

Θεωρία Αποφάσεων

Βασιλική Καζαντζή

Καθηγήτρια Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων

Σκοπός και Στόχοι Ενότητας

- ▶ Ο σκοπός της ενότητας αυτής είναι η παρουσίαση μεθοδολογικών προσεγγίσεων επίλυσης προβλημάτων λήψης αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας και κινδύνων

Επιμέρους στόχοι είναι

- ▶ να αναγνωρίζουμε τις (αβέβαιες) συνθήκες υπό τις οποίες καλούμαστε συνήθως να λάβουμε αποφάσεις σε πραγματικά προβλήματα
- ▶ να προσδιορίζουμε τα χαρακτηριστικά ενός προβλήματος λήψης αποφάσεων υπό συνθήκες αβεβαιότητας και κινδύνων
- ▶ να γνωρίζουμε τις έννοιες που υπεισέρχονται στις μεθοδολογίες και τεχνικές λήψης αποφάσεων υπό συνθήκες αβεβαιότητας και κινδύνων (προσδοκώμενο αποτέλεσμα, κόστος ευκαιρίας, άριστη πληροφόρηση κλπ) και να μπορούμε να τις ερμηνεύουμε με επιχειρησιακούς όρους
- ▶ να εξοικειωθούμε με τα κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής αποφάσεων και να τα εφαρμόζουμε σε πραγματικά προβλήματα
- ▶ να χρησιμοποιούμε τεχνικές ανάλυσης ευαισθησίας και να εκτιμούμε τις επιπτώσεις της αβεβαιότητας και του κινδύνου στον προσδιορισμό της βέλτιστης επιλογής και στα αντίστοιχα αποτελέσματα

Όροι και Λέξεις Κλειδιά

- ▶ Λήψη Αποφάσεων υπό συνθήκες Αβεβαιότητας
- ▶ Λήψη Αποφάσεων υπό συνθήκες Ρίσκου
- ▶ Τυχαία Κατάσταση (State of Nature)
- ▶ Αποτελέσματα / Εκβάσεις (Payoffs)
- ▶ Προσδοκώμενο Αποτέλεσμα / Προσδοκώμενο Κέρδος
- ▶ Κόστος Ευκαιρίας
- ▶ Προσδοκώμενο Κέρδος με Άριστη Πληροφόρηση
- ▶ Αξία της Άριστης Πληροφόρησης
- ▶ Δένδρα Αποφάσεων
- ▶ Κόμβος απόφασης και κλάδος απόφασης
- ▶ Κόμβος τυχαίας κατάστασης και κλάδος τυχαίας κατάστασης

Αναφορές

Κύρια Αναφορά:

- ▶ Υψηλάντης, Π. (2015) Επιχειρησιακή Έρευνα, Εκδόσεις Προπομπός, 5η έκδοση

Σχετικές Αναφορές:

- ▶ Hillier, F.S. (2012) *Introduction to operations research*, McGraw-Hill Education
 - ▶ Rardin, R.L. (2016) *Optimization in operations research*. Prentice Hall
 - ▶ Winston, W.L. (2003) *Operations Research: Application and Algorithms*, Cengage Learning
-

Κεφ. 7 – Λήψη Αποφάσεων



Τίτλος Ενότητας

Εισαγωγή στη Θεωρία Αποφάσεων

Λήψη Αποφάσεων (Decision Making)

Η υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων αποτελεί το βασικό χαρακτηριστικό της εφαρμογής όλων των μεθόδων επιχειρησιακής έρευνας (Γραμμικός Προγραμματισμός, Ακέραιος και Δυναμικός Προγραμματισμός, Δικτυωτή Ανάλυση κ.λπ.)

Σε πολλά επιχειρησιακά προβλήματα που δεν εμπίπτουν σε συγκεκριμένα μοντέλα επιχειρησιακής έρευνας, οι λήπτες αποφάσεων καλούνται να αξιολογήσουν ένα πεπερασμένο σύνολο εφικτών εναλλακτικών επιλογών και να επιλέξουν εκείνη που προσδοκούν ότι θα οδηγήσει στο καλύτερο αποτέλεσμα, σύμφωνα με κάποιο(α) προκαθορισμένο(α) κριτήριο(α).

