

Διοίκηση Λειτουργιών

τα τετράδια μιας Οδύσσειας

τετράδιο 8

Η πρόβλεψη της ζήτησης

τετράδιο 8

Η πρόβλεψη της ζήτησης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Γιάννης έχει πρόβλημα καθορισμού της δυναμικότητας (παραγωγικής ικανότητας) εξυπηρέτησης στο εστιατόριο του ξενοδοχείου και το συζητά με τον Λορέντζο. Μετά τους ορισμούς, καταλήγουν ότι απαιτείται να ασχοληθούν πρώτα με τη ζήτηση και μάλιστα με την πρόβλεψή της. Είναι εμφανής η ανάγκη ευελιξίας της παραγωγής και της κατανόησης από την παραγωγή της μεθοδολογίας πρόβλεψης που χρησιμοποιούν συνήθως οι πωλήσεις και το μάρκετινγκ.

Υπάρχουν μέθοδοι ποιοτικές και ποσοτικές για τον προσδιορισμό αυτόν και, στις περισσότερες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται τα στοιχεία του παρελθόντος, ώστε να βοηθηθεί η πρόβλεψη. Συζητούν τις ιδιαιτερότητες της πρόβλεψης της ζήτησης στις υπηρεσίες και τα προβλήματα της εποχικότητας και των άλλων διακυμάνσεων και πώς μπορούν να αντιμετωπισθούν από την πλευρά των λειτουργιών.

Συνεχίζουν με το θέμα της μεθόδου τήρησης των απολογιστικών στοιχείων, για τη λειτουργία του ελέγχου, τον προσδιορισμό των τάσεων και, βέβαια, την υποστήριξη των απαιτήσεων των μεθόδων πρόβλεψης. Ο Λορέντζος προτείνει τη μέθοδο του κυλιόμενου έτους για την εξουδετέρωση της εποχικότητας και τον έλεγχο της πορείας των λειτουργιών μακροπρόθεσμα.

Τέλος, ο Γιάννης φέρνει περιληπτικές σημειώσεις με τις επικρατέστερες ποιοτικές και ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης της ζήτησης.

8^η Συζήτηση

Το πρόβλημα καθορισμού της Δυναμικότητας ή μήπως της Πρόβλεψης της Ζήτησης;

Ορισμός του προβλήματος

Έχω μπλέξει άσχημα! Όλο το καλοκαίρι, το ξενοδοχείο μας θα γίνεται τόπος συγκέντρωσης των τουριστών που έρχονται με τα κρουαζιερόπλοια και ξεναγούνται στο αρχαιολογικό κέντρο της πόλης. Βλέπεις, Λορέντζο, είμαστε στο κέντρο και έχουμε χώρο, ώστε τα πούλμαν να τους φέρνουν σε μας και να τους παραλαμβάνουν το απόγευμα από εμάς. Πολλοί από αυτούς δεν ακολουθούν στην ξενάγηση του κέντρου, ή την εγκαταλείπουν πρόωρα και θα έρχονται στο ξενοδοχείο για δροσιά περιμένοντας τα πούλμαν. Άλλοι θα καταλήγουν στο καφέ, άλλοι στο εστιατόριο και, καμιά ώρα πριν την αναχώρηση, θα έρχονται οι ομάδες, σχεδόν όλες μαζί και θα ζητούν εξυπηρέτηση εκείνη τη στιγμή. Μια φορά που το δοκιμάσαμε πέρσι, στο τέλος της περιόδου, έγινε χαμός. Δεν μπορώ να φαντασθώ τι σκέφθηκε το αφεντικό ότι μπορεί να αλλάξει και ότι όλα θα κυλούν ομαλά και έτσι πήρε τη δουλειά, η οποία είναι μεταξύ μας ένα πολύ μεγάλο έσοδο. Μάλλον, ξέρω τι σκέφθηκε: θα τα αναθέσω στον Γιάννη, τον υπεύθυνο της λειτουργίας του ξενοδοχείου, και όλα θα λυθούν!

Αξιοποίησε, Γιάννη, ως επιχειρηματίας το ανταγωνιστικό του πλεονέκτημα.

Της θέσης του ξενοδοχείου;

Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα είναι ένα: ...ότι έχει εσένα για όλες τις λειτουργίες!

Άσε την πλάκα Λορέντζο! Σου είπα ότι έχω μπλέξει άσχημα! Η παραγωγή, δηλαδή εγώ, πρέπει να βγάλω το φίδι από την τρύπα.

Μη ξεχνάς τι είπαμε στις πρώτες συζητήσεις. Ο τρίτος στόχος των λειτουργιών, όπως εσύ μου τους ανέφερες, Γιάννη, στη συζήτηση για τη Στρατηγική των Λειτουργιών, είναι: 'Η ανάπτυξη κάποιας ικανότητας κορμού που θα βοηθήσει την επιχείρηση να κατακτήσει ή να διατηρήσει την ανταγωνιστική της θέση'. Δεν αρκεί, δηλαδή, να λύσεις όπως-όπως ένα πρόβλημα, αλλά, σ' αυτήν την αλλαγή στρατηγικής της επιχείρησης, να ακολουθήσεις με το μέρος της ευθύνης που σου αναλογεί και επί πλέον να αναπτύξεις μια **ικανότητα κορμού**. Αυτή θα μπορούσε να είναι η ευελιξία του τμήματος που ηγείσαι, των Λειτουργιών, ώστε να υπηρετείς σωστά ένα μεγάλο ξενοδοχείο πόλης και, ταυτόχρονα, κάποια πρωινά την εβδομάδα για τέσσερις καλοκαιρινούς μήνες, να εξυπηρετείς ένα τσούρμο κόσμο που θα σου αφήσουν ένα σκασμό λεφτά. Και πρέπει να το κάνεις και αυτό σωστά, με διαδικασίες, τηρώντας τα πρότυπα της ποιότητας που θα συμφωνήσετε με τους πράκτορες της κρουαζιέρας. Τι σημαίνει αυτό;

*Ότι πρέπει να καλύψω την αποστολή των λειτουργιών, που είναι να εξασφαλίζω ότι παραδίδω τα στοιχεία του **Πακέτου Υπηρεσιών** και ότι καλύπτω τον όγκο των πωλήσεων και στις δύο, διαφορετικού είδους, κατηγορίες πελατών. Αυτά δεν είπαμε στη συζήτησή μας για τις Λειτουργίες στις Υπηρεσίες;*

Ακριβώς. Τι πρέπει να κάνεις επομένως;

Πρέπει να φτιάξω νέες διεργασίες για τις έκτακτες αυτές περιπτώσεις...

Που θα είναι, Γιάννη, διαφορετικές σε τι;

*Μα προφανώς, Λορέντζο, στις **ελέγχουσες εισροές**. Θέλει γρήγορες, απλές διαδικασίες, πρότυπα απόδοσης με έμφαση στην ταχύτητα παράδοσης, σαφώς σωστή εκπαίδευση στο νέο τρόπο εργασίας και στα πρότυπα. Τώρα, ίσως χρειαστώ και άλλο εξοπλισμό, ανάλογα με τη μέθοδο που θα επιλέξω.*

Και βέβαια ίσως και άλλο τρόπο διοίκησης.

