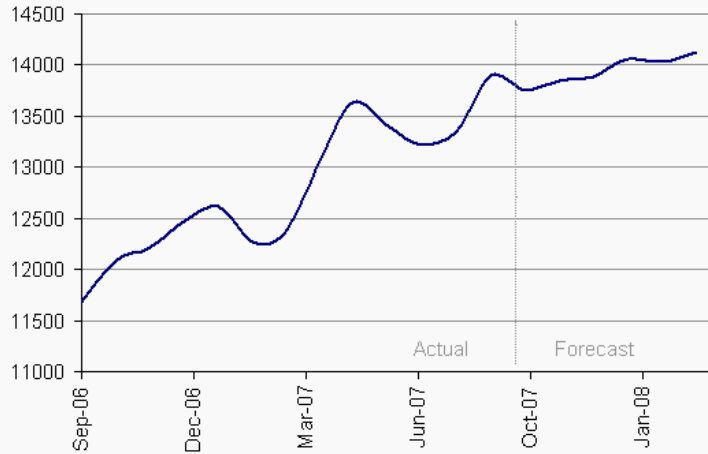


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Μονάδα Προβλέψεων & Στρατηγικής

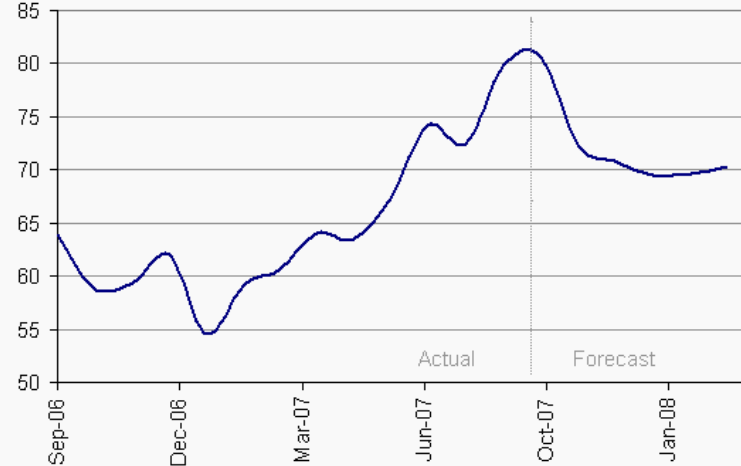
Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές
Εισαγωγή στις Μεθόδους Προβλέψεων Διάλεξη 5



Πρόβλεψη



Η μεγαλύτερη πρόκληση στην ανάλυση χρονοσειρών είναι η πρόβλεψη, δηλαδή η εκτίμηση του πώς η ακολουθία των παρατηρήσεων θα συνεχιστεί στο μέλλον.



Ζητούμενο είναι να ακολουθήσουμε μια διαδικασία που θα εξασφαλίσει ότι θα παραχθούν όσο τον δυνατόν πιο ακριβείς προβλέψεις, αξιοποιώντας στο έπακρο όλη την διαθέσιμη ιστορική πληροφορία.

Στατιστική Πρόβλεψη



Κριτική Πρόβλεψη

Είδη Προβλέψεων

Πρόβλεψη Προϋπολογισμού



Τελική Πρόβλεψη

Είδη Προβλέψεων

Στατιστική Πρόβλεψη



Διαθέσιμη Ιστορική
Πληροφορία

Στατιστική
Μέθοδος
Πρόβλεψης

Στατιστική Πρόβλεψη

Στατιστική Πρόβλεψη - Πλεονεκτήματα

01 Άμεσα εφαρμόσιμες

03 Αρκετά ακριβείς

02 Συνήθως δεν προϋποθέτουν
εξεζητημένες γνώσεις

04 Απαιτούν σχετικά μικρό
χρόνο υπολογισμού και, συνήθως,
λίγους υπολογιστικούς πόρους

Στατιστική Πρόβλεψη - Μειονεκτήματα

01 Προϋποθέτουν ότι το πρότυπο της δεδομένης χρονοσειράς θα συνεχιστεί στο μέλλον, γεγονός που δεν συμβαίνει πάντα

02 Δεν λαμβάνουν υπόψη ειδικά γεγονότα και ενέργειες που ενδέχεται να πραγματοποιηθούν (πχ. διαφημίσεις, αθλητικά συμβάντα)

03 Αρκετές στατιστικές μέθοδοι, προκειμένου να παράγουν προβλέψεις, απαιτούν αρκετές παρατηρήσεις

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Naïve

Η πιο απλή στατιστική μέθοδος. Δεν παράγει ακριβείς προβλέψεις αλλά πολλές φορές χρησιμοποιείται ως benchmark για άλλες μεθόδους. Η πρόβλεψη θεωρείται πως είναι ίση με την τελευταία παρατήρηση της διαθέσιμης χρονοσειράς.



$$F_{t+1} = y_T$$

R-code: `naive(y, h)`

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Seasonal Naïve

Πρόκειται για μία παραλλαγή της naïve και είναι χρήσιμη για δεδομένα με έντονη εποχιακότητα. Η πρόβλεψη θεωρείται πως είναι ίση με την τελευταία παρατήρηση της διαθέσιμης χρονοσειράς από την αντίστοιχη εποχή του χρόνου όμως.



