	0.97	1.50	2.00					
Dem 19	2	1	1	2.18	3.39	0.6421	1.4693	1.1124	0.5779	0.0000	1.36	0.53	0.89	1.42	2.00					
Dem 20	3	1	1	2.34	2.91	0.8039	1.7755	1.3092	0.7235	0.0003	2.20	1.22	1.69	2.28	3.00					
Dem 21	0	2	0	2.34	2.91	0.8039	1.4204	1.3092	0.7235	0.0003	-0.80	-1.42	-1.31	-0.72	0.00					
Dem 22	0	3	0	2.34	2.91	0.8039	1.1363	1.3092	0.7235	0.0003	-0.80	-1.14	-1.31	-0.72	0.00					
Dem 23	4	1	1	2.67	2.93	0.9123	1.7090	1.4892	0.8210	0.0004	3.09	2.29	2.51	3.18	4.00					
Dem 24	0	2	0	2.67	2.93	0.9123	1.3672	1.4892	0.8210	0.0004	-0.91	-1.37	-1.49	-0.82	0.00					
Totals	21	8									0.77	-0.01	0.31	0.83	1.38					

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 2.11413  
 σ 1.45  
 Correlation -0.4922  
 Covariance -1.3854



Στον Πίνακα 2 παραθέτουμε ένα παράδειγμα για το οποίο η εκθετική εξομάλυνση δίνει καλύτερα αποτελέσματα.

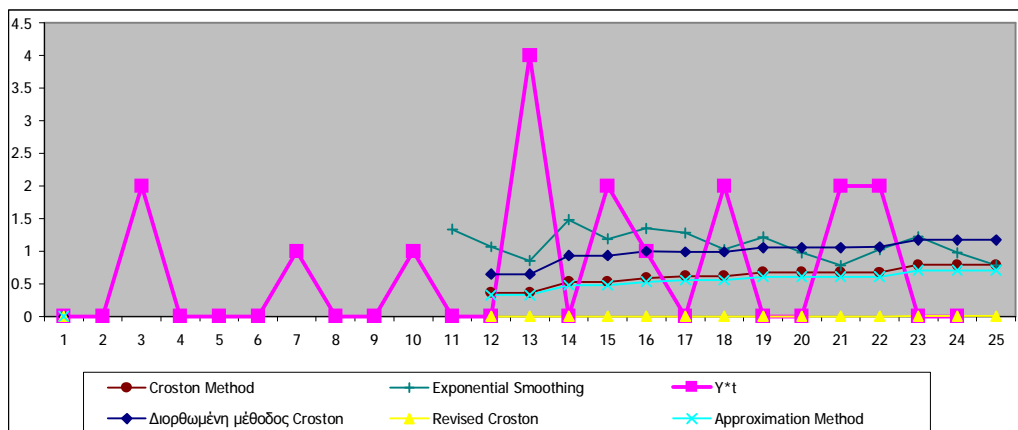
**Πίνακας 3: Αποτελέσματα για το είδος PRODUCT -6**

Product Code : PRODUCT -6  
 Product : ΒΑΣΗ ΠΡΟΦΥΛΑΚΤΗΡΑ  
 Descriptio : ΒΑΣΗ ΠΡΟΦΥΛΑΚΤΗΡΑ  
 a = 0.2  
 c = 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Error									
											et	et	et	et	et					
Dem 1	0	1	0																	
Dem 2	0	2	0																	
Dem 3	2	1	1																	
Dem 4	0	2	0																	
Dem 5	0	3	0																	
Dem 6	0	4	0																	
Dem 7	1	1	1																	
Dem 8	0	2	0																	
Dem 9	0	3	0																	
Dem 10	1	1	1				1.3333													
Dem 11	0	2	0	1.33	3.67	0.3636	1.0667	0.6496	0.3273	0.0000										
Dem 12	0	3	0	1.33	3.67	0.3636	0.8533	0.6496	0.3273	0.0000	-0.36	-0.85	-0.65	-0.33	0.00					
Dem 13	4	1	1	1.87	3.53	0.5283	1.4827	0.9301	0.4755	0.0000	3.47	2.52	3.07	3.52	4.00					
Dem 14	0	2	0	1.87	3.53	0.5283	1.1861	0.9301	0.4755	0.0000	-0.53	-1.19	-0.93	-0.48	0.00					
Dem 15	2	1	1	1.89	3.23	0.5868	1.3489	0.9961	0.5281	0.0001	1.41	0.65	1.00	1.47	2.00					
Dem 16	1	1	1	1.71	2.78	0.6165	1.2791	0.9846	0.5548	0.0005	0.38	-0.28	0.02	0.45	1.00					
Dem 17	0	2	0	1.71	2.78	0.6165	1.0233	0.9846	0.5548	0.0005	-0.62	-1.02	-0.98	-0.55	0.00					
Dem 18	2	1	1	1.77	2.63	0.6749	1.2186	1.0522	0.6074	0.0010	1.33	0.78	0.95	1.39	2.00					
Dem 19	0	2	0	1.77	2.63	0.6749	0.9749	1.0522	0.6074	0.0010	-0.67	-0.97	-1.05	-0.61	0.00					
Dem 20	0	3	0	1.77	2.63	0.6749	0.7799	1.0522	0.6074	0.0010	-0.67	-0.78	-1.05	-0.61	0.00					
Dem 21	2	1	1	1.82	2.70	0.6731	1.0239	1.0618	0.6058	0.0007	1.33	0.98	0.94	1.39	2.00					
Dem 22	2	1	1	1.85	2.36	0.7855	1.2192	1.1705	0.7070	0.0035	1.21	0.78	0.83	1.29	2.00					
Dem 23	0	2	0	1.85	2.36	0.7855	0.9753	1.1705	0.7070	0.0035	-0.79	-0.98	-1.17	-0.71	0.00					
Dem 24	0	3	0	1.85	2.36	0.7855	0.7803	1.1705	0.7070	0.0035	-0.79	-0.78	-1.17	-0.71	0.00					
Totals	17	9									0.36	-0.09	-0.02	0.43	1.00					

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 1.1721  
 σ 1.08  
 Correlation -0.6638  
 Covariance -0.6198

Προτεινόμενη μέθοδος 0.02 **Διορθωμένη μέθοδος Croston**



Στον Πίνακα 3 βλέπουμε ένα παράδειγμα στο οποίο η Διορθωμένη μέθοδος Croston δίνει καλύτερα αποτελέσματα.

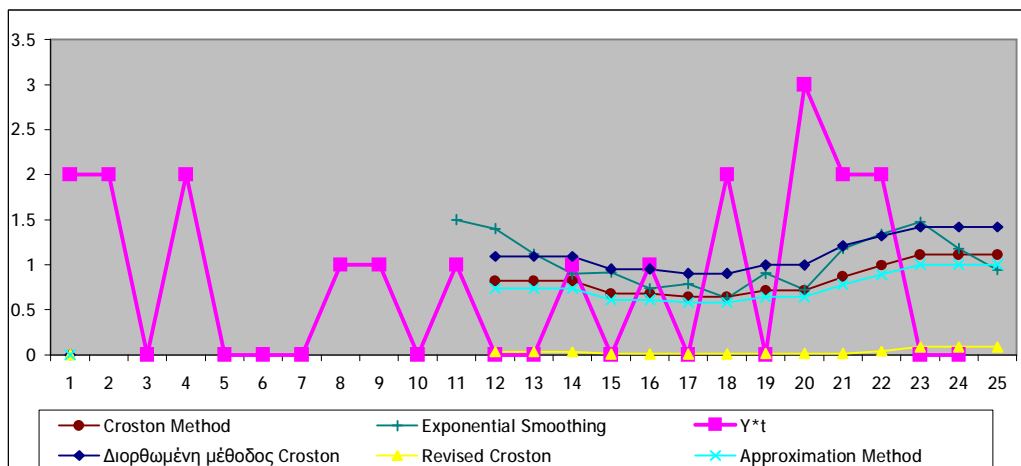
**Πίνακας 4: Αποτελέσματα για το είδος PRODUCT -8**

Product Code : PRODUCT -8  
 Product  
 Descriptio ΚΡΥΣΤΑΛΟ ΚΑΘΡΕΦΤΗ.Λ.  
 a= 0.2  
 c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Error								
											et	et	et	et	et				
Dem 1	2	1	1																
Dem 2	2	1	1																
Dem 3	0	2	0																
Dem 4	2	1	1																
Dem 5	0	2	0																
Dem 6	0	3	0																
Dem 7	0	4	0																
Dem 8	1	1	1																
Dem 9	1	1	1																
Dem 10	0	2	0				1.5000												
Dem 11	1	1	1	1.50	1.83	0.8182	1.4000	1.0910	0.7364	0.0323									
Dem 12	0	2	0	1.50	1.83	0.8182	1.1200	1.0910	0.7364	0.0323	-0.82	-1.12	-1.09	-0.74	-0.03				
Dem 13	0	3	0	1.50	1.83	0.8182	0.8960	1.0910	0.7364	0.0323	-0.82	-0.90	-1.09	-0.74	-0.03				
Dem 14	1	1	1	1.40	2.07	0.6774	0.9168	0.9528	0.6097	0.0103	0.32	0.08	0.05	0.39	0.99				
Dem 15	0	2	0	1.40	2.07	0.6774	0.7334	0.9528	0.6097	0.0103	-0.68	-0.73	-0.95	-0.61	-0.01				
Dem 16	1	1	1	1.32	2.05	0.6429	0.7868	0.9016	0.5786	0.0103	0.36	0.21	0.10	0.42	0.99				
Dem 17	0	2	0	1.32	2.05	0.6429	0.6294	0.9016	0.5786	0.0103	-0.64	-0.63	-0.90	-0.58	-0.01				
Dem 18	2	1	1	1.46	2.04	0.7128	0.9035	0.9974	0.6415	0.0120	1.29	1.10	1.00	1.36	1.99				
Dem 19	0	2	0	1.46	2.04	0.7128	0.7228	0.9974	0.6415	0.0120	-0.71	-0.72	-1.00	-0.64	-0.01				
Dem 20	3	1	1	1.76	2.03	0.8676	1.1783	1.2118	0.7808	0.0151	2.13	1.82	1.79	2.22	2.98				
Dem 21	2	1	1	1.81	1.83	0.9915	1.3426	1.3203	0.8924	0.0401	1.01	0.66	0.68	1.11	1.96				
Dem 22	2	1	1	1.85	1.66	1.1129	1.4741	1.4194	1.0016	0.0878	0.89	0.53	0.58	1.00	1.91				
Dem 23	0	2	0	1.85	1.66	1.1129	1.1793	1.4194	1.0016	0.0878	-1.11	-1.18	-1.42	-1.00	-0.09				
Dem 24	0	3	0	1.85	1.66	1.1129	0.9434	1.4194	1.0016	0.0878	-1.11	-0.94	-1.42	-1.00	-0.09				
Totals	20	12									0.01	-0.14	-0.28	0.09	0.81				

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 0.92754  
 σ 0.96  
 Correlation -0.7448  
 Covariance -0.5903

Προτεινόμενη μέθοδος 0.01 Croston Method



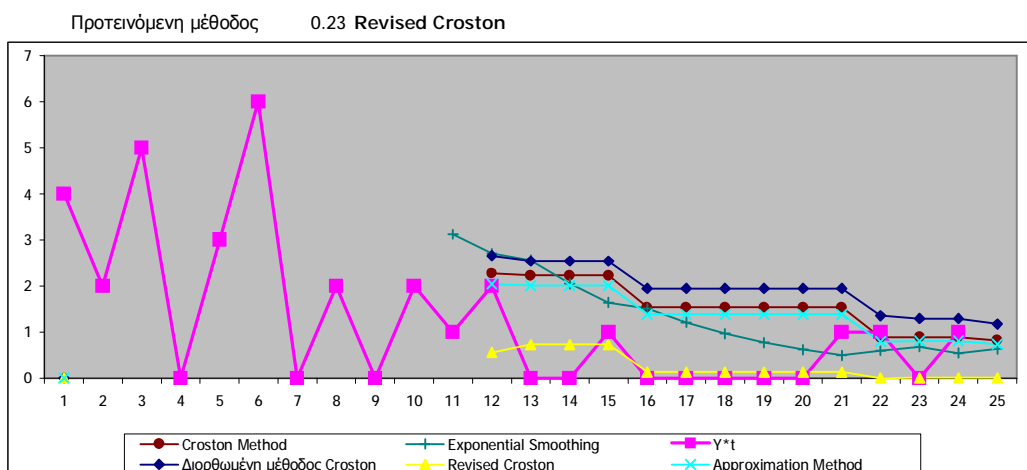
Στον Πίνακα 4 φαίνονται ένα παράδειγμα για το οποίο η μέθοδος Croston δίνει καλύτερα αποτελέσματα.

**Πίνακας 5: Αποτελέσματα για το είδος PRODUCT -2**

Product Code : PRODUCT -2  
 Product Description: NTIZA ΑΜΠΡΑΓΙΑΖ 850CC  
 a = 0.2  
 c = 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Error									
											et	et	et	et	et					
Dem 1	4	1	1																	
Dem 2	2	1	1																	
Dem 3	5	1	1																	
Dem 4	0	2	0																	
Dem 5	3	1	1																	
Dem 6	6	1	1																	
Dem 7	0	2	0																	
Dem 8	2	1	1																	
Dem 9	0	2	0																	
Dem 10	2	1	1																	
Dem 11	1	1	1	3.13	1.38	2.2727	2.7000	2.6538	2.0455	0.5557										
Dem 12	2	1	1	2.90	1.30	2.2308	2.5600	2.5362	2.0077	0.7284	-0.23	-0.56	-0.54	-0.01	1.27					
Dem 13	0	2	0	2.90	1.30	2.2308	2.0480	2.5362	2.0077	0.7284	-2.23	-2.05	-2.54	-2.01	-0.73					
Dem 14	0	3	0	2.90	1.30	2.2308	1.6384	2.5362	2.0077	0.7284	-2.23	-1.64	-2.54	-2.01	-0.73					
Dem 15	1	1	1	2.52	1.64	1.5366	1.5107	1.9479	1.3829	0.1323	-0.54	-0.51	-0.95	-0.38	0.87					
Dem 16	0	2	0	2.52	1.64	1.5366	1.2086	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-1.21	-1.95	-1.38	-0.13					
Dem 17	0	3	0	2.52	1.64	1.5366	0.9669	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-0.97	-1.95	-1.38	-0.13					
Dem 18	0	4	0	2.52	1.64	1.5366	0.7735	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-0.77	-1.95	-1.38	-0.13					
Dem 19	0	5	0	2.52	1.64	1.5366	0.6188	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-0.62	-1.95	-1.38	-0.13					
Dem 20	0	6	0	2.52	1.64	1.5366	0.4950	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-0.50	-1.95	-1.38	-0.13					
Dem 21	1	1	1	2.22	2.51	0.8822	0.5960	1.3499	0.7939	0.0021	0.12	0.40	-0.35	0.21	1.00					
Dem 22	1	1	1	1.97	2.21	0.8928	0.6768	1.2930	0.8035	0.0075	0.11	0.32	-0.29	0.20	0.99					
Dem 23	0	2	0	1.97	2.21	0.8928	0.5415	1.2930	0.8035	0.0075	-0.89	-0.54	-1.29	-0.80	-0.01					
Dem 24	1	1	1	1.78	2.17	0.8203	0.6332	1.1782	0.7383	0.0082	0.18	0.37	-0.18	0.26	0.99					
Totals	31	13									-1.03	-0.64	-1.42	-0.88	0.23					

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 2.91123  
 σ 1.71  
 Correlation -0.5245  
 Covariance -1.184



Στον Πίνακα 5 η Revised Croston είναι αυτή που δίνει καλύτερα αποτελέσματα, διότι πιάνει καλύτερα την αρνητική τάση που παρουσιάζει το είδος.

## Πίνακας 6: Αποτελέσματα δείγματος

F01-PRODUCT-KEY	Προτεινόμενη Μέθοδος	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method
PRODUCT- 47	Approximation Method	-0.05	-0.40	-0.42	0.00
PRODUCT- 46	Approximation Method	-0.24	-0.53	-0.62	-0.15
PRODUCT- 45	Διορθωμένη μέθοδος Croston	1.26	-0.56	0.05	1.38
PRODUCT- 44	Revised Croston	-0.59	-0.42	-0.93	-0.48
PRODUCT- 43	Exponential Smoothing	0.79	0.21	0.49	0.83
PRODUCT- 42	Revised Croston	-2.59	-2.35	-4.02	-2.25
PRODUCT- 41	Exponential Smoothing	0.21	-0.04	-0.04	0.26
PRODUCT- 40	Exponential Smoothing	0.46	0.05	0.22	0.49
PRODUCT- 39	Revised Croston	-9.17	-15.61	-20.29	-8.07
PRODUCT- 38	Approximation Method	-1.14	-2.38	-5.23	-0.33
PRODUCT- 37	Revised Croston	-0.58	-0.54	-1.01	-0.49
PRODUCT- 36	Croston Method	-0.01	-0.16	-0.27	0.03
PRODUCT- 35	Approximation Method	-0.22	-0.48	-0.61	-0.16
PRODUCT- 34	Approximation Method	-0.17	-0.33	-0.54	-0.08
PRODUCT- 33	Approximation Method	-0.05	-0.21	-0.40	0.03
PRODUCT- 32	Approximation Method	-0.16	-0.13	-0.45	-0.06
PRODUCT- 31	Approximation Method	-0.13	-0.36	-0.58	-0.06
PRODUCT- 30	Croston Method	0.17	-0.68	-0.77	0.39
PRODUCT-29	Διορθωμένη μέθοδος Croston	1.01	-0.18	0.17	1.10
PRODUCT- 28	Διορθωμένη μέθοδος Croston	1.19	-0.61	0.09	1.33
PRODUCT- 27	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.27	-0.12	-0.01	0.31
PRODUCT- 26	Approximation Method	-0.15	-0.29	-0.59	-0.04
PRODUCT- 25	Approximation Method	-0.74	-0.99	-2.33	-0.27
PRODUCT- 24	Croston Method	0.17	-0.54	-0.34	0.24
PRODUCT- 23	Approximation Method	-0.24	-0.36	-0.54	-0.17
PRODUCT- 22	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.57	-0.29	0.22	0.60
PRODUCT- 21	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.31	-0.02	-0.01	0.37
PRODUCT- 20	Approximation Method	-0.07	-0.23	-0.35	-0.02
PRODUCT- 19	Approximation Method	-0.22	-0.37	-0.49	-0.14
PRODUCT- 18	Approximation Method	-0.12	-0.31	-0.50	-0.05
PRODUCT- 17	Exponential Smoothing	0.09	0.01	-0.23	0.19
PRODUCT- 16	Approximation Method	-0.21	-0.46	-0.56	-0.16
PRODUCT- 15	Croston Method	-0.01	-0.27	-0.41	0.06
PRODUCT- 14	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.18	-0.14	-0.12	0.22
PRODUCT- 13	Croston Method	0.05	-0.21	-0.30	0.10
PRODUCT- 12	Croston Method	0.01	-0.20	-0.34	0.07
PRODUCT- 11	Approximation Method	-0.12	-0.21	-0.39	-0.06
PRODUCT- 10	Exponential Smoothing	0.77	-0.01	0.31	0.83
PRODUCT- 9	Approximation Method	-0.11	-0.12	-0.36	-0.01
PRODUCT- 8	Croston Method	0.01	-0.14	-0.28	0.09
PRODUCT- 7	Approximation Method	-0.58	-0.57	-1.00	-0.47
PRODUCT- 6	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.36	-0.09	-0.02	0.43
PRODUCT- 5	Approximation Method	-0.12	-1.10	-0.82	-0.04
PRODUCT- 4	Approximation Method	-0.09	-0.16	-0.39	-0.03
PRODUCT- 3	Croston Method	0.15	-0.17	-0.38	0.27
PRODUCT- 2	Revised Croston	-1.03	-0.64	-1.42	-0.88
PRODUCT- 1	Approximation Method	-22.90	-58.78	-42.11	-18.19

### Αποτελέσματα

Croston Method	8	17%
Exponential smoothing	5	11%
Διορθωμένη μέθοδος Croston	8	17%
Approximation Method	21	45%
Revised Croston	5	11%
	47	100%

a=0.2

Στον Πίνακα 6 φαίνονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα. Με την εφαρμογή των μεθόδων αυτών στο συγκεκριμένο δείγμα φαίνεται ότι η προσεγγιστική μέθοδος δίνει καλύτερα αποτελέσματα στο 45% των περιπτώσεων, η μέθοδος του Croston στο 17%, η Εκθετική

εξομάλυνση στο 11% , η διορθωμένη Croston στο 17% και η Αναθεωρημένη Croston στο 11% των περιπτώσεων.

Επίσης παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα της Μεθόδου Croston είναι πολύ κοντά με τα αποτελέσματα της Approximation Method, όπως είναι αναμενόμενο, εφόσον πρόκειται για μία μικρή παραλλαγή επί της μεθόδου Croston.

Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα που βγαίνει από την εφαρμογή των μεθόδων αυτών στο συγκεκριμένο δείγμα είναι η σημαντική υπεροχή της μεθόδου Croston και των μεθόδων γύρω από αυτή έναντι της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Εάν συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μόνο ως προς την Εκθετική εξομάλυνση σε σχέση με την μέθοδο Croston θα δούμε ότι η μέθοδος Croston δίνει καλύτερα αποτελέσματα στο 60% των περιπτώσεων.

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζουμε τα συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ των μεθόδων ανά δύο. Το κάθε κελί του πίνακα δείχνει το ποσοστό των περιπτώσεων που δίνει καλύτερα αποτελέσματα η μέθοδος της γραμμής έναντι της μεθόδου της στήλης. Για παράδειγμα, συγκρίνοντας τις Croston και Revised Croston, βλέπουμε ότι η Croston Method δίνει καλύτερα αποτελέσματα στο 87% των περιπτώσεων (1<sup>η</sup> γραμμή-5<sup>η</sup> στήλη) έναντι της Revised Croston που δίνει 13% (5<sup>η</sup> γραμμή-1<sup>η</sup> στήλη).

**Πίνακας 7: Συγκριτικά Αποτελέσματα**

A \ B	Croston Method	Exponential smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
Croston Method	-	60%	74%	45%	87%
Exponential smoothing	40%	-	77%	34%	79%
Διορθωμένη μέθοδος Croston	26%	23%	-	26%	74%
Approximation Method	55%	66%	74%	-	89%
Revised Croston	13%	21%	11%	26%	-

## 6. Συμπεράσματα & Συνεισφορά

Σε αυτή την εργασία συγκεντρώσαμε και μελετήσαμε τα μοντέλα πρόβλεψης που ειδικεύονται στην πρόβλεψη σποραδικής ζήτησης. Παρουσιάσαμε τα μοντέλα αυτά και τα αξιολογήσαμε μέσα από την εφαρμογή τους σε ένα δείγμα ανταλλακτικών γνωστής εταιρείας αυτοκινήτων.

Μελετήσαμε επίσης τις στατιστικές ιδιότητες των μοντέλων αυτών τις οποίες παρουσιάζουμε στον ακόλουθο συγκεντρωτικό Πίνακα 8.

**Πίνακας 8: Μέση τιμή και διακύμανση διαφόρων μοντέλων πρόβλεψης σποραδικής ζήτησης**

Μοντέλο	Μέση τιμή Πρόβλεψης ( $m_h = E(Y_{n+h} I)$ )	Διακύμανση Πρόβλεψης ( $v_h = \text{Var}(Y_{n+h} I)$ )
Croston	$m_1 = rZ_1$	$v_1 = r(1-r)Z_1^2 + rs_e^2$
Log Croston	$m_1 = y \exp\{Z_1 + s_e^2/2\}$	$v_1 = m_1^2 \left( \frac{\exp\{s_e^2\}}{y} - 1 \right)$
Τροποποιημένο Croston (Snyder 2002)	$m_h = \frac{Z_L}{p}$	$v_h = \frac{(p-1)Z_L^2}{p^2} + \frac{s_e^2[p + a^2(h-1)]}{p^2}$
Τροποποιημένο log-Croston (Snyder 2002)	$m_h = \exp\left\{ \frac{Z_L}{p} + \frac{s_e^2}{2p^2} [p + a^2(h-1)] \right\}$	$v_h = m_h^2 \left( p \exp\left\{ \frac{s_e^2}{p} [p + a^2(h-1)] \right\} - 1 \right)$

Η πρακτική εφαρμογή πέντε μοντέλων από αυτά που αναφέραμε σε πραγματικό δείγμα ανταλλακτικών έδειξε ότι η προσεγγιστική μέθοδος στην Croston των Syntetos & Boylan (approximation method), δίνει καλύτερα αποτελέσματα στη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή φαίνεται ότι η Διορθωμένη μέθοδος του Croston όπως και η Revised Croston, δεν δίνουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα, ακόμα και έναντι της Απλής Εκθετικής Εξομάλυνσης.

Απεναντίας επιβεβαιώνεται ότι η μέθοδος του Croston δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την Απλή Εκθετική Εξομάλυνση.

Επίσης φαίνεται ότι η απλή εκθετική εξομάλυνση ακολουθεί καλύτερα την τάση αλλά με υστέρηση μιας περιόδου.

Έτσι εάν ταξινομήσουμε τις μεθόδους με βάση τα αποτελέσματά τους στην εφαρμογή αυτή, τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει η approximation method, στη συνέχεια έρχεται η μέθοδος του Croston, ακολουθεί η απλή εκθετική εξομάλυνση, 4<sup>η</sup> έρχεται η διορθωμένη Croston και τέλος η Revised Croston.



## 7. Βιβλιογραφία

- ABRAHAM, B. & LEDOLTER, J. (1983), *Statistical methods for forecasting*, John Wiley & Sons, New York.
- BOX, G. E. P., JENKINS, G. M. & REINSEL, G. C. (1994), *Time series analysis: forecasting and control*, 3rd edn, Holden-Day, San Francisco.
- BOYLAN, J. E., SYNTETOS, A.A., (2003), 'A minimum Variance, approximately unbiased estimator for Intermittent demand', 23<sup>rd</sup> International Symposium of Forecasting – Meride Mexico
- CAMERON, A. C. & TRIVEDI, P. K. (1998), *Regression Analysis of Count Data*, Econometric Society Monograph No.30, Cambridge University Press.
- CHATFIELD, C., KOEHLER, A. B., ORD, J. K. & SNYDER, R. D. (2001), 'A new look at models for exponential smoothing', *The Statistician* 50(2), 147 -159.
- CROSTON, J. D. (1972), 'Forecasting and stock control for intermittent demands', *Operational Research Quarterly* 23(3), 289-303.
- GRUNWALD, G. K., HAMZA, K. & HYNDMAN, R. J. (1997), 'Some properties of generalizations of non-negative Bayesian time series models', *Journal of Royal Statistical Society, Series B* 59(3), 615-626.
- GRUNWALD, G. K., HYNDMAN, R. J., TEDESCO, L. & TWEEDIE, R. L. (2000), 'Non-Gaussian conditional linear AR(1) models', *Australian & New Zealand Journal of Statistics* 42(4), 475 - 479.
- RICHARD J. TERSINE (1984), Διαχείριση υλικών και συστήματα αποθεμάτων, Εκδόσεις Παπαζήση
- JOHNSTON, F. R. & BOYLAN, J. E. (1996), 'Forecasting for items with intermittent demand', *Journal of Operational Research Society* 47, 113 -121.