Άριστα δέκα! Βλέπω ότι τα μαθήματα σε έχουν βοηθήσει. Ποιο είναι το πρόβλημά σου λοιπόν;

Λορέντζο, κάναμε σήμερα μάθημα για το *μάνατζμεντ* της δυναμικότητας και διαπίστωσα ότι δεν έχω ξεκαθαρίσει τι δυναμικότητα έχω. Πόσους επισκέπτες του μπαρ και του εστιατορίου μπορώ να εξυπηρετήσω με τους εργαζόμενους που διαθέτω με τις σημερινές διεργασίες, άρα να υπολογίσω και πόσους μπορώ να εξυπηρετήσω μετά τις αλλαγές που θα κάνω σε κάποιες διεργασίες. Αντίστοιχα, να καθορίσω, για το συγκεκριμένο αριθμό επισκεπτών που θα έχω, πόσους εργαζόμενους χρειάζομαι για τη δουλειά αυτή και σε ποιες θέσεις εργασίας.

Αντιλαμβάνομαι, επίσης, ότι, τώρα που πας στο μάθημα και βλέπεις ότι υπάρχουν τρόποι να αντιμετωπίσεις τα διάφορα προβλήματα, ξαφνικά διαπιστώνεις ότι έχεις το πρόβλημα με το οποίο ζούσες τόσα χρόνια και το θεωρούσες ως φυσιολογική κατάσταση. Τέλος πάντων, πώς ορίσατε τη δυναμικότητα;

Η δυναμικότητα ή παραγωγική ικανότητα (*capacity*) ορίζεται ως ο μέγιστος δυνατός όγκος παραγωγής, προϊόντων ή υπηρεσιών μιας επιχείρησης, ανά μονάδα χρόνου. Το ύψος της παραγωγικής ικανότητας εξαρτάται από το σχεδιασμό των διεργασιών και από τη διαθεσιμότητα των απαραίτητων πόρων. Σε κάθε αλυσίδα παραγωγικών δραστηριοτήτων υπάρχουν στάδια ή πόροι (**πόροι περιορισμού δυναμικότητας**), οι οποίοι **περιορίζουν** τη μέγιστη ροή προϊόντων ή υπηρεσιών. Καθώς αυξάνεται ο ρυθμός παραγωγής, είτε θα δημιουργηθεί «μποτιλιάρισμα» σε ένα από τα στάδια των παραγωγικών δραστηριοτήτων, είτε θα εξαντληθεί κάποια από τις εισροές (π.χ. πρώτες ύλες). Να κάποια παραδείγματα:

Τύπος επιχείρησης	Δυναμικότητα Συστήματος	Αξιοποιούμενη Δυναμικότητα
Νοσοκομείο	Διαθεσιμότητα κρεβατιών	Αριθμός θεραπευμένων ασθενών την εβδομάδα
Παραγωγή μπίρας	Χωρητικότητα ζύμωσης	Παραγόμενα λίτρα την εβδομάδα
Πανεπιστήμιο	Αριθμός φοιτητών	Αριθμός πτυχιούχων φοιτητών στο έτος
Λιανοπωλητής	Διαθέσιμη επιφάνεια σε τετραγωνικά μέτρα	Πωλήσεις ανά τετραγωνικό μέτρο
Αυτοκινητοβιομηχανία	Ώρες εργάσιμες	Παραγόμενα αυτοκίνητα στη βάρδια

Συνήθως χρησιμοποιούμε τη λέξη *capacity* με την έννοια του χώρου για ένα κτήριο, ή τον όγκο για ένα *container*. Ένας υπεύθυνος λειτουργιών σε ένα πολυχώρο κινηματογραφικών αιθουσών θα μπορούσε να μιλάει για χωρητικότητα (*capacity*) 3.000 καθημένων, ή σε ένα εργοστάσιο για τη μέγιστη εξαγόμενη ποσότητα προϊόντος στη μονάδα του χρόνου. Οι παραπάνω παράγοντες όμως δεν δίνουν σημασία στην κλίμακα μέτρησης, δεν αντανακλούν ικανότητες στη διεργασία, όπως επίσης δεν λαμβάνουν υπόψη το χρόνο. Ο δάσκαλος μας έδωσε και τον ορισμό σύμφωνα με τους Slack et al. (2004), που ορίζουν τη **δυναμικότητα ως το μέγιστο επίπεδο προστιθέμενης αξίας που επιτυγχάνεται σε μια χρονική περίοδο υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας**.

Μ' αρέσει αυτός ο ορισμός, γιατί η μέτρηση γίνεται με αντιληπτούς όρους: το χρήμα. Τώρα, γιατί πρέπει να ασχοληθούμε ιδιαίτερα με τη δυναμικότητα;

Ο σωστός σχεδιασμός, Λορέντζο, και η **πλήρης αξιοποίηση των παραγωγικών ικανοτήτων** μιας επιχείρησης, έχουν μεγάλη σημασία, είτε πρόκειται για παραγωγή προϊόντων είτε για παραγωγή υπηρεσιών. Κάθε λάθος στο σχεδιασμό ή στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς της αγοράς μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες. Το υψηλό και σταθερό κόστος του πάγιου εξοπλισμού σημαίνει ότι, αν ο εξοπλισμός μείνει αχρησιμοποίητος (δηλαδή η ζήτηση είναι σημαντικά χαμηλότερη από την προβλεπόμενη), η επιχείρηση θα έχει μεγάλη οικονομική ζημία. Όμοια, αν η ζήτηση είναι σημαντικά υψηλότερη, η παραγωγή πάνω από τις μέγιστες δυνατότητες του εξοπλισμού και του προσωπικού έχει δυσανάλογο κόστος (υπερωρίες, αγορά πρόσθετου εξοπλισμού) και μπορεί να κάνει ασύμφορη την κάλυψη της πρόσθετης ζήτησης, με κίνδυνο να δυσαρεστηθούν οι πελάτες. Αυτά στο τακτικό επίπεδο της επιχείρησης, γιατί στο στρατηγικό ο κλασικός κανόνας είναι να **προσαρμόζω τη δυναμικότητα στη ζήτηση**, ή να **δημιουργώ ζήτηση για να καλύψω τη δυναμικότητα**.

Άρα, η έννοια της παραγωγικής ικανότητας είναι **αλληλένδετη** με τη ζήτηση!

Ακριβώς. Επομένως, από τη μία πλευρά η **πρόβλεψη** θα πρέπει να αφήνει λογικά περιθώρια **διακυμάνσης** και από την άλλη οι παραγωγικές δραστηριότητες θα πρέπει να είναι αρκετά **ευέλικτες**, ώστε να ανταποκριθούν σε κάθε επίπεδο ζήτησης μέσα στα προβλεπόμενα περιθώρια.