$$F_{t+1} = y_{T+h-km}$$

m = seasonal period,

$$k = \lfloor (h-1)/m \rfloor + 1,$$

R-code: `snaive(y, h)`

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Κινητοί Μέσοι Όροι

Περίοδος	Δεδομένα	ΚΜΟ(3)	ΚΜΟ(5)
1	106,5		
2	109,2		
3	117,8		
4	117,2	111,17	
5	116,9	114,73	
6	118,7	117,30	113,52
7	115,6	117,60	115,96
8	119,0	117,07	117,24
9	134,7	117,77	117,48
10	130,4	123,10	120,98
11	126,2	128,03	123,68
12		130,43	125,18

$$F_{t+1} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=t-k+1}^t Y_i$$



R-code: `ma(y, h, drift=TRUE)`

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Μέθοδοι Εκθετικής Εξομάλυνσης

Αναπτύχθηκαν τις αρχές της δεκαετίας του '50. Από τότε έγιναν από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους προβλέψεων μεταξύ των επιχειρηματιών, κυρίως λόγω της ευκολίας εφαρμογής τους, της **ελάχιστης απαίτησης σε υπολογιστικό χρόνο** και την ανάγκη ύπαρξης σχετικά λίγων παρατηρήσεων προκειμένου να παράγουν προβλέψεις. Οι μέθοδοι εξομάλυνσης είναι κατάλληλες για **βραχυπρόθεσμες** προβλέψεις μεγάλου όγκου χρονοσειρών.

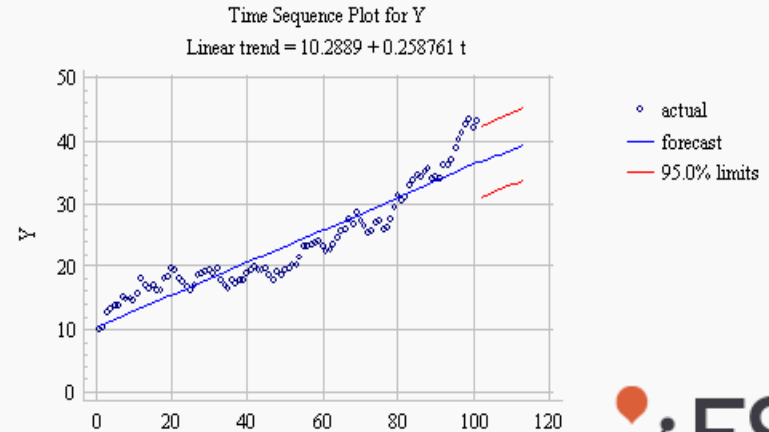
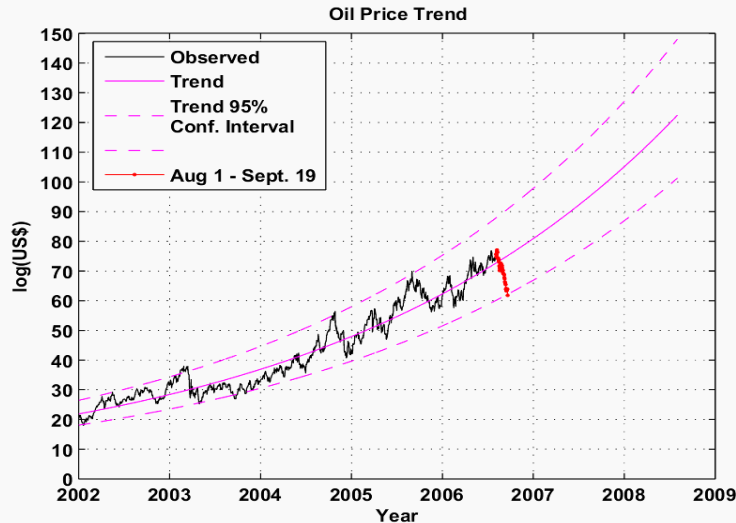
Κυριότερες μέθοδοι εξομάλυνσης:

- ✓ Simple Exponential Smoothing
- ✓ Holt
- ✓ Damped
- ✓ Winter

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Linear & Exponential Trend

Στη στατιστική, η ανάλυση της παλινδρόμησης μελετά τη σχέση μεταξύ μιας εξαρτημένης μεταβλητής (μεταβλητή αντίδρασης) με συγκεκριμένες ανεξάρτητες μεταβλητές (επεξηγηματικές μεταβλητές). Οι μέθοδοι γραμμικής και εκθετικής τάσης είναι κατάλληλες για την παραγωγή μακροπρόθεσμων προβλέψεων.



Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Multiple Regression

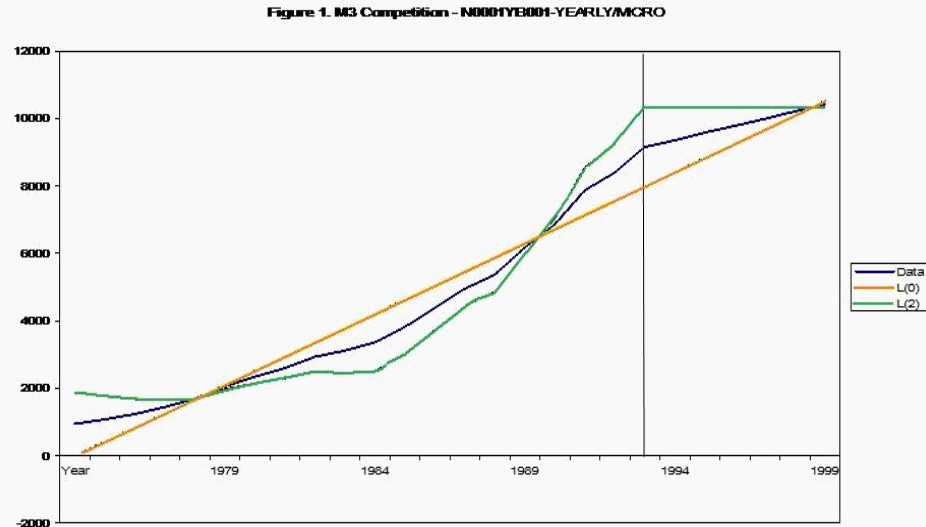
Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Αξία	Ετος Κατασκευής	Εμβαδόν	Οροφος	Αριθμός Υπν.	Θέα	Προσανατολισμός
81000	1995	100	2	3	1	1
61000	1998	65	3	1	1	2
56000	1992	70	2	2	2	3
90000	2000	90	4	2	3	1
80800	1994	86	5	2	4	2
56400	1993	68	2	2	3	2
95000	1997	105	3	3	2	2
101000	1999	95	5	3	5	2
66400	1995	73	2	2	3	3
85200	2000	84	3	2	4	1
79400	1991	98	3	3	3	2
105000	1993	120	4	3	5	1
47000	1998	50	1	1	1	3

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Μέθοδος Theta

Η μέθοδος πρόβλεψης Theta βασίζεται στην τροποποίηση των τοπικών καμπυλοτήτων της χρονοσειράς. Η αρχική χρονοσειρά αποσυντίθεται σε δύο ή περισσότερες γραμμές Theta. Κάθε μία από αυτές προεκτείνεται ξεχωριστά και οι προβλέψεις τους συνδυάζονται.



Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Συνδυασμός Μεθόδων (Combination)

- Αναφέρεται στο συνδυασμό δύο ή περισσότερων στατιστικών μεθόδων πρόβλεψης με ίσα ή άνισα βάρη.
- Η επιλογή των μεθόδων που θα συμμετέχουν (όπως και τα βάρη τους) καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά της κάθε μεθόδου, όπως και τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε χρονοσειράς. Μεγάλο ρόλο παίζει επίσης ο ορίζοντας πρόβλεψης.
- Επειδή μία μεμονωμένη μέθοδος δίνει μικρότερο σφάλμα από μία άλλη, αυτό δεν σημαίνει αναγκαστικά πως οποιοσδήποτε συνδυασμός τους θα έχει ως σφάλματα το ΜΟ των σφαλμάτων των δύο περιόδων. Έτσι, ένας συνδυασμός μεθόδων μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερες προβλέψεις.

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Expert Systems

- Αναφέρονται σε “έξυπνες” μεθόδους που υπάρχουν συνήθως ενσωματωμένες στα συστήματα προβλέψεων
- Βασίζονται στην ελαχιστοποίηση ενός δείκτη σφάλματος για την επιλογή του «βέλτιστου» μοντέλου πρόβλεψης
- Είναι κατάλληλες για «batch forecasting»
- Δεν είναι κατά κανόνα η καλύτερη μέθοδος πρόβλεψης, καθώς η χρήση κάποιου άλλου στατιστικού δείκτη για τη μέτρηση της ακρίβειας ενδέχεται να μας δώσει διαφορετικά αποτελέσματα.

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Croston's Method

Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου τα δεδομένα περιέχουν πολλά μηδενικά, δηλαδή η ζήτηση δεν είναι συνεχής αλλά διακοπτόμενη. Τέτοια μορφή μπορεί να έχουν για παράδειγμα τα δεδομένα από αποθήκες ανατλακτικών.

$$\text{Demand Forecast} = \frac{\text{Volume Forecast}}{\text{Interval Forecast}}$$

where:

(Interval Forecast) = the exponentially smoothed (or moving average) inter-demand interval, updated only if demand occurs in period

(Volume Forecast) = the exponentially smoothed (or moving average) size of demand, updated only if demand occurs in period

