



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

# *Τεχνικές Προβλέψεων*

## Προβλέψεις

# Επιλογή κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης εξαρτάται από :

- Κατά πόσο οι χρήστες θέλουν απλώς να προβλέψουν ή επιθυμούν να κατανοήσουν και να επηρεάσουν την πορεία των γεγονότων στο μέλλον.
- Τα δεδομένα και ο τύπος των δεδομένων (μήκος μεταξύ των διαδοχικών τιμών)
- Τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς
- Τον χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης (τον αριθμό των προβλέψεων που απαιτούνται)

# Επιλογή μεθόδου με βάση το σκοπό: πρόβλεψη ή ερμηνεία

Οι χρήστες προτιμούν να κατανοήσουν τις παραμέτρους που επηρεάζουν την μεταβλητή που πρόκειται να προβλέψουν, παρά απλώς να την προβλέψουν.

➤ Για παράδειγμα όταν πρόκειται για πωλήσεις, λαμβάνουν υπόψη παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση των πωλήσεων, όπως:

➤ Η διαφήμιση

➤ Μείωση της τιμής κλπ.

Για παράδειγμα:

➤ Μια μέθοδος πρόβλεψης χρονοσειρών μας δείχνει μια πτωτική τάση των πωλήσεων κατά 10 %.

➤ Ενώ μια μέθοδος παλινδρόμησης μας δείχνει ότι αν αυξήσουμε την διαφήμιση κατά 1% ή 5%, οι πωλήσεις θα αυξηθούν κατά 2.5% ή 12.5% αντίστοιχα. Οπότε θα πετύχουμε αύξηση κατά 2.5% και όχι πτώση.

➤ Επομένως: ανάλογα με τον σκοπό της πρόβλεψης μας, επιλέγουμε μεθόδους πρόβλεψης χρονοσειρών ή μεθόδους επεξηγηματικών μεταβλητών.

# Επιλογή μεθόδου ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων

- Ετήσια ,τριμηνιαία, μηνιαία, εβδομαδιαία, ημερήσια, κλπ.
- Ο τύπος των δεδομένων σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς.
- Τα ετήσια δεδομένα περιέχουν λιγότερη τυχαιότητα από τα μηνιαία.
- Στα τριμηνιαία δεδομένα η τυχαιότητα είναι περιορισμένη και κυριαρχεί η τάση - κύκλος. Σε τέτοιες περιπτώσεις προτιμούνται οι εξελιγμένες και πολυπλοκότερες μέθοδοι από τις απλές.
- Στα ημερήσια δεδομένα η τυχαιότητα κυριαρχεί αφού η τάση δεν είναι σημαντική ή δεν υπάρχει. Σε τέτοιες περιπτώσεις προτιμάται η απλή εξομάλυνση.

# Επιλογή μεθόδου με βάση τα χαρακτηριστικά της χρονοσειράς Εποχιακότητα, Τάση , Κύκλος , Τυχαιότητα.

- Γνωρίζουμε ότι η εποχιακότητα δεν εμφανίζει σημαντικά προβλήματα και σχεδόν όλες οι μέθοδοι μπορούν να την προβλέψουν. Η απλούστερη μέθοδος για την εκτίμηση της εποχιακότητας είναι η μέθοδος της αποσύνθεσης.
- Αφού η εποχιακότητα δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο πρόβλημα επομένως το κλειδί της επιλογής μεθόδου είναι το μέγεθος της τυχαιότητας και η συμπεριφορά της τάσης - κύκλου.
- Γενικώς, αν υπάρχει μεγάλη τυχαιότητα τότε επιλέγουμε τις απλούστερες μεθόδους.
- Αν η τυχαιότητα υπερисχύει της τάσης - κύκλου, συνήθως σε βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, καταλληλότερη είναι η εκθετική εξομάλυνση.
- Στην περίπτωση μικρής τυχαιότητας καταλληλότερη μέθοδος είναι τα μοντέλα ARMA από ότι οι μέθοδοι εξομάλυνσης.
- Όταν υπάρχει ελάχιστη τυχαιότητα και η τάση επικρατεί των κυκλικών διακυμάνσεων προτιμάται η μέθοδος Holt (Μοντέλο γραμμικής τάσης).

# Αριθμός και η συχνότητα των προβλέψεων

➤ Επιλέγουμε την μέθοδο ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης (αριθμός προβλέψεων).

Μεγάλος αριθμός προβλέψεων απαιτείται σε ημερήσια δεδομένα από ότι σε μηνιαία ή σε μηνιαία από ότι σε τριμηνιαία, κοκ.

➤ Από πρακτική άποψη όσο μεγαλύτερος αριθμός προβλέψεων και όσο πιο συχνά χρειάζονται, τόσο απλούστερες και περισσότερο αυτοματοποιημένες μέθοδοι χρησιμοποιούνται.