- SNYDER, R. (2002), 'Forecasting sales of slow and fast moving inventories', *European Journal of Operational Research* 140, 684-699.
- SYNTETOS, A. A. & BOYLAN, J. E. (2000), 'Developments in forecasting intermittent demand', Paper presented at 20th International Symposium on Forecasting, June 21-24, 2000, Lisbon, Portugal.
- SYNTETOS, A. A. & BOYLAN, J. E. (2001), "On the bias of intermittent demand estimates", *International Journal of Production Economics* 71, 457-466.
- SYNTETOS, A. A. & BOYLAN, J. E. (2003), "Correcting the bias in Forecasting of intermittent demand", *International Journal of Forecasting* (forthcoming).
- WILLEMMAIN, T. R., SMART, C. N., SHOCKER, J. H. & DESAUTELS, P. A. (1994), 'Forecasting intermittent demand in manufacturing: a comparative evaluation of Croston's method', *International Journal of Forecasting* 10, 529-538.
- WILLEMMAIN, T. R., SMART, C. N., SHHWARZ, H.F. (2003), 'A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories', *International Journal of Forecasting* , (forthcoming)
- WINKELMANN, R. (2000), *Econometric analysis of count data*, 3rd edn, Springer-Verlag, Berlin.
- SHENSTONE L & HYNDMAN R, 19 December 2002 "Stochastic models underlying Croston's method for intermittent demand forecasting"
- MURRAY R. SPIEGEL (1975), *Mathematic Handbook of Formulas and Tables*. Μετάφραση Σωτήριος Κ. Περισίδης, Μαθηματικό Τυπολόγιο, McGraw-Hill, New York – ΕΣΠΙ Αθήνα.
- SILVER E.A., Pyke D.F., PETERSON R. (1998), *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, 3<sup>rd</sup> Edition Wiley
- MKRIDAKIS S, WHEELWRIGHT S. C., HYNDMAN R. J.(1998), *Forecasting Methods And Applications*, 3<sup>rd</sup> Edition Wiley

Φίλης Α. Γιάννης, *Σημειώσεις Συστήματα Παραγωγής 1 – Αποθέματα, Πρόβλεψη, Προγραμματισμός*, Χανιά 1989

Φίλης Α. Γιάννης, *Σημειώσεις Στοχαστικές Ανελιξεις – Στοχαστικές διαδικασίες, Γραμμικά Συστήματα*, Χανιά 1989

## 8. Παραρτήματα

### 8.1. Παράρτημα 1

Θεωρούμε ότι  $a=1$ , σημειώνουμε με  $p_t$  την τυχαία μεταβλητή που εκφράζει το διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μη μηδενικών τιμών ζήτησης. Η μεταβλητή αυτή ακολουθεί την γεωμετρική κατανομή και με  $1/p$  την πιθανότητα εμφάνισης ζήτησης την χρονική στιγμή  $t$ . Τότε έχουμε:

$$E\left(\frac{1}{p_t}\right) = \sum_{x=1}^{\infty} \frac{1}{x} \frac{1}{p} \left(1 - \frac{1}{p}\right)^{x-1} = \frac{1}{p} \sum_{x=1}^{\infty} \frac{1}{x} \left(1 - \frac{1}{p}\right)^{x-1} \xrightarrow{p>1}$$

$$\frac{1}{p} \sum_{x=1}^{\infty} \frac{1}{x} \frac{\left(\frac{p-1}{p}\right)^x}{\left(\frac{p-1}{p}\right)^1} = \frac{1}{p} \frac{1}{(p-1)/p} \sum_{x=1}^{\infty} \frac{1}{x} \left(\frac{p-1}{p}\right)^x =$$

$$\frac{1}{p-1} \left[ \frac{p-1}{p} + \frac{1}{2} \left(\frac{p-1}{p}\right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{p-1}{p}\right)^3 + \dots \right] = -\frac{1}{p-1} \ln\left(\frac{1}{p}\right) \text{ για } p \geq 1/2$$

### 8.2. Παράρτημα 2

$$E\left(\frac{1}{p_t c^{p_t-1}}\right) = \sum_{x=1}^{\infty} \frac{1}{x} \frac{1}{p} \frac{1}{c^{x-1}} \left(1 - \frac{1}{p}\right)^{x-1} = \frac{1}{p} \sum_{x=1}^{\infty} \frac{1}{x} \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{cp}\right)^{x-1} =$$

$$\frac{1}{p} \sum_{x=1}^{\infty} \frac{1}{x} \left(\frac{p-1}{cp}\right)^{x-1} = \frac{1}{p} \left[ 1 + \sum_{x=2}^{\infty} \frac{1}{x} \left(\frac{p-1}{cp}\right)^{x-1} \right] \xrightarrow{c \rightarrow \infty}$$

$$E\left(\frac{1}{p_t c^{p_t-1}}\right) \rightarrow \frac{1}{p}$$

### 8.3. Παράρτημα 3

Σε αυτό το Παράρτημα θα αναφέρουμε κάποιες κατανομές.

#### Διωνυμική Κατανομή

Η πιθανότητα να έχουμε  $y$  επιτυχίες σε  $n$  δοκιμές με πιθανότητα επιτυχίας  $p$  ισούται με

$$P(Y = y) = \binom{n}{y} p^y (1 - p)^{n-y} \quad \text{Εξίσωση 8-1}$$

Η διακριτή συνάρτηση πιθανότητας καλείται διωνυμική κατανομή και δίνεται από την εξίσωση

$$f(y) = \sum_{y=0}^n \binom{n}{y} p^y (1 - p)^{n-y} \quad \text{Εξίσωση 8-2}$$

με μέση τιμή  $\mu = np$  και διακύμανση  $\text{Var}(Y) = \sigma^2 = np(1-p)$ .

#### Κανονική Κατανομή

Μία από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας για συνεχείς μεταβλητές είναι η κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss.

Η Συνάρτηση πυκνότητας της κατανομής αυτής είναι:

$$f(y) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-(y-m)^2/2s^2} \quad -\infty < y < +\infty \quad \text{Εξίσωση 8-3}$$

με μέση τιμή  $\mu$  και Διασπορά  $\sigma^2$ .

#### Διωνυμική – Κανονική Κατανομή

Η Διωνυμική-Κανονική κατανομή αποτελείται από μία διωνυμική κατανομή και πολλές κανονικές.

Εάν η  $X$  ακολουθεί την διωνυμική  $X \sim \text{Binomial}(n, q)$  και η  $Y$  δεδομένου του  $X$  ακολουθεί την κανονική  $Y|X \sim N(m_x, \sigma_x^2)$  τότε η  $Y$  ακολουθεί την Διωνυμική – Κανονική Κατανομή  $BN(n, q, \mu, \sigma^2)$  όπου  $\mu = (m_0, m_1, \dots, m_n)$  και  $\sigma^2 = (\sigma_0^2, \sigma_1^2, \dots, \sigma_n^2)$  και η συνάρτηση κατανομής δίνεται από την εξίσωση:

$$P(Y < y) = \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} q^i (1-q)^{n-i} \Phi[(y - m_i)/s_i]$$

**Εξίσωση 8-4**

όπου  $\Phi(\cdot)$  είναι η συνάρτηση της τυπικής κανονικής κατανομής.

### **Δυωνυμική – Λογαριθμική Κανονική**

Η Δυωνυμική – Λογαριθμική Κανονική κατανομή συμβολίζεται σαν BLN  $(n, q, \mu, \sigma^2)$  με συνάρτηση κατανομής

$$\Pr(Y \leq y) = \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} q^i (1-q)^{n-i} \Phi[(e^y - m_i)/s_i]$$

**Εξίσωση 8-5**

#### **8.4. Παράρτημα 4**

#### **Αναλυτικά Αποτελέσματα Δείγματος**

F01-PRODUCT-KEY	Προτεινόμενη Μέθοδος	Διορθωμένη μέθοδος				
		Croston Method	Exponential Smoothing	η μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
PRODUCT- 47	Approximation Method	-0.05	-0.40	-0.42	0.00	0.46
PRODUCT- 46	Approximation Method	-0.24	-0.53	-0.62	-0.15	0.60
PRODUCT- 45	Διορθωμένη μέθοδος Croston	1.26	-0.56	0.05	1.38	2.46
PRODUCT- 44	Revised Croston	-0.59	-0.42	-0.93	-0.48	0.37
PRODUCT- 43	Exponential Smoothing	0.79	0.21	0.49	0.83	1.23
PRODUCT- 42	Revised Croston	-2.59	-2.35	-4.02	-2.25	0.78
PRODUCT- 41	Exponential Smoothing	0.21	-0.04	-0.04	0.26	0.69
PRODUCT- 40	Exponential Smoothing	0.46	0.05	0.22	0.49	0.77
PRODUCT- 39	Revised Croston	-9.17	-15.61	-20.29	-8.07	1.85
PRODUCT- 38	Approximation Method	-1.14	-2.38	-5.23	-0.33	6.88
PRODUCT- 37	Revised Croston	-0.58	-0.54	-1.01	-0.49	0.37
PRODUCT- 36	Croston Method	-0.01	-0.16	-0.27	0.03	0.38
PRODUCT- 35	Approximation Method	-0.22	-0.48	-0.61	-0.16	0.38
PRODUCT- 34	Approximation Method	-0.17	-0.33	-0.54	-0.08	0.68
PRODUCT- 33	Approximation Method	-0.05	-0.21	-0.40	0.03	0.69
PRODUCT- 32	Approximation Method	-0.16	-0.13	-0.45	-0.06	0.76
PRODUCT- 31	Approximation Method	-0.13	-0.36	-0.58	-0.06	0.61
PRODUCT- 30	Croston Method	0.17	-0.68	-0.77	0.39	2.32
PRODUCT-29	Διορθωμένη μέθοδος Croston	1.01	-0.18	0.17	1.10	1.92
PRODUCT- 28	Διορθωμένη μέθοδος Croston	1.19	-0.61	0.09	1.33	2.62
PRODUCT- 27	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.27	-0.12	-0.01	0.31	0.69
PRODUCT- 26	Approximation Method	-0.15	-0.29	-0.59	-0.04	0.90
PRODUCT- 25	Approximation Method	-0.74	-0.99	-2.33	-0.27	3.73
PRODUCT- 24	Croston Method	0.17	-0.54	-0.34	0.24	0.92
PRODUCT- 23	Approximation Method	-0.24	-0.36	-0.54	-0.17	0.45
PRODUCT- 22	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.57	-0.29	0.22	0.60	0.85
PRODUCT- 21	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.31	-0.02	-0.01	0.37	0.92
PRODUCT- 20	Approximation Method	-0.07	-0.23	-0.35	-0.02	0.38
PRODUCT- 19	Approximation Method	-0.22	-0.37	-0.49	-0.14	0.58
PRODUCT- 18	Approximation Method	-0.12	-0.31	-0.50	-0.05	0.54
PRODUCT- 17	Exponential Smoothing	0.09	0.01	-0.23	0.19	1.02
PRODUCT- 16	Approximation Method	-0.21	-0.46	-0.56	-0.16	0.23
PRODUCT- 15	Croston Method	-0.01	-0.27	-0.41	0.06	0.69
PRODUCT- 14	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.18	-0.14	-0.12	0.22	0.62
PRODUCT- 13	Croston Method	0.05	-0.21	-0.30	0.10	0.54
PRODUCT- 12	Croston Method	0.01	-0.20	-0.34	0.07	0.61
PRODUCT- 11	Approximation Method	-0.12	-0.21	-0.39	-0.06	0.46
PRODUCT- 10	Exponential Smoothing	0.77	-0.01	0.31	0.83	1.38
PRODUCT- 9	Approximation Method	-0.11	-0.12	-0.36	-0.01	0.75
PRODUCT- 8	Croston Method	0.01	-0.14	-0.28	0.09	0.81
PRODUCT- 7	Approximation Method	-0.58	-0.57	-1.00	-0.47	0.50
PRODUCT- 6	Διορθωμένη μέθοδος Croston	0.36	-0.09	-0.02	0.43	1.00
PRODUCT- 5	Approximation Method	-0.12	-1.10	-0.82	-0.04	0.69
PRODUCT- 4	Approximation Method	-0.09	-0.16	-0.39	-0.03	0.53
PRODUCT- 3	Croston Method	0.15	-0.17	-0.38	0.27	1.37
PRODUCT- 2	Revised Croston	-1.03	-0.64	-1.42	-0.88	0.23
PRODUCT- 1	Approximation Method	-22.90	-58.78	-42.11	-18.19	23.37

### Αποτελέσματα

Croston Method	8	17%
Exponential smoothing	5	11%
Διορθωμένη μέθοδος Croston	8	17%
Approximation Method	21	45%
Revised Croston	5	11%
	47	100%

a=0.2





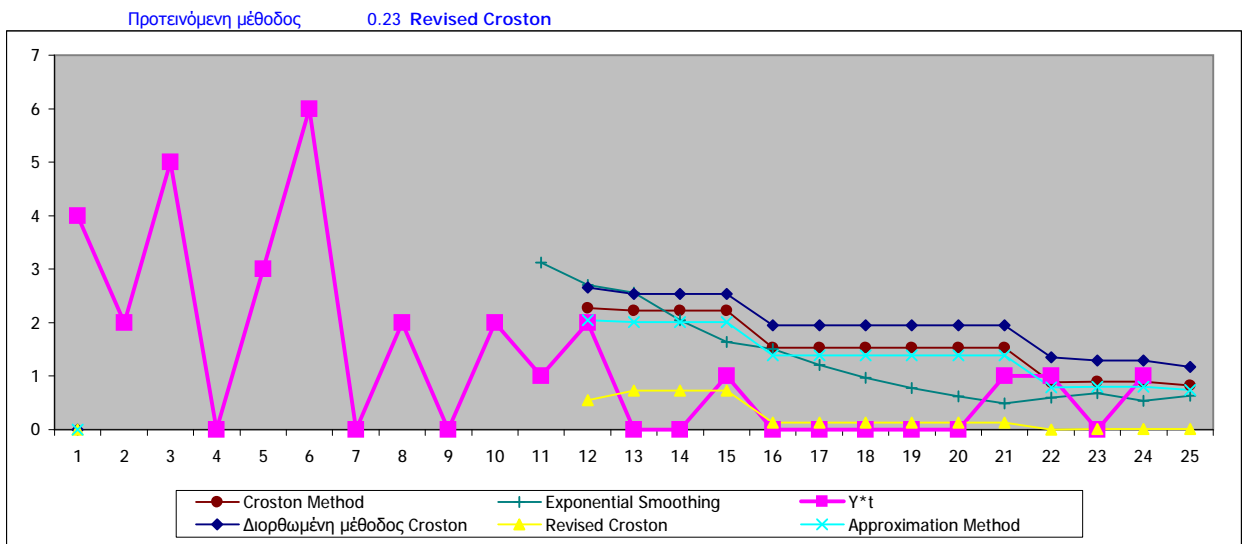
Product Code : PRODUCT- 2  
 Product  
 Descriptio NTIZA ΑΜΠΡΑΓΙΑΖ 850CC

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error								
								Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et				
																Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	
a= 0.2								Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston							
Dem 1	4	1	1																
Dem 2	2	1	1																
Dem 3	5	1	1																
Dem 4	0	2	0																
Dem 5	3	1	1																
Dem 6	6	1	1																
Dem 7	0	2	0																
Dem 8	2	1	1																
Dem 9	0	2	0																
Dem 10	2	1	1				3.1250												
Dem 11	1	1	1	3.13	1.38	2.2727	2.7000	2.6538	2.0455	0.5557									
Dem 12	2	1	1	2.90	1.30	2.2308	2.5600	2.5362	2.0077	0.7284	-0.23	-0.56	-0.54	-0.01	1.27				
Dem 13	0	2	0	2.90	1.30	2.2308	2.0480	2.5362	2.0077	0.7284	-2.23	-2.05	-2.54	-2.01	-0.73				
Dem 14	0	3	0	2.90	1.30	2.2308	1.6384	2.5362	2.0077	0.7284	-2.23	-1.64	-2.54	-2.01	-0.73				
Dem 15	1	1	1	2.52	1.64	1.5366	1.5107	1.9479	1.3829	0.1323	-0.54	-0.51	-0.95	-0.38	0.87				
Dem 16	0	2	0	2.52	1.64	1.5366	1.2086	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-1.21	-1.95	-1.38	-0.13				
Dem 17	0	3	0	2.52	1.64	1.5366	0.9669	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-0.97	-1.95	-1.38	-0.13				
Dem 18	0	4	0	2.52	1.64	1.5366	0.7735	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-0.77	-1.95	-1.38	-0.13				
Dem 19	0	5	0	2.52	1.64	1.5366	0.6188	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-0.62	-1.95	-1.38	-0.13				
Dem 20	0	6	0	2.52	1.64	1.5366	0.4950	1.9479	1.3829	0.1323	-1.54	-0.50	-1.95	-1.38	-0.13				
Dem 21	1	1	1	2.22	2.51	0.8822	0.5960	1.3499	0.7939	0.0021	0.12	0.40	-0.35	0.21	1.00				
Dem 22	1	1	1	1.97	2.21	0.8928	0.6768	1.2930	0.8035	0.0075	0.11	0.32	-0.29	0.20	0.99				
Dem 23	0	2	0	1.97	2.21	0.8928	0.5415	1.2930	0.8035	0.0075	-0.89	-0.54	-1.29	-0.80	-0.01				
Dem 24	1	1	1	1.78	2.17	0.8203	0.6332	1.1782	0.7383	0.0082	0.18	0.37	-0.18	0.26	0.99				
Totals	31		13								-1.03	-0.64	-1.42	-0.88	0.23				

Στατιστικά Δείγματα

Var 2.911232  
 σ 1.71  
 Correlation -0.52453  
 Covariance -1.18403  
 Average 1.291667



Product Code : PRODUCT- 3  
 Product  
 Descriptio ΚΟΛΛΑΡΟ ΝΕΡΟΥ

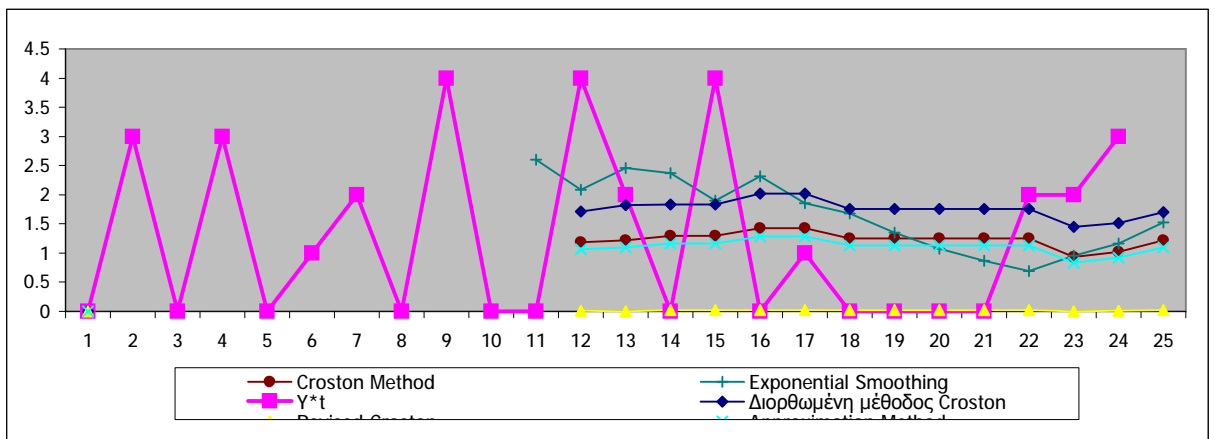
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
								Y't	Y't	Y't					
a= 0.2								Error							
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	et	et	et	et	et
Dem 1	0	1	0												
Dem 2	3	1	1												
Dem 3	0	2	0												
Dem 4	3	1	1												
Dem 5	0	2	0												
Dem 6	1	1	1												
Dem 7	2	1	1												
Dem 8	0	2	0												
Dem 9	4	1	1												
Dem 10	0	2	0				2.6000								
Dem 11	0	3	0	2.60	2.20	1.1818	2.0800	1.7083	1.0636	0.0104					
Dem 12	4	1	1	2.88	2.36	1.2203	2.4640	1.8183	1.0983	0.0055	2.78	1.54	2.18	2.90	3.99
Dem 13	2	1	1	2.70	2.09	1.2950	2.3712	1.8297	1.1655	0.0180	0.70	-0.37	0.17	0.83	1.98
Dem 14	0	2	0	2.70	2.09	1.2950	1.8970	1.8297	1.1655	0.0180	-1.30	-1.90	-1.83	-1.17	-0.02
Dem 15	4	1	1	2.96	2.07	1.4312	2.3176	2.0146	1.2881	0.0214	2.57	1.68	1.99	2.71	3.98
Dem 16	0	2	0	2.96	2.07	1.4312	1.8541	2.0146	1.2881	0.0214	-1.43	-1.85	-2.01	-1.29	-0.02
Dem 17	1	1	1	2.57	2.06	1.2501	1.6832	1.7544	1.1251	0.0198	-0.25	-0.68	-0.75	-0.13	0.98
Dem 18	0	2	0	2.57	2.06	1.2501	1.3466	1.7544	1.1251	0.0198	-1.25	-1.35	-1.75	-1.13	-0.02
Dem 19	0	3	0	2.57	2.06	1.2501	1.0773	1.7544	1.1251	0.0198	-1.25	-1.08	-1.75	-1.13	-0.02
Dem 20	0	4	0	2.57	2.06	1.2501	0.8618	1.7544	1.1251	0.0198	-1.25	-0.86	-1.75	-1.13	-0.02
Dem 21	0	5	0	2.57	2.06	1.2501	0.6895	1.7544	1.1251	0.0198	-1.25	-0.69	-1.75	-1.13	-0.02
Dem 22	2	1	1	2.46	2.65	0.9287	0.9516	1.4525	0.8358	0.0013	1.07	1.05	0.55	1.16	2.00
Dem 23	2	1	1	2.37	2.32	1.0212	1.1613	1.5094	0.9191	0.0055	0.98	0.84	0.49	1.08	1.99
Dem 24	3	1	1	2.49	2.05	1.2140	1.5290	1.7024	1.0926	0.0195	1.79	1.47	1.30	1.91	2.98
Totals	31		12								0.15	-0.17	-0.38	0.27	1.37

Στατιστικά Δείγματα

Var 2.302536  
 σ 1.52  
 Correlation -0.62063  
 Covariance -0.96875  
 Average 1.291667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.15 Croston Method



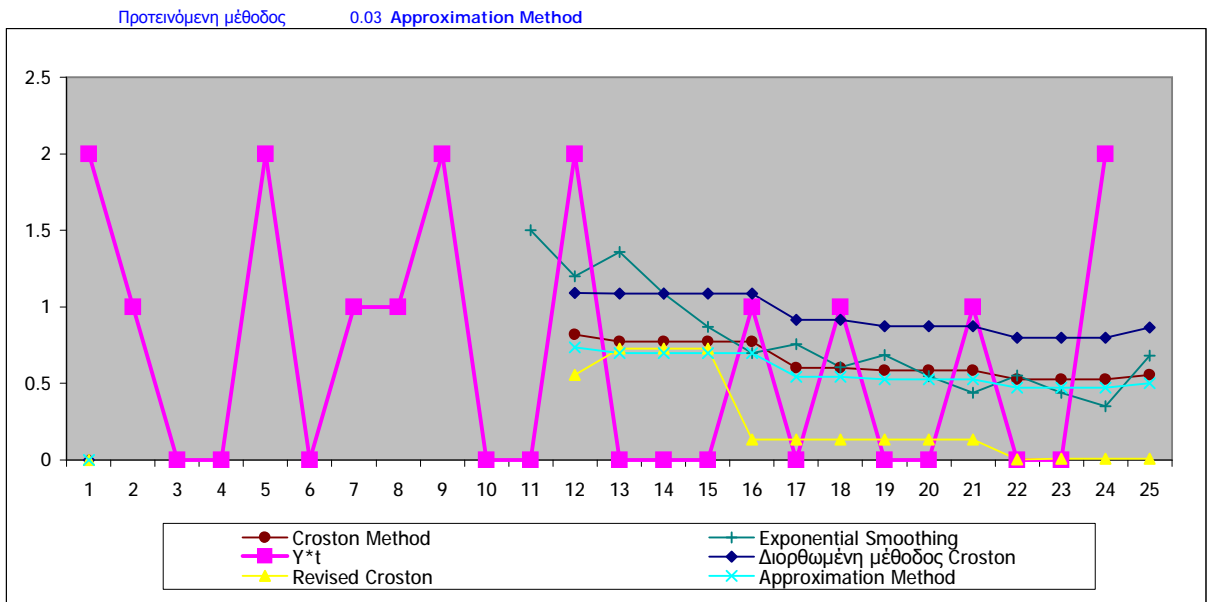
Product Code : PRODUCT- 4  
 Product  
 Descriptio ΠΡΟΦΥΛΑΚΤΗΡΑΣ

c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston		
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Error						
									et	et	et	et	et		
									Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan				
Dem 1	2	1	1												
Dem 2	1	1	1												
Dem 3	0	2	0												
Dem 4	0	3	0												
Dem 5	2	1	1												
Dem 6	0	2	0												
Dem 7	1	1	1												
Dem 8	1	1	1												
Dem 9	2	1	1												
Dem 10	0	2	0				1.5000								
Dem 11	0	3	0	1.50	1.83	0.8182	1.2000	1.0910	0.7364	0.0323					
Dem 12	2	1	1	1.60	2.07	0.7742	1.3600	1.0889	0.6968	0.0118	1.23	0.64	0.91	1.30	1.99
Dem 13	0	2	0	1.60	2.07	0.7742	1.0880	1.0889	0.6968	0.0118	-0.77	-1.09	-1.09	-0.70	-0.01
Dem 14	0	3	0	1.60	2.07	0.7742	0.8704	1.0889	0.6968	0.0118	-0.77	-0.87	-1.09	-0.70	-0.01
Dem 15	0	4	0	1.60	2.07	0.7742	0.6963	1.0889	0.6968	0.0118	-0.77	-0.70	-1.09	-0.70	-0.01
Dem 16	1	1	1	1.48	2.45	0.6033	0.7571	0.9139	0.5429	0.0018	0.40	0.24	0.09	0.46	1.00
Dem 17	0	2	0	1.48	2.45	0.6033	0.6056	0.9139	0.5429	0.0018	-0.60	-0.61	-0.91	-0.54	0.00
Dem 18	1	1	1	1.38	2.36	0.5858	0.6845	0.8733	0.5272	0.0026	0.41	0.32	0.13	0.47	1.00
Dem 19	0	2	0	1.38	2.36	0.5858	0.5476	0.8733	0.5272	0.0026	-0.59	-0.55	-0.87	-0.53	0.00
Dem 20	0	3	0	1.38	2.36	0.5858	0.4381	0.8733	0.5272	0.0026	-0.59	-0.44	-0.87	-0.53	0.00
Dem 21	1	1	1	1.31	2.49	0.5250	0.5505	0.8003	0.4725	0.0014	0.48	0.45	0.20	0.53	1.00
Dem 22	0	2	0	1.31	2.49	0.5250	0.4404	0.8003	0.4725	0.0014	-0.52	-0.44	-0.80	-0.47	0.00
Dem 23	0	3	0	1.31	2.49	0.5250	0.3523	0.8003	0.4725	0.0014	-0.52	-0.35	-0.80	-0.47	0.00
Dem 24	2	1	1	1.45	2.59	0.5578	0.6818	0.8649	0.5020	0.0009	1.44	1.32	1.14	1.50	2.00
Totals	16		11								-0.09	-0.16	-0.39	-0.03	0.53

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.666667  
 σ 0.82  
 Correlation -0.7744  
 Covariance -0.55556  
 Average 0.666667





Product Code : PRODUCT- 6

c= 100

Product

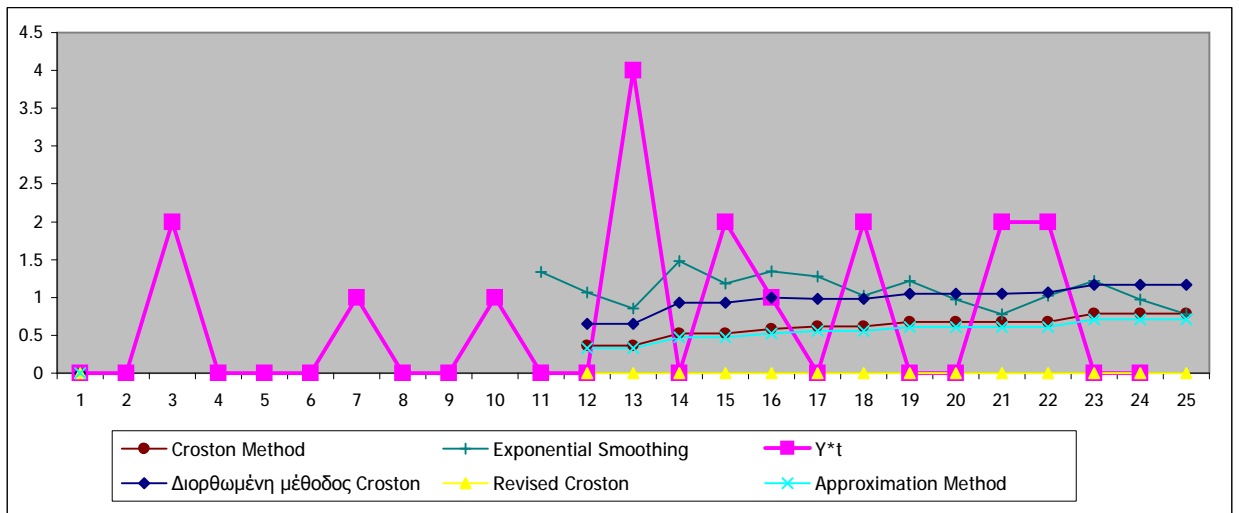
Descriptio ΒΑΣΗ ΠΡΟΦΥΛΑΚΤΗΡΑ

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error						
								Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et		
																Syntetos Boylan	Syntetos Boylan
a= 0.2																	
Dem 1	0	1	0														
Dem 2	0	2	0														
Dem 3	2	1	1														
Dem 4	0	2	0														
Dem 5	0	3	0														
Dem 6	0	4	0														
Dem 7	1	1	1														
Dem 8	0	2	0														
Dem 9	0	3	0														
Dem 10	1	1	1				1.3333										
Dem 11	0	2	0	1.33	3.67	0.3636	1.0667	0.6496	0.3273	0.0000							
Dem 12	0	3	0	1.33	3.67	0.3636	0.8533	0.6496	0.3273	0.0000	-0.36	-0.85	-0.65	-0.33	0.00		
Dem 13	4	1	1	1.87	3.53	0.5283	1.4827	0.9301	0.4755	0.0000	3.47	2.52	3.07	3.52	4.00		
Dem 14	0	2	0	1.87	3.53	0.5283	1.1861	0.9301	0.4755	0.0000	-0.53	-1.19	-0.93	-0.48	0.00		
Dem 15	2	1	1	1.89	3.23	0.5868	1.3489	0.9961	0.5281	0.0001	1.41	0.65	1.00	1.47	2.00		
Dem 16	1	1	1	1.71	2.78	0.6165	1.2791	0.9846	0.5548	0.0005	0.38	-0.28	0.02	0.45	1.00		
Dem 17	0	2	0	1.71	2.78	0.6165	1.0233	0.9846	0.5548	0.0005	-0.62	-1.02	-0.98	-0.55	0.00		
Dem 18	2	1	1	1.77	2.63	0.6749	1.2186	1.0522	0.6074	0.0010	1.33	0.78	0.95	1.39	2.00		
Dem 19	0	2	0	1.77	2.63	0.6749	0.9749	1.0522	0.6074	0.0010	-0.67	-0.97	-1.05	-0.61	0.00		
Dem 20	0	3	0	1.77	2.63	0.6749	0.7799	1.0522	0.6074	0.0010	-0.67	-0.78	-1.05	-0.61	0.00		
Dem 21	2	1	1	1.82	2.70	0.6731	1.0239	1.0618	0.6058	0.0007	1.33	0.98	0.94	1.39	2.00		
Dem 22	2	1	1	1.85	2.36	0.7855	1.2192	1.1705	0.7070	0.0035	1.21	0.78	0.83	1.29	2.00		
Dem 23	0	2	0	1.85	2.36	0.7855	0.9753	1.1705	0.7070	0.0035	-0.79	-0.98	-1.17	-0.71	0.00		
Dem 24	0	3	0	1.85	2.36	0.7855	0.7803	1.1705	0.7070	0.0035	-0.79	-0.78	-1.17	-0.71	0.00		
Totals	17		9								0.36	-0.09	-0.02	0.43	1.00		

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.172101  
 σ 1.08  
 Correlation -0.66384  
 Covariance -0.61979  
 Average 0.708333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.02 Διορθωμένη μέθοδος Croston





Product Code : PRODUCT- 8

c= 100

Product

Descriptio ΚΡΥΣΤΑΛΟ ΚΑΘΡΕΦΤΗ.Λ.