Οπότε, Γιάννη, στο παιχνίδι μπαίνει ο όρος πρόβλεψη και ο πανταχού παρών ευελιξία! Για πες μου τι είπατε για τη ζήτηση και την πρόβλεψή της;

Το πρόβλημα της πρόβλεψης της ζήτησης

Οι πληροφορίες για το ύψος της ζήτησης μπορούν να στηριχτούν σε ποιοτικές μεθόδους, όπως η έρευνα αγοράς, στην προηγούμενη εμπειρία, στη δοκιμαστική εισαγωγή ενός προϊόντος σε μια αγορά, ή και σε καθαρά ποσοτικές μεθόδους. Αν πρόκειται για νέο προϊόν, υπάρχει μεγάλο ποσοστό αβεβαιότητας γιατί δεν μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια η ταχύτητα διείσδυσής του στην αγορά, ο εποχιακός χαρακτήρας της ζήτησης, η διάρκεια του κύκλου ζωής του προϊόντος κτλ. Θα πρέπει, λοιπόν, οι παραγωγικές διαδικασίες να σχεδιαστούν με περισσότερη ευελιξία και με την ελπίδα ότι, στην αρχική περίοδο της εισόδου του προϊόντος στην αγορά, η ζήτηση θα συμπεριφερθεί σχετικά ομαλά. Μια προϋπόθεση για την ευελιξία απέναντι σε διακυμάνσεις της ζήτησης είναι να υπάρχει η δυνατότητα λειτουργίας των παραγωγικών δραστηριοτήτων σε διάφορα επίπεδα παραγωγής με **ελαστικό κόστος**, χωρίς δηλαδή μεγάλες διακυμάνσεις. Βέβαια, η δυναμικότητα εξαρτάται από το σχεδιασμό των διεργασιών, που με τη σειρά του εξαρτάται από το ύψος της προβλεπόμενης ζήτησης.

Ένας φαύλος κύκλος αλληλεξάρτησης, Γιάννη, που δεν οδηγεί πουθενά και πρέπει να βρεθεί μια διέξοδος.

Ιστορικά, η πρόβλεψη με κάποια μέθοδο, χρησιμοποιείται για την εξασφάλιση των πληροφοριών για την υποστήριξη επενδυτικών αποφάσεων, σχετικά με τον αναμενόμενο όγκο πωλήσεων ενός προϊόντος. Η διαχείριση παραγωγικών δραστηριοτήτων χρησιμοποιεί την πρόβλεψη ως βάση για το σχεδιασμό της, αλλά διατηρεί ένα βαθμό ετοιμότητας για να μπορέσει να ανταποκριθεί σε απρόβλεπτες διακυμάνσεις. Έτσι, ο σχεδιασμός των παραγωγικών δραστηριοτήτων ξεκινά από μια γενική εκτίμηση της πιθανής ζήτησης, σύμφωνα με την οποία υπολογίζει την απαιτούμενη ικανότητα παραγωγής. Στους περισσότερους οργανισμούς, τα τμήματα marketing και πωλήσεων είναι αυτά που ασχολούνται με την πρόβλεψη της ζήτησης. Αυτές οι προβλέψεις όμως είναι ένα πολύ βασικό συστατικό του σχεδιασμού της παραγωγικής ικανότητας και οι λειτουργίες θα πρέπει να **κατανοούν τη βάση τέτοιων**

προβλέψουν. Οι προβλέψεις θα πρέπει να εκφραστούν σε όρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό της παραγωγικής ικανότητας και του ελέγχου. Δεν αρκεί για παράδειγμα να πεις ότι η πρόβλεψη είναι παραγωγή 1.000 τόνοι του τάδε προϊόντος το έτος. Χρειάζεται να γνωρίζουμε σε τι αναλογία συμμετέχουν οι διάφορες συσκευασίες, τις εποχικότητες κλπ.

Το να γνωρίζεις, Γιάννη, ότι η ζήτηση αυξάνει ή μειώνεται δεν είναι αρκετό. Το σημαντικό είναι να γνωρίζουμε το ρυθμό με τον οποίο γίνεται αυτό. Για παράδειγμα, ένας νέος σύμβουλος σε μια συμβουλευτική εταιρεία απαιτεί αρκετό χρόνο, ίσως και μήνες, για να εκπαιδευθεί. Θα πρέπει λοιπόν η εταιρεία να μπορεί να προβλέψει πότε θα χρειαστεί τις υπηρεσίες του, ώστε να ενεργήσει ανάλογα. Ανάλογα και η δημόσια διοίκηση θα πρέπει να προβλέπει πού και πόσους νέους βρεφονηπιακούς σταθμούς θα πρέπει να κτίσει και να το ξεκινά αντίστοιχα από νωρίς.

Ναι, πράγματι Λορέντζο, το δημόσιο στην Ελλάδα εργάζεται πάντα με αυτήν τη λογική. Χα, χα, χα...

Ένα άλλο πολύ καλό παράδειγμα αποτελούν τα σχολεία, όπου σε ορισμένες περιοχές οι μαθητές ηλικίας 6-12 ετών μπορεί να αυξάνονται ενώ σε άλλες να μειώνονται. Η δημόσια διοίκηση έχει κάποιες δυνατότητες για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα αυτό, με διαφορετικό κόστος και χρόνο αντιμετώπισης η καθεμία. Μπορεί να προσλάβει δασκάλους οι οποίοι θα προσφέρουν ορισμένες ώρες εβδομαδιαία, η διαδικασία αυτή δεν απαιτεί πολύ χρόνο για να ολοκληρωθεί. Εάν χρειαστεί να προσληφθούν δάσκαλοι και κανονικό ωράριο εργασίας, τότε ίσως χρειαστούν κάποιοι μήνες μέχρι να ολοκληρωθούν οι διαδικασίες πρόσληψης. Εάν απαιτηθούν νέες αίθουσες, μπορεί να ενοικιαστούν ή αγοραστούν νέες προσωρινές αίθουσες, εάν όμως απαιτηθεί η δημιουργία νέου σχολείου, τότε ο σχεδιασμός, οι εγκρίσεις, οι διαγωνιστικές διαδικασίες και ο εξοπλισμός μπορεί να διαρκέσουν από δύο έως τέσσερα χρόνια.

Λορέντζο, στο Δημόσιο έχουν λύσει απλά το πρόβλημα της πρόβλεψης: 'δεν προβλέπουν, απλά τρέχουν πίσω από το πρόβλημα!'

Στην πράξη, Γιάννη, ανεξάρτητα από το πόσο καλή είναι η πρόβλεψη, και πόσο «ευέλικτη» είναι η παραγωγή, υπάρχει πάντα κάποιος χρόνος υστέρησης για να προσαρμοστεί η τελευταία στη ζήτηση. Η πρόβλεψη μπορεί να οδηγήσει τις λειτουργίες στην πρόσληψη προσωπικού, ή στη δημιουργία επιπλέον βάρδιας. Έτσι, θα πρέπει οι λειτουργίες να γνωρίζουν τα όρια της αβεβαιότητας της πρόβλεψης, θα πρέπει δηλαδή να προσδιοριστούν τα επίπεδα του διαστήματος εμπιστοσύνης της πρόβλεψης, π.χ. με 5% πιθανότητα μπορεί η ζήτηση να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη της προσδιορισμένης. Πώς λοιπόν μπορεί να προβλεφθεί η ζήτηση;

*Υπάρχουν μέθοδοι ποιοτικές και ποσοτικές για τον προσδιορισμό αυτόν. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται τα στοιχεία του παρελθόντος, ώστε να βοηθηθεί η πρόβλεψη. Είναι λοιπόν σημαντικό να προσδιοριστούν τα στοιχεία εκείνα από το παρελθόν που είναι σχετικά με την πρόβλεψη στο μέλλον. Στις **ποιοτικές** μεθόδους πρόβλεψης χρησιμοποιούνται η προηγούμενη εμπειρία και προηγούμενα και τρέχοντα δεδομένα. Οι πιο συχνές τέτοιες μέθοδοι είναι:*

Οι Έρευνες Αγοράς, η Γνώμη των ειδικών (Delphi Method) και η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (life cycle).