# Ορίζοντας Πρόβλεψης

- Βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη (Inventory - Σχεδιασμός Αποθήκης)
  - ✓ Συνήθως ορίζοντας πρόβλεψης  $< 3$  περιόδους
- Μεσοπρόθεσμη πρόβλεψη (Budget - Οικονομικός Σχεδιασμός)
  - ✓ Συνήθως ορίζοντας πρόβλεψης  $\sim 1+$  οικονομικό έτος (δλδ 12-15, αν αναφερόμαστε σε μηνιαία δεδομένα)
- Μακροπρόθεσμη πρόβλεψη (Long Term - Σχεδιασμός Επενδύσεων και Ανάπτυξης)
  - ✓ Συνήθως ορίζοντας πρόβλεψης  $\geq 3$  έτη

# Παράγοντες Σφαλμάτων

Ορισμένοι παράγοντες αυξάνουν το μέγεθος των σφαλμάτων όταν οι μέθοδοι χρησιμοποιούνται μεμονωμένα και όχι σε συνδυασμό. Τέτοιοι παράγοντες είναι :

- Υπολογισμός λάθος μεγέθους. Για παράδειγμα, χρειάζεται να προβλέψουμε τη ζήτηση, όμως δεδομένα ζήτησης συνήθως δεν υπάρχουν. Αντί αυτού υπολογίζουμε προβλέψεις όπως παραγγελιών, παραγωγής, φορτώσεων, χρεωστικών λογαριασμών.
- Αλλαγές προτύπου και μη σταθερές σχέσεις. Οι στατιστικές μέθοδοι υποθέτουν ότι τα πρότυπα και οι σχέσεις είναι σταθερές , κάτι σπάνιο στον πραγματικό κόσμο. Παρόλα αυτά συγκεκριμένα γεγονότα, κύκλοι, φέρνουν συστηματικές αλλαγές και επομένως είναι δυνατόν να αποφευχθούν συστηματικά σφάλματα.
- Μέθοδοι που ελαχιστοποιούν σφάλματα. Οι μέθοδοι πρόβλεψης συνήθως επιλέγονται με σκοπό να ελαχιστοποιήσουν το σφάλμα της αμέσως επόμενης πρόβλεψης. Όμως χρειαζόμαστε προβλέψεις για αρκετές χρονικές περιόδους μπροστά, οι οποίες συνήθως δεν είναι οι κατάλληλες αν έχουν επιλεχθεί με την λογική της ελαχιστοποίησης του σφάλματος της ακριβώς επόμενης εκτίμησης.



# Συνδυασμός μεθόδων

## Παράδειγμα συνδυασμού μεθόδων

- Έχουμε τρεις μέθοδοι εξομάλυνσης :
  - Απλής εκθετικής εξομάλυνσης
  - Μοντέλο γραμμικής τάσης (Holt)
  - Μοντέλο μη γραμμικής τάσης (Damped)
- Δύο είδη συνδυασμού των μεθόδων:
  - Βέλτιστος (optimal) (τα βάρη των τριών μεθόδων δίνονται από μια αντίστροφη συνάρτηση του MSE)
  - Απλός (single) (είναι ο μ.ο. των τριών μεθόδων)

# Συνδυασμός μεθόδων

Period	Time Series	Single	Holt	Damped	Optimal Combination	Simple Combination
<b>Model fit forecasts</b>						
1	376	492	367	365	403	408
2	324	457	375	369	397	401
3	341	417	364	367	380	383
4	444	394	361	362	371	373
5	450	409	394	368	390	391
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
44	603	563	578	592	578	578
45	694	575	592	590	586	585
46	542	611	631	599	599	599
48	735	581	596	595	591	591
<b>Model fit errors</b>						
Mean Error or Bias		9.37	1.57	17.77	9.48	9.57
MSE		4278.75	3501.39	3625.17	3540.61	3564.40
MAPE		11.39	10.23	10.40	10.49	10.54
<b>Post-sample forecasts</b>						
49	628	627	648	607	628	627
50	676	627	653	615	632	632
51	629	627	659	620	636	635
52	600	627	664	623	639	638
53	654	627	670	625	642	641
54	661	627	675	627	644	643
55	606	627	580	628	647	645
56	660	627	686	629	649	647
57	665	627	691	629	651	649
58	595	627	696	629	653	651
59	621	627	702	630	655	653
60	723	627	707	630	657	655
61	608	627	713	640	659	657
62	728	627	718	630	661	658
63	650	627	723	630	663	660
<b>Post-sample errors</b>						
Mean Error or Bias		19.64	-38.79	21.58	-0.67	0.81
MSE		1945.98	3116.47	2003.52	1468.48	1468.76
MAPE		5.21	6.87	5.59	4.85	4.84