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

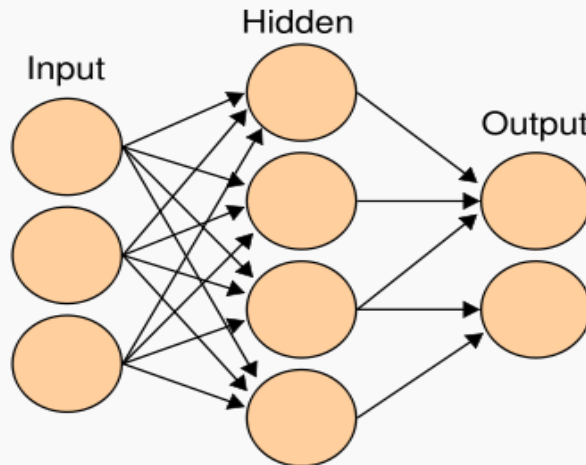
ARIMA

- Τα ολοκληρωμένα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου (AutoRegressive-Integrated-Moving Average) είναι στοχαστικά μαθηματικά μοντέλα με τα οποία προσπαθούμε να περιγράψουμε τη διαχρονική εξέλιξη κάποιου φυσικού μεγέθους.
- Δεδομένου ότι για την πλειοψηφία των φυσικών μεγεθών είναι αδύνατη η πλήρης γνώση και καταγραφή όλων των παραγόντων που επηρεάζουν την εξέλιξη τους στο χρόνο, είναι πολύ δύσκολη η διαχρονική περιγραφή του μεγέθους από ένα ντετερμινιστικό μοντέλο.
- Τα στοχαστικά μοντέλα περιέχουν τον τυχαίο παράγοντα (τυχαίο σφάλμα ή σφάλμα πρόβλεψης), τις τιμές του μεγέθους οι οποίες εμφανίστηκαν σε προηγούμενες χρονικές στιγμές και ίσως κάποιους άλλους στοχαστικούς παράγοντες. Το μοντέλο που προκύπτει είναι ένας γραμμικός συνδυασμός των παραπάνω ποσοτήτων.

Κυριότερες Στατιστικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks)

Τα νευρωνικά δίκτυα χρειάζονται αφενός αρκετά δεδομένα (προκειμένου να εκπαιδευτεί το δίκτυο) και αφετέρου είναι συνήθως χρονοβόρα. Παράγουν αρκετά ακριβείς προβλέψεις, ανάλογα πάντα με την εκάστοτε εφαρμογή.



Κριτική Πρόβλεψη

- Οι κριτικές μέθοδοι πρόβλεψης δεν έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε δεδομένα με τις στατιστικές μεθόδους. Τα δεδομένα των μεθόδων αυτών αποτελούν προϊόν διαίσθησης, κρίσης και συσσωρευμένης γνώσης. Οι κριτικές μέθοδοι είναι αυτές που χρησιμοποιούνται συχνά σε επιχειρήσεις και οργανισμούς.
- Στις κριτικές μεθόδους η πρόβλεψη μπορεί να βασίζεται είτε στις γνώσεις και την κρίση ενός ατόμου (ατομικές μέθοδοι) είτε να προκύπτει από την ανταλλαγή και το συνδυασμό απόψεων των μελών κάποιας επιτροπής (μέθοδοι επιτροπής).
- Μπορεί να λάβει υπόψιν ειδικά γεγονότα και ενέργειες
- Έχει τη δυνατότητα να αντισταθμίζει ανεπάρκειες και ελλείψεις στα ιστορικά δεδομένα
- Είναι κατάλληλη όταν τίγονται ηθικά ζητήματα που υπερσχύουν των οικονομικών ή τεχνολογικών παραγόντων
- Επιτρέπουν την επεξεργασία της πρόβλεψης σε περιπτώσεις όπου οι διευθυντές της επιχείρησης επιθυμούν να έχουν έλεγχο στο προϊόν του οποίου η ζήτηση θα προβλεφθεί
- Μπορεί να παράγει πιο αποδεκτές προβλέψεις
- Πολύπλοκες στατιστικές μέθοδοι, που δεν είναι ξεκάθαρο τι κάνουν, αντιμετωπίζονται συχνά με δυσπιστία

Κριτική Πρόβλεψη

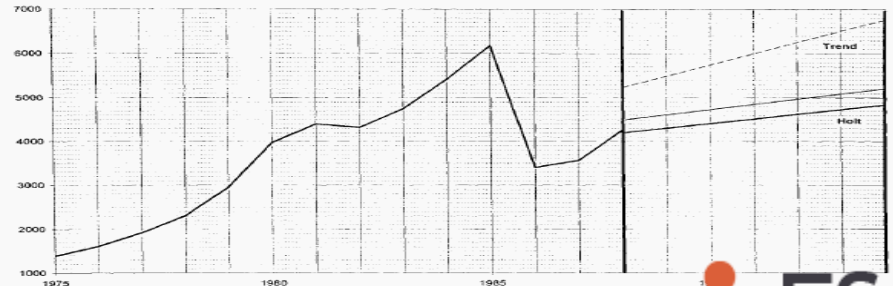
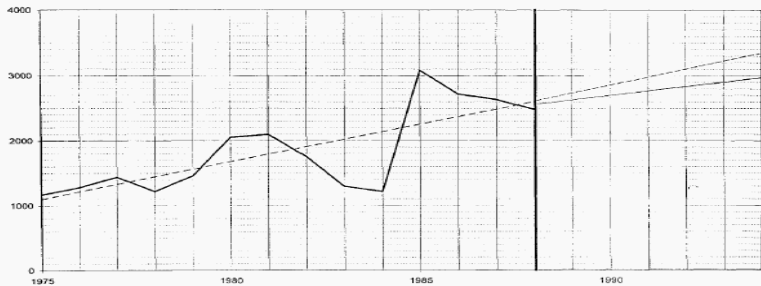
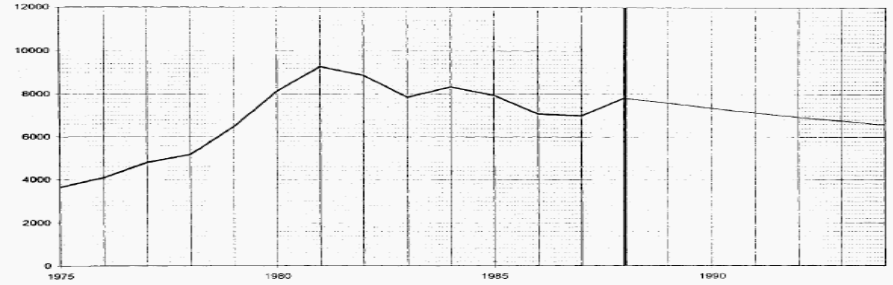
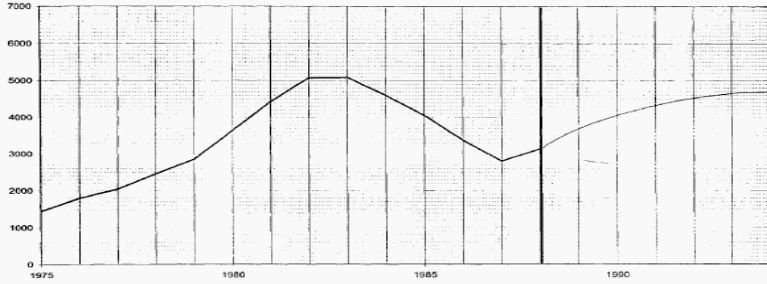
Το μεγαλύτερο πρόβλημα των κριτικών προβλέψεων είναι η προκατάληψη, δηλαδή η έμφυτη τάση των ανθρώπων να παρουσιάζονται αισιόδοξοι ή απαισιόδοξοι