- ▶ Η παραπάνω διαδικασία προσδιορισμού και ανάλυσης εναλλακτικών επιλογών, και επιλογής της “καλύτερης”, ορίζεται ως **Λήψη Απόφασης (Decision Making)**.

Λήψη Αποφάσεων

- ▶ Η λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων είναι μία διαδικασία που από τη φύση της αφορά μελλοντικά δρώμενα και επηρεάζεται από μελλοντικές καταστάσεις και επομένως τα αποτελέσματα χαρακτηρίζονται από ένα βαθμό αβεβαιότητας.
- ▶ Ανάλογα με το επίπεδο αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει ένα πρόβλημα λήψης αποφάσεων έχουμε:
 - ▶ Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες βεβαιότητας (Certainty)
 - ▶ Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες κινδύνου (Risk)
 - ▶ Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας (Uncertainty)
 - ▶ Λήψη αποφάσεων σε συνθήκες χάους (Chaos)

Πλαίσιο Συνθηκών στα Προβλήματα Αποφάσεων

► Συνθήκες Βεβαιότητας

- Ο λήπτης αποφάσεων μπορεί να προσδιορίσει τις εναλλακτικές επιλογές και μπορεί να εκτιμήσει με αρκετή βεβαιότητα το αποτέλεσμα που θα προκύψει από την πιθανή υιοθέτηση κάθε μίας εναλλακτικής λύσης.
- Σε συνθήκες βεβαιότητας η λήψη αποφάσεων είναι μια εύκολη διαδικασία - *επιλέγεται η εναλλακτική που παράγει το “καλύτερο” αποτέλεσμα*
- Σε πολύ λίγες περιπτώσεις επιχειρησιακών αποφάσεων απαντώνται παρόμοιες συνθήκες.
- Η πολυπλοκότητα και ρευστότητα που υπάρχει στο οικονομικό, κοινωνικό, τεχνολογικό, πολιτικό περιβάλλον δημιουργούν συνθήκες που χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα

Πλαίσιο συνθηκών στα Προβλήματα Αποφάσεων

▶ **Συνθήκες Κινδύνου (risk)**

- ▶ Ο λήπτης αποφάσεων μπορεί να προσδιορίσει τις εναλλακτικές επιλογές
- ▶ Το αποτέλεσμα που θα προκύψει από την πιθανή υιοθέτηση κάθε μίας εναλλακτικής επιλογής, εξαρτάται από πιθανές εξωγενείς καταστάσεις
- ▶ Ο λήπτης αποφάσεων είναι σε θέση να εκτιμήσει την πιθανότητα πραγματοποίησης κάθε πιθανής κατάστασης και το αντίστοιχο αποτέλεσμα
- ▶ Σε αυτές τις συνθήκες η λήψη αποφάσεων βασίζεται στην εκτίμηση της πιθανότητας να εκδηλωθεί η κάθε πιθανή κατάσταση και του αντίστοιχου αποτελέσματος που θα προέκυπτε
- ▶ Η εκτίμηση των πιθανοτήτων βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα (αντικειμενική) ή σε ανάλυση σχετικών πληροφοριών και γνώμες εμπειρογνομόνων (υποκειμενική)

Πλαίσιο συνθηκών στα Προβλήματα Αποφάσεων

▶ **Συνθήκες Αβεβαιότητας (uncertainty)**

- ▶ Αντίστοιχα με τις συνθήκες κινδύνου, με τη διαφορά ότι είναι αδύνατον να εκτιμηθεί η πιθανότητα πραγματοποίησης των πιθανών καταστάσεων
- ▶ Συνήθως η λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων γίνεται σε συνθήκες αβεβαιότητας
- ▶ Η συγκέντρωση πληροφοριών, η αξιοποίηση δεδομένων βοηθά στον περιορισμό της αβεβαιότητας και μετάβαση από κατάσταση αβεβαιότητας σε κατάσταση κινδύνου