Προβλέψεις των τριών μεθόδων  
και των συνδυασμών τους

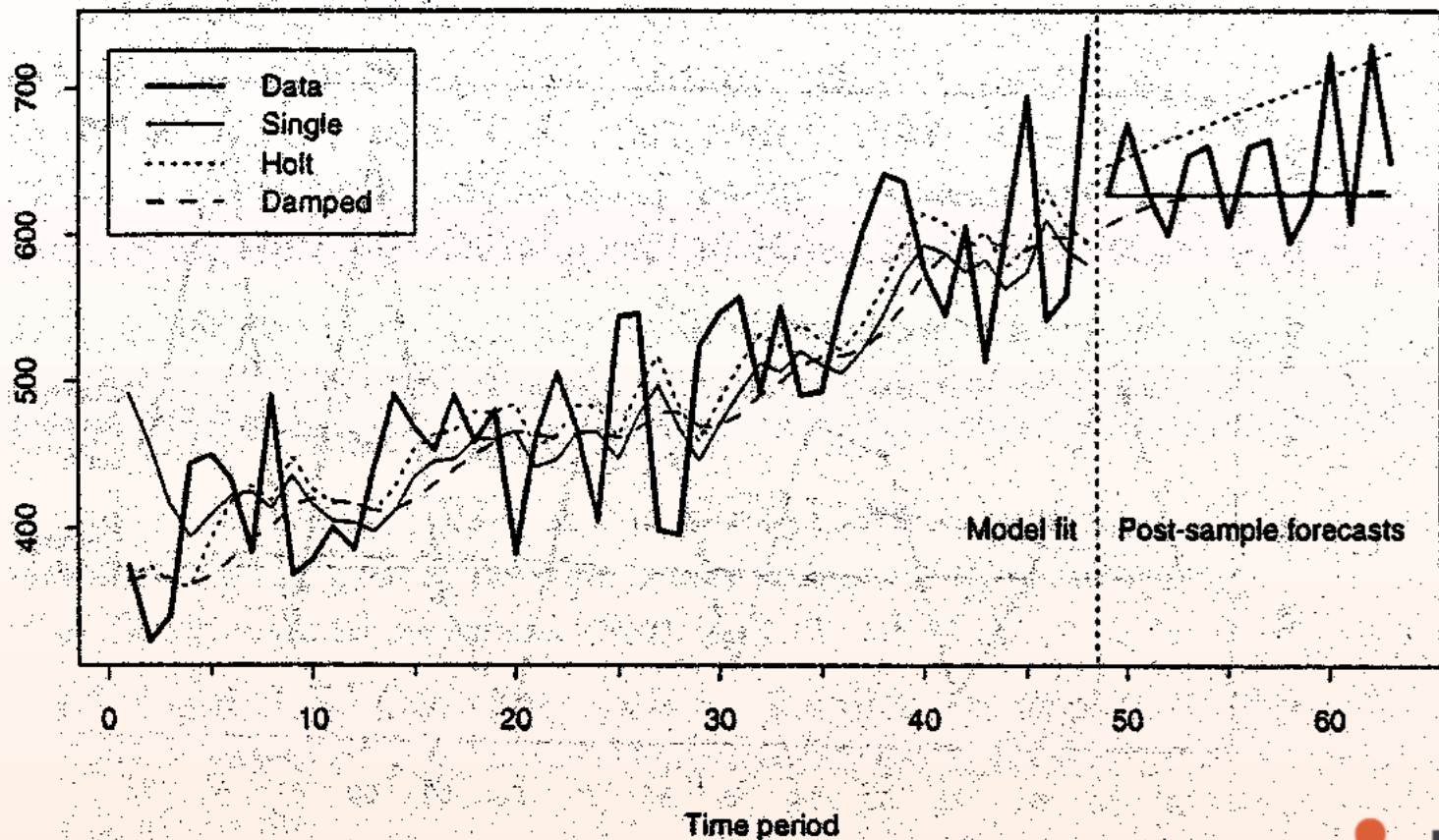
# Συνδυασμός μεθόδων

## Παρατηρήσεις

- Στον πίνακα εμφανίζονται το Μέσο τετραγωνικό σφάλμα MSE και το Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα MAPE.
- Παρατηρούμε ότι στο fit model το MSE είναι :
  - το μικρότερο στην Holt, μετά στην Damped και μετά στην απλή εκθετική
  - μικρότερο στον βέλτιστο συνδυασμό από τον απλό.
- Παρατηρούμε ότι στο post-sample το MSE είναι:
  - το μικρότερο στον βέλτιστο συνδυασμό από όλες τις μεθόδους και συνδυασμούς.
  - το μικρότερο στην απλή εκθετική από τις άλλες δύο μεθόδους , ενώ ήταν το μεγαλύτερο στο fit model.