*Στις **ποσοτικές** μεθόδους, η πρόβλεψη γίνεται με την επεξεργασία των **χρονοσειρών**.*

Χρησιμοποιούμε δεδομένα από ορισμένες περιόδους στο παρελθόν και προβάλλουμε αυτά τα δεδομένα στο μέλλον. Βασίζεται στην υπόθεση ότι η μελλοντική συμπεριφορά είναι μια λειτουργία που βασίζεται στο παρελθόν. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι όπως:

Του Κινητού Μέσου Όρου, της Εκθετικής Εξομάλυνσης (απλής και διπλής εκθετικής εξομάλυνσης), η Γραμμική Παλινδρόμηση, η μη Γραμμική Παλινδρόμηση κλπ.

Σου έχω εδώ ένα συγκεντρωτικό πίνακα με τα βασικά στοιχεία των μεθόδων.

Γιάννη, πώς επιλέγουμε ποια μέθοδο πρόβλεψης θα χρησιμοποιήσουμε;

Λαμβάνοντας υπ' όψη πολλούς παράγοντες. Ο δάσκαλος μας ανέφερε τους εξής:

- Τον ΟΡΙΖΟΝΤΑ της πρόβλεψης, π.χ. εβδομάδες ή έτη;
- Το ΚΟΣΤΟΣ της μεθόδου, το οποίο είναι ανάλογο της ακρίβειας της πρόβλεψης.
- Την ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ.
- Την ΕΥΚΟΛΙΑ εφαρμογής.
- Τα ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, π.χ. οι χρονοσειρές απαιτούν ακριβή ποσοτικά στοιχεία ενώ οι ποιοτικές μέθοδοι βασίζονται σε υποκειμενικούς παράγοντες.
- Το ΒΑΘΜΟ εμπειρίας του προσωπικού που θα χειρίζεται το σύστημα πρόβλεψης.
- Το διαθέσιμο ΧΡΟΝΟ για την προετοιμασία της πρόβλεψης.

Γιάννη, θα προσέθετα και τρία βασικά χαρακτηριστικά των προβλέψεων:

- Οι προβλέψεις είναι σχεδόν πάντα εσφαλμένες (δηλ. περιέχουν κάποιο σφάλμα).
- Όσο μεγαλύτερος ο χρονικός ορίζοντας πρόβλεψης, τόσο μεγαλύτερο το συνολικό σφάλμα.
- Στόχος μας δεν είναι μόνο ο περιορισμός του σφάλματος, αλλά και η αποτύπωση βασικών επαναλαμβανόμενων προτύπων - patterns (ώστε να εξαλείψουμε το συστηματικό σφάλμα).

Πράγματι αναφερθήκαμε σ' αυτά και συζητήσαμε πολύ το τελευταίο.

Πολύ ωραία. Μιλήσατε καθόλου για τις ιδιαιτερότητες της ζήτησης στις υπηρεσίες;

Αν θυμάσαι, Λορέντζο, τις διαφορές Προϊόντων - Υπηρεσιών που έχουμε συζητήσει, ο δάσκαλος μας θύμισε κάποιες που είναι σημαντικές όσον αφορά στη ζήτηση. Ξοδεύονται αμέσως και δεν αποθηκεύονται. Ο πελάτης πρέπει να επισκεφθεί το σύστημα διανομής της υπηρεσίας και να συμμετάσχει στην παραγωγή της. Έστω και μέσω internet. Η παραγωγή υπηρεσιών διαφέρει από την παραγωγή υλικών αγαθών, επειδή **η ζητούμενη υπηρεσία παρέχεται αμέσως στον πελάτη**, είτε πρόκειται για δωμάτιο σε ένα ξενοδοχείο, είτε για θέση σε εστιατόριο, ή επισκευή ενός οχήματος. Αν η επιχείρηση δεν είναι σε θέση να ανταποκριθεί αμέσως, ο πελάτης θα στραφεί σε άλλον προμηθευτή. Παρ' ότι κάποιες υπηρεσίες μπορούν να προγραμματιστούν για μεταγενέστερο χρόνο, όπως μια επίσκεψη ρουτίνας σε οδοντίατρο, ή η διαμονή σε ξενοδοχείο για καλοκαιρινές διακοπές, κατά κανόνα η παραγωγή υπηρεσιών πρέπει να προσαρμόζεται στις καθημερινές διακυμάνσεις της ζήτησης. Αντίθετα, η **παραγωγή υλικών προϊόντων μπορεί να ετεροχρονιστεί** και, για παράδειγμα, ένα προϊόν (π.χ. έπιπλο) να κατασκευαστεί σε λογικό χρονικό διάστημα μετά την παραγγελία του, ή να πωληθεί από απόθεμα. Βέβαια, συχνά η παραγωγή προϊόντων περιλαμβάνει και τη χρήση υπηρεσιών, ώστε οι διαφορές μεταξύ των δυο κατηγοριών να μειώνονται σημαντικά.

Ένα άλλο πρόβλημα με τη ζήτηση Γιάννη, μην ελπίζεις ότι είναι το τελευταίο, είναι η εποχικότητα (διακύμανση) στη ζήτηση για τα περισσότερα προϊόντα και υπηρεσίες. Γιατί υπάρχει διακύμανση;

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τη διακύμανση της ζήτησης (κλιματικοί, συμπεριφοράς, πολιτικοί, οικονομικοί, κοινωνικοί κλπ). Είναι πολύ σημαντικό να κατανοούμε τις αιτίες, γιατί είναι πιθανό να

μπορούμε να επηρεάσουμε κάποιες από αυτές. Όπως ήδη ειπώθηκε, ο σχεδιασμός της παραγωγικής ικανότητας θα πρέπει να εξομαλύνει, να ρυθμίζει αυτές τις διακυμάνσεις. Εδώ είναι οι δυσκολίες ακόμη και σε μια γενικά σωστή πρόβλεψη, ειδικά στις υπηρεσίες. Και κάτι ακόμη πιο δύσκολο: Ενώ συνήθως μιλάμε για εποχικότητα μέσα σε κάποιο μεγάλο χρονικό διάστημα, υπάρχει το ίδιο ερώτημα για μικρότερα διαστήματα μέσα σε αυτά τα χρονικά διαστήματα, όπως: μήνα, εβδομάδα, ημέρα ή και ώρα μέσα στην ημέρα. Ας πάρουμε για παράδειγμα το μετρό: Τι μπορεί να κάνει η εταιρεία του μετρό για να διαχειριστεί την έντονη διακύμανση στη ζήτηση; Μπορεί να αλλάξει τις τιμές των εισιτηρίων ανάλογα με την ώρα χρήσης, να προβάλλει περιήγηση στην Αθήνα ώστε να ελκύει τουρίστες σε ώρες μη αιχμής, μπορεί επίσης να εφαρμόσει διακεκομμένο ωράριο για το προσωπικό ώστε να μπορεί να το χρησιμοποιεί στις ώρες αιχμής. Να «αραιώσει» τα δρομολόγια τις ώρες μη αιχμής. Όλα τα παραπάνω απαιτούν βέβαια επενδύσεις σε αυτοματοποιημένο σύστημα παρακολούθησης και προγραμματισμού. Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της διοίκησης λειτουργιών είναι ο σχεδιασμός και η βελτιστοποίηση της παραγωγικής διεργασίας αφού επηρεάζονται από τη μεταβλητότητα της ζήτησης σε επίπεδο έτους, μήνα, εβδομάδας, ημέρας είτε ακόμη και ώρας.