▶ **Συνθήκες Χάους**

- ▶ Υψηλός βαθμός πολυπλοκότητας
- ▶ Αδυναμία προσδιορισμού εναλλακτικών επιλογών. Μη πεπερασμένο σύνολο επιλογών
- ▶ Αδυναμία συσχέτισης εναλλακτικών επιλογών και πιθανών καταστάσεων

Τίτλος Ενότητας

Λήψη Αποφάσεων σε Συνθήκες Αβεβαιότητας

Προβλήματα Αποφάσεων - Βασικά Χαρακτηριστικά (1/4)

Κριτήριο Επιλογής

- ▶ Ο λήπτης επιχειρηματικών αποφάσεων καλείται να προσδιορίσει το ή τα κριτήρια με βάση τα οποία θα αξιολογήσει τις εναλλακτικές λύσεις και θα επιλέξει την άριστη.
- ▶ **Παραδείγματα**
 - ❑ Μείωση κόστους λειτουργίας
 - ❑ Προσδοκώμενο κέρδος
 - ❑ Μερίδιο Αγοράς
 - ❑ Χρόνος Εξυπηρέτησης Πελάτη
 - ❑ Ποσότητα παραγωγής
- ▶ Σε κάποιες περιπτώσεις η αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων βασίζεται σε **περισσότερα από ένα κριτήρια (πολυκριτήρια ανάλυση)**
- ▶ Το κριτήριο πρέπει να είναι **μετρήσιμο**. Το αποτέλεσμα κάθε επιλογής μετράται σε όρους του (των) κριτηρίων που έχει επιλεγεί

Προβλήματα Αποφάσεων - Βασικά Χαρακτηριστικά (2/4)

Αβεβαιότητα

- ▶ Η λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων είναι μία διαδικασία που από τη φύση της αφορά μελλοντικά δρώμενα και επηρεάζεται από μελλοντικές καταστάσεις.
- ▶ **Παραδείγματα παραγόντων αβεβαιότητας**
 - ❑ Οικονομικές συνθήκες
 - ❑ Ανταγωνισμός
 - ❑ Τεχνολογικές εξελίξεις
 - ❑ Αλλαγές νομοθεσίας
 - ❑ Πολιτικό περιβάλλον
- ▶ Η παρουσία αβεβαιότητας επηρεάζει τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τις επιλογές που θα γίνουν και είναι ένα βασικό στοιχείο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.
- ▶ Π.χ. Λήψη απόφασης για τη στρατηγική marketing για συγκεκριμένο προϊόν

Προβλήματα Αποφάσεων - Βασικά Χαρακτηριστικά (3/4)

Ύπαρξη ποσοτικών δεδομένων

Για να είναι δυνατή η σύγκριση εναλλακτικών λύσεων, ώστε να επιλεγεί μεταξύ αυτών η άριστη, απαιτείται η ποσοτική εκτίμηση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από την πιθανή υιοθέτηση κάθε εναλλακτικής λύσης

- ▶ **Ανάλογα με το επιχειρησιακό πρόβλημα**
 - Κοστολογικά στοιχεία (παραγωγής και διανομής)
 - Λειτουργικά στοιχεία (χρόνοι παραγωγής, προσωπικό κ.λπ.)
 - Οικονομικά στοιχεία (τιμές προϊόντων, πρώτων υλών και άλλων συντελεστών παραγωγής)
 - Προβλέψεις ζήτησης, μεριδίων αγοράς, οικονομικών συνθηκών, κ.λπ.
- ▶ Η συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση ποσοτικών δεδομένων, απαιτεί την ύπαρξη κατάλληλων πληροφοριακών συστημάτων, συν σημαντικό κόστος και χρόνο

Προβλήματα Αποφάσεων - Βασικά Χαρακτηριστικά (4/4)