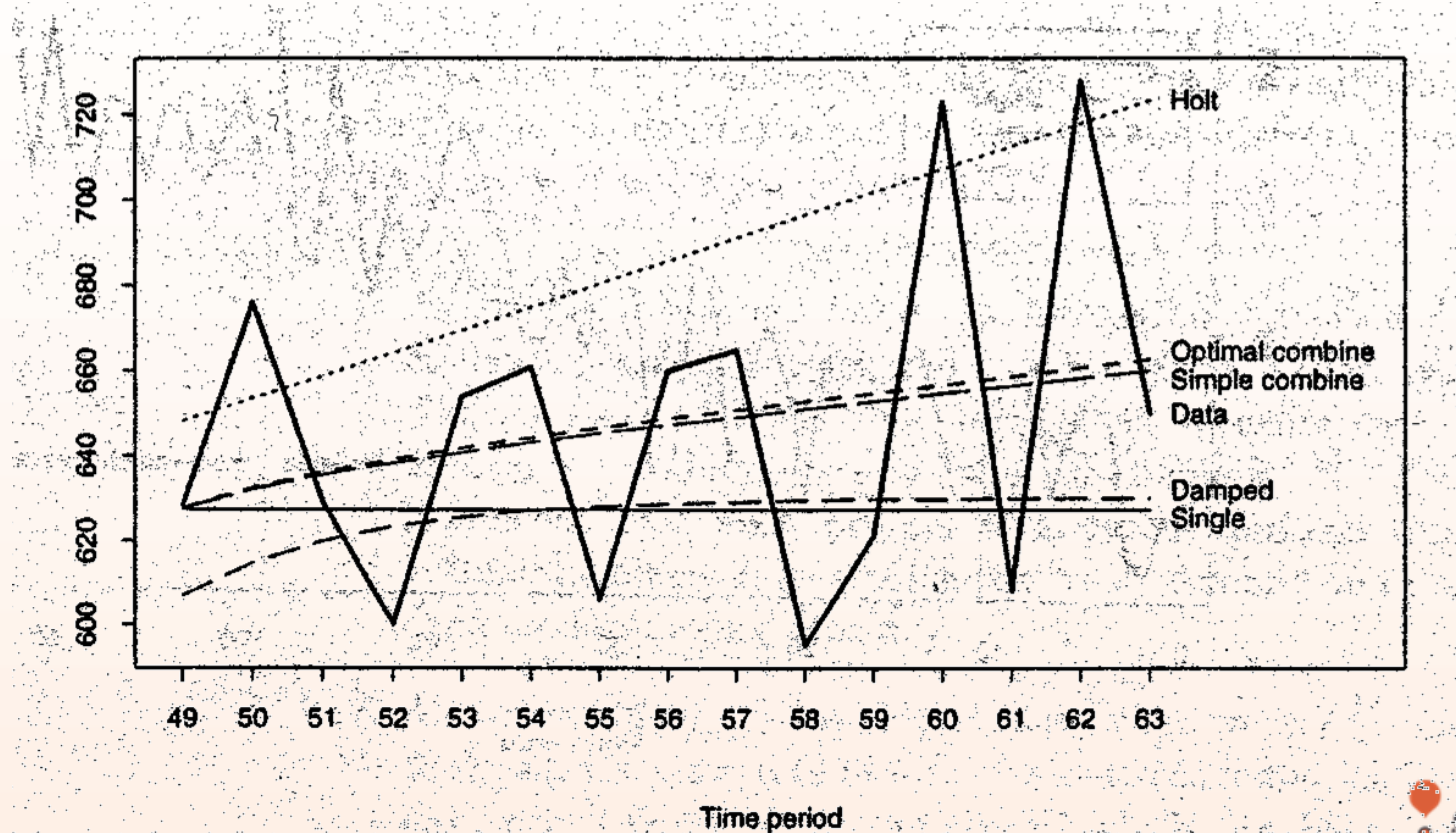
# Συνδυασμός μεθόδων

Γράφημα των προβλέψεων των τριών μεθόδων και των συνδυασμών τους



# Συνδυασμός μεθόδων

Γράφημα των προβλέψεων των τριών μεθόδων και των συνδυασμών τους στο Post Sample



# Συνδυασμός μεθόδων

Γενικότερα ισχύει:

- Ο συνδυασμός των μεθόδων μας επιτρέπει να είμαστε πιο ακριβής στις προβλέψεις μας και μειώνει την αβεβαιότητα μας για το μέλλον όταν δεν είμαστε σίγουροι αν τα δεδομένα θα συνεχίσουν να διαφέρουν από τα δεδομένα του παρελθόντος.