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
								Y't	Y't	Y't					
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan					
Error															
et et et et et															
Dem 1	2	1	1												
Dem 2	2	1	1												
Dem 3	0	2	0												
Dem 4	2	1	1												
Dem 5	0	2	0												
Dem 6	0	3	0												
Dem 7	0	4	0												
Dem 8	1	1	1												
Dem 9	1	1	1												
Dem 10	0	2	0				1.5000								
Dem 11	1	1	1	1.50	1.83	0.8182	1.4000	1.0910	0.7364	0.0323					
Dem 12	0	2	0	1.50	1.83	0.8182	1.1200	1.0910	0.7364	0.0323	-0.82	-1.12	-1.09	-0.74	-0.03
Dem 13	0	3	0	1.50	1.83	0.8182	0.8960	1.0910	0.7364	0.0323	-0.82	-0.90	-1.09	-0.74	-0.03
Dem 14	1	1	1	1.40	2.07	0.6774	0.9168	0.9528	0.6097	0.0103	0.32	0.08	0.05	0.39	0.99
Dem 15	0	2	0	1.40	2.07	0.6774	0.7334	0.9528	0.6097	0.0103	-0.68	-0.73	-0.95	-0.61	-0.01
Dem 16	1	1	1	1.32	2.05	0.6429	0.7868	0.9016	0.5786	0.0103	0.36	0.21	0.10	0.42	0.99
Dem 17	0	2	0	1.32	2.05	0.6429	0.6294	0.9016	0.5786	0.0103	-0.64	-0.63	-0.90	-0.58	-0.01
Dem 18	2	1	1	1.46	2.04	0.7128	0.9035	0.9974	0.6415	0.0120	1.29	1.10	1.00	1.36	1.99
Dem 19	0	2	0	1.46	2.04	0.7128	0.7228	0.9974	0.6415	0.0120	-0.71	-0.72	-1.00	-0.64	-0.01
Dem 20	3	1	1	1.76	2.03	0.8676	1.1783	1.2118	0.7808	0.0151	2.13	1.82	1.79	2.22	2.98
Dem 21	2	1	1	1.81	1.83	0.9915	1.3426	1.3203	0.8924	0.0401	1.01	0.66	0.68	1.11	1.96
Dem 22	2	1	1	1.85	1.66	1.1129	1.4741	1.4194	1.0016	0.0878	0.89	0.53	0.58	1.00	1.91
Dem 23	0	2	0	1.85	1.66	1.1129	1.1793	1.4194	1.0016	0.0878	-1.11	-1.18	-1.42	-1.00	-0.09
Dem 24	0	3	0	1.85	1.66	1.1129	0.9434	1.4194	1.0016	0.0878	-1.11	-0.94	-1.42	-1.00	-0.09
Totals	20		12								0.01	-0.14	-0.28	0.09	0.81

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.927536

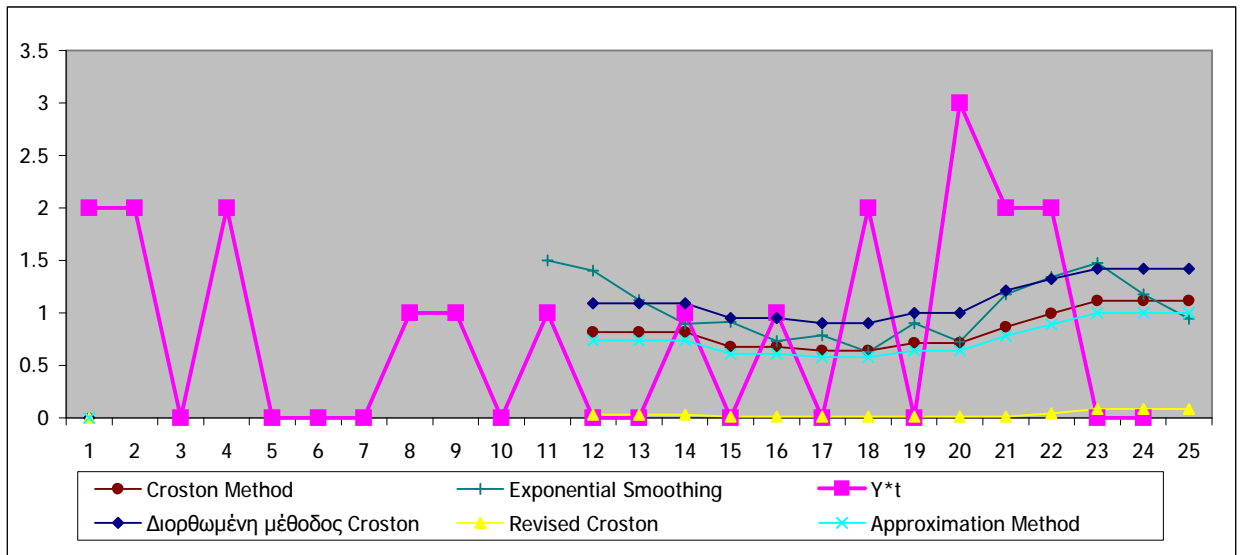
σ 0.96

Correlation -0.74481

Covariance -0.59028

Average 0.833333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.01 Croston Method





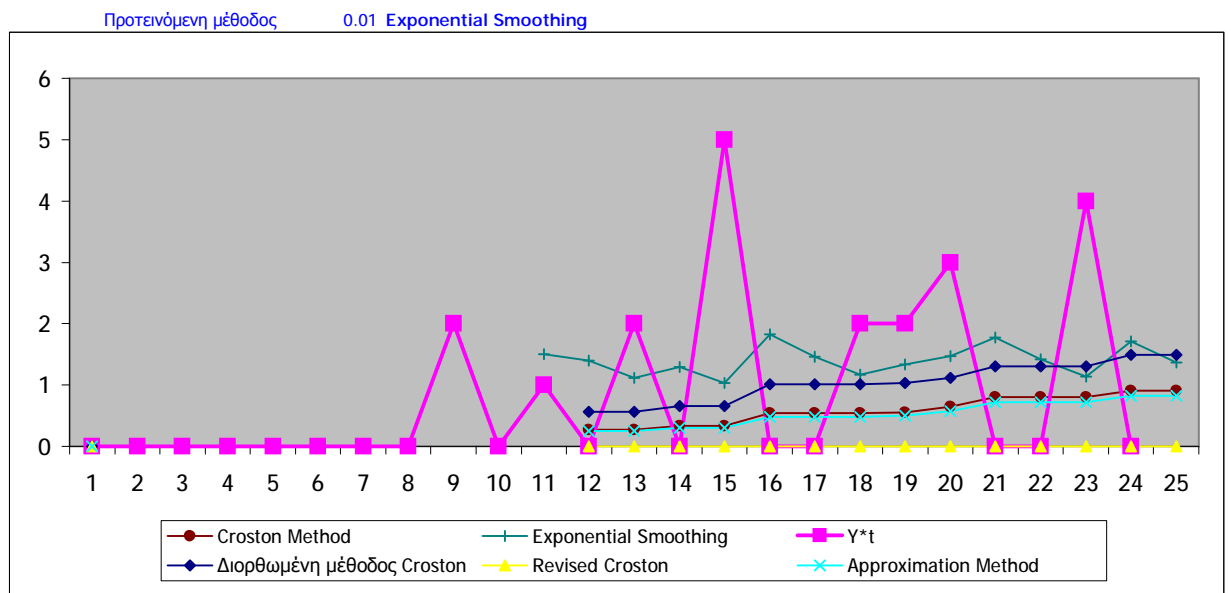


Product Code : PRODUCT- 10  
 Product  
 Descriptio ΔΙΣΚΟΠΛΑΚΑ

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
								Croston Method	Exponential Smoothing	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
Totals	21	8									0.77	-0.01	0.31	0.83	1.38	

Στατιστικά Δείγματος  
 Var 2.11413  
 σ 1.45  
 Correlation -0.49225  
 Covariance -1.38542  
 Average 0.875

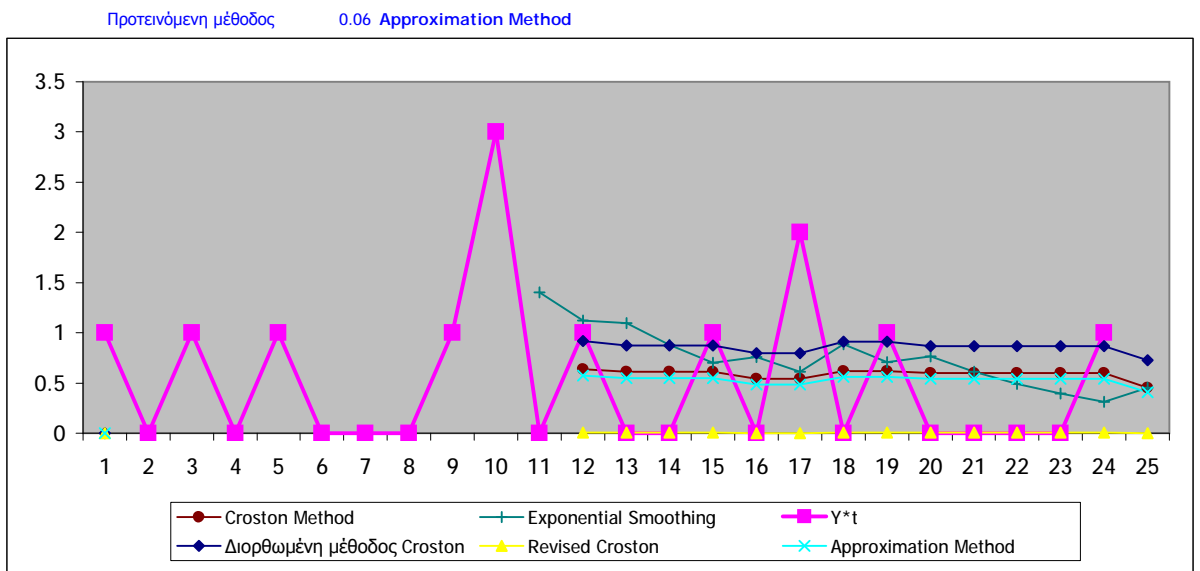


Product Code : PRODUCT- 11  
 Product  
 Descriptio ΒΑΣΗ

c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston					
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't					
											Error							
											et	et	et	et	et			
											Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan					
Dem 1	1	1	1															
Dem 2	0	2	0															
Dem 3	1	1	1															
Dem 4	0	2	0															
Dem 5	1	1	1															
Dem 6	0	2	0															
Dem 7	0	3	0															
Dem 8	0	4	0															
Dem 9	1	1	1															
Dem 10	3	1	1				1.4000											
Dem 11	0	2	0	1.40	2.20	0.6364	1.1200	0.9199	0.5727	0.0056								
Dem 12	1	1	1	1.32	2.16	0.6111	1.0960	0.8763	0.5500	0.0063	0.39	-0.10	0.12	0.45	0.99			
Dem 13	0	2	0	1.32	2.16	0.6111	0.8768	0.8763	0.5500	0.0063	-0.61	-0.88	-0.88	-0.55	-0.01			
Dem 14	0	3	0	1.32	2.16	0.6111	0.7014	0.8763	0.5500	0.0063	-0.61	-0.70	-0.88	-0.55	-0.01			
Dem 15	1	1	1	1.26	2.33	0.5395	0.7612	0.7992	0.4856	0.0028	0.46	0.24	0.20	0.51	1.00			
Dem 16	0	2	0	1.26	2.33	0.5395	0.6089	0.7992	0.4856	0.0028	-0.54	-0.61	-0.80	-0.49	0.00			
Dem 17	2	1	1	1.40	2.26	0.6209	0.8871	0.9085	0.5588	0.0042	1.38	1.11	1.09	1.44	2.00			
Dem 18	0	2	0	1.40	2.26	0.6209	0.7097	0.9085	0.5588	0.0042	-0.62	-0.71	-0.91	-0.56	0.00			
Dem 19	1	1	1	1.32	2.21	0.5990	0.7678	0.8676	0.5391	0.0050	0.40	0.23	0.13	0.46	0.99			
Dem 20	0	2	0	1.32	2.21	0.5990	0.6142	0.8676	0.5391	0.0050	-0.60	-0.61	-0.87	-0.54	-0.01			
Dem 21	0	3	0	1.32	2.21	0.5990	0.4914	0.8676	0.5391	0.0050	-0.60	-0.49	-0.87	-0.54	-0.01			
Dem 22	0	4	0	1.32	2.21	0.5990	0.3931	0.8676	0.5391	0.0050	-0.60	-0.39	-0.87	-0.54	-0.01			
Dem 23	0	5	0	1.32	2.21	0.5990	0.3145	0.8676	0.5391	0.0050	-0.60	-0.31	-0.87	-0.54	-0.01			
Dem 24	1	1	1	1.26	2.77	0.4549	0.4516	0.7251	0.4094	0.0004	0.55	0.55	0.27	0.59	1.00			
Totals	13	10									-0.12	-0.21	-0.39	-0.06	0.46			

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 0.606884  
 σ 0.78  
 Correlation -0.63528  
 Covariance -0.54167  
 Average 0.541667





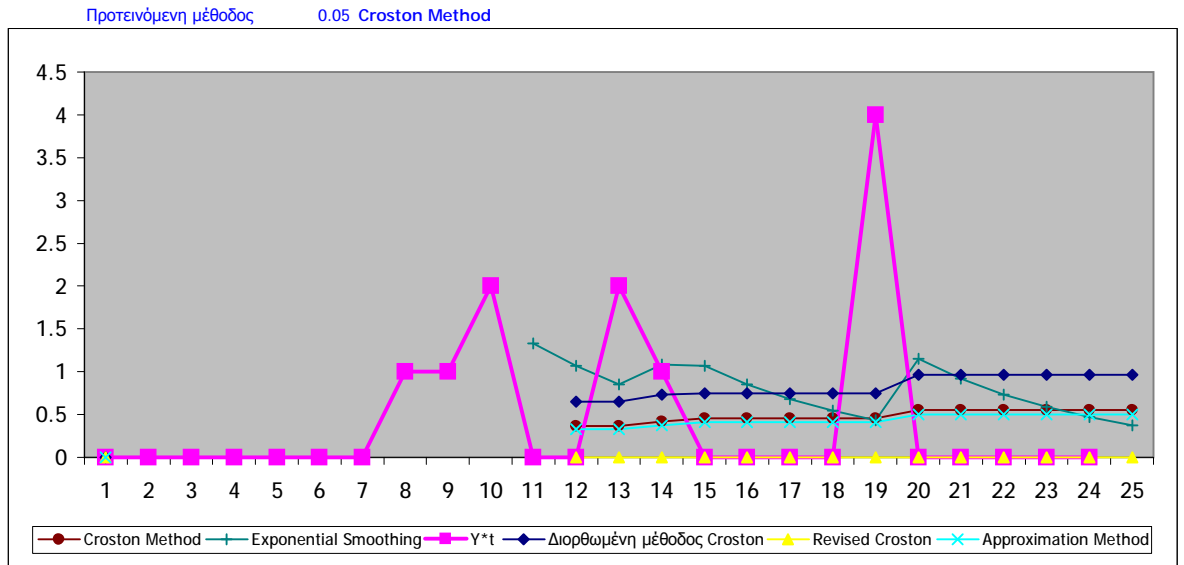
Product Code : PRODUCT- 13  
 Product  
 Descriptio ΦΟΥΣΚΑ

c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston				
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't				
											Error						
											et	et	et	et	et		
											Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan				
Dem 1	0	1	0														
Dem 2	0	2	0														
Dem 3	0	3	0														
Dem 4	0	4	0														
Dem 5	0	5	0														
Dem 6	0	6	0														
Dem 7	0	7	0														
Dem 8	1	1	1														
Dem 9	1	1	1														
Dem 10	2	1	1				1.3333										
Dem 11	0	2	0	1.33	3.67	0.3636	1.0667	0.6496	0.3273	0.0000							
Dem 12	0	3	0	1.33	3.67	0.3636	0.8533	0.6496	0.3273	0.0000	-0.36	-0.85	-0.65	-0.33	0.00		
Dem 13	2	1	1	1.47	3.53	0.4151	1.0827	0.7308	0.3736	0.0000	1.58	0.92	1.27	1.63	2.00		
Dem 14	1	1	1	1.37	3.03	0.4537	1.0661	0.7505	0.4084	0.0001	0.55	-0.07	0.25	0.59	1.00		
Dem 15	0	2	0	1.37	3.03	0.4537	0.8529	0.7505	0.4084	0.0001	-0.45	-0.85	-0.75	-0.41	0.00		
Dem 16	0	3	0	1.37	3.03	0.4537	0.6823	0.7505	0.4084	0.0001	-0.45	-0.68	-0.75	-0.41	0.00		
Dem 17	0	4	0	1.37	3.03	0.4537	0.5459	0.7505	0.4084	0.0001	-0.45	-0.55	-0.75	-0.41	0.00		
Dem 18	0	5	0	1.37	3.03	0.4537	0.4367	0.7505	0.4084	0.0001	-0.45	-0.44	-0.75	-0.41	0.00		
Dem 19	4	1	1	1.90	3.42	0.5549	1.1494	0.9645	0.4995	0.0000	3.45	2.85	3.04	3.50	4.00		
Dem 20	0	2	0	1.90	3.42	0.5549	0.9195	0.9645	0.4995	0.0000	-0.55	-0.92	-0.96	-0.50	0.00		
Dem 21	0	3	0	1.90	3.42	0.5549	0.7356	0.9645	0.4995	0.0000	-0.55	-0.74	-0.96	-0.50	0.00		
Dem 22	0	4	0	1.90	3.42	0.5549	0.5885	0.9645	0.4995	0.0000	-0.55	-0.59	-0.96	-0.50	0.00		
Dem 23	0	5	0	1.90	3.42	0.5549	0.4708	0.9645	0.4995	0.0000	-0.55	-0.47	-0.96	-0.50	0.00		
Dem 24	0	6	0	1.90	3.42	0.5549	0.3766	0.9645	0.4995	0.0000	-0.55	-0.38	-0.96	-0.50	0.00		
Totals	11	6									0.05	-0.21	-0.30	0.10	0.54		

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.95471  
 σ 0.98  
 Correlation -0.53266  
 Covariance -0.93576  
 Average 0.458333



Product Code : PRODUCT- 14

c= 100

Product

Descriptio ΜΟΤΕΡ ΟΠ.ΥΑΛΟΚΑΘΑΡΙΣΤΗΡΑ

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
								Croston Method	Exponential Smoothing	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
Totals	12	8										0.18	-0.14	-0.12	0.22	0.62

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.608696

σ 0.78

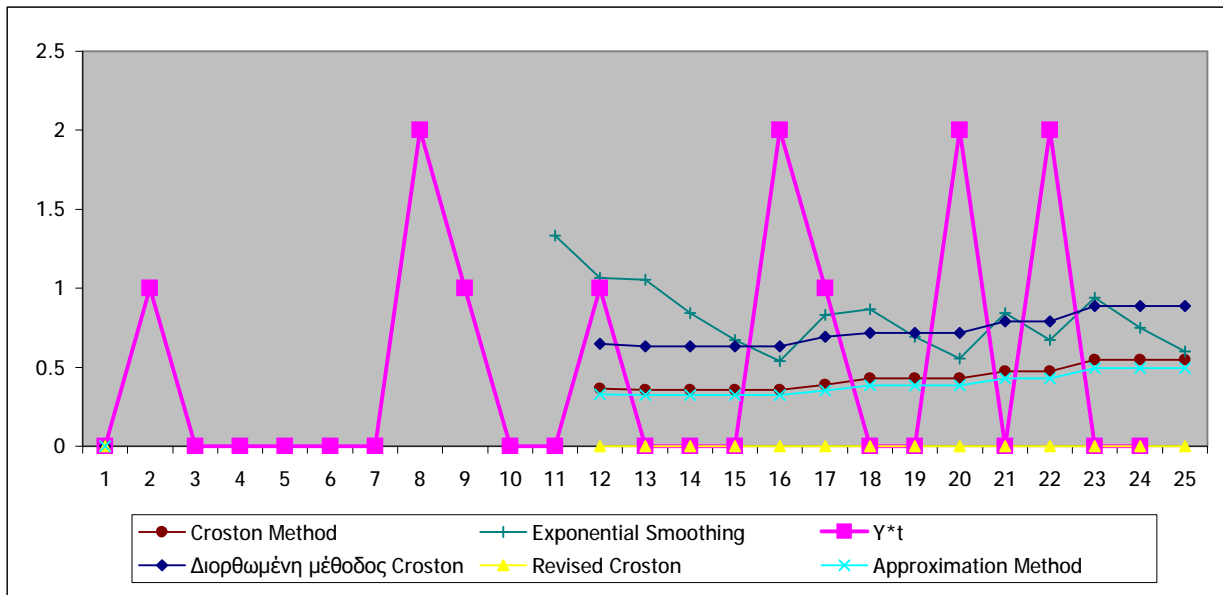
Correlation -0.61782

Covariance -0.64583

Average 0.5

Προτεινόμενη μέθοδος

0.12 Διορθωμένη μέθοδος Croston



Product Code : PRODUCT- 15

c= 100

Product

Descriptio ΒΑΣΗ ΠΡΟΦΥΛΑΚΤΗΡΑ

a= 0.2								Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan		et	et	et	et	et
Dem 1	0	1	0													
Dem 2	0	2	0													
Dem 3	2	1	1													
Dem 4	0	2	0													
Dem 5	0	3	0													
Dem 6	0	4	0													
Dem 7	1	1	1													
Dem 8	3	1	1													
Dem 9	0	2	0													
Dem 10	0	3	0				2.0000									
Dem 11	2	1	1	2.00	2.75	0.7273	2.0000	1.1561	0.6545	0.0006						
Dem 12	0	2	0	2.00	2.75	0.7273	1.6000	1.1561	0.6545	0.0006	-0.73	-1.60	-1.16	-0.65	0.00	
Dem 13	0	3	0	2.00	2.75	0.7273	1.2800	1.1561	0.6545	0.0006	-0.73	-1.28	-1.16	-0.65	0.00	
Dem 14	0	4	0	2.00	2.75	0.7273	1.0240	1.1561	0.6545	0.0006	-0.73	-1.02	-1.16	-0.65	0.00	
Dem 15	0	5	0	2.00	2.75	0.7273	0.8192	1.1561	0.6545	0.0006	-0.73	-0.82	-1.16	-0.65	0.00	
Dem 16	0	6	0	2.00	2.75	0.7273	0.6554	1.1561	0.6545	0.0006	-0.73	-0.66	-1.16	-0.65	0.00	
Dem 17	2	1	1	2.00	3.40	0.5882	0.9243	1.0198	0.5294	0.0000	1.41	1.08	0.98	1.47	2.00	
Dem 18	2	1	1	2.00	2.92	0.6849	1.1394	1.1162	0.6164	0.0003	1.32	0.86	0.88	1.38	2.00	
Dem 19	1	1	1	1.80	2.54	0.7098	1.1115	1.0905	0.6388	0.0015	0.29	-0.11	-0.09	0.36	1.00	
Dem 20	0	2	0	1.80	2.54	0.7098	0.8892	1.0905	0.6388	0.0015	-0.71	-0.89	-1.09	-0.64	0.00	
Dem 21	0	3	0	1.80	2.54	0.7098	0.7114	1.0905	0.6388	0.0015	-0.71	-0.71	-1.09	-0.64	0.00	
Dem 22	0	4	0	1.80	2.54	0.7098	0.5691	1.0905	0.6388	0.0015	-0.71	-0.57	-1.09	-0.64	0.00	
Dem 23	1	1	1	1.64	2.83	0.5798	0.6553	0.9325	0.5218	0.0004	0.42	0.34	0.07	0.48	1.00	
Dem 24	3	1	1	1.91	2.46	0.7763	1.1242	1.1780	0.6986	0.0023	2.22	1.88	1.82	2.30	3.00	
Totals	17		9								-0.01	-0.27	-0.41	0.06	0.69	

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.085145

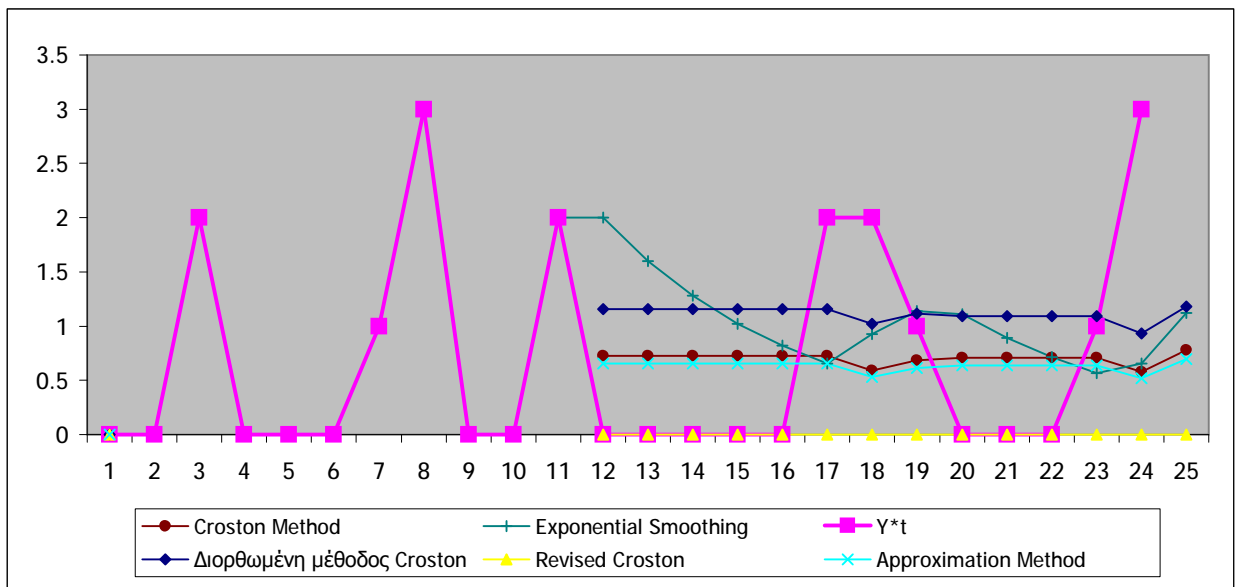
σ 1.04

Correlation -0.62817

Covariance -0.91493

Average 0.708333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.01 Croston Method