Αντίληψη περί «σωστών» και «λανθασμένων» αποφάσεων

- ▶ *Οπωσδήποτε το αποτέλεσμα μετρά. **Αλλά αυτό εξαρτάται από:***
 - ▶ ***Αβεβαιότητα***
 - ▶ ***Τύχη (μόνον αν επαναλαμβάνεται τεκμηριώνεται η σωστή λήψη αποφάσεων)***
 - ▶ ***Αδυναμία πρόβλεψης κατά τη λήψη της απόφασης***
- ▶ *Μακροπρόθεσμα, σημασία έχει **η συστηματική προσέγγιση** στην **ανάλυση δεδομένων και εκτίμηση των εναλλακτικών που είναι εφικτές***
 - ▶ ***Ορθή απόφαση είναι αυτή η οποία λαμβάνεται με **ανάλυση των δεδομένων, με ορθολογικά κριτήρια και υπολογισμό του κινδύνου.*****

Στη συνέχεια

Ποσοτικά μοντέλα που υποστηρίζουν τη συστηματική αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων σε προβλήματα λήψης αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας / κινδύνου

Αποφάσεις σε συνθήκες αβεβαιότητας

Δομικά Χαρακτηριστικά

▶ Εναλλακτικές αποφάσεις (decisions)

- ▶ Οι εφικτές επιλογές που έχει στη διάθεσή του ο **λήπτης της απόφασης (decision maker)**
- ▶ Απαιτεί τη μη-στενή οριοθέτηση του προβλήματος ώστε να συμπεριληφθούν όλες οι δυνατές επιλογές
- ▶ Μεταξύ αυτών θα επιλεγεί η «άριστη» ή «βέλτιστη» σύμφωνα με προκαθορισμένα κριτήρια

▶ Τυχαίες καταστάσεις (states of nature)

- ▶ Καταστάσεις ή γεγονότα που είναι πιθανό να συμβούν και τα οποία βρίσκονται **έξω από τον έλεγχο του λήπτη της απόφασης**. Αποκαλούνται και **σενάρια**
- ▶ Πρέπει να προσδιορισθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να περιλαμβάνουν όλες τις πιθανές καταστάσεις.

▶ Αποτελέσματα (payoffs)

- ▶ Τα αποτελέσματά που θα προκύψουν από την υιοθέτηση οποιασδήποτε απόφασης
- ▶ Εξαρτώνται όχι μόνο από την απόφαση που θα επιλεγεί αλλά και από τις τυχαίες καταστάσεις. Για κάθε μία εναλλακτική απόφαση τα αποτελέσματα είναι διαφορετικά ανάλογα με την κατάσταση που θα προκύψει.

Αποφάσεις σε συνθήκες αβεβαιότητας

Παράδειγμα

Μια εταιρεία χημικών προϊόντων έχει συμβόλαιο με έναν από τους πελάτες της για την προμήθεια ενός ειδικού λιπαντικού υγρού. Επειδή η διαδικασία παραγωγής του προϊόντος είναι αρκετά πολύπλοκη, η παραγωγή του προϊόντος γίνεται σε τόνους και όχι σε μικρότερες ποσότητες. *Ο πελάτης έχει συμφωνήσει να δίνει την παραγγελία του για 1, 2 ή 3 τόνους κάθε έξι μήνες.* Επειδή η παραγωγή του προϊόντος απαιτείται να αρχίσει τουλάχιστον δύο μήνες προτού αυτό χρησιμοποιηθεί, *η εταιρεία πρέπει να αποφασίσει εκ των προτέρων για την ποσότητα παραγωγής χωρίς να γνωρίζει κάθε φορά την ακριβή ποσότητα της παραγγελίας που θα ζητήσει ο πελάτης της.*

Το κόστος παραγωγής του προϊόντος ανέρχεται σε 15.000€ ανά τόνο.

Η τιμή πώλησης σύμφωνα με το συμβόλαιο της εταιρείας και του πελάτη έχει καθοριστεί σε 20.000€.