Γιάννη, μπήκες με φόρα στη λογική της διαχείρισης της δυναμικότητας! Αν το ξεκινήσουμε τώρα θα ξενυχτίσουμε! Ας βρεθούμε λίγο νωρίτερα αύριο.

Και με το πρόβλημά μου;

Έχουμε καιρό μέχρι να αρχίσουν οι κρουαζιέρες! Δώσε μου σε παρακαλώ τις σημειώσεις σου για τις μεθόδους πρόβλεψης.

Πάρτες!

Ο έλεγχος της πορείας

Γιάννη, θα τις δω με την ησυχία μου, αλλά πριν χωρίσουμε θέλω να σε ρωτήσω κάτι. Κρατάς **απολογιστικά στοιχεία;**

Βέβαια, γιατί στα στοιχεία αυτά στηρίζονται, όπως θα δεις, και πολλές μέθοδοι πρόβλεψης. Ένα βασικό μέγεθος για το εστιατόριο είναι ο αριθμός των επισκεπτών ανά εβδομάδα και για το ξενοδοχείο ο αριθμός των διανυκτερεύσεων ανά μήνα. Προφανώς τα απολογιστικά στοιχεία, όπως λέει και το όνομά τους, μας βοηθούν στον απολογισμό.

Πώς ξέρεις όταν κάνεις απολογισμό, αν αυτός ο μήνας πήγε καλά ή όχι;

Λορέντζο, κάνουμε έρευνα για να βρούμε τι δεν πήγε καλά και παίρνουμε μέτρα για την επόμενη περίοδο. Όπως έλεγες την άλλη φορά, κάνουμε κάτι, για να μας οδηγήσει στο στόχο μας.

Και αν δύο μήνες δεν πήγαν καλά, είχαμε για παράδειγμα 3% πτώση και ο τρίτος έχει 2% άνοδο σε σχέση πάντα με τον αντίστοιχο περσινό μήνα, τότε πάμε καλά;

*Τουλάχιστον ανατρέψαμε την **τάση!***

Μπράβο, Γιάννη, αυτήν τη λέξη θέλω. Η σύγκριση με τον αντίστοιχο μήνα της περσινής περιόδου είναι πολύ διαδεδομένη κυρίως στις πωλήσεις. Έχουν το πλεονέκτημα (για τις πωλήσεις) ότι δεν έχουν μνήμη. Βέβαια, το αποτέλεσμα θα φανεί στο τέλος του χρόνου, οπότε γίνεται συνολικά η σύγκριση σε σχέση με τον προηγούμενο χρόνο. Θα πέσουν γκρίνιες από το αφεντικό, θα γίνει μια προσπάθεια και μετά μακαριότητα!

Εντάξει, μην είσαι κακός, τι άλλο μπορούμε να κάνουμε;

Να ελέγχουμε και το μήνα και **το έτος το μέχρι σήμερα** από το αντίστοιχο περασμένο.

Δηλαδή;

Συγκρίνουμε, Γιάννη, το μήνα που μόλις έκλεισε με τον αντίστοιχο περσινό, αλλά κάνουμε και κάτι άλλο. Κρατάμε το στοιχείο των πωλήσεων των 12 τελευταίων μηνών. Για παράδειγμα, έχουμε το άθροισμα των αποτελεσμάτων Ιούλιος 2011 - Ιούνιος 2012. Στο τέλος του Ιουλίου 2012 αφαιρούμε από το άθροισμα αυτών των 12 τελευταίων μηνών το μήνα Ιούλιο του 2011 και προσθέτουμε τα αποτελέσματα του Ιουλίου του 2012. Το άθροισμα τώρα έχει τα αποτελέσματα του 12μήνου Αύγουστος 2011 - Ιούλιος 2012. Η πρακτική αυτή ονομάζεται αποτελέσματα κυλιόμενου έτους και, στο σχετικό γράφημα απεικονίζεται η πορεία του μεγέθους ανεξάρτητα από εποχικότητες, Χριστούγεννα, Πάσχα, προπαραγωγές ή μεγάλες προωθήσεις!

Πάμε στοίχημα, Λορέντζο, ότι κάτι τέτοιο δεν συμφέρει κανένα διευθυντή παραγωγής ή πωλήσεων;

Γι' αυτό, ενώ είναι τόσο απλό, και σημαντικό εργαλείο, το αποφεύγουν όλοι.

Τελικά το ξενυχτίσαμε, αλλά άξιζε τον κόπο.

Έννοιες

Δυναμικότητα ή παραγωγική ικανότητα

Περιορισμοί δυναμικότητας

προσαρμογή της δυναμικότητας στη ζήτηση

Δημιουργία ζήτησης για κάλυψη δυναμικότητας

Η σχέση Δυναμικότητας – Ζήτησης ορίζει τη βιωσιμότητα της επιχείρησης

Πρόβλεψη της ζήτησης

Περιθώριο εμπιστοσύνης

Ιδιαιτερότητες της ζήτησης στις υπηρεσίες

Εποχικότητα

Έλεγχος της πορείας

Απολογιστικά στοιχεία

Ποιοτικές μέθοδοι πρόβλεψης

Ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης

Εμπειρίες

Η ανάγκη για ευελιξία

Η γνώση μας επιτρέπει να 'βλέπουμε' και να ορίζουμε το πρόβλημα

Οι λειτουργίες θα πρέπει να κατανοούν τη βάση των προβλέψεων

Κυλιόμενο έτος

Προτεινόμενα βιβλία και κείμενα

ΕΙΔΙΚΑ ΠΑΚΕΤΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Πακέτα λογισμικού που παρέχουν δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων και διενέργειας προβλέψεων:

EXCEL: <http://office.microsoft.com/en-us/excel/>

SAS: <http://www.sas.com/>

SPSS: <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/>

MICROFIT: <http://www.oup.co.uk/microfit/>

EIEWS: <http://www.eviews.com/>

Forecast Pro: <http://www.forecastpro.com/>

Βιβλιογραφία

Chase Richard B., Jacobs Robert F., Aquilano Nicholas J., *Operations Management for Competitive Advantage*, 11th edition, McGraw-Hill, 2005.

Reid Dan R., Sanders Nada R., *Operations Management*, 4th edition, John Wiley & Sons, 2011.

Barlow John F., *Excel Models for Business and Operations Management*, 2nd edition, John Wiley & Sons, 2005.

Οι σημειώσεις του Γιάννη για τις μεθόδους πρόβλεψης της ζήτησης

Ποιοτικές μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι η προηγούμενη εμπειρία, καθώς και προηγούμενα και τρέχοντα δεδομένα. Όταν προβλέπεις στο στοίχημα ένα αποτέλεσμα, ουσιαστικά κάνεις μια ποιοτική πρόβλεψη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ποιοτικών προβλέψεων, άλλες δομημένες και άλλες άτυπες, αλλά μην ξεχνάμε ότι όλες είναι υποκειμενικές μέθοδοι.