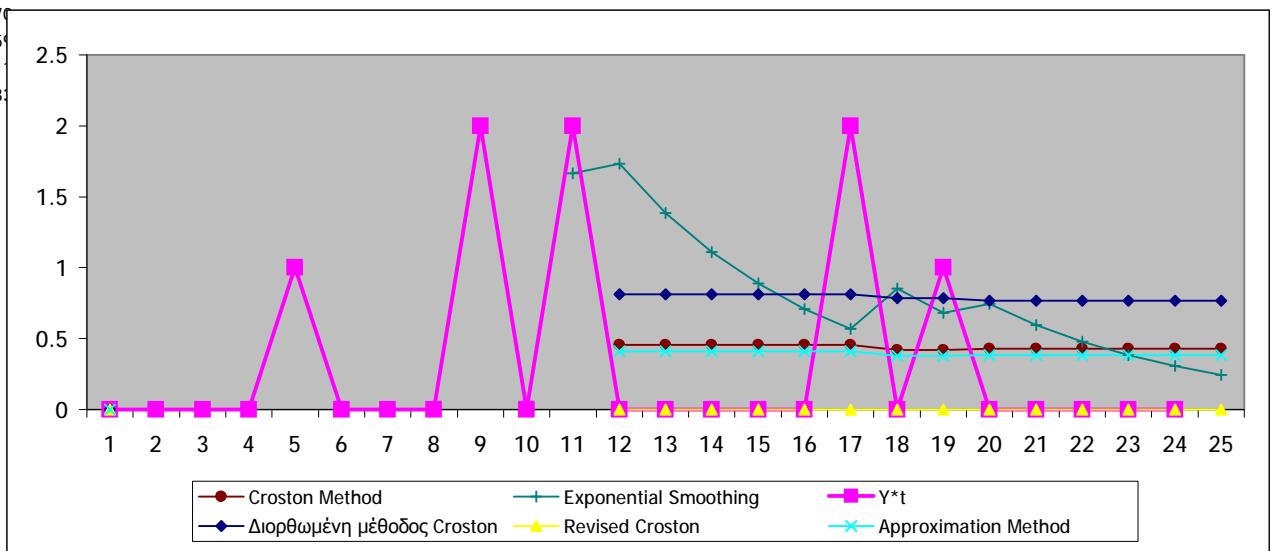
Product Code : PRODUCT- 16  
 Product  
 Descriptio AKPAΞQNIO

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error									
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	et	et	et	et	et					
Dem 1	0	1	0																	
Dem 2	0	2	0																	
Dem 3	0	3	0																	
Dem 4	0	4	0																	
Dem 5	1	1	1																	
Dem 6	0	2	0																	
Dem 7	0	3	0																	
Dem 8	0	4	0																	
Dem 9	2	1	1																	
Dem 10	0	2	0				1.6667													
Dem 11	2	1	1	1.67	3.67	0.4545	1.7333	0.8121	0.4091	0.0000										
Dem 12	0	2	0	1.67	3.67	0.4545	1.3867	0.8121	0.4091	0.0000	-0.45	-1.39	-0.81	-0.41	0.00					
Dem 13	0	3	0	1.67	3.67	0.4545	1.1093	0.8121	0.4091	0.0000	-0.45	-1.11	-0.81	-0.41	0.00					
Dem 14	0	4	0	1.67	3.67	0.4545	0.8875	0.8121	0.4091	0.0000	-0.45	-0.89	-0.81	-0.41	0.00					
Dem 15	0	5	0	1.67	3.67	0.4545	0.7100	0.8121	0.4091	0.0000	-0.45	-0.71	-0.81	-0.41	0.00					
Dem 16	0	6	0	1.67	3.67	0.4545	0.5680	0.8121	0.4091	0.0000	-0.45	-0.57	-0.81	-0.41	0.00					
Dem 17	2	1	1	1.73	4.13	0.4194	0.8544	0.7850	0.3774	0.0000	1.58	1.15	1.21	1.62	2.00					
Dem 18	0	2	0	1.73	4.13	0.4194	0.6835	0.7850	0.3774	0.0000	-0.42	-0.68	-0.79	-0.38	0.00					
Dem 19	1	1	1	1.59	3.71	0.4281	0.7468	0.7680	0.3853	0.0000	0.57	0.25	0.23	0.61	1.00					
Dem 20	0	2	0	1.59	3.71	0.4281	0.5974	0.7680	0.3853	0.0000	-0.43	-0.60	-0.77	-0.39	0.00					
Dem 21	0	3	0	1.59	3.71	0.4281	0.4780	0.7680	0.3853	0.0000	-0.43	-0.48	-0.77	-0.39	0.00					
Dem 22	0	4	0	1.59	3.71	0.4281	0.3824	0.7680	0.3853	0.0000	-0.43	-0.38	-0.77	-0.39	0.00					
Dem 23	0	5	0	1.59	3.71	0.4281	0.3059	0.7680	0.3853	0.0000	-0.43	-0.31	-0.77	-0.39	0.00					
Dem 24	0	6	0	1.59	3.71	0.4281	0.2447	0.7680	0.3853	0.0000	-0.43	-0.24	-0.77	-0.39	0.00					
Totals	8	5									-0.21	-0.46	-0.56	-0.16	0.23					

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 0.492754  
 σ 0.7  
 Correlation -0.5655  
 Covariance -0.6111  
 Average 0.33333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.16 Approximation Method





Product Code : PRODUCT- 17  
 Product  
 Descriptio ΒΑΣΗ ΦΑΝΟΥ

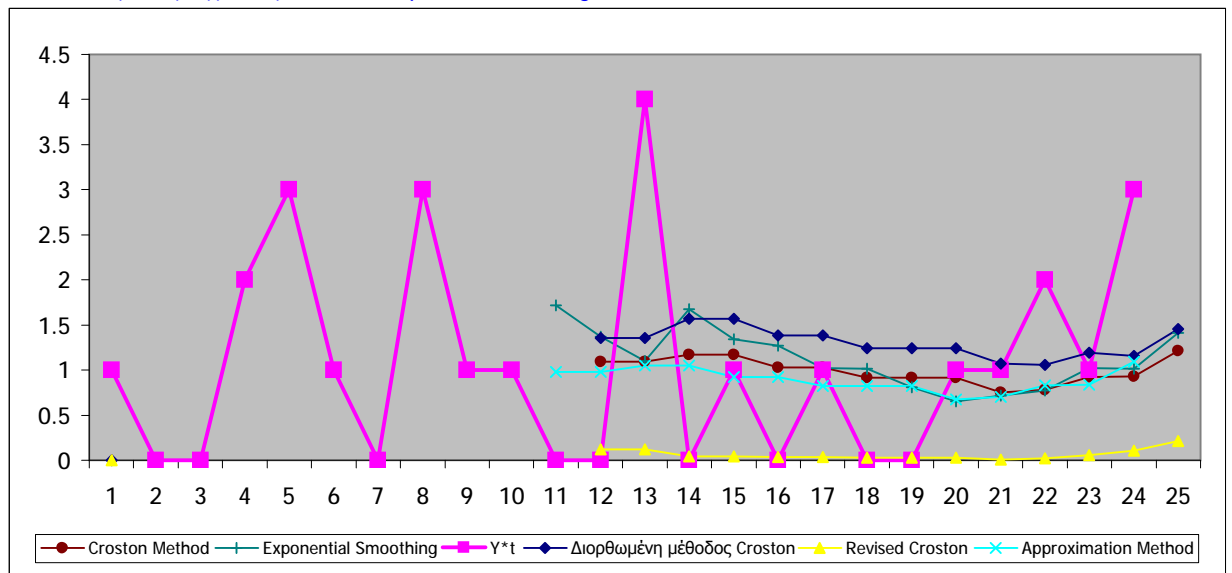
c= 100

a= 0.2		Croston Method		Exponential Smoothing		Διορθωμένη μέθοδος Croston			Approximation Method			Error				
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan						
Dem 1	1	1	1													
Dem 2	0	2	0													
Dem 3	0	3	0													
Dem 4	2	1	1													
Dem 5	3	1	1													
Dem 6	1	1	1													
Dem 7	0	2	0													
Dem 8	3	1	1													
Dem 9	1	1	1													
Dem 10	1	1	1				1.7143									
Dem 11	0	2	0	1.71	1.57	1.0909	1.3714	1.3560	0.9818	0.1234						
Dem 12	0	3	0	1.71	1.57	1.0909	1.0971	1.3560	0.9818	0.1234	-1.09	-1.10	-1.36	-0.98	-0.12	
Dem 13	4	1	1	2.17	1.86	1.1692	1.6777	1.5682	1.0523	0.0419	2.83	2.32	2.43	2.95	3.96	
Dem 14	0	2	0	2.17	1.86	1.1692	1.3422	1.5682	1.0523	0.0419	-1.17	-1.34	-1.57	-1.05	-0.04	
Dem 15	1	1	1	1.94	1.89	1.0273	1.2737	1.3873	0.9245	0.0328	-0.03	-0.27	-0.39	0.08	0.97	
Dem 16	0	2	0	1.94	1.89	1.0273	1.0190	1.3873	0.9245	0.0328	-1.03	-1.02	-1.39	-0.92	-0.03	
Dem 17	1	1	1	1.75	1.91	0.9168	1.0152	1.2447	0.8251	0.0267	0.08	-0.02	-0.24	0.17	0.97	
Dem 18	0	2	0	1.75	1.91	0.9168	0.8122	1.2447	0.8251	0.0267	-0.92	-0.81	-1.24	-0.83	-0.03	
Dem 19	0	3	0	1.75	1.91	0.9168	0.6497	1.2447	0.8251	0.0267	-0.92	-0.65	-1.24	-0.83	-0.03	
Dem 20	1	1	1	1.60	2.13	0.7522	0.7198	1.0714	0.6770	0.0089	0.25	0.28	-0.07	0.32	0.99	
Dem 21	1	1	1	1.48	1.90	0.7782	0.7758	1.0549	0.7004	0.0233	0.22	0.22	-0.05	0.30	0.98	
Dem 22	2	1	1	1.58	1.72	0.9202	1.0207	1.1926	0.8282	0.0572	1.08	0.98	0.81	1.17	1.94	
Dem 23	1	1	1	1.47	1.58	0.9303	1.0165	1.1582	0.8373	0.1029	0.07	-0.02	-0.16	0.16	0.90	
Dem 24	3	1	1	1.77	1.46	1.2135	1.4132	1.4583	1.0922	0.2117	1.79	1.59	1.54	1.91	2.79	
Totals	26	15									0.09	0.01	-0.23	0.19	1.02	

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.384058  
 σ 1.18  
 Correlation -0.66514  
 Covariance -0.54167  
 Average 1.083333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.01 Exponential Smoothing



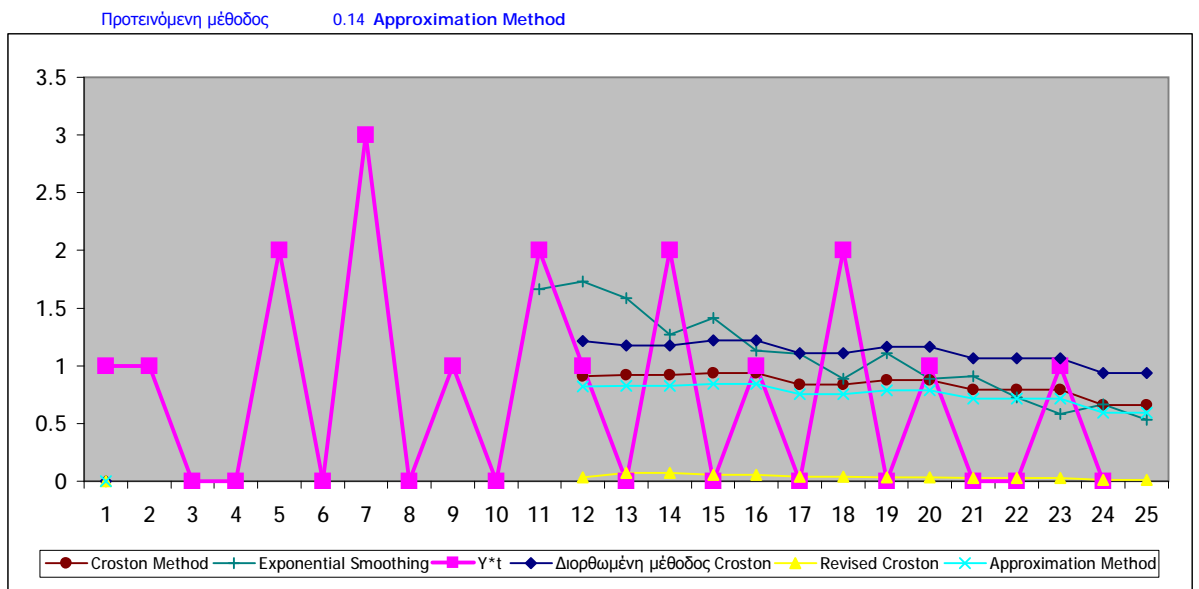


Product Code : PRODUCT- 19  
 Product  
 Descriptio ENISXYSH

c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston				
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't				
											Error						
											et	et	et	et	et		
											Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan				
Dem 1	1	1	1														
Dem 2	1	1	1														
Dem 3	0	2	0														
Dem 4	0	3	0														
Dem 5	2	1	1														
Dem 6	0	2	0														
Dem 7	3	1	1														
Dem 8	0	2	0														
Dem 9	1	1	1														
Dem 10	0	2	0				1.6667										
Dem 11	2	1	1	1.67	1.83	0.9091	1.7333	1.2123	0.8182	0.0359							
Dem 12	1	1	1	1.53	1.67	0.9200	1.5867	1.1749	0.8280	0.0712	0.08	-0.59	-0.17	0.17	0.93		
Dem 13	0	2	0	1.53	1.67	0.9200	1.2693	1.1749	0.8280	0.0712	-0.92	-1.27	-1.17	-0.83	-0.07		
Dem 14	2	1	1	1.63	1.73	0.9385	1.4155	1.2201	0.8446	0.0555	1.06	0.58	0.78	1.16	1.94		
Dem 15	0	2	0	1.63	1.73	0.9385	1.1324	1.2201	0.8446	0.0555	-0.94	-1.13	-1.22	-0.84	-0.06		
Dem 16	1	1	1	1.50	1.79	0.8403	1.1059	1.1076	0.7563	0.0401	0.16	-0.11	-0.11	0.24	0.96		
Dem 17	0	2	0	1.50	1.79	0.8403	0.8847	1.1076	0.7563	0.0401	-0.84	-0.88	-1.11	-0.76	-0.04		
Dem 18	2	1	1	1.60	1.83	0.8752	1.1078	1.1660	0.7877	0.0351	1.12	0.89	0.83	1.21	1.96		
Dem 19	0	2	0	1.60	1.83	0.8752	0.8862	1.1660	0.7877	0.0351	-0.88	-0.89	-1.17	-0.79	-0.04		
Dem 20	1	1	1	1.48	1.86	0.7947	0.9090	1.0675	0.7152	0.0278	0.21	0.09	-0.07	0.28	0.97		
Dem 21	0	2	0	1.48	1.86	0.7947	0.7272	1.0675	0.7152	0.0278	-0.79	-0.73	-1.07	-0.72	-0.03		
Dem 22	0	3	0	1.48	1.86	0.7947	0.5817	1.0675	0.7152	0.0278	-0.79	-0.58	-1.07	-0.72	-0.03		
Dem 23	1	1	1	1.38	2.09	0.6623	0.6654	0.9363	0.5961	0.0091	0.34	0.33	0.06	0.40	0.99		
Dem 24	0	2	0	1.38	2.09	0.6623	0.5323	0.9363	0.5961	0.0091	-0.66	-0.53	-0.94	-0.60	-0.01		
Totals	18	12									-0.22	-0.37	-0.49	-0.14	0.58		

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 0.804348  
 σ 0.90  
 Correlation -0.77849  
 Covariance -0.4375  
 Average 0.75

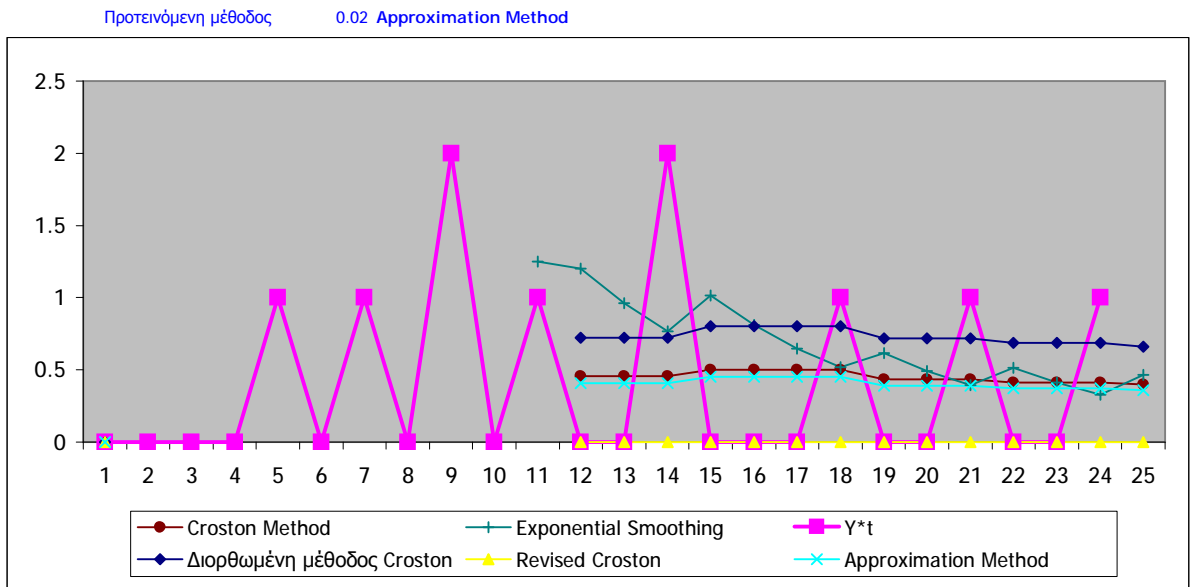


Product Code : PRODUCT- 20  
 Product  
 Descriptio ΗΜΙΑΞΩΝΙΟ

c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston		
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't		
									Error						
									et	et	et	et	et		
Dem 1	0	1	0												
Dem 2	0	2	0												
Dem 3	0	3	0												
Dem 4	0	4	0												
Dem 5	1	1	1												
Dem 6	0	2	0												
Dem 7	1	1	1												
Dem 8	0	2	0												
Dem 9	2	1	1												
Dem 10	0	2	0				1.2500								
Dem 11	1	1	1	1.25	2.75	0.4545	1.2000	0.7226	0.4091	0.0004					
Dem 12	0	2	0	1.25	2.75	0.4545	0.9600	0.7226	0.4091	0.0004	-0.45	-0.96	-0.72	-0.41	0.00
Dem 13	0	3	0	1.25	2.75	0.4545	0.7680	0.7226	0.4091	0.0004	-0.45	-0.77	-0.72	-0.41	0.00
Dem 14	2	1	1	1.40	2.80	0.5000	1.0144	0.8008	0.4500	0.0004	1.50	0.99	1.20	1.55	2.00
Dem 15	0	2	0	1.40	2.80	0.5000	0.8115	0.8008	0.4500	0.0004	-0.50	-0.81	-0.80	-0.45	0.00
Dem 16	0	3	0	1.40	2.80	0.5000	0.6492	0.8008	0.4500	0.0004	-0.50	-0.65	-0.80	-0.45	0.00
Dem 17	0	4	0	1.40	2.80	0.5000	0.5194	0.8008	0.4500	0.0004	-0.50	-0.52	-0.80	-0.45	0.00
Dem 18	1	1	1	1.32	3.04	0.4342	0.6155	0.7194	0.3908	0.0001	0.57	0.38	0.28	0.61	1.00
Dem 19	0	2	0	1.32	3.04	0.4342	0.4924	0.7194	0.3908	0.0001	-0.43	-0.49	-0.72	-0.39	0.00
Dem 20	0	3	0	1.32	3.04	0.4342	0.3939	0.7194	0.3908	0.0001	-0.43	-0.39	-0.72	-0.39	0.00
Dem 21	1	1	1	1.26	3.03	0.4142	0.5151	0.6856	0.3728	0.0001	0.59	0.48	0.31	0.63	1.00
Dem 22	0	2	0	1.26	3.03	0.4142	0.4121	0.6856	0.3728	0.0001	-0.41	-0.41	-0.69	-0.37	0.00
Dem 23	0	3	0	1.26	3.03	0.4142	0.3297	0.6856	0.3728	0.0001	-0.41	-0.33	-0.69	-0.37	0.00
Dem 24	1	1	1	1.20	3.03	0.3982	0.4637	0.6585	0.3584	0.0001	0.60	0.54	0.34	0.64	1.00
Totals	10		8								-0.07	-0.23	-0.35	-0.02	0.38

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 0.427536  
 σ 0.65  
 Correlation -0.67989  
 Covariance -0.41667  
 Average 0.416667



Product Code : PRODUCT- 21  
 Product  
 Descriptio ΨΥΓΕΙΟ

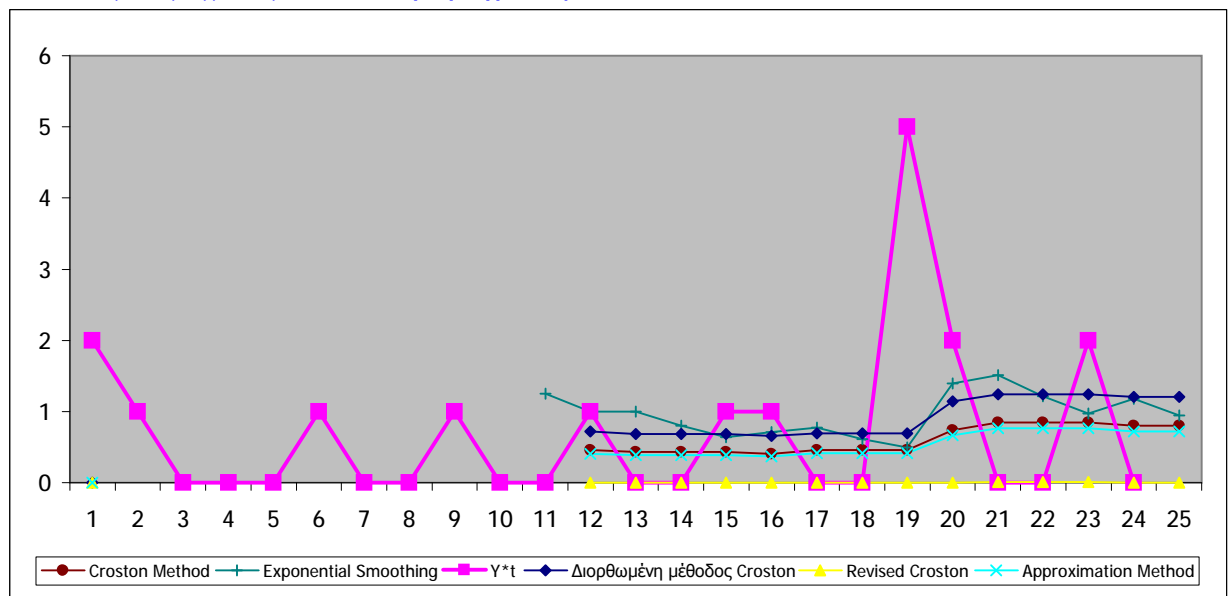
c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston			
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Error				
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan		et	et	et	et	et
Dem 1	2	1	1													
Dem 2	1	1	1													
Dem 3	0	2	0													
Dem 4	0	3	0													
Dem 5	0	4	0													
Dem 6	1	1	1													
Dem 7	0	2	0													
Dem 8	0	3	0													
Dem 9	1	1	1													
Dem 10	0	2	0				1.2500									
Dem 11	0	3	0	1.25	2.75	0.4545	1.0000	0.7226	0.4091	0.0004						
Dem 12	1	1	1	1.20	2.80	0.4286	1.0000	0.6864	0.3857	0.0003						
Dem 13	0	2	0	1.20	2.80	0.4286	0.8000	0.6864	0.3857	0.0003	0.57	0.00	0.31	0.61	1.00	
Dem 14	0	3	0	1.20	2.80	0.4286	0.6400	0.6864	0.3857	0.0003	-0.43	-0.80	-0.69	-0.39	0.00	
Dem 15	1	1	1	1.16	2.84	0.4085	0.7120	0.6581	0.3676	0.0002	-0.43	-0.64	-0.69	-0.39	0.00	
Dem 16	1	1	1	1.13	2.47	0.4563	0.7696	0.6581	0.3676	0.0002	0.59	0.29	0.34	0.63	1.00	
Dem 17	0	2	0	1.13	2.47	0.4563	0.6157	0.6935	0.4107	0.0013	0.54	0.23	0.31	0.59	1.00	
Dem 18	0	3	0	1.13	2.47	0.4563	0.4925	0.6935	0.4107	0.0013	-0.46	-0.62	-0.69	-0.41	0.00	
Dem 19	5	1	1	1.90	2.58	0.7381	1.3940	0.6935	0.4107	0.0013	-0.46	-0.49	-0.69	-0.41	0.00	
Dem 20	2	1	1	1.92	2.26	0.8496	1.5152	1.1418	0.6642	0.0013	4.26	3.61	3.86	4.34	5.00	
Dem 21	0	2	0	1.92	2.26	0.8496	1.2122	1.2431	0.7647	0.0057	1.15	0.48	0.76	1.24	1.99	
Dem 22	0	3	0	1.92	2.26	0.8496	0.9697	1.2431	0.7647	0.0057	-0.85	-1.21	-1.24	-0.76	-0.01	
Dem 23	2	1	1	1.94	2.41	0.8041	1.1758	1.2431	0.7647	0.0057	-0.85	-0.97	-1.24	-0.76	-0.01	
Dem 24	0	2	0	1.94	2.41	0.8041	0.9406	1.2088	0.7237	0.0029	1.20	0.82	0.79	1.28	2.00	
Dem 24	0	2	0	1.94	2.41	0.8041	0.9406	1.2088	0.7237	0.0029	-0.80	-0.94	-1.21	-0.72	0.00	
Totals	17	10									0.31	-0.02	-0.01	0.37	0.92	

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.346014  
 σ 1.16  
 Correlation -0.62889  
 Covariance -0.64931  
 Average 0.708333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.01 Διορθωμένη μέθοδος Croston



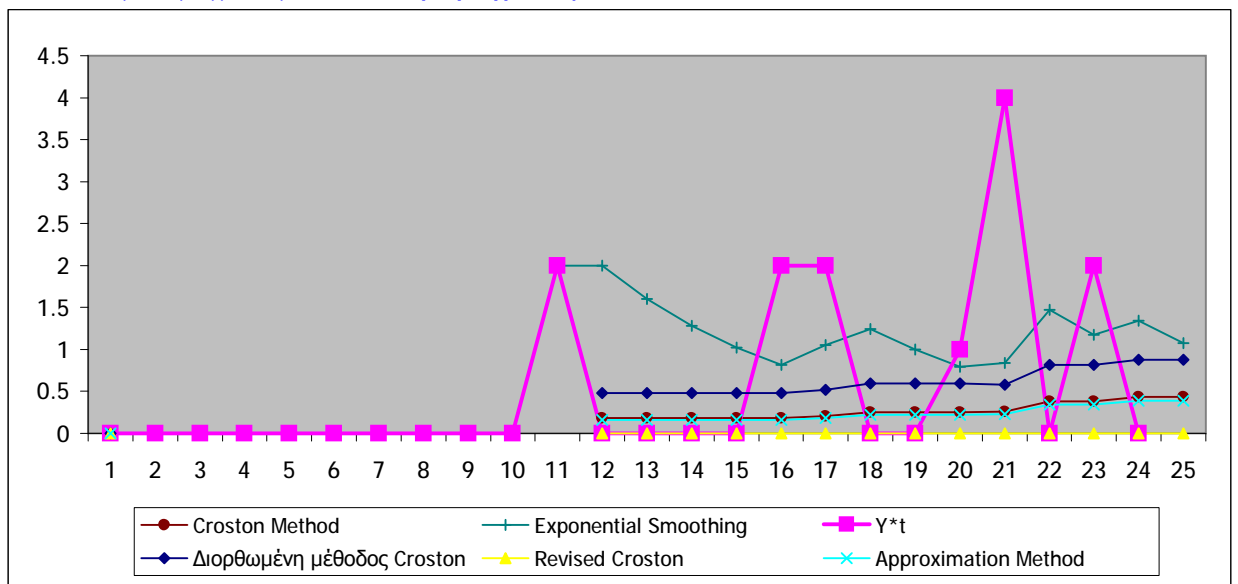
Product Code : PRODUCT- 22  
 Product  
 Descriptio ΜΕΝΤΕΣΕΣ