Αν ο πελάτης παραγγείλει ποσότητα μεγαλύτερη από αυτή που έχει παράγει η εταιρεία, τότε η εταιρεία υποχρεούται να ικανοποιήσει τον πελάτη εισάγοντας την υπόλοιπη ποσότητα από το εξωτερικό στην τιμή των 24.000€.

Το συγκεκριμένο προϊόν δεν μπορεί να αποθηκευτεί για περισσότερο από 3 μήνες και η μόνη λύση στην περίπτωση που μέρος της παραγωγής μείνει αζήτητο είναι να ανακυκλωθεί χρησιμοποιούμενο ως πρώτη ύλη στη διαδικασία παραγωγής άλλων προϊόντων. Σε αυτή την περίπτωση η αξία του προϊόντος υπολογίζεται σε 5.000€.

Αποφάσεις σε συνθήκες αβεβαιότητας

Παράδειγμα

▶ Ζητούμενο

- ▶ Τι ποσότητα λιπαντικού θα παράγει κάθε εξάμηνο
- ▶ **Κριτήριο:** Το προσδοκώμενο κέρδος

▶ Εναλλακτικές αποφάσεις (decisions)

- ▶ Μπορεί να παράγει 1, 2 ή 3 τόνους
- ▶ Μεγαλύτερη ποσότητα δεν έχει νόημα εφόσον η ζήτηση δεν είναι ποτέ μεγαλύτερη
- ▶ Θα μπορούσε να θεωρήσει και την εναλλακτική να μην παράγει καθόλου (αλλά δεσμεύεται από το συμβόλαιο)

▶ Τυχαιές καταστάσεις (states of nature)

- ▶ Η ζήτηση κάθε εξαμήνου που μπορεί να είναι 1, 2 ή 3 τόνοι
- ▶ Η απόφαση λαμβάνεται χωρίς να είναι γνωστή η τυχαία κατάσταση (ζήτηση του πελάτη)

▶ Αποτελέσματα (payoffs)

- ▶ Το κέρδος (ή ζημία) που προκύπτει σε κάθε εναλλακτική απόφαση για κάθε μία από τις τυχαίες καταστάσεις.

Αποφάσεις σε συνθήκες αβεβαιότητας

Παράδειγμα

► Υπολογισμός Αποτελεσμάτων (payoffs)

Παραγωγή	Ζήτηση	Κόστος απόκτησης	Έσοδα πωλήσεων	Κέρδος (Ζημία)
1	1	15.000	20.000	5.000
1	2	15.000 (παραγωγή) + 24.000 (εισαγωγή) = 39.000	$2 \times 20.000 = 40.000$	1.000
1	3	15.000 (παραγωγή) + 48.000 (εισαγωγή) = 63.000	$3 \times 20.000 = 60.000$	-3.000
2	1	$2 \times 15.000 = 30.000$	20.000 (πελάτης) +5.000 (ανακύκλωση) = 25.000	-5.000
2	2	$2 \times 15.000 = 30.000$	$2 \times 20.000 = 40.000$	10.000
2	3	30.000 (παραγωγή) + 24.000 (εισαγωγή) = 54.000	$3 \times 20.000 = 60.000$	6.000
3	1	$3 \times 15.000 = 45.000$	20.000 (πελάτης) + 2×5.000 (ανακύκλωση) = 30.000	-15.000
3	2	$3 \times 15.000 = 45.000$	2×20.000 (πελάτης) + 5.000 (ανακύκλωση) = 45.000	0
3	3	$3 \times 15.000 = 45.000$	$3 \times 20.000 = 6000$	15.000

Αποφάσεις σε συνθήκες αβεβαιότητας

Παράδειγμα

- ▶ **Πίνακας Αποτελεσμάτων (payoffs)**
 - ▶ **Σειρές:** Αποφάσεις
 - ▶ **Στήλες:** Τυχαίες καταστάσεις
 - ▶ **Τιμές κελιών:** Αποτέλεσμα για κάθε απόφαση ανάλογα με ποια τυχαία κατάσταση θα υλοποιηθεί

Πίνακας 7.1 – Πίνακας κερδών/ζημιών (κέρδος ανά εξάμηνο σε €)

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)		
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.
I. Παραγωγή 1 τόν.	5.000	1.000	-3.000
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	10.000	6.000
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	15.000

- ▶ Ποια από τις τρεις αποφάσεις θα επιλέγατε και με ποιο σκεπτικό?