Κριτική Πρόβλεψη



- Απλή Κρίση
- Μέθοδος Delphi
- Αναλογίες & Δομημένες αναλογίες

Κριτική Πρόβλεψη



Κριτική Πρόβλεψη

Η στατιστική και η κριτική πρόβλεψη είναι συνήθως συμπληρωματικές



Οι άνθρωποι προσαρμόζονται ευκολότερα και μπορούν να λάβουν υπόψιν τους γεγονότα εκτός προτύπου χρονοσειράς, αλλά είναι ασυνεπείς και παρουσιάζουν αυξημένη προκατάληψη



Οι στατιστικές μέθοδοι είναι αυστηρές αλλά συνεπείς, και δύνανται να αντιμετωπίσουν μεγάλο όγκο πληροφορίας, πολύ γρήγορα

Πρόβλεψη Προϋπολογισμού (Στόχου)

01 Αναφέρεται στην πρόβλεψη του διευθυντή ανάπτυξης

04 Περιέχει αρκετή αισιοδοξία και μεροληψία και, ως εκ τούτου, είναι ανακριβής

02 Δεδομένου ενός καθορισμένου ετήσιου ρυθμού ανάπτυξης, καθορίζεται ο επιθυμητός ρυθμός ανάπτυξης και οι προβλέψεις προσαρμόζονται ανάλογα

03 Πρόκειται περισσότερο για wish-future-status παρά για πραγματική πορεία της χρονοσειράς

05 Καθορίζει τους στόχους της επιχείρησης και ωθεί την πολιτική ανάπτυξης προς αυτή την κατεύθυνση

Τελική Πρόβλεψη

- Αναφέρεται στην τελική πρόβλεψη που θα επιλεχθεί ώστε να γίνει εν συνεχεία ο στρατηγικός σχεδιασμός της επιχείρησης και ο σχεδιασμός της παραγωγής για τον ορίζοντα πρόβλεψης
- Η Τελική Πρόβλεψη καθορίζεται από την διοίκηση της κάθε μονάδας της επιχείρησης ως συνάρτηση των υπολοίπων κατηγοριών πρόβλεψης (Στατιστική, Κριτική και Προϋπολογισμού)
- Επίσης, η Τελική Πρόβλεψη έχει χαρακτηριστικά κριτικής πρόβλεψης, δεδομένου ότι επί της τελικής επιλογής μπορούν να πραγματοποιηθούν αλλαγές και τροποποιήσεις βάσει πληροφοριών της διοίκησης και οι οποίες θα οδηγήσουν σε ακριβέστερες προβλέψεις

Ορίζοντας Πρόβλεψης

- Σπάνια χρειαζόμαστε να προβλέψουμε μόνο την αμέσως επόμενη παρατήρηση της χρονοσειράς μας. Στην πράξη θα μας ζητείται να δώσουμε προβλέψεις για αρκετές περιόδους στο μέλλον
- Ο ορίζοντας πρόβλεψης είναι ο δείκτης που δείχνει πόσες επόμενες περιόδους της χρονοσειράς χρειάζεται να προβλέψουμε
- Ανάλογα την τιμή του ορίζοντα πρόβλεψης, επιλέγεται και η κατάλληλη στατιστική μέθοδος πρόβλεψης καθώς δεν ενδείκνυνται όλες οι μέθοδοι για βραχυπρόθεσμη ή αντίστοιχα μακροπρόθεσμη πρόβλεψη

Ορίζοντας Πρόβλεψης



Βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη (Inventory - Σχεδιασμός Αποθήκης)
Συνήθως ορίζοντας πρόβλεψης <3 περιόδους



Μεσοπρόθεσμη πρόβλεψη (Budget – Οικονομικός Σχεδιασμός)
Συνήθως ορίζοντας πρόβλεψης ~1+ οικονομικό έτος (δλδ 12-15, αν αναφερόμαστε σε μηνιαία δεδομένα)



Μακροπρόθεσμη πρόβλεψη (Long Term – Σχεδιασμός Επενδύσεων και Ανάπτυξης)
Συνήθως ορίζοντας πρόβλεψης ≥ 3 έτη

Διαστήματα Εμπιστοσύνης

Το διάστημα εμπιστοσύνης (Prediction Interval) είναι ένα εύρος τιμών το οποίο φανερώνει για μία συγκεκριμένη πιθανότητα, το πού αναμένεται να τοποθετηθούν οι μελλοντικές παρατηρήσεις μιας χρονοσειράς δεδομένης της ακρίβειας του μοντέλου πρόβλεψης στο παρελθόν.