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
								Croston Method	Exponential Smoothing	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
Totals	13	6										0.57	-0.29	0.22	0.60	0.85

Στατιστικά Δείγματος  
 Var 1.128623  
 σ 1.06  
 Correlation -0.48639  
 Covariance -1.35417  
 Average 0.541667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.22 Διορθωμένη μέθοδος Croston





Product Code : PRODUCT- 24  
 Product  
 Descriptio ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ

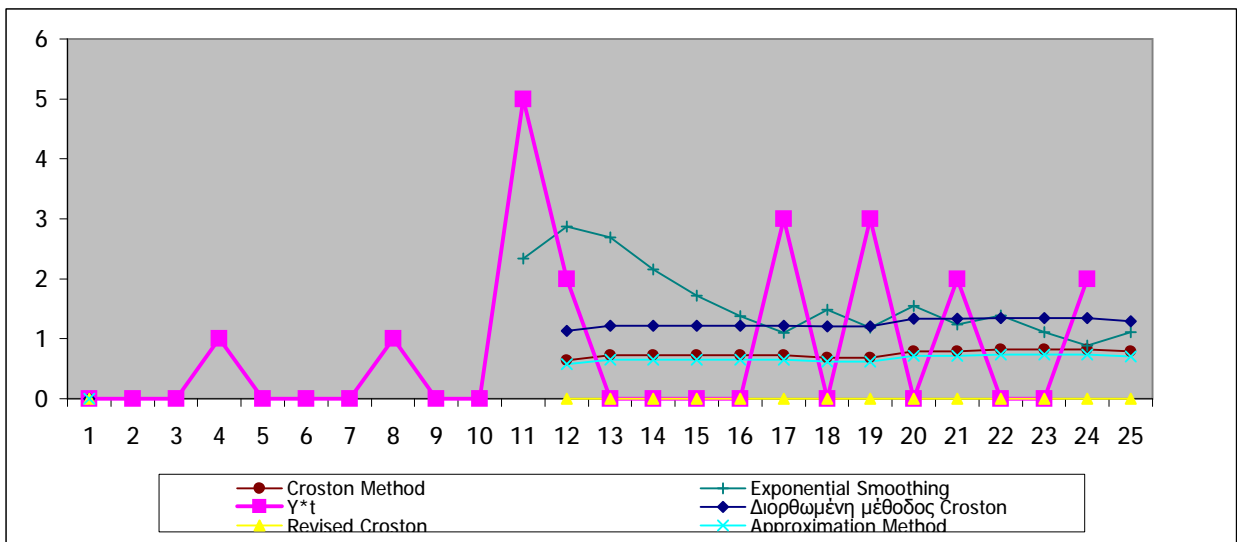
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
								Croston Method	Exponential Smoothing	Approximation Method	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	
																Syntetos Boylan
Totals	19	8										0.17	-0.54	-0.34	0.24	0.92

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.824275  
 σ 1.35  
 Correlation -0.59629  
 Covariance -0.89063  
 Average 0.791667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.17 Croston Method





Product Code : PRODUCT- 25  
 Product  
 Descriptio ΣΩΛΗΝΑΣ

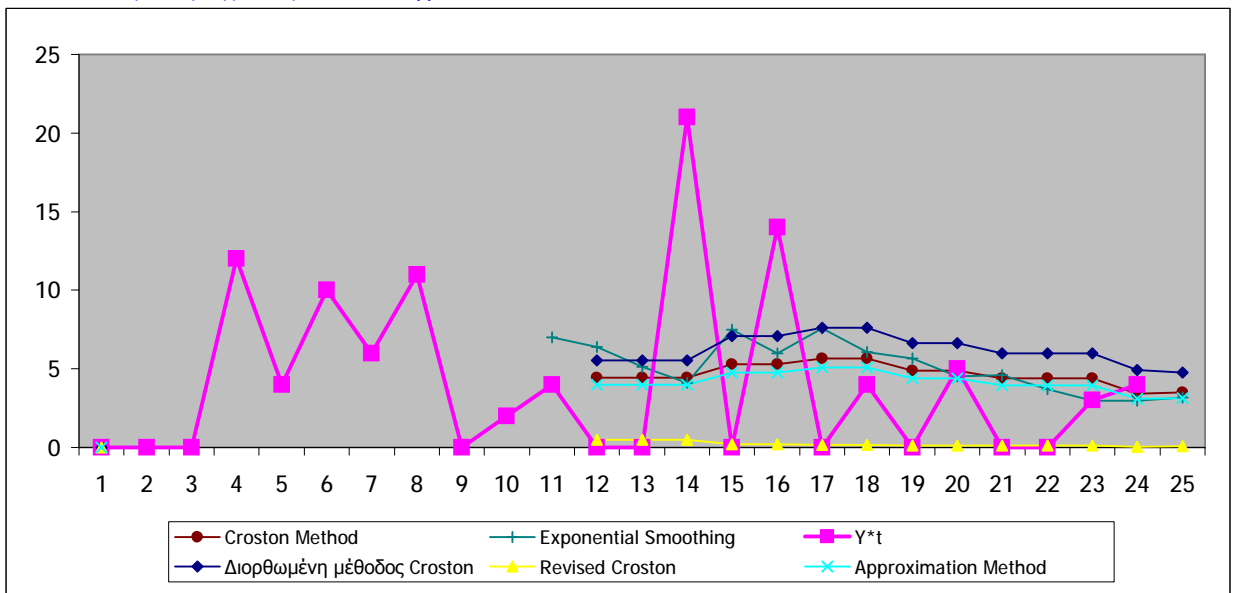
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error									
								Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et					
																Syntetos Boylan	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing
a= 0.2																				
Dem 1	0	1	0																	
Dem 2	0	2	0																	
Dem 3	0	3	0																	
Dem 4	12	1	1																	
Dem 5	4	1	1																	
Dem 6	10	1	1																	
Dem 7	6	1	1																	
Dem 8	11	1	1																	
Dem 9	0	2	0																	
Dem 10	2	1	1				7.0000													
Dem 11	4	1	1	7.00	1.57	4.4545	6.4000	5.5368	4.0091	0.5038										
Dem 12	0	2	0	7.00	1.57	4.4545	5.1200	5.5368	4.0091	0.5038	-4.45	-5.12	-5.54	-4.01	-0.50					
Dem 13	0	3	0	7.00	1.57	4.4545	4.0960	5.5368	4.0091	0.5038	-4.45	-4.10	-5.54	-4.01	-0.50					
Dem 14	21	1	1	9.80	1.86	5.2769	7.4768	7.0777	4.7492	0.1892	15.72	13.52	13.92	16.25	20.81					
Dem 15	0	2	0	9.80	1.86	5.2769	5.9814	7.0777	4.7492	0.1892	-5.28	-5.98	-7.08	-4.75	-0.19					
Dem 16	14	1	1	10.64	1.89	5.6424	7.5852	7.6199	5.0782	0.1801	8.36	6.41	6.38	8.92	13.82					
Dem 17	0	2	0	10.64	1.89	5.6424	6.0681	7.6199	5.0782	0.1801	-5.64	-6.07	-7.62	-5.08	-0.18					
Dem 18	4	1	1	9.31	1.91	4.8790	5.6545	6.6245	4.3911	0.1419	-0.88	-1.65	-2.62	-0.39	3.86					
Dem 19	0	2	0	9.31	1.91	4.8790	4.5236	6.6245	4.3911	0.1419	-4.88	-4.52	-6.62	-4.39	-0.14					
Dem 20	5	1	1	8.45	1.93	4.3852	4.6189	5.9794	3.9467	0.1183	0.61	0.38	-0.98	1.05	4.88					
Dem 21	0	2	0	8.45	1.93	4.3852	3.6951	5.9794	3.9467	0.1183	-4.39	-3.70	-5.98	-3.95	-0.12					
Dem 22	0	3	0	8.45	1.93	4.3852	2.9561	5.9794	3.9467	0.1183	-4.39	-2.96	-5.98	-3.95	-0.12					
Dem 23	3	1	1	7.36	2.14	3.4367	2.9649	4.9097	3.0930	0.0384	-0.44	0.04	-1.91	-0.09	2.96					
Dem 24	4	1	1	6.69	1.91	3.4956	3.1719	4.7513	3.1460	0.0997	0.50	0.83	-0.75	0.85	3.90					
Totals	100		13								-0.74	-0.99	-2.33	-0.27	3.73					

Στατιστικά Δείγματα

Var 31.44928  
 σ 5.61  
 Correlation -0.58241  
 Covariance -2.25694  
 Average 4.16667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.27 Approximation Method



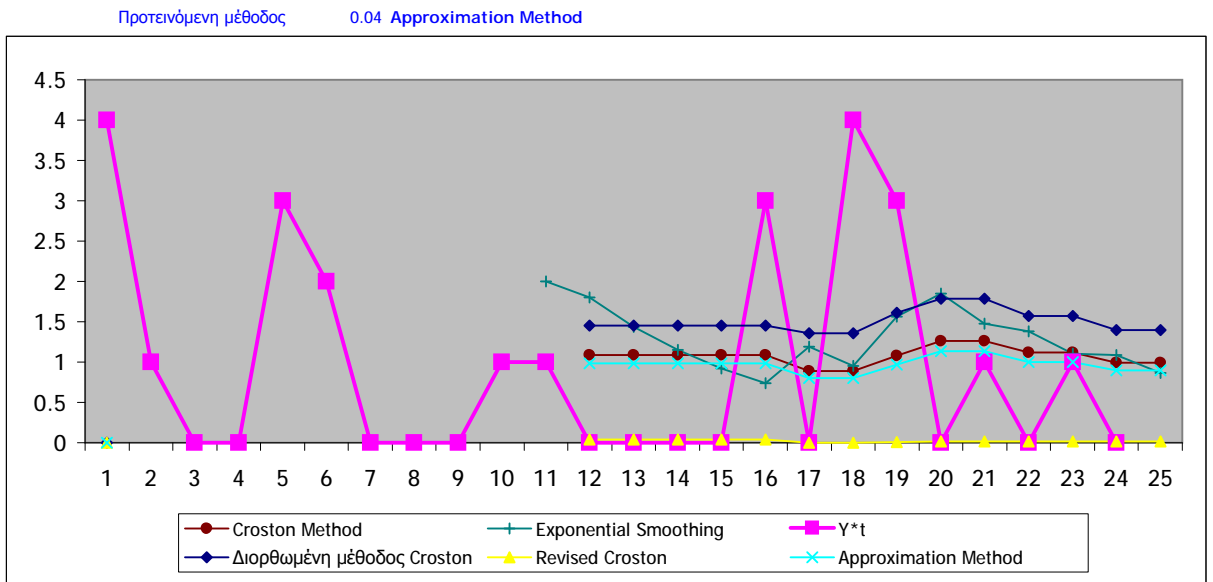
Product Code : PRODUCT- 26  
 Product  
 Descriptio ΦΤΕΡΟ ΟΠ.

c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston		
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Error						
									et	et	et	et	et		
									Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan				
Dem 1	4	1	1												
Dem 2	1	1	1												
Dem 3	0	2	0												
Dem 4	0	3	0												
Dem 5	3	1	1												
Dem 6	2	1	1												
Dem 7	0	2	0												
Dem 8	0	3	0												
Dem 9	0	4	0												
Dem 10	1	1	1				2.0000								
Dem 11	1	1	1	2.00	1.83	1.0909	1.8000	1.4547	0.9818	0.0431					
Dem 12	0	2	0	2.00	1.83	1.0909	1.4400	1.4547	0.9818	0.0431	-1.09	-1.44	-1.45	-0.98	-0.04
Dem 13	0	3	0	2.00	1.83	1.0909	1.1520	1.4547	0.9818	0.0431	-1.09	-1.15	-1.45	-0.98	-0.04
Dem 14	0	4	0	2.00	1.83	1.0909	0.9216	1.4547	0.9818	0.0431	-1.09	-0.92	-1.45	-0.98	-0.04
Dem 15	0	5	0	2.00	1.83	1.0909	0.7373	1.4547	0.9818	0.0431	-1.09	-0.74	-1.45	-0.98	-0.04
Dem 16	3	1	1	2.20	2.47	0.8919	1.1898	1.3543	0.8027	0.0026	2.11	1.81	1.65	2.20	3.00
Dem 17	0	2	0	2.20	2.47	0.8919	0.9519	1.3543	0.8027	0.0026	-0.89	-0.95	-1.35	-0.80	0.00
Dem 18	4	1	1	2.56	2.37	1.0787	1.5615	1.6111	0.9708	0.0046	2.92	2.44	2.39	3.03	4.00
Dem 19	3	1	1	2.65	2.10	1.2618	1.8492	1.7867	1.1356	0.0168	1.74	1.15	1.21	1.86	2.98
Dem 20	0	2	0	2.65	2.10	1.2618	1.4794	1.7867	1.1356	0.0168	-1.26	-1.48	-1.79	-1.14	-0.02
Dem 21	1	1	1	2.32	2.08	1.1152	1.3835	1.5726	1.0037	0.0161	-0.12	-0.38	-0.57	0.00	0.98
Dem 22	0	2	0	2.32	2.08	1.1152	1.1068	1.5726	1.0037	0.0161	-1.12	-1.11	-1.57	-1.00	-0.02
Dem 23	1	1	1	2.05	2.06	0.9959	1.0854	1.3997	0.8963	0.0154	0.00	-0.09	-0.40	0.10	0.98
Dem 24	0	2	0	2.05	2.06	0.9959	0.8683	1.3997	0.8963	0.0154	-1.00	-0.87	-1.40	-0.90	-0.02
Totals	24		11								-0.15	-0.29	-0.59	-0.04	0.90

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.913043  
 σ 1.38  
 Correlation -0.62318  
 Covariance -0.95833  
 Average 1



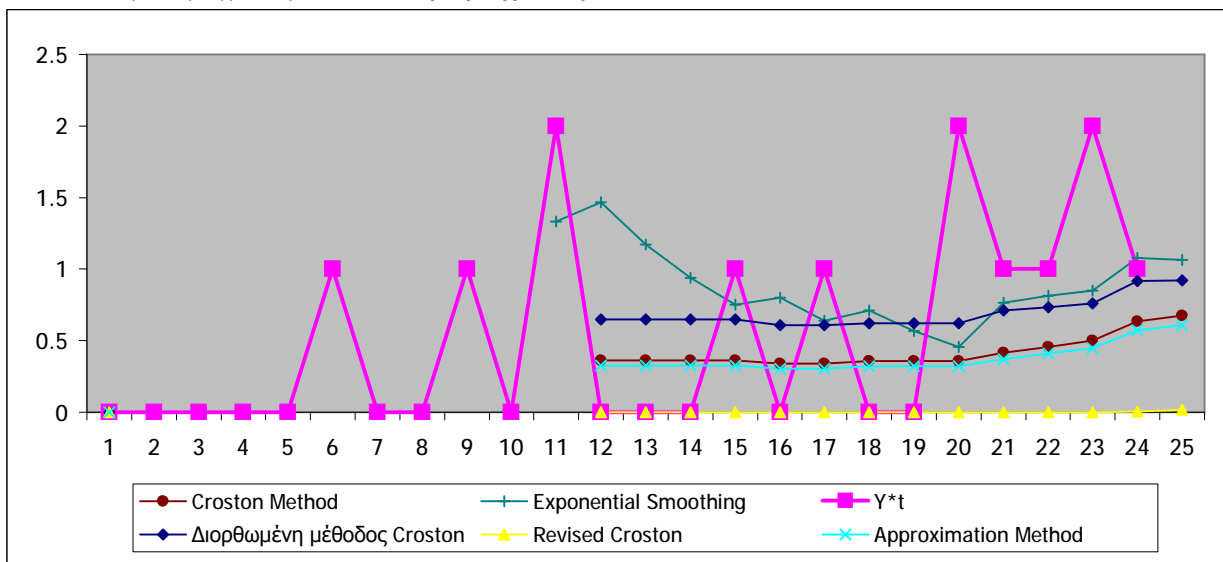
Product Code : PRODUCT- 27  
 Product  
 Descriptio KANTPAN

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error				
								Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et
Totals	13	10									0.27	-0.12	-0.01	0.31	0.69

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 0.519928  
 σ 0.72  
 Correlation -0.66456  
 Covariance -0.54167  
 Average 0.541667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.01 Διορθωμένη μέθοδος Croston



Product Code : PRODUCT- 28  
 Product  
 Descriptio ΣΚΟΥΠΙΑ

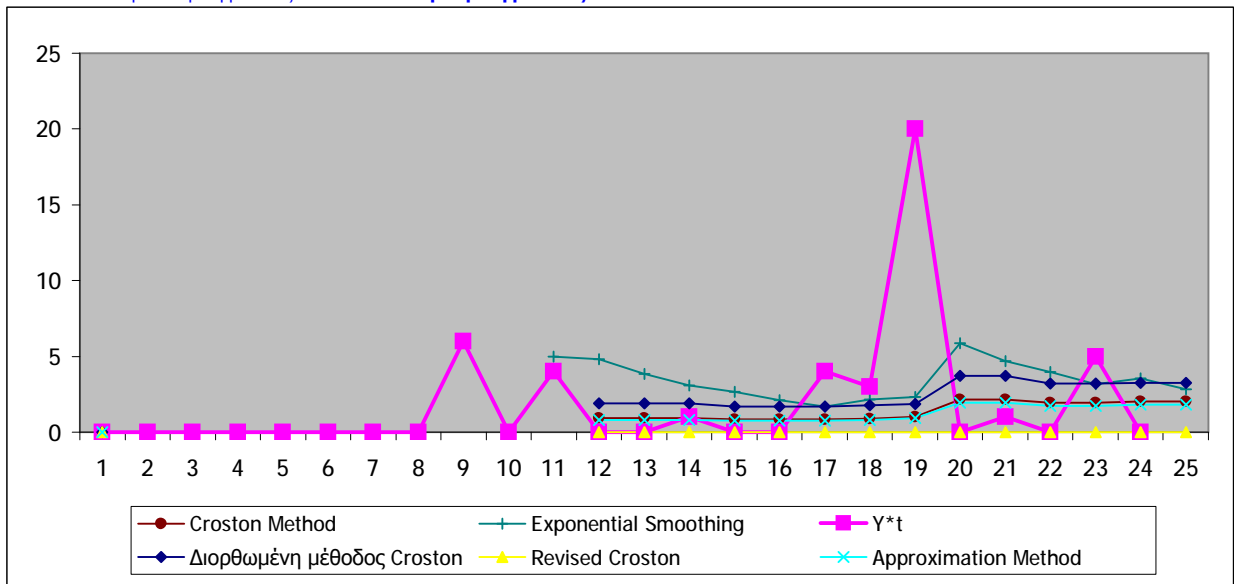
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
								Y't	Y't	Y't					
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan					
Error															
et et et et et															
Dem 1	0	1	0												
Dem 2	0	2	0												
Dem 3	0	3	0												
Dem 4	0	4	0												
Dem 5	0	5	0												
Dem 6	0	6	0												
Dem 7	0	7	0												
Dem 8	0	8	0												
Dem 9	6	1	1												
Dem 10	0	2	0				5.0000								
Dem 11	4	1	1	5.00	5.50	0.9091	4.8000	1.8942	0.8182	0.0000					
Dem 12	0	2	0	5.00	5.50	0.9091	3.8400	1.8942	0.8182	0.0000	-0.91	-3.84	-1.89	-0.82	0.00
Dem 13	0	3	0	5.00	5.50	0.9091	3.0720	1.8942	0.8182	0.0000	-0.91	-3.07	-1.89	-0.82	0.00
Dem 14	1	1	1	4.20	5.00	0.8400	2.6576	1.6899	0.7560	0.0000	0.16	-1.66	-0.69	0.24	1.00
Dem 15	0	2	0	4.20	5.00	0.8400	2.1261	1.6899	0.7560	0.0000	-0.84	-2.13	-1.69	-0.76	0.00
Dem 16	0	3	0	4.20	5.00	0.8400	1.7009	1.6899	0.7560	0.0000	-0.84	-1.70	-1.69	-0.76	0.00
Dem 17	4	1	1	4.16	4.60	0.9043	2.1607	1.7634	0.8139	0.0000	3.10	1.84	2.24	3.19	4.00
Dem 18	3	1	1	3.93	3.88	1.0124	2.3286	1.8492	0.9111	0.0000	1.99	0.67	1.15	2.09	3.00
Dem 19	20	1	1	7.14	3.30	2.1617	5.8628	3.7049	1.9456	0.0002	17.84	14.14	16.30	18.05	20.00
Dem 20	0	2	0	7.14	3.30	2.1617	4.6903	3.7049	1.9456	0.0002	-2.16	-4.69	-3.70	-1.95	0.00
Dem 21	1	1	1	5.91	3.04	1.9433	3.9522	3.2213	1.7490	0.0005	-0.94	-2.95	-2.22	-0.75	1.00
Dem 22	0	2	0	5.91	3.04	1.9433	3.1618	3.2213	1.7490	0.0005	-1.94	-3.16	-3.22	-1.75	0.00
Dem 23	5	1	1	5.73	2.83	2.0219	3.5294	3.2548	1.8197	0.0012	2.98	1.47	1.75	3.18	5.00
Dem 24	0	2	0	5.73	2.83	2.0219	2.8235	3.2548	1.8197	0.0012	-2.02	-2.82	-3.25	-1.82	0.00
Totals	44		8								1.19	-0.61	0.09	1.33	2.62

Στατιστικά Δείγματα

Var 18.4058  
 σ 4.29  
 Correlation -0.34955  
 Covariance -2.90278  
 Average 1.833333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.09 Διορθωμένη μέθοδος Croston



Product Code : PRODUCT-29

c= 100

Product

Descriptio ΜΑΚΤΡΟΝ ΥΑΛΟΚΑΘΑΡΙΣΤΗΡΟΣ

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't
Error																
et																
Dem 1	0	1	0													
Dem 2	0	2	0													
Dem 3	0	3	0													
Dem 4	0	4	0													
Dem 5	0	5	0													
Dem 6	0	6	0													
Dem 7	6	1	1													
Dem 8	2	1	1													
Dem 9	0	2	0													
Dem 10	0	3	0					4.0000								
Dem 11	0	4	0	4.00	5.50	0.7273	3.2000	1.5153	0.6545	0.0000						
Dem 12	0	5	0	4.00	5.50	0.7273	2.5600	1.5153	0.6545	0.0000	-0.73	-2.56	-1.52	-0.65	0.00	
Dem 13	0	6	0	4.00	5.50	0.7273	2.0480	1.5153	0.6545	0.0000	-0.73	-2.05	-1.52	-0.65	0.00	
Dem 14	4	1	1	4.00	5.60	0.7143	2.4384	1.4981	0.6429	0.0000	3.29	1.56	2.50	3.36	4.00	
Dem 15	0	2	0	4.00	5.60	0.7143	1.9507	1.4981	0.6429	0.0000	-0.71	-1.95	-1.50	-0.64	0.00	
Dem 16	0	3	0	4.00	5.60	0.7143	1.5606	1.4981	0.6429	0.0000	-0.71	-1.56	-1.50	-0.64	0.00	
Dem 17	2	1	1	3.60	5.08	0.7087	1.6485	1.4341	0.6378	0.0000	1.29	0.35	0.57	1.36	2.00	
Dem 18	8	1	1	4.48	4.26	1.0507	2.9188	1.9905	0.9456	0.0000	6.95	5.08	6.01	7.05	8.00	
Dem 19	0	2	0	4.48	4.26	1.0507	2.3350	1.9905	0.9456	0.0000	-1.05	-2.34	-1.99	-0.95	0.00	
Dem 20	0	3	0	4.48	4.26	1.0507	1.8680	1.9905	0.9456	0.0000	-1.05	-1.87	-1.99	-0.95	0.00	
Dem 21	1	1	1	3.78	4.01	0.9434	1.6944	1.7456	0.8490	0.0000	0.06	-0.69	-0.75	0.15	1.00	
Dem 22	0	2	0	3.78	4.01	0.9434	1.3555	1.7456	0.8490	0.0000	-0.94	-1.36	-1.75	-0.85	0.00	
Dem 23	6	1	1	4.23	3.61	1.1713	2.2844	2.0795	1.0542	0.0000	4.83	3.72	3.92	4.95	6.00	
Dem 24	4	1	1	4.18	3.09	1.3546	2.6275	2.2585	1.2191	0.0003	2.65	1.37	1.74	2.78	4.00	
Totals	33		8								1.01	-0.18	0.17	1.10	1.92	