Αποφάσεις σε συνθήκες αβεβαιότητας

Το μαθηματικό μοντέλο

► Το πρόβλημα

n εναλλακτικές αποφάσεις, m τυχαίες καταστάσεις

P_{ij} το αποτέλεσμα στην περίπτωση που λαμβάνεται η απόφαση i και συμβαίνει η τυχαία κατάσταση j

► Πίνακας Αποτελεσμάτων (payoffs)

P_{11}	P_{12}	$\dots$	P_{1m}
P_{21}	P_{22}	$\dots$	P_{2m}
$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
P_{n1}	P_{n2}	$\dots$	P_{nm}

► Τιμή κριτηρίου

K_i , για κάθε απόφαση i

► Επιλογή

Κριτήριο μεγιστοποίησης: Απόφαση i^* $K_{i^*} = \text{Max}_i \{K_i\}$

Κριτήριο ελαχιστοποίησης: Απόφαση i^* $K_{i^*} = \text{Min}_i \{K_i\}$

Κριτήρια Λήψης Αποφάσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας

- ▶ **Κριτήριο MAXIMIN – Η «απαισιόδοξη» προσέγγιση**
 - ▶ Περιορισμός του κινδύνου
- ▶ **Κριτήριο MAXIMAX – Η «αισιόδοξη» προσέγγιση**
 - ▶ Εκμετάλλευση της πιθανής ευκαιρίας
- ▶ **Κριτήριο Hurwicz – Κριτήριο ρεαλισμού (realism)**
 - ▶ Ισορροπία μεταξύ ακραίων τυχαίων καταστάσεων
- ▶ **Κριτήριο Laplace**
 - ▶ Ίση βαρύτητα σε όλες τις τυχαίες καταστάσεις
- ▶ **Κριτήριο MINMAX κόστους ευκαιρίας**
 - ▶ Ελαχιστοποίηση του κόστους ευκαιρίας

Κριτήριο MAXIMIN – Η «απαισιόδοξη» προσέγγιση

Το κριτήριο MAXIMIN αντιπροσωπεύει τη «συντηρητική» απαισιόδοξη (pessimistic) προσέγγιση στη λήψη κάποιας απόφασης. Επιλέγουμε την απόφαση που κάτω από τις χειρότερες προϋποθέσεις δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα

1. Σε κάθε σειρά του πίνακα αποτελεσμάτων προσδιορίζουμε το χειρότερο αποτέλεσμα (σε περίπτωση κέρδους, το μικρότερο – MIN): $K_i = \min_j \{P_{ij}\}$
2. Επιλέγουμε εκείνη την απόφαση που αντιστοιχεί στο καλύτερο (μεγαλύτερο – MAX) από τα χειρότερα αποτελέσματα: $i^* : K_{i^*} = \max_i \{K_i\}$

Πίνακας 7.2 – Επιλογή απόφασης με το κριτήριο απαισιοδοξίας maximin

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαιές καταστάσεις (Ζήτηση)			MIN
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.	σειράς
I. Παραγωγή 1 τόν.	5.000	1.000	-3.000	-3.000 ◀ MAXIMIN
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	10.000	6.000	-5.000
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	15.000	-15.000

- **Ερμηνεία:** Με την επιλογή «Παραγωγή 1 τν.», ακόμα και στη χειρότερη περίπτωση η ζημία θα περιοριστεί στις -3.000. Με κάθε άλλη επιλογή το αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι χειρότερο.