Η πιθανότητα καθορίζεται μέσω του επιπέδου εμπιστοσύνης (παράμετρος εμπιστοσύνης). Αυξάνοντας το επιθυμητό επίπεδο, το διάστημα εμπιστοσύνης «πλαταίνει».

Για παράδειγμα, ένα διάστημα εμπιστοσύνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων μιας δημοσκόπησης. Σε μια δημοσκόπηση για την πρόθεση ψήφου, το αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι 40% των ερωτηθέντων για ένα κόμμα. Ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% θα έδινε πως η πρόθεση ψήφου για το κόμμα αυτό θα μπορούσε να είναι 36%-44% στο σύνολο του πληθυσμού. Το αποτέλεσμα μιας δημοσκόπησης με μικρά διαστήματα εμπιστοσύνης είναι πιο έγκυρη από μια δημοσκόπηση με μεγάλα διαστήματα εμπιστοσύνης. Ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν αυτό το εύρος στην περίπτωση των δημοσκοπήσεων είναι το μέγεθος του δείγματος των ερωτηθέντων.

Διαστήματα Εμπιστοσύνης

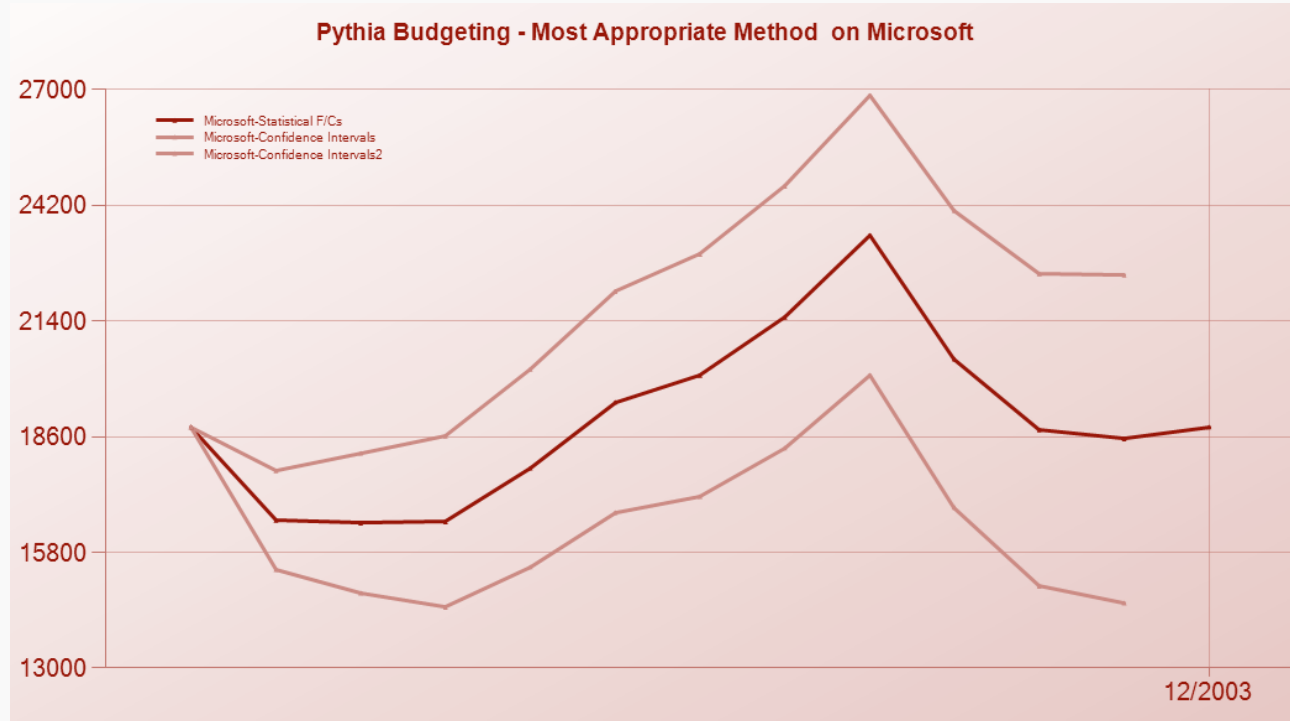
$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)^2}$$