Στατιστικά Δείγματος

Var 5.722826

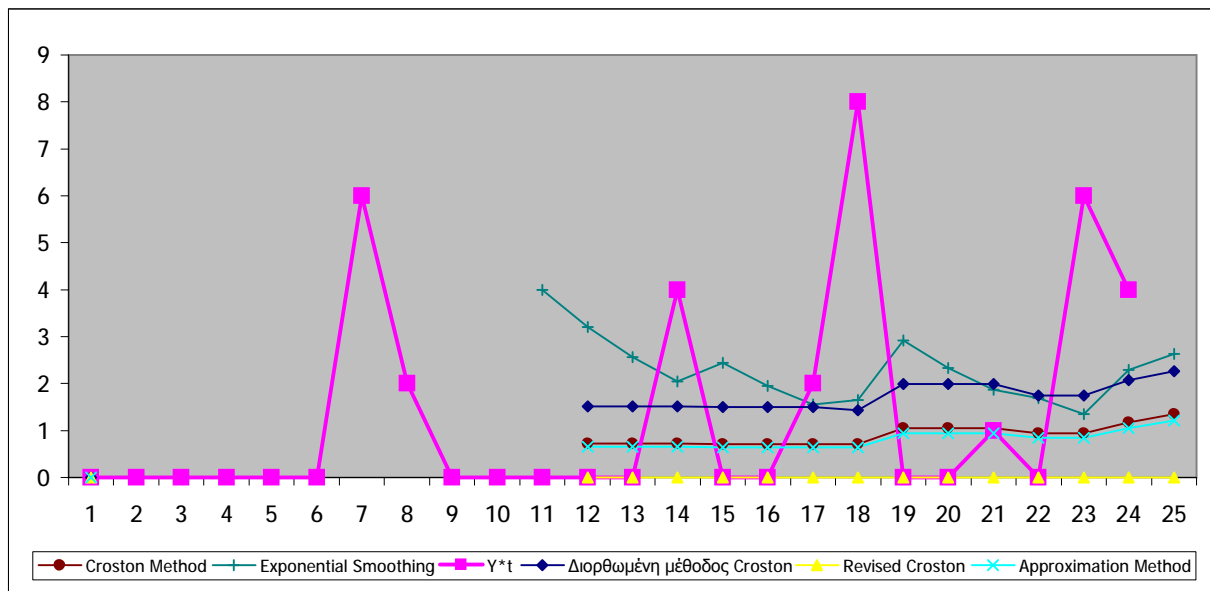
σ 2.39

Correlation -0.55448

Covariance -2.11979

Average 1.375

Προτεινόμενη μέθοδος 0.17 Διορθωμένη μέθοδος Croston



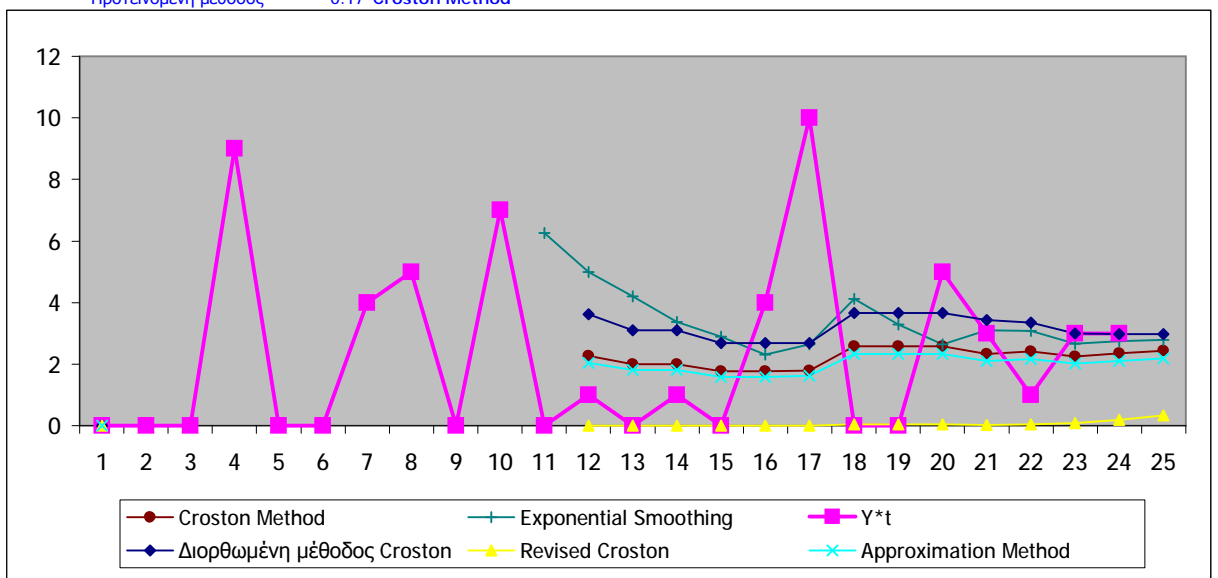
Product Code : PRODUCT- 30  
 Product  
 Descriptio IMANTΑΣ ΔΥΝΑΜΟ

c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston		
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't		
Error															
et															
et															
et															
et															
et															
Dem 1	0	1	0												
Dem 2	0	2	0												
Dem 3	0	3	0												
Dem 4	9	1	1												
Dem 5	0	2	0												
Dem 6	0	3	0												
Dem 7	4	1	1												
Dem 8	5	1	1												
Dem 9	0	2	0												
Dem 10	7	1	1				6.2500								
Dem 11	0	2	0	6.25	2.75	2.2727	5.0000	3.6129	2.0455	0.0020					
Dem 12	1	1	1	5.20	2.60	2.0000	4.2000	3.1054	1.8000	0.0033	-1.00	-3.20	-2.11	-0.80	1.00
Dem 13	0	2	0	5.20	2.60	2.0000	3.3600	3.1054	1.8000	0.0033	-2.00	-3.36	-3.11	-1.80	0.00
Dem 14	1	1	1	4.36	2.48	1.7581	2.8880	2.6757	1.5823	0.0048	-0.76	-1.89	-1.68	-0.58	1.00
Dem 15	0	2	0	4.36	2.48	1.7581	2.3104	2.6757	1.5823	0.0048	-1.76	-2.31	-2.68	-1.58	0.00
Dem 16	4	1	1	4.29	2.38	1.7987	2.6483	2.6917	1.6188	0.0073	2.20	1.35	1.31	2.38	3.99
Dem 17	10	1	1	5.43	2.11	2.5771	4.1187	3.6557	2.3194	0.0331	7.42	5.88	6.34	7.68	9.97
Dem 18	0	2	0	5.43	2.11	2.5771	3.2949	3.6557	2.3194	0.0331	-2.58	-3.29	-3.66	-2.32	-0.03
Dem 19	0	3	0	5.43	2.11	2.5771	2.6359	3.6557	2.3194	0.0331	-2.58	-2.64	-3.66	-2.32	-0.03
Dem 20	5	1	1	5.34	2.29	2.3381	3.1088	3.4362	2.1043	0.0143	2.66	1.89	1.56	2.90	4.99
Dem 21	3	1	1	4.88	2.03	2.4034	3.0870	3.3527	2.1630	0.0427	0.60	-0.09	-0.35	0.84	2.96
Dem 22	1	1	1	4.10	1.82	2.2494	2.6696	2.9918	2.0244	0.0927	-1.25	-1.67	-1.99	-1.02	0.91
Dem 23	3	1	1	3.88	1.66	2.3399	2.7357	2.9813	2.1059	0.1872	0.66	0.26	0.02	0.89	2.81
Dem 24	3	1	1	3.70	1.53	2.4264	2.7885	2.9757	2.1837	0.3276	0.57	0.21	0.02	0.82	2.67
Totals	56		13								0.17	-0.68	-0.77	0.39	2.32

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 9.188406  
 σ 3.03  
 Correlation -0.60339  
 Covariance -1.26389  
 Average 2.333333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.17 Croston Method



Product Code : PRODUCT- 31

c= 100

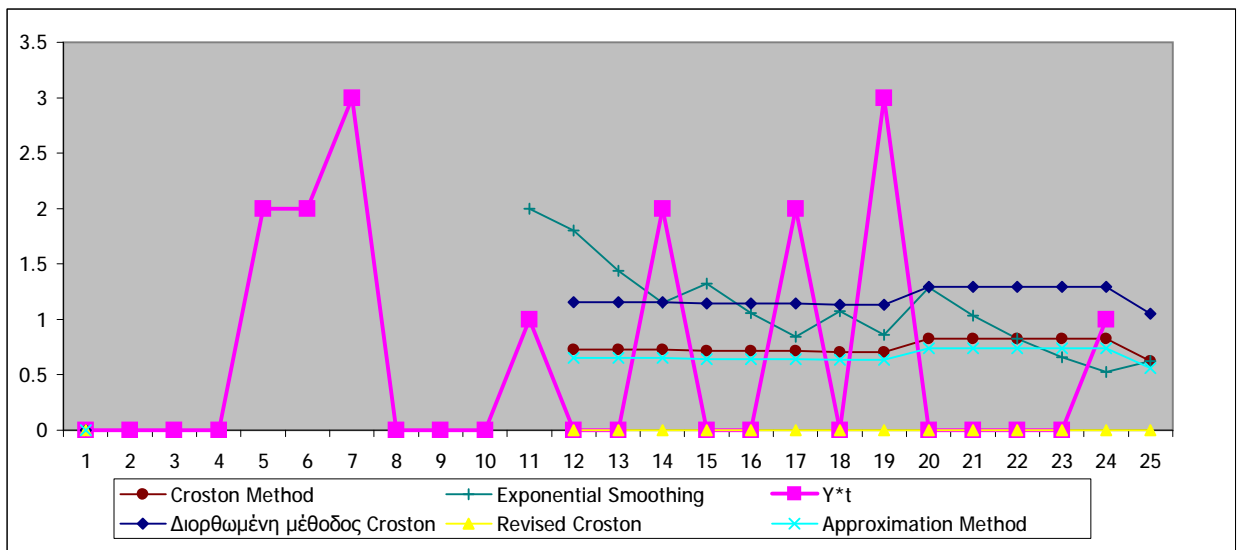
Product  
Descriptio ΧΕΙΡΟΛΑΒΗ ΟΦΟΡΗΣ

a= 0.2								Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan		et	et	et	et	et
Dem 1	0	1	0													
Dem 2	0	2	0													
Dem 3	0	3	0													
Dem 4	0	4	0													
Dem 5	2	1	1													
Dem 6	2	1	1													
Dem 7	3	1	1													
Dem 8	0	2	0													
Dem 9	0	3	0													
Dem 10	0	4	0				2.0000									
Dem 11	1	1	1	2.00	2.75	0.7273	1.8000	1.1561	0.6545	0.0006						
Dem 12	0	2	0	2.00	2.75	0.7273	1.4400	1.1561	0.6545	0.0006	-0.73	-1.44	-1.16	-0.65	0.00	
Dem 13	0	3	0	2.00	2.75	0.7273	1.1520	1.1561	0.6545	0.0006	-0.73	-1.15	-1.16	-0.65	0.00	
Dem 14	2	1	1	2.00	2.80	0.7143	1.3216	1.1440	0.6429	0.0005	1.29	0.68	0.86	1.36	2.00	
Dem 15	0	2	0	2.00	2.80	0.7143	1.0573	1.1440	0.6429	0.0005	-0.71	-1.06	-1.14	-0.64	0.00	
Dem 16	0	3	0	2.00	2.80	0.7143	0.8458	1.1440	0.6429	0.0005	-0.71	-0.85	-1.14	-0.64	0.00	
Dem 17	2	1	1	2.00	2.84	0.7042	1.0767	1.1346	0.6338	0.0004	1.30	0.92	0.87	1.37	2.00	
Dem 18	0	2	0	2.00	2.84	0.7042	0.8613	1.1346	0.6338	0.0004	-0.70	-0.86	-1.13	-0.63	0.00	
Dem 19	3	1	1	2.20	2.67	0.8234	1.2891	1.2932	0.7410	0.0010	2.18	1.71	1.71	2.26	3.00	
Dem 20	0	2	0	2.20	2.67	0.8234	1.0312	1.2932	0.7410	0.0010	-0.82	-1.03	-1.29	-0.74	0.00	
Dem 21	0	3	0	2.20	2.67	0.8234	0.8250	1.2932	0.7410	0.0010	-0.82	-0.82	-1.29	-0.74	0.00	
Dem 22	0	4	0	2.20	2.67	0.8234	0.6600	1.2932	0.7410	0.0010	-0.82	-0.66	-1.29	-0.74	0.00	
Dem 23	0	5	0	2.20	2.67	0.8234	0.5280	1.2932	0.7410	0.0010	-0.82	-0.53	-1.29	-0.74	0.00	
Dem 24	1	1	1	1.96	3.14	0.6247	0.6224	1.0485	0.5622	0.0001	0.38	0.38	-0.05	0.44	1.00	
Totals	16		8									-0.13	-0.36	-0.58	-0.06	0.61

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.101449  
σ 1.05  
Correlation -0.65915  
Covariance -0.80556  
Average 0.666667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.06 Approximation Method



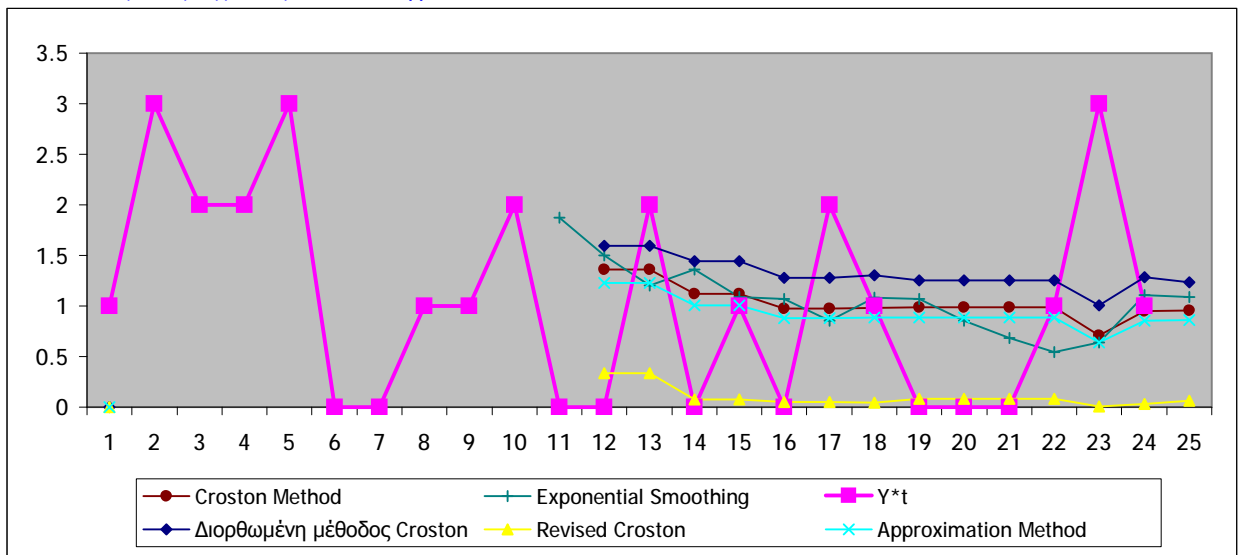
Product Code : PRODUCT- 32  
 Product  
 Descriptio ΒΑΣΗ ΦΑΝΟΥ

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
								Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et	
																Syntetos Boylan
Totals	26	15										-0.16	-0.13	-0.45	-0.06	0.76

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 1.123188  
 σ 1.06  
 Correlation -0.70662  
 Covariance -0.63194  
 Average 1.083333

Προτεινόμενη μέθοδος 0.06 Approximation Method





Product Code : PRODUCT- 33  
 Product  
 Descriptio ΚΡΕΜΑΡΓΙΕΡΑ

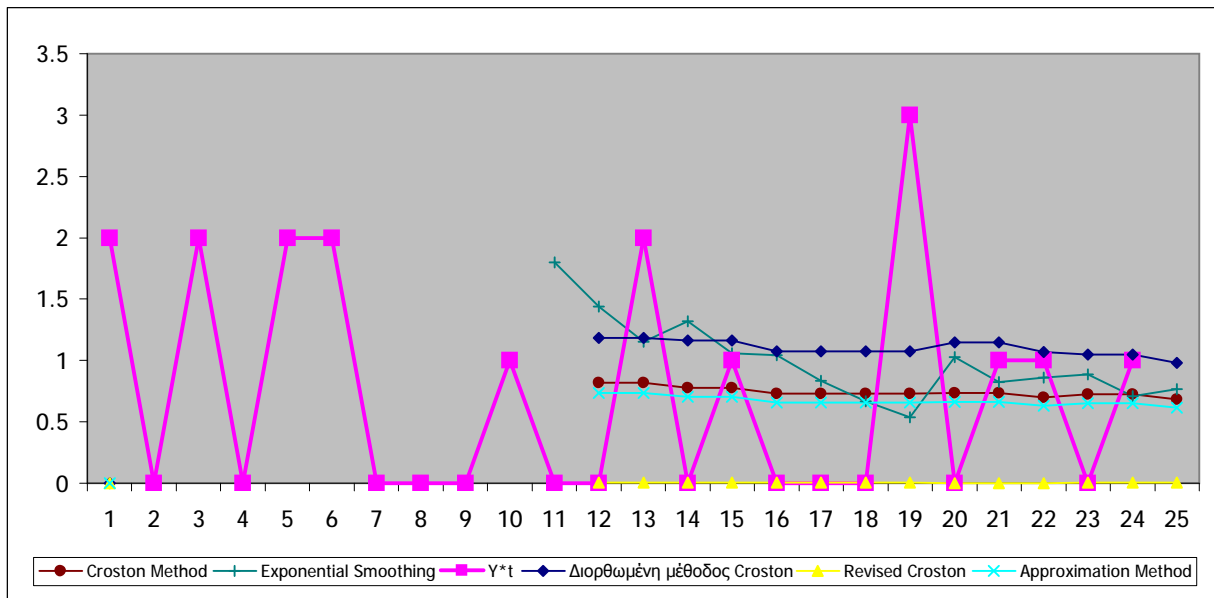
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error								
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	et	et	et	et	et				
Dem 1	2	1	1																
Dem 2	0	2	0																
Dem 3	2	1	1																
Dem 4	0	2	0																
Dem 5	2	1	1																
Dem 6	2	1	1																
Dem 7	0	2	0																
Dem 8	0	3	0																
Dem 9	0	4	0																
Dem 10	1	1	1				1.8000												
Dem 11	0	2	0	1.80	2.20	0.8182	1.4400	1.1827	0.7364	0.0072									
Dem 12	0	3	0	1.80	2.20	0.8182	1.1520	1.1827	0.7364	0.0072	-0.82	-1.15	-1.18	-0.74	-0.01				
Dem 13	2	1	1	1.84	2.36	0.7797	1.3216	1.1617	0.7017	0.0035	1.22	0.68	0.84	1.30	2.00				
Dem 14	0	2	0	1.84	2.36	0.7797	1.0573	1.1617	0.7017	0.0035	-0.78	-1.06	-1.16	-0.70	0.00				
Dem 15	1	1	1	1.67	2.29	0.7308	1.0458	1.0744	0.6577	0.0044	0.27	-0.05	-0.07	0.34	1.00				
Dem 16	0	2	0	1.67	2.29	0.7308	0.8367	1.0744	0.6577	0.0044	-0.73	-0.84	-1.07	-0.66	0.00				
Dem 17	0	3	0	1.67	2.29	0.7308	0.6693	1.0744	0.6577	0.0044	-0.73	-0.67	-1.07	-0.66	0.00				
Dem 18	0	4	0	1.67	2.29	0.7308	0.5355	1.0744	0.6577	0.0044	-0.73	-0.54	-1.07	-0.66	0.00				
Dem 19	3	1	1	1.94	2.63	0.7366	1.0284	1.1494	0.6630	0.0011	2.26	1.97	1.85	2.34	3.00				
Dem 20	0	2	0	1.94	2.63	0.7366	0.8227	1.1494	0.6630	0.0011	-0.74	-0.82	-1.15	-0.66	0.00				
Dem 21	1	1	1	1.75	2.50	0.6988	0.8582	1.0680	0.6289	0.0017	0.30	0.14	-0.07	0.37	1.00				
Dem 22	1	1	1	1.60	2.20	0.7262	0.8865	1.0504	0.6535	0.0063	0.27	0.11	-0.05	0.35	0.99				
Dem 23	0	2	0	1.60	2.20	0.7262	0.7092	1.0504	0.6535	0.0063	-0.73	-0.71	-1.05	-0.65	-0.01				
Dem 24	1	1	1	1.48	2.16	0.6843	0.7674	0.9819	0.6159	0.0070	0.32	0.23	0.02	0.38	0.99				
Totals	18	11									-0.05	-0.21	-0.40	0.03	0.69				

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.891304  
 σ 0.94  
 Correlation -0.71727  
 Covariance -0.625  
 Average 0.75

Προτεινόμενη μέθοδος 0.03 Approximation Method



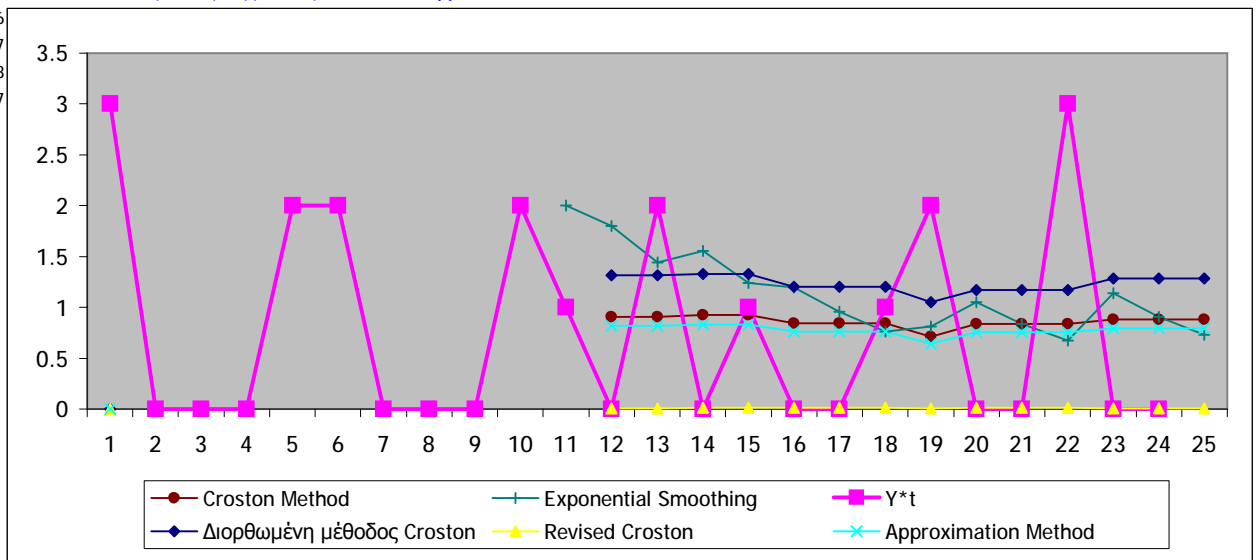
Product Code : PRODUCT- 34  
 Product  
 Descriptio ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
								Y't	Y't	Y't					
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan					
Error															
et et et et et															
Dem 1	3	1	1												
Dem 2	0	2	0												
Dem 3	0	3	0												
Dem 4	0	4	0												
Dem 5	2	1	1												
Dem 6	2	1	1												
Dem 7	0	2	0												
Dem 8	0	3	0												
Dem 9	0	4	0												
Dem 10	2	1	1				2.0000								
Dem 11	1	1	1	2.00	2.20	0.9091	1.8000	1.3141	0.8182	0.0080					
Dem 12	0	2	0	2.00	2.20	0.9091	1.4400	1.3141	0.8182	0.0080	-0.91	-1.44	-1.31	-0.82	
Dem 13	2	1	1	2.00	2.16	0.9259	1.5520	1.3278	0.8333	0.0096	1.07	0.45	0.67	1.17	
Dem 14	0	2	0	2.00	2.16	0.9259	1.2416	1.3278	0.8333	0.0096	-0.93	-1.24	-1.33	-0.83	
Dem 15	1	1	1	1.80	2.13	0.8459	1.1933	1.2051	0.7613	0.0100	0.15	-0.19	-0.21	0.24	
Dem 16	0	2	0	1.80	2.13	0.8459	0.9546	1.2051	0.7613	0.0100	-0.85	-0.95	-1.21	-0.76	
Dem 17	0	3	0	1.80	2.13	0.8459	0.7637	1.2051	0.7613	0.0100	-0.85	-0.76	-1.21	-0.76	
Dem 18	1	1	1	1.64	2.30	0.7123	0.8110	1.0501	0.6411	0.0041	0.29	0.19	-0.05	0.36	
Dem 19	2	1	1	1.71	2.04	0.8384	1.0488	1.1730	0.7546	0.0141	1.16	0.95	0.83	1.25	
Dem 20	0	2	0	1.71	2.04	0.8384	0.8390	1.1730	0.7546	0.0141	-0.84	-0.84	-1.17	-0.75	
Dem 21	0	3	0	1.71	2.04	0.8384	0.6712	1.1730	0.7546	0.0141	-0.84	-0.67	-1.17	-0.75	
Dem 22	3	1	1	1.97	2.23	0.8818	1.1370	1.2831	0.7936	0.0067	2.12	1.86	1.72	2.21	
Dem 23	0	2	0	1.97	2.23	0.8818	0.9096	1.2831	0.7936	0.0067	-0.88	-0.91	-1.28	-0.79	
Dem 24	0	3	0	1.97	2.23	0.8818	0.7277	1.2831	0.7936	0.0067	-0.88	-0.73	-1.28	-0.79	
Totals	19		10								-0.17	-0.33	-0.54	-0.08	

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 1.128623  
 σ 1.06  
 Correlation -0.74587  
 Covariance -0.75868  
 Average 0.791667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.08 Approximation Method



Product Code : PRODUCT- 35  
 Product  
 Descriptio Φ/ΛΑΝΤΖΑ

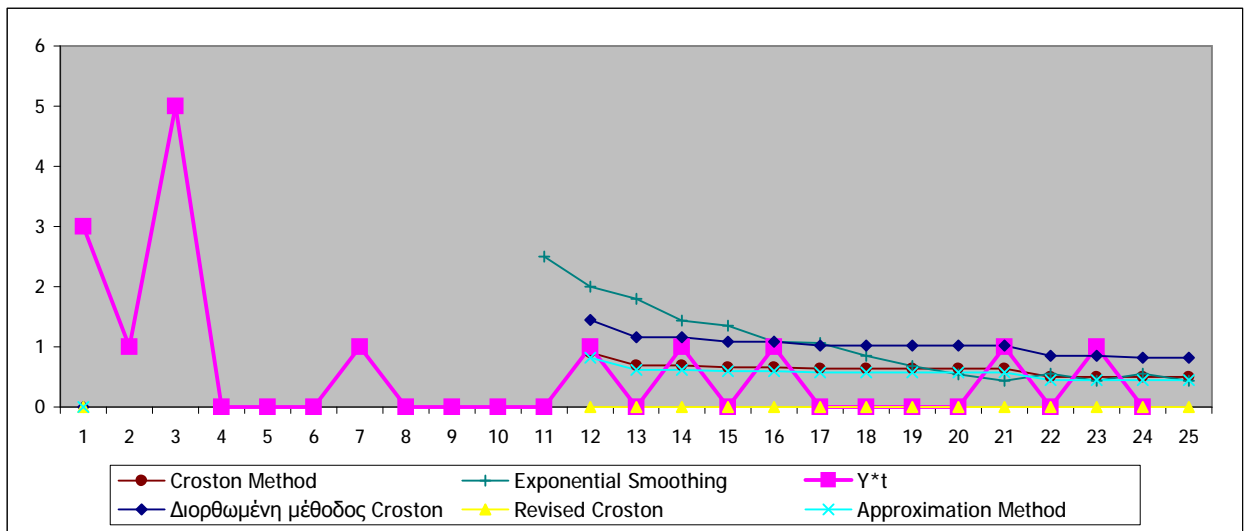
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error									
								Syntetos Boylan	Approximation Method	Revised Croston	et	et	et	et	et					
Dem 1	3	1	1																	
Dem 2	1	1	1																	
Dem 3	5	1	1																	
Dem 4	0	2	0																	
Dem 5	0	3	0																	
Dem 6	0	4	0																	
Dem 7	1	1	1																	
Dem 8	0	2	0																	
Dem 9	0	3	0																	
Dem 10	0	4	0				2.5000													
Dem 11	0	5	0	2.50	2.75	0.9091	2.0000	1.4451	0.8182	0.0008										
Dem 12	1	1	1	2.20	3.20	0.6875	1.8000	1.1632	0.6188	0.0001	0.31	-0.80	-0.16	0.38	1.00					
Dem 13	0	2	0	2.20	3.20	0.6875	1.4400	1.1632	0.6188	0.0001	-0.69	-1.44	-1.16	-0.62	0.00					
Dem 14	1	1	1	1.96	2.96	0.6622	1.3520	1.0852	0.5959	0.0002	0.34	-0.35	-0.09	0.40	1.00					
Dem 15	0	2	0	1.96	2.96	0.6622	1.0816	1.0852	0.5959	0.0002	-0.66	-1.08	-1.09	-0.60	0.00					
Dem 16	1	1	1	1.77	2.77	0.6387	1.0653	1.0181	0.5749	0.0005	0.36	-0.07	-0.02	0.43	1.00					
Dem 17	0	2	0	1.77	2.77	0.6387	0.8522	1.0181	0.5749	0.0005	-0.64	-0.85	-1.02	-0.57	0.00					
Dem 18	0	3	0	1.77	2.77	0.6387	0.6818	1.0181	0.5749	0.0005	-0.64	-0.68	-1.02	-0.57	0.00					
Dem 19	0	4	0	1.77	2.77	0.6387	0.5454	1.0181	0.5749	0.0005	-0.64	-0.55	-1.02	-0.57	0.00					
Dem 20	0	5	0	1.77	2.77	0.6387	0.4363	1.0181	0.5749	0.0005	-0.64	-0.44	-1.02	-0.57	0.00					
Dem 21	1	1	1	1.61	3.21	0.5022	0.5491	0.8513	0.4520	0.0001	0.50	0.45	0.15	0.55	1.00					
Dem 22	0	2	0	1.61	3.21	0.5022	0.4393	0.8513	0.4520	0.0001	-0.50	-0.44	-0.85	-0.45	0.00					
Dem 23	1	1	1	1.49	2.97	0.5019	0.5514	0.8239	0.4517	0.0002	0.50	0.45	0.18	0.55	1.00					
Dem 24	0	2	0	1.49	2.97	0.5019	0.4411	0.8239	0.4517	0.0002	-0.50	-0.44	-0.82	-0.45	0.00					
Totals	15	9	9								-0.22	-0.48	-0.61	-0.16	0.38					

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.375  
 σ 1.17  
 Correlation -0.52391  
 Covariance -0.78125  
 Average 0.625