Οι πιο συχνές τέτοιες μέθοδοι είναι:

- **Γνώμη ειδικών.** Είναι μια μέθοδος πρόβλεψης, στην οποία μια ομάδα ειδικών συναντιέται και αναπτύσσει μια πρόβλεψη. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη στρατηγικών προβλέψεων ή για να προβλέψει την εισαγωγή στην αγορά ενός νέου προϊόντος ή υπηρεσίας. Ένα μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η άποψη κάποιας ισχυρής προσωπικότητας να κυριαρχήσει επάνω στις γνώμες των άλλων.
- **Έρευνες αγοράς.** Είναι μια προσέγγιση η οποία χρησιμοποιεί μελέτες και συνεντεύξεις, ώστε να καθορίσει τι αρέσει ή όχι στους καταναλωτές, ενδεχόμενες προτιμήσεις τους, ή να καθορίσει ιδέες νέων προϊόντων. Συνήθως, μια επιχείρηση προσλαμβάνει έναν εξωτερικό σύμβουλο για να πραγματοποιήσει μια έρευνα αγοράς. Στα μειονεκτήματα των ερευνών αγοράς μπορεί να καταχωρηθεί ότι τα αποτελέσματα πιθανώς να εξαρτώνται, σε μεγάλο βαθμό, από το σχεδιασμό των ερωτήσεων της έρευνας.
- **Η μέθοδος Delphi.** Είναι μια μέθοδος, στην οποία ο σκοπός είναι να επιτευχθεί συναίνεση μεταξύ μιας ομάδας ειδικών, ενώ μεταξύ τους τηρείται ανωνυμία. Ο ερευνητής δημιουργεί ένα 'εικονικό τραπέζι' συζήτησης με ένα συγκεκριμένο θέμα. Οι ειδικοί αυτοί μπορεί να μην εργάζονται στην ίδια εταιρεία ή, ακόμη, μπορεί να είναι από διαφορετικές χώρες. Δεν γνωρίζουν ποιοί είναι οι λοιποί συμμετέχοντες. Η διαδικασία περιλαμβάνει την αποστολή ερωτηματολογίων σε αυτούς, μετά εξάγονται τα συμπεράσματα και αποστέλλεται νέο ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπεριλαμβάνει τα ευρήματα. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται έως ότου επιτευχθεί συναίνεση. Η ιδέα πίσω από τη μέθοδο αυτή είναι ότι το 'τραπέζι' μπορεί να μη συμφωνεί σε συγκεκριμένα θέματα, αλλά τουλάχιστον σε αυτά που συμφωνεί είναι πολύ πιθανόν να συμβούν. Η μέθοδος αυτή δεν επιτρέπει σε κανένα να κυριαρχήσει με τη γνώμη του έναντι των υπολοίπων.

Ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης της ζήτησης

Οι ποσοτικές μέθοδοι, σε αντίθεση με τις ποιοτικές, βασίζονται στα μαθηματικά. Και αυτές μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Μοντέλα χρονοσειρών και αιτιοκρατικά (causal) μοντέλα. Τα μοντέλα χρονοσειρών γενικά είναι ευκολότερα στη χρήση τους σε σχέση με τα αιτιοκρατικά, τα οποία μπορεί να αποδειχθούν ιδιαίτερα πολύπλοκα, εάν θέλουμε να λάβουμε υπόψη τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ πολλών μεταβλητών.

Μοντέλα χρονοσειρών

Τα μοντέλα αυτά παίρνουν δεδομένα από ορισμένες περιόδους στο παρελθόν και προβάλλουν αυτά

τα δεδομένα στο μέλλον. Βασίζονται στην υπόθεση ότι η μελλοντική συμπεριφορά είναι μια λειτουργία που βασίζεται στο παρελθόν. Παραδείγματα: Οι πωλήσεις εμφιαλωμένων νερών ανά μήνα, ο αριθμός επισκεπτών μιας περιοχής ανά μήνα, οι ημερήσιες τιμές του χρηματιστηριακού δείκτη. Προκειμένου να κάνουμε πρόβλεψη, προσπαθούμε να αναγνωρίσουμε κάποια πρότυπα τα οποία επαναλαμβάνονται και να προβάσουμε τα πρότυπα αυτά στο μέλλον. Οι τέσσερις βασικοί τύποι προτύπων είναι:

- i. **Τάση (Trend):** Όταν τα δεδομένα παρουσιάζουν αύξηση ή μείωση σε εύλογο χρονικό διάστημα τότε λέμε ότι παρουσιάζουν μια Τάση. Η Τάση μπορεί να είναι αύξησης ή μείωσης, ο πιο απλός τύπος τάσης είναι η ευθεία γραμμή.
- ii. **Εποχικότητα (Seasonality):** Ένα εποχικό πρότυπο συνήθως επαναλαμβάνει τον εαυτό του και έχει σταθερό μήκος. Η εποχικότητα υπάρχει όταν η μεταβλητή που προσπαθούμε να προβλέψουμε επηρεάζεται από εποχικούς παράγοντες όπως το τετράμηνο ή ο μήνας ενός έτους ή η ημέρα μιας εβδομάδας. Παραδείγματα μπορεί να είναι ένα κατάστημα λιανικής με υψηλές πωλήσεις το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο, ένα κομμωτήριο με υψηλές πωλήσεις Παρασκευή και Σάββατο κλπ.
- iii. **Επίπεδο ή Οριζόντιο (Level or Horizontal):** Ένα τέτοιο πρότυπο υπάρχει όταν τα δεδομένα κινούνται γύρω από μία σταθερή μέση τιμή. Είναι το πιο απλό και εύκολο στην πρόβλεψη πρότυπο. Αυτός ο τύπος προτύπου είναι συνήθης για προϊόντα στην ώριμη ηλικία του κύκλου ζωής τους, στην οποία η ζήτηση είναι σταθερή και προβλέψιμη.
- iv. **Κύκλοι (Cycles):** Πρότυπα που επηρεάζονται από οικονομικούς παράγοντες, όπως ο πληθωρισμός, η ύφεση ή ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος. Η κύρια διαφορά μεταξύ ενός εποχικού και ενός κυκλικού προτύπου είναι η διάρκεια και γι' αυτό η δυσκολία στην πρόβλεψη είναι αρκετά μεγάλη.

Μέθοδοι ανάλυσης χρονοσειρών

Για χρονοσειρές χωρίς εμφανή τάση

Κινούμενος μέσος όρος (moving average)

Σταθμικός κινούμενος μέσος όρος (weighted moving average)

Απλή εκθετική εξομάλυνση (exponential smoothing)

Για χρονοσειρές με εμφανή τάση

Μέθοδοι παλινδρόμησης (regression models)

Διπλή εκθετική εξομάλυνση (μέθοδος του Holt)

Για χρονοσειρές με εμφανή περιοδικότητα

Τριπλή εκθετική εξομάλυνση (μέθοδος του Winter)

Κινούμενος μέσος όρος (moving average)

Η προσέγγιση του κινούμενου μέσου όρου για την πρόβλεψη λαμβάνει τις n προηγούμενες περιόδους πραγματικής ζήτησης, υπολογίζει τη μέση ζήτηση των n αυτών περιόδων, και χρησιμοποιεί τη μέση ζήτηση αυτή ως την πρόβλεψη της ζήτησης της αμέσως επόμενης περιόδου. Τα δεδομένα, τα

προηγούμενα από τις n περιόδους, δεν παίζουν κανένα ρόλο στην πρόβλεψη. Η τιμή του n μπορεί να είναι οποιαδήποτε, αλλά συνήθως κυμαίνεται στο διάστημα από 4 έως 7.