$$F_i = F_i \pm t \cdot RMSE \cdot \sqrt{i - n}$$

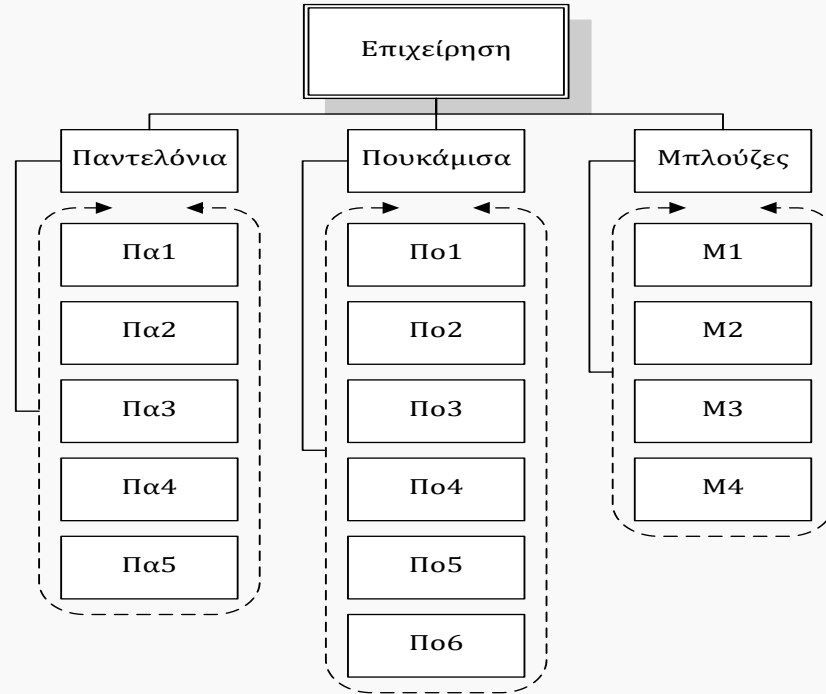
Confidence	t
99%	2.580
98%	2.330
95%	1.960
90%	1.645
80%	1.280

Όπου F είναι οι σημειακές προβλέψεις, t είναι η παράμετρος εμπιστοσύνης, $RMSE$ είναι η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος και n είναι το σύνολο των διαθέσιμων παρατηρήσεων