Προτεινόμενη μέθοδος 0.16 Approximation Method



Product Code : PRODUCT- 36

c= 100

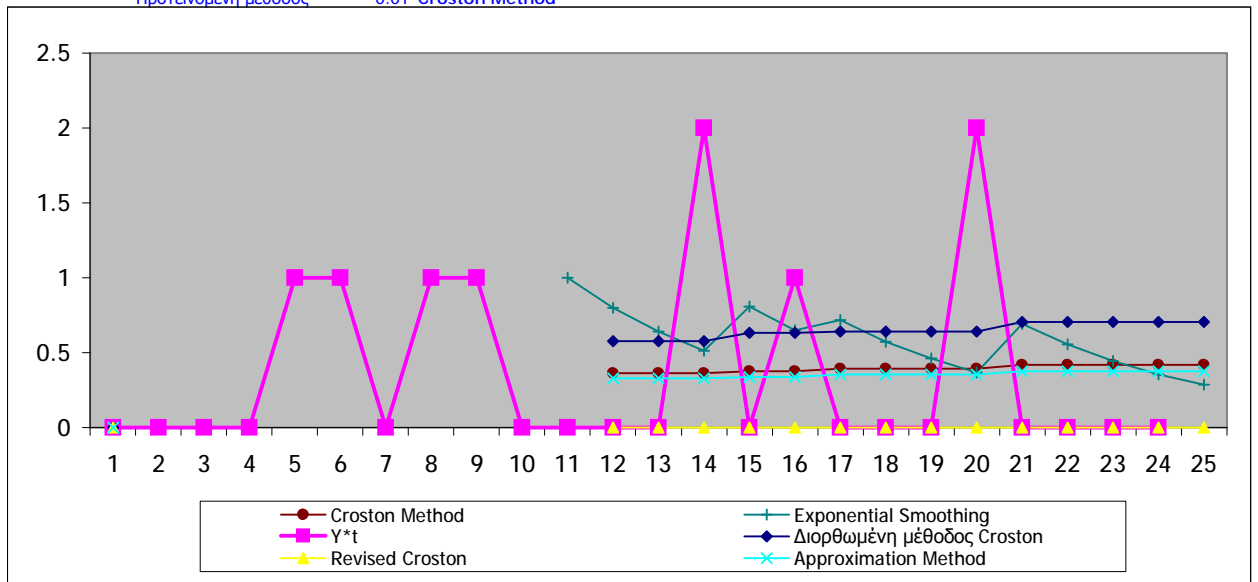
Product  
Descriptio ΒΑΣΗ

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error								
								Croston Method	Exponential Smoothing	Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston			
																	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan
a= 0.2																			
Dem 1	0	1	0																
Dem 2	0	2	0																
Dem 3	0	3	0																
Dem 4	0	4	0																
Dem 5	1	1	1																
Dem 6	1	1	1																
Dem 7	0	2	0																
Dem 8	1	1	1																
Dem 9	1	1	1																
Dem 10	0	2	0				1.0000												
Dem 11	0	3	0	1.00	2.75	0.3636	0.8000	0.5781	0.3273	0.0003									
Dem 12	0	4	0	1.00	2.75	0.3636	0.6400	0.5781	0.3273	0.0003	-0.36	-0.64	-0.58	-0.33	0.00				
Dem 13	0	5	0	1.00	2.75	0.3636	0.5120	0.5781	0.3273	0.0003	-0.36	-0.51	-0.58	-0.33	0.00				
Dem 14	2	1	1	1.20	3.20	0.3750	0.8096	0.6344	0.3375	0.0000	1.63	1.19	1.37	1.66	2.00				
Dem 15	0	2	0	1.20	3.20	0.3750	0.6477	0.6344	0.3375	0.0000	-0.38	-0.65	-0.63	-0.34	0.00				
Dem 16	1	1	1	1.16	2.96	0.3919	0.7181	0.6423	0.3527	0.0001	0.61	0.28	0.36	0.65	1.00				
Dem 17	0	2	0	1.16	2.96	0.3919	0.5745	0.6423	0.3527	0.0001	-0.39	-0.57	-0.64	-0.35	0.00				
Dem 18	0	3	0	1.16	2.96	0.3919	0.4596	0.6423	0.3527	0.0001	-0.39	-0.46	-0.64	-0.35	0.00				
Dem 19	0	4	0	1.16	2.96	0.3919	0.3677	0.6423	0.3527	0.0001	-0.39	-0.37	-0.64	-0.35	0.00				
Dem 20	2	1	1	1.33	3.17	0.4192	0.6942	0.7063	0.3773	0.0001	1.58	1.31	1.29	1.62	2.00				
Dem 21	0	2	0	1.33	3.17	0.4192	0.5553	0.7063	0.3773	0.0001	-0.42	-0.56	-0.71	-0.38	0.00				
Dem 22	0	3	0	1.33	3.17	0.4192	0.4443	0.7063	0.3773	0.0001	-0.42	-0.44	-0.71	-0.38	0.00				
Dem 23	0	4	0	1.33	3.17	0.4192	0.3554	0.7063	0.3773	0.0001	-0.42	-0.36	-0.71	-0.38	0.00				
Dem 24	0	5	0	1.33	3.17	0.4192	0.2843	0.7063	0.3773	0.0001	-0.42	-0.28	-0.71	-0.38	0.00				
Totals	9	7									-0.01	-0.16	-0.27	0.03	0.38				

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.418478  
σ 0.65  
Correlation -0.6354  
Covariance -0.53125  
Average 0.375

Προτεινόμενη μέθοδος 0.01 Croston Method



Product Code : PRODUCT- 37

c= 100

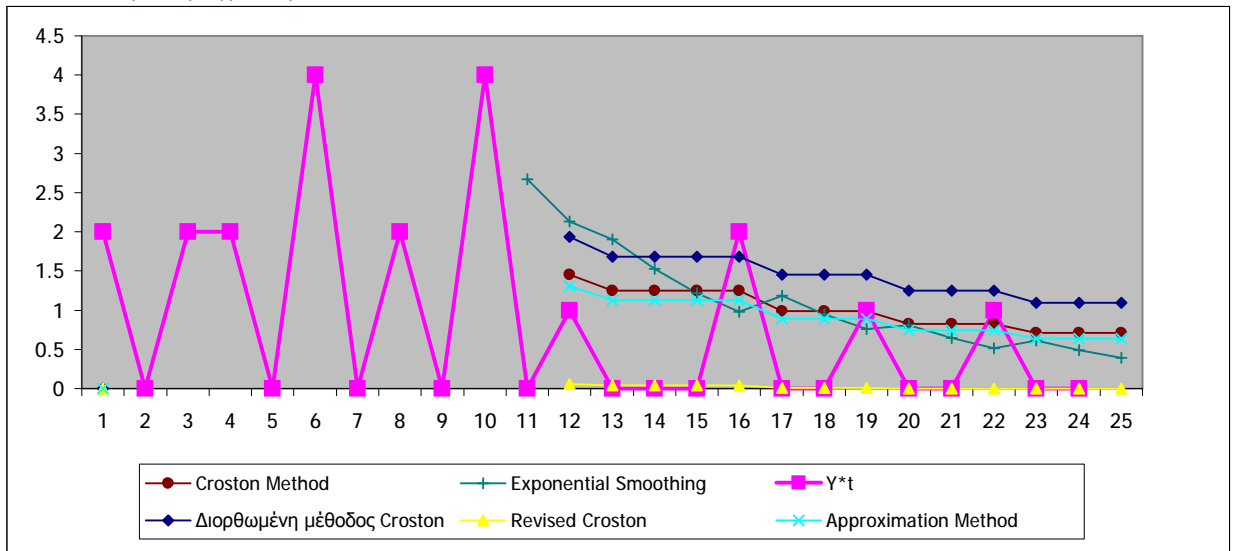
Product  
Descriptio ΒΑΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
								Y't	Y't	Y't					
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan					
a= 0.2															
Error															
et et et et et															
Dem 1	2	1	1												
Dem 2	0	2	0												
Dem 3	2	1	1												
Dem 4	2	1	1												
Dem 5	0	2	0												
Dem 6	4	1	1												
Dem 7	0	2	0												
Dem 8	2	1	1												
Dem 9	0	2	0												
Dem 10	4	1	1				2.6667								
Dem 11	0	2	0	2.67	1.83	1.4545	2.1333	1.9396	1.3091	0.0575					
Dem 12	1	1	1	2.33	1.87	1.2500	1.9067	1.6804	1.1250	0.0431	-0.25	-0.91	-0.68	-0.13	0.96
Dem 13	0	2	0	2.33	1.87	1.2500	1.5253	1.6804	1.1250	0.0431	-1.25	-1.53	-1.68	-1.13	-0.04
Dem 14	0	3	0	2.33	1.87	1.2500	1.2203	1.6804	1.1250	0.0431	-1.25	-1.22	-1.68	-1.13	-0.04
Dem 15	0	4	0	2.33	1.87	1.2500	0.9762	1.6804	1.1250	0.0431	-1.25	-0.98	-1.68	-1.13	-0.04
Dem 16	2	1	1	2.27	2.29	0.9884	1.1810	1.4547	0.8895	0.0059	1.01	0.82	0.55	1.11	1.99
Dem 17	0	2	0	2.27	2.29	0.9884	0.9448	1.4547	0.8895	0.0059	-0.99	-0.94	-1.45	-0.89	-0.01
Dem 18	0	3	0	2.27	2.29	0.9884	0.7558	1.4547	0.8895	0.0059	-0.99	-0.76	-1.45	-0.89	-0.01
Dem 19	1	1	1	2.01	2.43	0.8269	0.8047	1.2487	0.7442	0.0027	0.17	0.20	-0.25	0.26	1.00
Dem 20	0	2	0	2.01	2.43	0.8269	0.6437	1.2487	0.7442	0.0027	-0.83	-0.64	-1.25	-0.74	0.00
Dem 21	0	3	0	2.01	2.43	0.8269	0.5150	1.2487	0.7442	0.0027	-0.83	-0.51	-1.25	-0.74	0.00
Dem 22	1	1	1	1.81	2.55	0.7107	0.6120	1.0941	0.6396	0.0015	0.29	0.39	-0.09	0.36	1.00
Dem 23	0	2	0	1.81	2.55	0.7107	0.4896	1.0941	0.6396	0.0015	-0.71	-0.49	-1.09	-0.64	0.00
Dem 24	0	3	0	1.81	2.55	0.7107	0.3917	1.0941	0.6396	0.0015	-0.71	-0.39	-1.09	-0.64	0.00
Totals	21	10									-0.58	-0.54	-1.01	-0.49	0.37

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.592391  
σ 1.26  
Correlation -0.69456  
Covariance -0.72917  
Average 0.875

Προτεινόμενη μέθοδος 0.37 Revised Croston



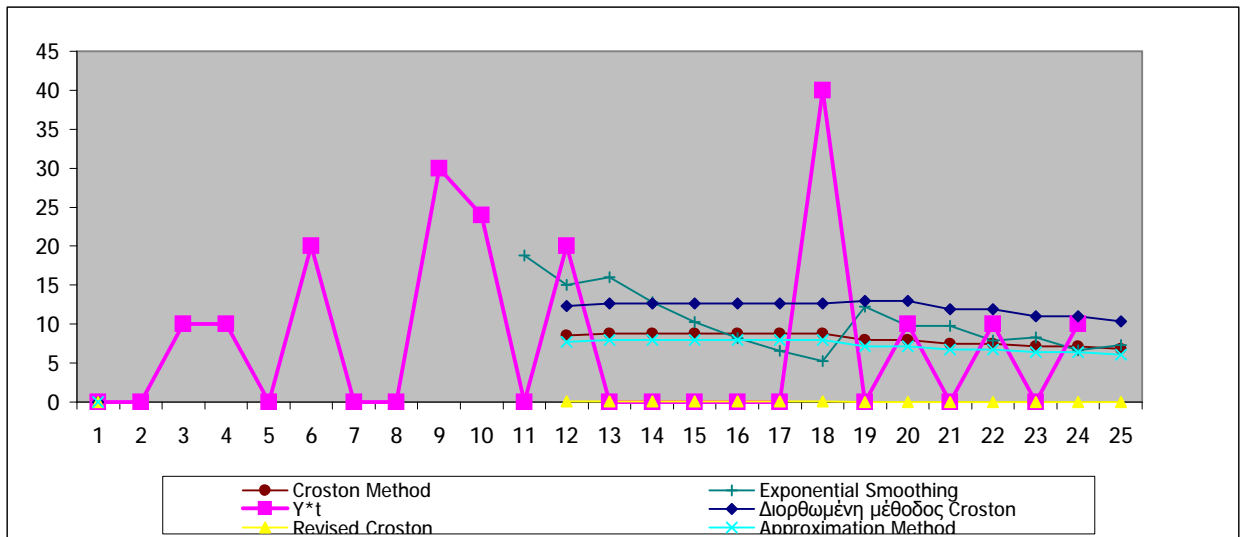
Product Code : PRODUCT- 38  
 Product  
 Descriptio ΜΠΟΥΖΙ

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος			Error									
								Croston Method	Exponential Smoothing	Approximation Method	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston					
								Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et					
Dem 1	0	1	0																	
Dem 2	0	2	0																	
Dem 3	10	1	1																	
Dem 4	10	1	1																	
Dem 5	0	2	0																	
Dem 6	20	1	1				18.8000													
Dem 7	0	2	0																	
Dem 8	0	3	0																	
Dem 9	30	1	1																	
Dem 10	24	1	1																	
Dem 11	0	2	0	18.80	2.20	8.5455	15.0400	12.3525	7.6909	0.0748										
Dem 12	20	1	1	19.04	2.16	8.8148	16.0320	12.6404	7.9333	0.0911	11.19	3.97	7.36	12.07	19.91					
Dem 13	0	2	0	19.04	2.16	8.8148	12.8256	12.6404	7.9333	0.0911	-8.81	-12.83	-12.64	-7.93	-0.09					
Dem 14	0	3	0	19.04	2.16	8.8148	10.2605	12.6404	7.9333	0.0911	-8.81	-10.26	-12.64	-7.93	-0.09					
Dem 15	0	4	0	19.04	2.16	8.8148	8.2084	12.6404	7.9333	0.0911	-8.81	-8.21	-12.64	-7.93	-0.09					
Dem 16	0	5	0	19.04	2.16	8.8148	6.5667	12.6404	7.9333	0.0911	-8.81	-6.57	-12.64	-7.93	-0.09					
Dem 17	0	6	0	19.04	2.16	8.8148	5.2534	12.6404	7.9333	0.0911	-8.81	-5.25	-12.64	-7.93	-0.09					
Dem 18	40	1	1	23.23	2.93	7.9344	12.2027	12.9453	7.1410	0.0032	32.07	27.80	27.05	32.86	40.00					
Dem 19	0	2	0	23.23	2.93	7.9344	9.7622	12.9453	7.1410	0.0032	-7.93	-9.76	-12.95	-7.14	0.00					
Dem 20	10	1	1	20.59	2.74	7.5064	9.8097	11.9189	6.7558	0.0067	2.49	0.19	-1.92	3.24	9.99					
Dem 21	0	2	0	20.59	2.74	7.5064	7.8478	11.9189	6.7558	0.0067	-7.51	-7.85	-11.92	-6.76	-0.01					
Dem 22	10	1	1	18.47	2.59	7.1199	8.2782	11.0442	6.4079	0.0120	2.88	1.72	-1.04	3.59	9.99					
Dem 23	0	2	0	18.47	2.59	7.1199	6.6226	11.0442	6.4079	0.0120	-7.12	-6.62	-11.04	-6.41	-0.01					
Dem 24	10	1	1	16.77	2.48	6.7773	7.2981	10.3061	6.0996	0.0188	3.22	2.70	-0.31	3.90	9.98					
Totals	184		10								-1.14	-2.38	-5.23	-0.33	6.88					

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 128.9275  
 σ 11.35  
 Correlation -0.52138  
 Covariance -7.66667  
 Average 7.66667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.33 Approximation Method



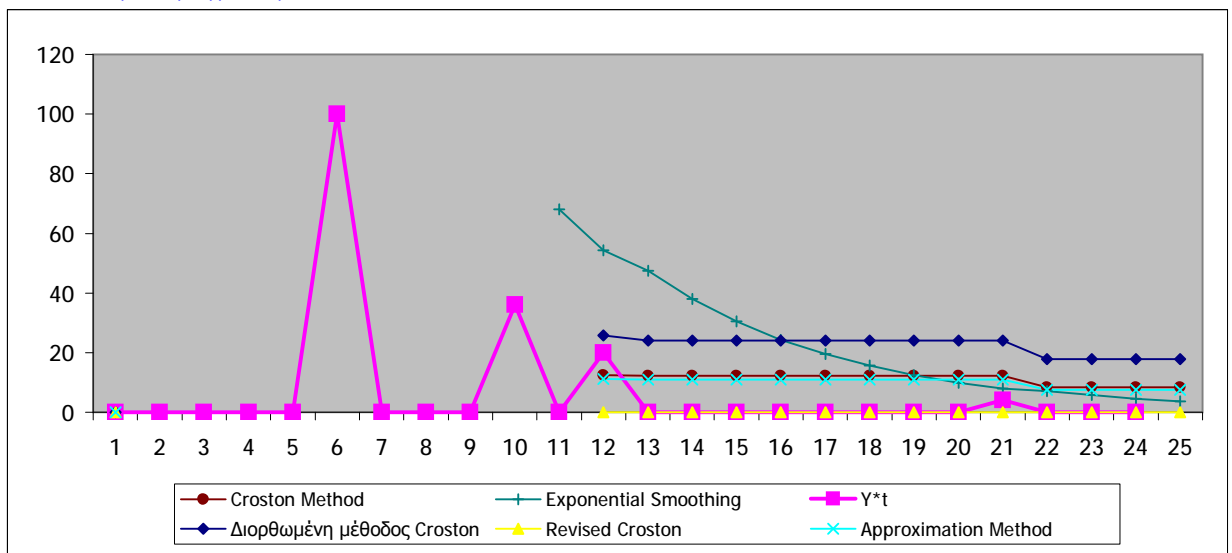
Product Code : PRODUCT- 39  
 Product  
 Descriptio ΜΠΟΥΖΙ

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error								
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	et	et	et	et	et				
Dem 1	0	1	0																
Dem 2	0	2	0																
Dem 3	0	3	0																
Dem 4	0	4	0																
Dem 5	0	5	0																
Dem 6	100	1	1																
Dem 7	0	2	0																
Dem 8	0	3	0																
Dem 9	0	4	0																
Dem 10	36	1	1				68.0000												
Dem 11	0	2	0	68.00	5.50	12.3636	54.4000	25.7606	11.1273	0.0000									
Dem 12	20	1	1	58.40	4.80	12.1667	47.5200	24.1071	10.9500	0.0000	7.83	-27.52	-4.11	9.05	20.00				
Dem 13	0	2	0	58.40	4.80	12.1667	38.0160	24.1071	10.9500	0.0000	-12.17	-38.02	-24.11	-10.95	0.00				
Dem 14	0	3	0	58.40	4.80	12.1667	30.4128	24.1071	10.9500	0.0000	-12.17	-30.41	-24.11	-10.95	0.00				
Dem 15	0	4	0	58.40	4.80	12.1667	24.3302	24.1071	10.9500	0.0000	-12.17	-24.33	-24.11	-10.95	0.00				
Dem 16	0	5	0	58.40	4.80	12.1667	19.4642	24.1071	10.9500	0.0000	-12.17	-19.46	-24.11	-10.95	0.00				
Dem 17	0	6	0	58.40	4.80	12.1667	15.5714	24.1071	10.9500	0.0000	-12.17	-15.57	-24.11	-10.95	0.00				
Dem 18	0	7	0	58.40	4.80	12.1667	12.4571	24.1071	10.9500	0.0000	-12.17	-12.46	-24.11	-10.95	0.00				
Dem 19	0	8	0	58.40	4.80	12.1667	9.9657	24.1071	10.9500	0.0000	-12.17	-9.97	-24.11	-10.95	0.00				
Dem 20	0	9	0	58.40	4.80	12.1667	7.9725	24.1071	10.9500	0.0000	-12.17	-7.97	-24.11	-10.95	0.00				
Dem 21	4	1	1	47.52	5.64	8.4255	7.1780	17.7164	7.5830	0.0000	-4.43	-3.18	-13.72	-3.58	4.00				
Dem 22	0	2	0	47.52	5.64	8.4255	5.7424	17.7164	7.5830	0.0000	-8.43	-5.74	-17.72	-7.58	0.00				
Dem 23	0	3	0	47.52	5.64	8.4255	4.5939	17.7164	7.5830	0.0000	-8.43	-4.59	-17.72	-7.58	0.00				
Dem 24	0	4	0	47.52	5.64	8.4255	3.6751	17.7164	7.5830	0.0000	-8.43	-3.68	-17.72	-7.58	0.00				
Totals	160		4								-9.17	-15.61	-20.29	-8.07	1.85				

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 462.8406  
 σ 21.51  
 Correlation -0.35101  
 Covariance -16.3889  
 Average 6.666667

Προτεινόμενη μέθοδος 1.85 Revised Croston



Product Code : PRODUCT- 40  
 Product  
 Descriptio ANTAIA

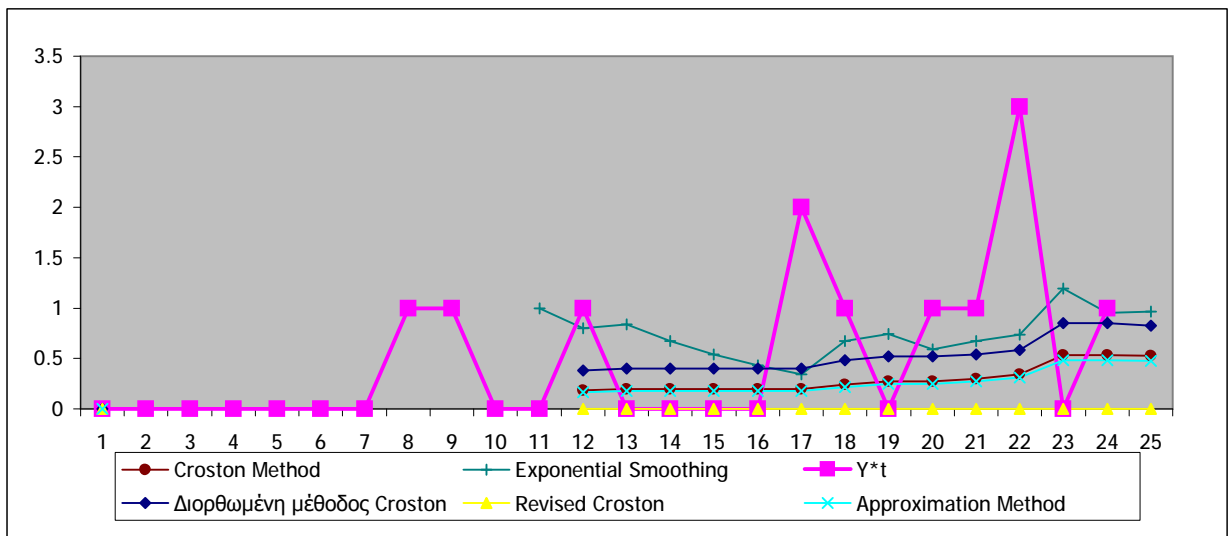
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error								
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	et	et	et	et	et				
Dem 1	0	1	0																
Dem 2	0	2	0																
Dem 3	0	3	0																
Dem 4	0	4	0																
Dem 5	0	5	0																
Dem 6	0	6	0																
Dem 7	0	7	0																
Dem 8	1	1	1																
Dem 9	1	1	1																
Dem 10	0	2	0				1.0000												
Dem 11	0	3	0	1.00	5.50	0.1818	0.8000	0.3788	0.1636	0.0000									
Dem 12	1	1	1	1.00	5.00	0.2000	0.8400	0.4024	0.1800	0.0000	0.80	0.16	0.60	0.82	1.00				
Dem 13	0	2	0	1.00	5.00	0.2000	0.6720	0.4024	0.1800	0.0000	-0.20	-0.67	-0.40	-0.18	0.00				
Dem 14	0	3	0	1.00	5.00	0.2000	0.5376	0.4024	0.1800	0.0000	-0.20	-0.54	-0.40	-0.18	0.00				
Dem 15	0	4	0	1.00	5.00	0.2000	0.4301	0.4024	0.1800	0.0000	-0.20	-0.43	-0.40	-0.18	0.00				
Dem 16	0	5	0	1.00	5.00	0.2000	0.3441	0.4024	0.1800	0.0000	-0.20	-0.34	-0.40	-0.18	0.00				
Dem 17	2	1	1	1.20	5.00	0.2400	0.6753	0.4828	0.2160	0.0000	1.76	1.32	1.52	1.78	2.00				
Dem 18	1	1	1	1.16	4.20	0.2762	0.7402	0.5202	0.2486	0.0000	0.72	0.26	0.48	0.75	1.00				
Dem 19	0	2	0	1.16	4.20	0.2762	0.5922	0.5202	0.2486	0.0000	-0.28	-0.59	-0.52	-0.25	0.00				
Dem 20	1	1	1	1.13	3.76	0.3000	0.6737	0.5413	0.2700	0.0000	0.70	0.33	0.46	0.73	1.00				
Dem 21	1	1	1	1.10	3.21	0.3436	0.7390	0.5820	0.3093	0.0000	0.66	0.26	0.42	0.69	1.00				
Dem 22	3	1	1	1.48	2.77	0.5357	1.1912	0.8537	0.4821	0.0004	2.46	1.81	2.15	2.52	3.00				
Dem 23	0	2	0	1.48	2.77	0.5357	0.9529	0.8537	0.4821	0.0004	-0.54	-0.95	-0.85	-0.48	0.00				
Dem 24	1	1	1	1.39	2.61	0.5302	0.9624	0.8250	0.4772	0.0008	0.47	0.04	0.17	0.52	1.00				
Totals	12		9								0.46	0.05	0.22	0.49	0.77				

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.608696  
 σ 0.78  
 Correlation -0.55923  
 Covariance -0.75  
 Average 0.5

Προτεινόμενη μέθοδος 0.05 Exponential Smoothing





Product Code : PRODUCT- 41  
 Product  
 Descriptio ΔΙΣΚΟΣ

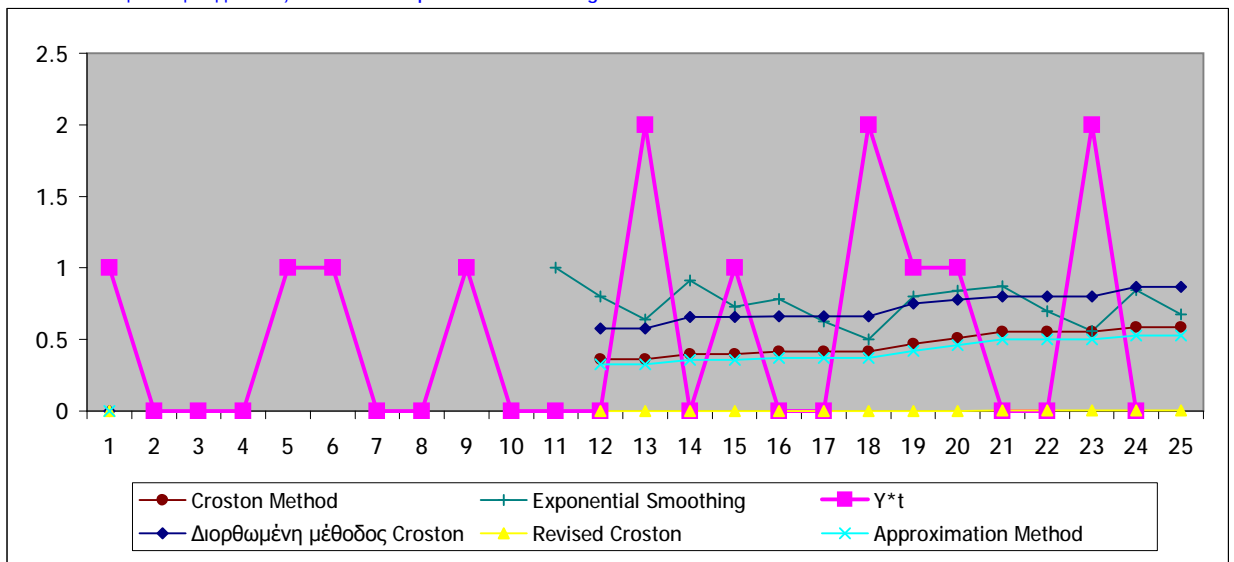
c= 100

a= 0.2								Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan						
Dem 1	1	1	1													
Dem 2	0	2	0													
Dem 3	0	3	0													
Dem 4	0	4	0													
Dem 5	1	1	1													
Dem 6	1	1	1													
Dem 7	0	2	0													
Dem 8	0	3	0													
Dem 9	1	1	1													
Dem 10	0	2	0				1.0000									
Dem 11	0	3	0	1.00	2.75	0.3636	0.8000	0.5781	0.3273	0.0003						
Dem 12	0	4	0	1.00	2.75	0.3636	0.6400	0.5781	0.3273	0.0003	-0.36	-0.64	-0.58	-0.33	0.00	
Dem 13	2	1	1	1.20	3.00	0.4000	0.9120	0.6592	0.3600	0.0001	1.60	1.09	1.34	1.64	2.00	
Dem 14	0	2	0	1.20	3.00	0.4000	0.7296	0.6592	0.3600	0.0001	-0.40	-0.73	-0.66	-0.36	0.00	
Dem 15	1	1	1	1.16	2.80	0.4143	0.7837	0.6635	0.3729	0.0003	0.59	0.22	0.34	0.63	1.00	
Dem 16	0	2	0	1.16	2.80	0.4143	0.6269	0.6635	0.3729	0.0003	-0.41	-0.63	-0.66	-0.37	0.00	
Dem 17	0	3	0	1.16	2.80	0.4143	0.5016	0.6635	0.3729	0.0003	-0.41	-0.50	-0.66	-0.37	0.00	
Dem 18	2	1	1	1.33	2.84	0.4676	0.8012	0.7534	0.4208	0.0003	1.53	1.20	1.25	1.58	2.00	
Dem 19	1	1	1	1.26	2.47	0.5107	0.8410	0.7762	0.4596	0.0014	0.49	0.16	0.22	0.54	1.00	
Dem 20	1	1	1	1.21	2.18	0.5556	0.8728	0.7996	0.5001	0.0053	0.44	0.13	0.20	0.50	0.99	
Dem 21	0	2	0	1.21	2.18	0.5556	0.6982	0.7996	0.5001	0.0053	-0.56	-0.70	-0.80	-0.50	-0.01	
Dem 22	0	3	0	1.21	2.18	0.5556	0.5586	0.7996	0.5001	0.0053	-0.56	-0.56	-0.80	-0.50	-0.01	
Dem 23	2	1	1	1.37	2.34	0.5841	0.8469	0.8674	0.5257	0.0028	1.42	1.15	1.13	1.47	2.00	
Dem 24	0	2	0	1.37	2.34	0.5841	0.6775	0.8674	0.5257	0.0028	-0.58	-0.68	-0.87	-0.53	0.00	
Totals	13		10								0.21	-0.04	-0.04	0.26	0.69	