Το μαθηματικό μοντέλο είναι το εξής:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

Για παράδειγμα η πρόβλεψη για την εβδομάδα 21 είναι η εξής:

$$F_{21} = \frac{141.120 + 141.890 + 143.230 + 144.000}{4} = 142.560$$

ΕΒΔΟΜΑΔΑ	ΠΩΛΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ*
10	133.890,00	
11	135.000,00	
12	135.790,00	
13	137.300,00	
14	138.130,00	
15	139.100,00	
16	139.900,00	137.580,00
17	141.120,00	138.607,50
18	141.890,00	139.562,50
19	143.230,00	140.502,50
20	144.000,00	141.535,00
21		142.560,00

*Πρόβλεψη κινούμενου μέσου όρου με $n=4$

Απλή εκθετική εξομάλυνση (exponential smoothing)

Υπάρχουν δύο σημαντικά μειονεκτήματα στη μέθοδο του κινητού μέσου όρου. Στη βασική μορφή δίνει ίση βαρύτητα σε όλες τις προηγούμενες n περιόδους. (Αυτό λύνεται χρησιμοποιώντας διαφορετικές βαρύτητες στις προηγούμενες περιόδους). Το δεύτερο και πιο σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη όλα τα ιστορικά στοιχεία, αλλά μόνο τις n περιόδους πάνω στις οποίες υπολογίζεται ο κινούμενος μέσος όρος. Και τα δύο αυτά προβλήματα λύνονται με την εκθετική εξομάλυνση. Η προσέγγιση της πρόβλεψης με εκθετική εξομάλυνση προβλέπει τη ζήτηση στην επόμενη περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική ζήτηση στην τρέχουσα περίοδο και την πρόβλεψη η οποία είχε γίνει προηγουμένως για την τρέχουσα περίοδο.

Δηλαδή:

Πρόβλεψη επόμενης περιόδου = α (πραγματική τιμή προηγούμενης) + $(1-\alpha)$ (πρόβλεψη προηγούμενης)

Ο μαθηματικός τύπος είναι ο εξής:

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1-\alpha)F_t$$

Όπου α = σταθερά εξομάλυνσης. Η σταθερά εξομάλυνσης α είναι η βαρύτητα της πιο πρόσφατης πραγματικής τιμής σε σχέση με την πιο πρόσφατη πρόβλεψη. Όσο πιο μεγάλο είναι το α , τόσο μεγαλύτερη βαρύτητα θα έχει η πραγματική τιμή της προηγούμενης περιόδου (A_t) και τόσο μικρότερη η πρόβλεψη της προηγούμενης περιόδου (F_t).

Η τιμή του α καθορίζεται τόσο από την εμπειρία αυτού που κάνει την πρόβλεψη, όσο και από τα χαρακτηριστικά του μεγέθους που θέλουμε να προβλέψουμε. Αν θεωρούμε ότι υπάρχει σχετική σταθερότητα στο χρόνο, τότε στο α θα δώσουμε μικρή τιμή (0,05-0,2). Αν, αντίθετα, περιμένουμε έντονες μεταβολές, τότε το α θα πάρει μεγαλύτερες τιμές. Η δυσκολία της μεθόδου, λοιπόν, έγκειται στην επιλογή της καταλληλότερης, κάθε φορά, τιμής του α προκειμένου να έχουμε μια ακριβή πρόβλεψη. Στον επόμενο πίνακα δίδεται η χρήση της μεθόδου της εκθετικής εξομάλυνσης με $\alpha = 0,2$.

ΕΒΔΟΜΑΔΑ	ΠΩΛΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ
10	133.890,00	133.500,00
11	135.000,00	133.578,00
12	135.790,00	133.862,40
13	137.300,00	134.247,92
14	138.130,00	134.858,34
15	139.100,00	135.512,67
16	139.900,00	136.230,14
17	141.120,00	136.964,11
18	141.890,00	137.795,29
19	143.230,00	138.614,23
20	144.000,00	139.537,38
21		140.429,91

Για παράδειγμα η πρόβλεψη για την εβδομάδα 21 είναι:

$$F_{21} = \alpha A_t + (1-\alpha)F_t = 0,2*144.000+(1-0,2)*139.537,38 = 140.429,91$$

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τρία:

Η ευκολία υπολογισμού, η απαίτηση ελάχιστων δεδομένων για τον υπολογισμό και η σχετικά καλή ακρίβεια εκτίμησης.

Μοντέλα αιτιοκρατικά (causal models)

Εφ' όσον η μεταβλητή που πρέπει να προβλεφθεί είναι συνάρτηση άλλων ανεξάρτητων παραγόντων (π.χ. η ζήτηση του μελιού είναι συνάρτηση της τιμής, της διαφήμισης, της πορείας των αγορών κλπ.), τότε επιδιώκεται να προσδιορισθεί η σχέση ανάμεσα στη μεταβλητή και στους ανεξάρτητους παράγοντες. Επομένως, η μελλοντική τιμή της μεταβλητής μπορεί να προβλεφθεί, αν υπάρχουν

αντίστοιχα προβλέψεις για τις μελλοντικές τιμές των άλλων ανεξάρτητων παραγόντων. Αν υπάρχει δηλαδή η πρόβλεψη για τη διαφημιστική δαπάνη, μπορούν να προβλεφθούν με υπολογισμό και οι πωλήσεις.

Συχνά, τα αιτιοκρατικά μοντέλα βασίζονται σε ιδιαίτερα πολύπλοκες τεχνικές για να γίνει κατανοητή η δύναμη της σχέσης μεταξύ του παράγοντα που ζητείται να προβλεφθεί και των μεταβλητών, αλλά και των μεταβλητών μεταξύ τους. Η απλή παλινδρόμηση (simple regression) προσπαθεί να εκφράσει την καλύτερη προσαρμογή (best fit) μεταξύ δύο μεταβλητών.

Για παράδειγμα, μια εταιρεία παραγωγής παγωτού προσπαθεί να προβλέψει τις πωλήσεις της. Μετά την εξέταση των ιστορικών στοιχείων ζήτησης, παρατήρησε ότι η κύρια μεταβλητή που επηρεάζει την κατανάλωση παγωτού είναι η μέση θερμοκρασία της προηγούμενης εβδομάδας. Τότε, γνωρίζοντας τις μέσες θερμοκρασίες και χρησιμοποιώντας ανάλυση παλινδρόμησης μπορεί να γίνει πρόβλεψη της ζήτησης. Εάν όμως υπάρχουν και άλλες παράμετροι που επηρεάζουν τη ζήτηση, αυτές θα πρέπει να προβλεφθούν στο μοντέλο και το μοντέλο γίνεται αρκετά πολύπλοκο.

Η ανάπτυξη τέτοιων μοντέλων, η αξιολόγηση της σημαντικότητας των μεταβλητών και η κατανόηση του δικτύου των συσχετίσεων ξεπερνά τα όρια ετούτης της παρουσίας.

Απλή γραμμική παλινδρόμηση (linear regression)

Η απλούστερη μορφή ενός αιτιοκρατικού μοντέλου είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση. Εδώ η σχέση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητης μεταβλητής είναι γραμμική και μπορεί να παρασταθεί από τη σχέση:

$$y = a + bx$$

Όπου:

y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή το μέγεθος που θέλουμε να προβλέψουμε,

x είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (της οποίας τα δεδομένα γνωρίζουμε),

a και b είναι οι σταθερές της εξίσωσης που πρέπει να υπολογιστούν.