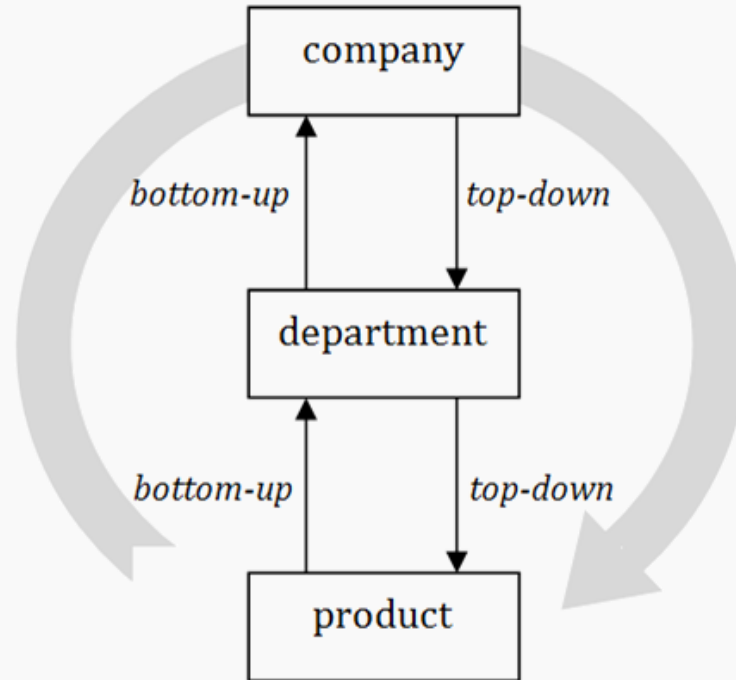
Διαστήματα Εμπιστοσύνης



Η διαδικασία της πρόβλεψης στην επιχείρηση

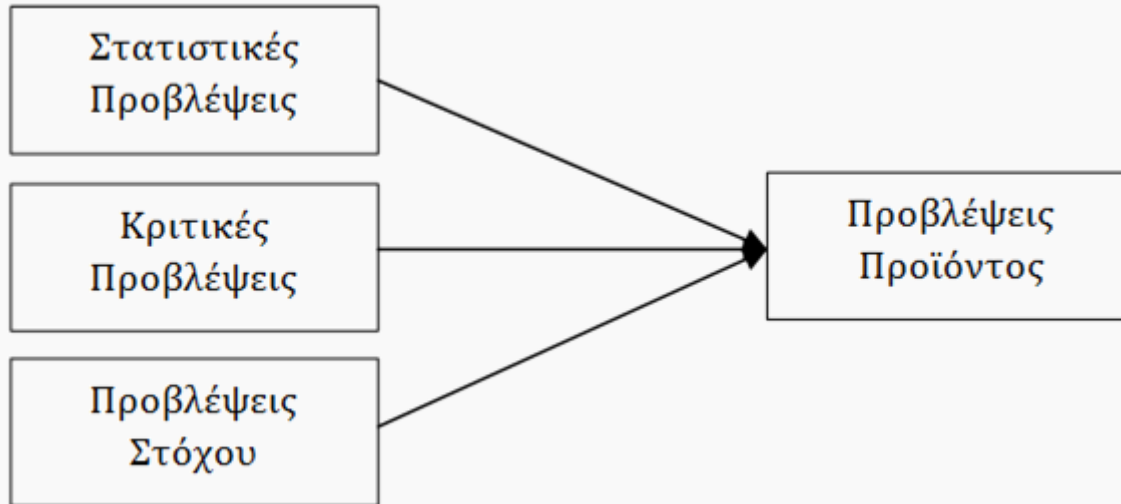


Η διαδικασία της πρόβλεψης στην επιχείρηση



Η διαδικασία της πρόβλεψης στην επιχείρηση

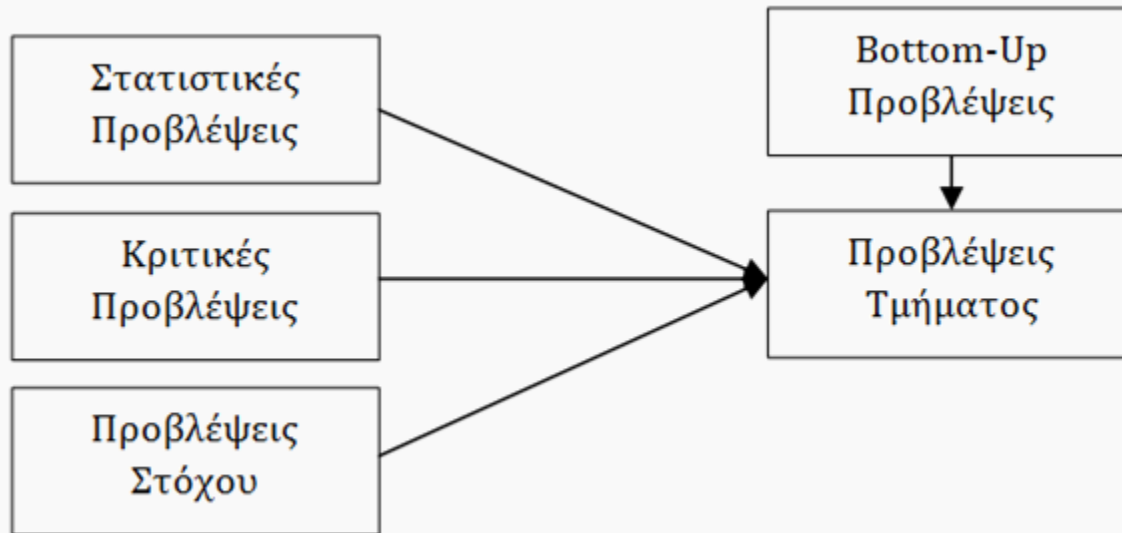
Πρόβλεψη Προϊόντος



Η διαδικασία της πρόβλεψης στην επιχείρηση

Πρόβλεψη Κατηγορίας/Τμήματος

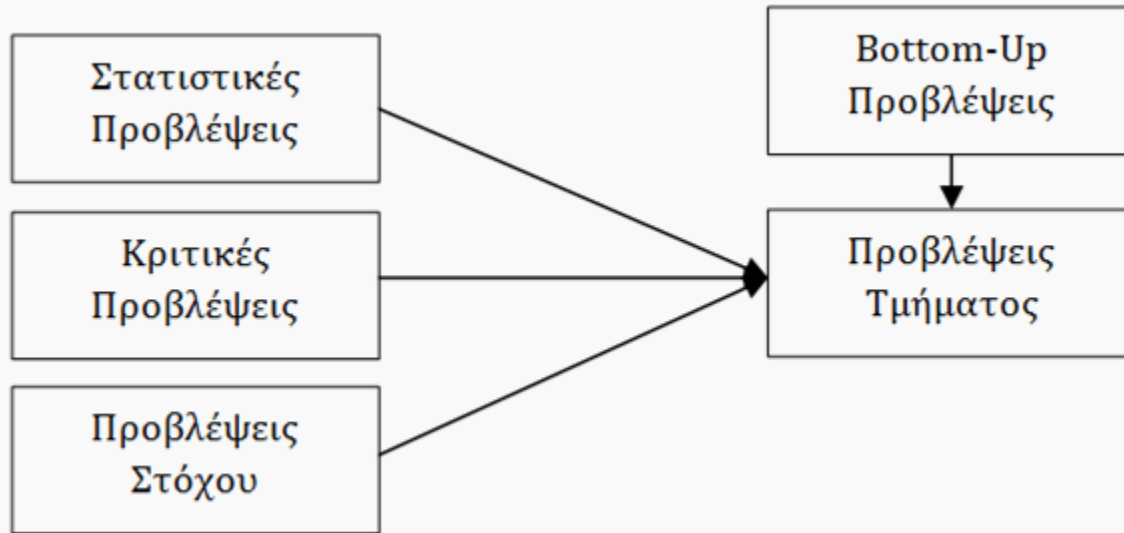
$$Y_t^{\text{department}} = \sum_{i=1}^{pr} Y_t^i \cdot p_t^i$$



Η διαδικασία της πρόβλεψης στην επιχείρηση

Πρόβλεψη Επιχείρησης

$$Y_t^{\text{company}} = \sum_{j=1}^d \sum_{i=1}^{\text{pr}} Y_t^{d,i} \cdot P_t^{d,i}$$





Feel free to say hi!

We are friendly and social

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφος
Αττική, 15780, Ελλάδα
Τηλέφωνο: 2107723637 Fax: 2107723740

Κτίριο της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
2ος όροφος - 2.2.1 Εργαστήριο



@FSU NTUA



Μονάδα
Προβλέψεων και
Στρατηγικής ΕΜΠ



spiliotis@fsu.gr