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.519928  
 σ 0.72  
 Correlation -0.75189  
 Covariance -0.5191  
 Average 0.541667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.04 Exponential Smoothing



Product Code : PRODUCT- 42  
 Product  
 Descriptio ΦΙΛΤΡΟ ΛΑΔΙΟΥ

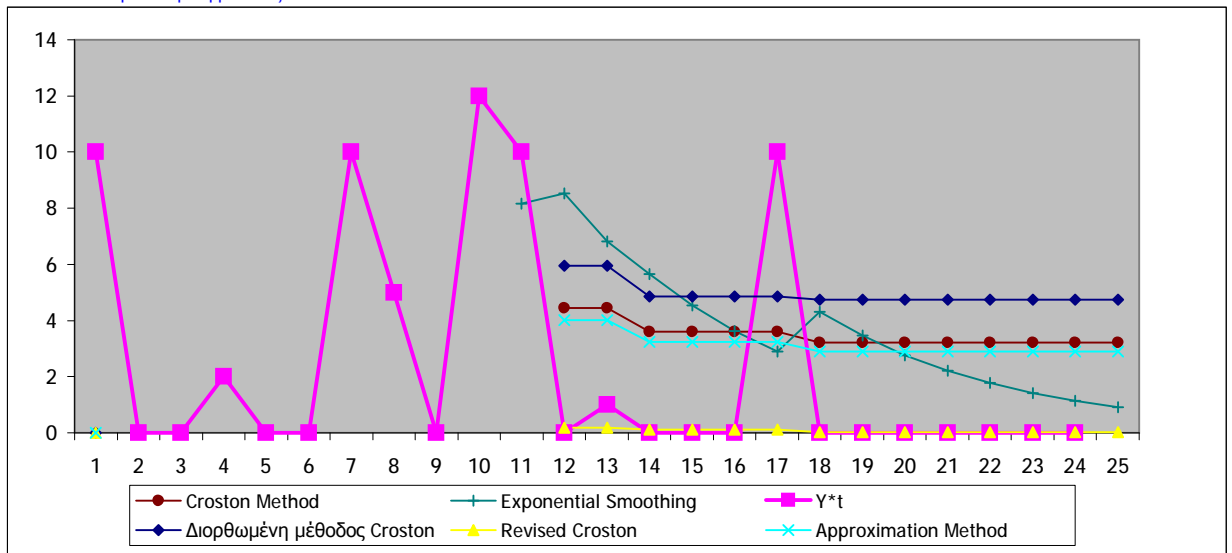
c= 100

a= 0.2				Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Approximation Method	Revised Croston	Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't
Error															
et															
et															
et															
et															
et															
Dem 1	10	1	1												
Dem 2	0	2	0												
Dem 3	0	3	0												
Dem 4	2	1	1												
Dem 5	0	2	0												
Dem 6	0	3	0												
Dem 7	10	1	1												
Dem 8	5	1	1												
Dem 9	0	2	0												
Dem 10	12	1	1					8.1667							
Dem 11	10	1	1	8.17	1.83	4.4545	8.5333		5.9401	4.0091	0.1759				
Dem 12	0	2	0	8.17	1.83	4.4545	6.8267		5.9401	4.0091	0.1759	-4.45	-6.83	-5.94	-4.01
Dem 13	1	1	1	6.73	1.87	3.6071	5.6613		4.8492	3.2464	0.1244	-2.61	-4.66	-3.85	-2.25
Dem 14	0	2	0	6.73	1.87	3.6071	4.5291		4.8492	3.2464	0.1244	-3.61	-4.53	-4.85	-3.25
Dem 15	0	3	0	6.73	1.87	3.6071	3.6233		4.8492	3.2464	0.1244	-3.61	-3.62	-4.85	-3.25
Dem 16	0	4	0	6.73	1.87	3.6071	2.8986		4.8492	3.2464	0.1244	-3.61	-2.90	-4.85	-3.25
Dem 17	10	1	1	7.39	2.29	3.2209	4.3189		4.7404	2.8988	0.0191	6.78	5.68	5.26	7.10
Dem 18	0	2	0	7.39	2.29	3.2209	3.4551		4.7404	2.8988	0.0191	-3.22	-3.46	-4.74	-2.90
Dem 19	0	3	0	7.39	2.29	3.2209	2.7641		4.7404	2.8988	0.0191	-3.22	-2.76	-4.74	-2.90
Dem 20	0	4	0	7.39	2.29	3.2209	2.2113		4.7404	2.8988	0.0191	-3.22	-2.21	-4.74	-2.90
Dem 21	0	5	0	7.39	2.29	3.2209	1.7690		4.7404	2.8988	0.0191	-3.22	-1.77	-4.74	-2.90
Dem 22	0	6	0	7.39	2.29	3.2209	1.4152		4.7404	2.8988	0.0191	-3.22	-1.42	-4.74	-2.90
Dem 23	0	7	0	7.39	2.29	3.2209	1.1322		4.7404	2.8988	0.0191	-3.22	-1.13	-4.74	-2.90
Dem 24	0	8	0	7.39	2.29	3.2209	0.9057		4.7404	2.8988	0.0191	-3.22	-0.91	-4.74	-2.90
Totals	60		8									-2.59	-2.35	-4.02	-2.25

Στατιστικά Δείγματα

Var 18.43478  
 σ 4.29  
 Correlation -0.53019  
 Covariance -4.375  
 Average 2.5

Προτεινόμενη μέθοδος 0.78 Revised Croston



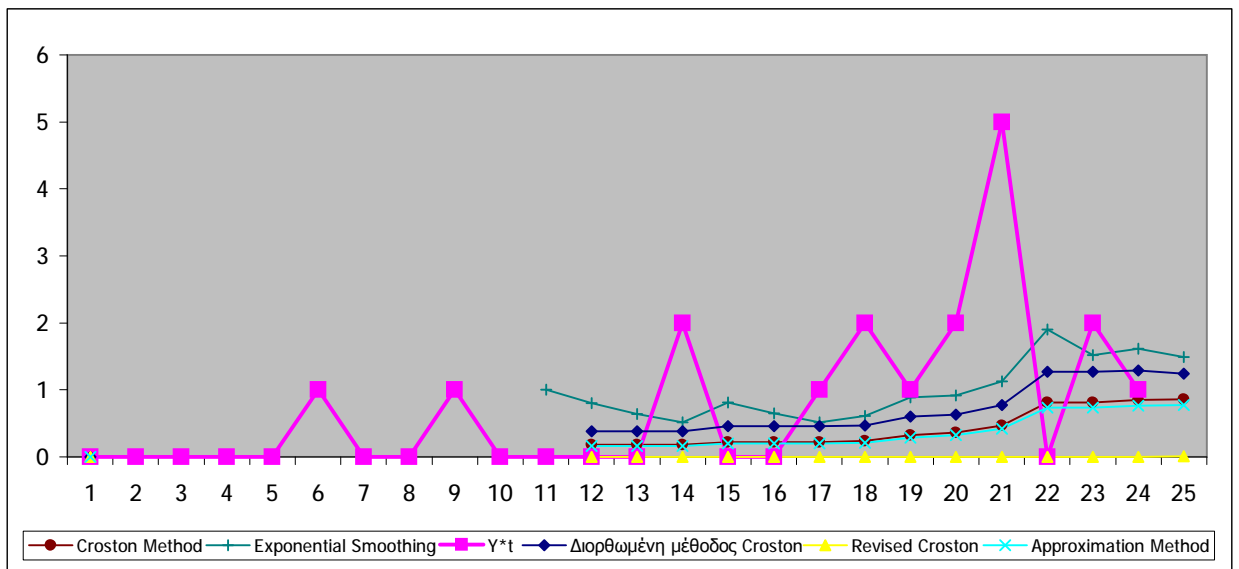
Product Code : PRODUCT- 43  
 Product  
 Descriptio Φ/ΛΑΝΤΖΑ

c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error				
								Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et
Totals	18	10									0.79	0.21	0.49	0.83	1.23

Στατιστικά Δείγματα  
 Var 1.413043  
 σ 1.19  
 Correlation -0.5573  
 Covariance -0.84  
 Average 0.75

Προτεινόμενη μέθοδος 0.21 Exponential Smoothing



Product Code : PRODUCT- 44  
 Product  
 Descriptio ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ

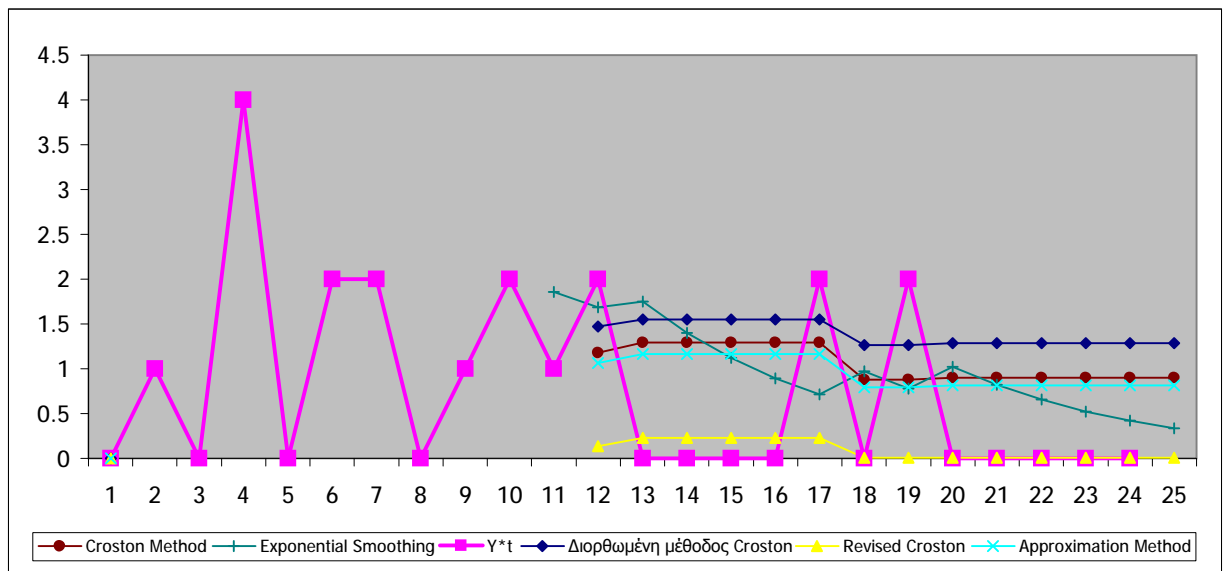
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error									
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	et	et	et	et	et					
Dem 1	0	1	0																	
Dem 2	1	1	1																	
Dem 3	0	2	0																	
Dem 4	4	1	1																	
Dem 5	0	2	0																	
Dem 6	2	1	1																	
Dem 7	2	1	1																	
Dem 8	0	2	0																	
Dem 9	1	1	1																	
Dem 10	2	1	1				1.8571													
Dem 11	1	1	1	1.86	1.57	1.1818	1.6857	1.4690	1.0636	0.1337										
Dem 12	2	1	1	1.89	1.46	1.2941	1.7486	1.5530	1.1647	0.2297	0.71	0.25	0.45	0.84	1.77					
Dem 13	0	2	0	1.89	1.46	1.2941	1.3989	1.5530	1.1647	0.2297	-1.29	-1.40	-1.55	-1.16	-0.23					
Dem 14	0	3	0	1.89	1.46	1.2941	1.1191	1.5530	1.1647	0.2297	-1.29	-1.12	-1.55	-1.16	-0.23					
Dem 15	0	4	0	1.89	1.46	1.2941	0.8953	1.5530	1.1647	0.2297	-1.29	-0.90	-1.55	-1.16	-0.23					
Dem 16	0	5	0	1.89	1.46	1.2941	0.7162	1.5530	1.1647	0.2297	-1.29	-0.72	-1.55	-1.16	-0.23					
Dem 17	2	1	1	1.91	2.17	0.8813	0.9730	1.2652	0.7931	0.0089	1.12	1.03	0.73	1.21	1.99					
Dem 18	0	2	0	1.91	2.17	0.8813	0.7784	1.2652	0.7931	0.0089	-0.88	-0.78	-1.27	-0.79	-0.01					
Dem 19	2	1	1	1.93	2.13	0.9035	1.0227	1.2885	0.8132	0.0105	1.10	0.98	0.71	1.19	1.99					
Dem 20	0	2	0	1.93	2.13	0.9035	0.8182	1.2885	0.8132	0.0105	-0.90	-0.82	-1.29	-0.81	-0.01					
Dem 21	0	3	0	1.93	2.13	0.9035	0.6545	1.2885	0.8132	0.0105	-0.90	-0.65	-1.29	-0.81	-0.01					
Dem 22	0	4	0	1.93	2.13	0.9035	0.5236	1.2885	0.8132	0.0105	-0.90	-0.52	-1.29	-0.81	-0.01					
Dem 23	0	5	0	1.93	2.13	0.9035	0.4189	1.2885	0.8132	0.0105	-0.90	-0.42	-1.29	-0.81	-0.01					
Dem 24	0	6	0	1.93	2.13	0.9035	0.3351	1.2885	0.8132	0.0105	-0.90	-0.34	-1.29	-0.81	-0.01					
Totals	19	10									-0.59	-0.42	-0.93	-0.48	0.37					

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.21558  
 σ 1.10  
 Correlation -0.59109  
 Covariance -0.9566  
 Average 0.791667

Προτεινόμενη μέθοδος 0.37 Revised Croston



Product Code : PRODUCT- 45  
 Product  
 Descriptio ΟΔΗΓΟΣ

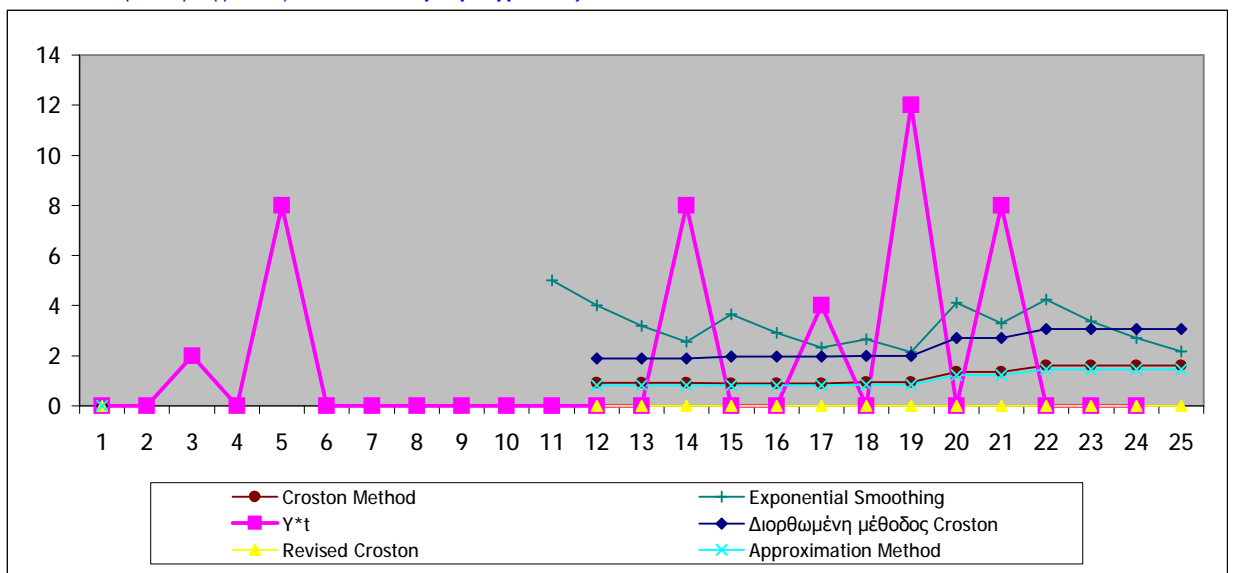
c= 100

Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Διορθωμένη μέθοδος			Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston	Approximation Method	Revised Croston
								Croston Method	Exponential Smoothing	Διορθωμένη μέθοδος Croston					
								Y't	Y't	Y't					
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Error				
											et	et	et	et	et
Dem 1	0	1	0												
Dem 2	0	2	0												
Dem 3	2	1	1												
Dem 4	0	2	0												
Dem 5	8	1	1												
Dem 6	0	2	0												
Dem 7	0	3	0												
Dem 8	0	4	0												
Dem 9	0	5	0												
Dem 10	0	6	0				5.0000								
Dem 11	0	7	0	5.00	5.50	0.9091	4.0000	1.8942	0.8182	0.0000					
Dem 12	0	8	0	5.00	5.50	0.9091	3.2000	1.8942	0.8182	0.0000	-0.91	-3.20	-1.89	-0.82	0.00
Dem 13	0	9	0	5.00	5.50	0.9091	2.5600	1.8942	0.8182	0.0000	-0.91	-2.56	-1.89	-0.82	0.00
Dem 14	8	1	1	5.60	6.20	0.9032	3.6480	1.9649	0.8129	0.0000	7.10	4.35	6.04	7.19	8.00
Dem 15	0	2	0	5.60	6.20	0.9032	2.9184	1.9649	0.8129	0.0000	-0.90	-2.92	-1.96	-0.81	0.00
Dem 16	0	3	0	5.60	6.20	0.9032	2.3347	1.9649	0.8129	0.0000	-0.90	-2.33	-1.96	-0.81	0.00
Dem 17	4	1	1	5.28	5.56	0.9496	2.6678	1.9865	0.8547	0.0000	3.05	1.33	2.01	3.15	4.00
Dem 18	0	2	0	5.28	5.56	0.9496	2.1342	1.9865	0.8547	0.0000	-0.95	-2.13	-1.99	-0.85	0.00
Dem 19	12	1	1	6.62	4.85	1.3663	4.1074	2.7174	1.2297	0.0000	10.63	7.89	9.28	10.77	12.00
Dem 20	0	2	0	6.62	4.85	1.3663	3.2859	2.7174	1.2297	0.0000	-1.37	-3.29	-2.72	-1.23	0.00
Dem 21	8	1	1	6.90	4.28	1.6126	4.2287	3.0590	1.4513	0.0000	6.39	3.77	4.94	6.55	8.00
Dem 22	0	2	0	6.90	4.28	1.6126	3.3830	3.0590	1.4513	0.0000	-1.61	-3.38	-3.06	-1.45	0.00
Dem 23	0	3	0	6.90	4.28	1.6126	2.7064	3.0590	1.4513	0.0000	-1.61	-2.71	-3.06	-1.45	0.00
Dem 24	0	4	0	6.90	4.28	1.6126	2.1651	3.0590	1.4513	0.0000	-1.61	-2.17	-3.06	-1.45	0.00
Totals	42		6								1.26	-0.56	0.05	1.38	2.46

Στατιστικά Δείγματα

Var 12.28261  
 σ 3.50  
 Correlation -0.45279  
 Covariance -3.57292  
 Average 1.75

Προτεινόμενη μέθοδος 0.05 Διορθωμένη μέθοδος Croston



Product Code : PRODUCT- 46

c= 100

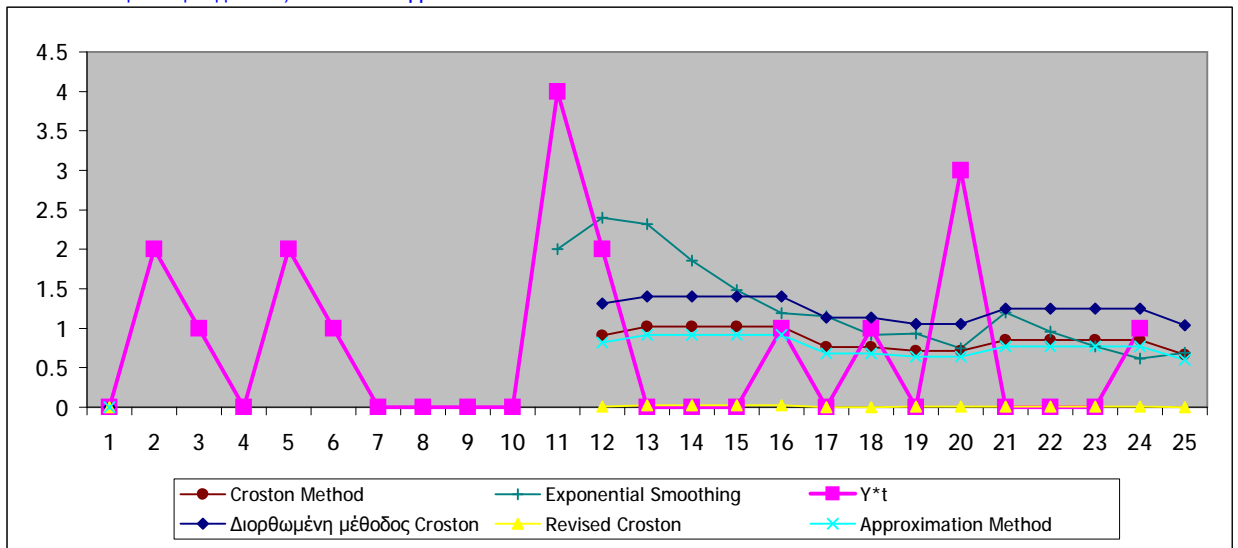
Product  
Descriptio ΦΛΑΝΤΖΑ ΣΑΣΜΑΝ

a= 0.2								Διορθωμένη μέθοδος Croston			Error					
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	et	et	et	et	et
								Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan						
Dem 1	0	1	0													
Dem 2	2	1	1													
Dem 3	1	1	1													
Dem 4	0	2	0													
Dem 5	2	1	1													
Dem 6	1	1	1													
Dem 7	0	2	0													
Dem 8	0	3	0													
Dem 9	0	4	0													
Dem 10	0	5	0				2.0000									
Dem 11	4	1	1	2.00	2.20	0.9091	2.4000	1.3141	0.8182	0.0080						
Dem 12	2	1	1	2.00	1.96	1.0204	2.3200	1.4020	0.9184	0.0240	0.98	-0.32	0.60	1.08	1.98	
Dem 13	0	2	0	2.00	1.96	1.0204	1.8560	1.4020	0.9184	0.0240	-1.02	-1.86	-1.40	-0.92	-0.02	
Dem 14	0	3	0	2.00	1.96	1.0204	1.4848	1.4020	0.9184	0.0240	-1.02	-1.48	-1.40	-0.92	-0.02	
Dem 15	0	4	0	2.00	1.96	1.0204	1.1878	1.4020	0.9184	0.0240	-1.02	-1.19	-1.40	-0.92	-0.02	
Dem 16	1	1	1	1.80	2.37	0.7601	1.1503	1.1343	0.6841	0.0033	0.24	-0.15	-0.13	0.32	1.00	
Dem 17	0	2	0	1.80	2.37	0.7601	0.9202	1.1343	0.6841	0.0033	-0.76	-0.92	-1.13	-0.68	0.00	
Dem 18	1	1	1	1.64	2.29	0.7148	0.9362	1.0522	0.6433	0.0042	0.29	0.06	-0.05	0.36	1.00	
Dem 19	0	2	0	1.64	2.29	0.7148	0.7489	1.0522	0.6433	0.0042	-0.71	-0.75	-1.05	-0.64	0.00	
Dem 20	3	1	1	1.91	2.24	0.8553	1.1992	1.2449	0.7698	0.0065	2.14	1.80	1.76	2.23	2.99	
Dem 21	0	2	0	1.91	2.24	0.8553	0.9593	1.2449	0.7698	0.0065	-0.86	-0.96	-1.24	-0.77	-0.01	
Dem 22	0	3	0	1.91	2.24	0.8553	0.7675	1.2449	0.7698	0.0065	-0.86	-0.77	-1.24	-0.77	-0.01	
Dem 23	0	4	0	1.91	2.24	0.8553	0.6140	1.2449	0.7698	0.0065	-0.86	-0.61	-1.24	-0.77	-0.01	
Dem 24	1	1	1	1.73	2.59	0.6682	0.6912	1.0356	0.6014	0.0012	0.33	0.31	-0.04	0.40	1.00	
Totals	18	10									-0.24	-0.53	-0.62	-0.15	0.60	

Στατιστικά Δείγματα

Var 1.23913  
σ 1.11  
Correlation -0.59402  
Covariance -0.78125  
Average 0.75

Προτεινόμενη μέθοδος 0.15 Approximation Method



Product Code : PRODUCT- 47  
 Product  
 Descriptio ΦΛΑΝΤΖΑ ΣΑΣΜΑΝ

c= 100

a= 0.2		Croston Method		Exponential Smoothing		Διορθωμένη μέθοδος Croston			Approximation Method			Error				
Symbol	Y*t	Qt	Xj	Zt	Pt	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Y't	Error				
									Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	Syntetos Boylan	et	et	et	et	et
Dem 1	0	1	0													
Dem 2	1	1	1													
Dem 3	0	2	0													
Dem 4	0	3	0													
Dem 5	2	1	1													
Dem 6	0	2	0													
Dem 7	0	3	0													
Dem 8	0	4	0													
Dem 9	0	5	0													
Dem 10	0	6	0					1.6667								
Dem 11	2	1	1	1.67	3.67	0.4545	1.7333		0.8121	0.4091	0.0000					
Dem 12	1	1	1	1.53	3.13	0.4894	1.5867		0.8209	0.4404	0.0001	0.51	-0.59	0.18	0.56	1.00
Dem 13	0	2	0	1.53	3.13	0.4894	1.2693		0.8209	0.4404	0.0001	-0.49	-1.27	-0.82	-0.44	0.00
Dem 14	0	3	0	1.53	3.13	0.4894	1.0155		0.8209	0.4404	0.0001	-0.49	-1.02	-0.82	-0.44	0.00
Dem 15	0	4	0	1.53	3.13	0.4894	0.8124		0.8209	0.4404	0.0001	-0.49	-0.81	-0.82	-0.44	0.00
Dem 16	2	1	1	1.63	3.31	0.4919	1.0499		0.8434	0.4427	0.0000	1.51	0.95	1.16	1.56	2.00
Dem 17	0	2	0	1.63	3.31	0.4919	0.8399		0.8434	0.4427	0.0000	-0.49	-0.84	-0.84	-0.44	0.00
Dem 18	0	3	0	1.63	3.31	0.4919	0.6719		0.8434	0.4427	0.0000	-0.49	-0.67	-0.84	-0.44	0.00
Dem 19	0	4	0	1.63	3.31	0.4919	0.5375		0.8434	0.4427	0.0000	-0.49	-0.54	-0.84	-0.44	0.00
Dem 20	3	1	1	1.90	3.45	0.5519	1.0300		0.9618	0.4967	0.0000	2.45	1.97	2.04	2.50	3.00
Dem 21	0	2	0	1.90	3.45	0.5519	0.8240		0.9618	0.4967	0.0000	-0.55	-0.82	-0.96	-0.50	0.00
Dem 22	0	3	0	1.90	3.45	0.5519	0.6592		0.9618	0.4967	0.0000	-0.55	-0.66	-0.96	-0.50	0.00
Dem 23	0	4	0	1.90	3.45	0.5519	0.5274		0.9618	0.4967	0.0000	-0.55	-0.53	-0.96	-0.50	0.00
Dem 24	0	5	0	1.90	3.45	0.5519	0.4219		0.9618	0.4967	0.0000	-0.55	-0.42	-0.96	-0.50	0.00
Totals	11	6										-0.05	-0.40	-0.42	-0.001	0.46

Στατιστικά Δείγματα

Var 0.780797  
 σ 0.88  
 Correlation -0.60382  
 Covariance -0.76389  
 Average 0.458333