Η σταθερά a δείχνει που τέμνεται ο άξονας των x και η σταθερά b δείχνει την κλίση της γραμμής.

Πολλές ευθείες γραμμές μπορούν να σχεδιαστούν που να περνούν από τα δεδομένα που γνωρίζουμε. Με τη γραμμική παλινδρόμηση επιλέγουμε εκείνη την ευθεία η οποία ελαχιστοποιεί το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων, η μέθοδος αυτή ονομάζεται **μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων**.

Τα τέσσερα βήματα για τον υπολογισμό της πρόβλεψης είναι τα εξής:

Βήμα 1: Υπολογίζουμε το b από τη σχέση:

$$\frac{\sum XY - n\bar{x}\bar{y}}{\sum X^2 - n\bar{x}^2}$$

Όπου \bar{x} η μέση τιμή των X και \bar{y} η μέση τιμή των Y .

Υπολογίζουμε πρώτα τη σταθερά b γιατί απαιτείται για να υπολογιστεί η σταθερά a .

Βήμα 2: Υπολογίζουμε το a από τη σχέση:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Βήμα 3: Αντικαθιστούμε τις τιμές των a και b που βρήκαμε στη σχέση της γραμμικής παλινδρόμησης

$$y = a + bx$$

Βήμα 4: Για να κάνουμε πρόβλεψη για την εξαρτημένη μεταβλητή y , βάζουμε στην παραπάνω εξίσωση τη γνωστή τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής x .

Παράδειγμα: Μια εταιρεία συσκευασίας τοματοπολτού καταγράφει τις πωλήσεις της σε σχέση με τη διαφημιστική δαπάνη. Θέλει να εφαρμόσει γραμμική παλινδρόμηση για να δει πώς θα μεταβληθούν οι πωλήσεις εάν η διαφημιστική δαπάνη πέσει στα 350.000,00€. Οι πωλήσεις σε σχέση με τη διαφήμιση παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΠΩΛΗΣΕΙΣ (000 €)	ΔΙΑΦΗΜΙΣΗ (000 €)
1	13.300,00	400,00
2	13.900,00	420,00
3	14.400,00	430,00
4	13.700,00	410,00
5	14.200,00	425,00
6	14.500,00	435,00
7	15.100,00	450,00
8	14.800,00	445,00
9		

Για τη διευκόλυνση των πράξεων δημιουργούμε τον παρακάτω πίνακα:

	Y	X	$Y * X$	X^2
	13.300,00	400,00	5.320.000,00	160.000,00
	13.900,00	420,00	5.838.000,00	176.400,00
	14.400,00	430,00	6.192.000,00	184.900,00
	13.700,00	410,00	5.617.000,00	168.100,00
	14.200,00	425,00	6.035.000,00	180.625,00
	14.500,00	435,00	6.307.500,00	189.225,00
	15.100,00	450,00	6.795.000,00	202.500,00
	14.800,00	445,00	6.586.000,00	198.025,00
ΣΥΝΟΛΑ	113.900,00	3.415,00	48.690.500,00	1.459.775,00

Υπολογίζουμε και τις μέσες τιμές \bar{x} και \bar{y} .

$$\bar{x} = 3.415 / 8 = 426,88$$

$$\bar{y} = 113.900 / 8 = 14.237,50$$

Ακολουθούμε τα τέσσερα βήματα:

Βήμα 1: Υπολογίζουμε το b από τη σχέση:

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{x}\bar{y}}{\sum X^2 - n\bar{x}^2} = \frac{48.690.500 - 8 * 426,88 * 14.237,50}{1.459.775 - 8 * 426,88^2} = 34,77$$

Βήμα 2: Υπολογίζουμε το a από τη σχέση:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 14.237,50 - 34,77 * 426,88 = -606,26$$

Βήμα 3: Αντικαθιστούμε τις τιμές των a και b που βρήκαμε στη σχέση της γραμμικής παλινδρόμησης:

$$Y = -606,26 + 34,77 * X$$

Βήμα 4: Για να κάνουμε πρόβλεψη για τις πωλήσεις (εξαρτημένη μεταβλητή Y), βάζουμε στην παραπάνω εξίσωση την τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής $X = 350.000$ (διαφημιστική δαπάνη)

$$Y = -606,26 + 34,77 * 350 = 11.564,32 \text{ σε (000 €)}$$

Άρα, εάν η διαφημιστική δαπάνη πέσει στα 350.000€, οι πωλήσεις θα είναι 11.564.320€.

Χρήση της γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης στην ανάλυση χρονοσειρών

Οι ετήσιες πωλήσεις τοματοπολτού για τα προηγούμενα 8 έτη παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΠΩΛΗΣΕΙΣ (000 €)
2004	13.300,00
2005	13.900,00
2006	14.400,00
2007	13.700,00
2008	14.200,00
2009	14.500,00
2010	15.100,00
2011	14.800,00

Θα χρησιμοποιήσουμε γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης για να προβλέψουμε τη ζήτηση το έτος 2012. Για τη διευκόλυνση των πράξεων δημιουργούμε τον παρακάτω πίνακα: (αντικαθιστούμε τα έτη με την αντίστοιχη σειρά δηλαδή το έτος 2004 είναι το 1^ο έτος της σειράς, το 2005 το 2^ο κ.ο.κ.).

	Y	X	Y*X	X ²
	13.300,00	1,00	13.300,00	1,00
	13.900,00	2,00	27.800,00	4,00
	14.400,00	3,00	43.200,00	9,00
	13.700,00	4,00	54.800,00	16,00
	14.200,00	5,00	71.000,00	25,00
	14.500,00	6,00	87.000,00	36,00
	15.100,00	7,00	105.700,00	49,00
	14.800,00	8,00	118.400,00	64,00
ΣΥΝΟΛΑ	113.900,00	36,00	521.200,00	204,00

Υπολογίζουμε και τις μέσες τιμές \bar{x} και \bar{y} .

$$\bar{x} = 36/8 = 4,5$$

$$\bar{y} = 113.900/8 = 14.237,50$$

Ακολουθούμε τα τέσσερα βήματα:

Βήμα 1: Υπολογίζουμε το b από τη σχέση:

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{x}\bar{y}}{\sum X^2 - n\bar{x}^2} = \frac{521.200 - 8 * 4,5 * 14.237,50}{204 - 8 * 20,25} = 205,95$$

Βήμα 2: Υπολογίζουμε το a από τη σχέση:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 14.237,50 - 205,95 * 4,5 = 13.310,72$$

Βήμα 3: Αντικαθιστούμε τις τιμές των a και b που βρήκαμε στη σχέση της γραμμικής παλινδρόμησης

$$Y = 13.310,72 + 205,95 * X$$

Βήμα 4: Για να κάνουμε πρόβλεψη για τις πωλήσεις (εξαρτημένη μεταβλητή Y), βάζουμε στην παραπάνω εξίσωση την τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής $X = 9$ (το 9^ο έτος στη σειρά, δηλαδή το 2012).

$$Y = 13.310,72 + 205,95 * 9 = 15.164,29 \text{ σε (000 €)}$$

Άρα, οι πωλήσεις για το 2012 προβλέπεται να είναι 15.164.290 ευρώ.