Κριτήριο MAXIMAX – Η «αισιόδοξη» προσέγγιση

Το κριτήριο MAXIMAX αντιπροσωπεύει την αισιόδοξη (optimistic) θεώρηση στη λήψη κάποιας απόφασης. Επιλέγουμε την απόφαση που δίνει την ευκαιρία για την επίτευξη του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος

1. Για κάθε σειρά του πίνακα αποτελεσμάτων προσδιορίζουμε το καλύτερο αποτέλεσμα (σε περίπτωση κέρδους, το μεγαλύτερο – MAX):
$$K_i = \text{Max}_j \{ P_{ij} \}$$
2. Επιλέγουμε εκείνη την απόφαση που αντιστοιχεί στο καλύτερο (μεγαλύτερο – MAX) αποτελέσματα όλων των επιλογών:
$$i^* : K_{i^*} = \text{Max}_i \{ K_i \}$$

Πίνακας 7.3 – Επιλογή απόφασης με το κριτήριο αισιοδοξίας maximax

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαιές καταστάσεις (Ζήτηση)			MAX
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.	σειράς
I. Παραγωγή 1 τόν.	5.000	1.000	-3.000	5.000
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	10.000	6.000	10.000
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	15.000	15.000 ◀ MAXIMAX

- **Ερμηνεία:** Με την επιλογή «Παραγωγή 3 τν.», έχουμε την ευκαιρία επίτευξης κέρδους έως και 15.000, μεγαλύτερο από κάθε άλλη επιλογή. Βέβαια αγνοούμε τον κίνδυνο, ότι αυτή η επιλογή μπορεί να οδηγήσει και στη μεγαλύτερη ζημιά

Κριτήριο Hurwicz – Κριτήριο ρεαλισμού

Σύμφωνα με το κριτήριο Hurwicz για κάθε εναλλακτική απόφαση υπολογίζεται ένας σταθμισμένος μέσος του καλύτερου και του χειρότερου αποτελέσματος.

1. Ο λήπτης απόφασης επιλέγει τη βαρύτητα W για το καλύτερο αποτέλεσμα ($0 \leq W \leq 1$)
Η βαρύτητα για το χειρότερο αποτέλεσμα είναι $1-W$.

2. Υπολογίζουμε το κριτήριο ρεαλισμού για κάθε απόφαση:

$$K_i = W \cdot \text{Max}_j \{P_{ij}\} + (1-W) \cdot \text{Min}_j \{P_{ij}\}$$

3. Επιλέγουμε την απόφαση που αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη τιμή του κριτηρίου.

Παράδειγμα κριτηρίου Hurwicz με $W=0,7$

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)			Κριτήριο
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.	Realism
I. Παραγωγή 1 τόν.	5.000	1.000	-3.000	$0,7(5000)+0,3(-3000) = 2600$
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	10.000	6.000	$0,7(10000)+0,3(-5000) = 5500$
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	15.000	$0,7(15000)+0,3(-15000) = 6000$ ◀

- **Παρατηρήσεις:** Λαμβάνει υπόψη μόνον το καλύτερο και χειρότερο σενάριο - αγνοούνται τα υπόλοιπα. Διαφορετικές τιμές W δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα

Κριτήριο Laplace – Ίση βαρύτητα τυχαίων καταστάσεων

1. Υπολογίζεται ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων για όλες τις τυχαίες καταστάσεις.
2. Η βαρύτητα κάθε τυχαίας κατάστασης είναι $(1/N)$ όπου N = το πλήθος των τυχαίων καταστάσεων
3. Επιλέγουμε την απόφαση που αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη τιμή του κριτηρίου.

$$K_i = \left(\frac{1}{N}\right) \cdot \sum_j P_{ij}$$

Παράδειγμα κριτηρίου Laplace

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)			Κριτήριο Laplace
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.	
I. Παραγωγή 1 τόν.	5.000	1.000	-3.000	$(5000+1000-3000)/3 = 1000$
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	10.000	6.000	$(-5.000+10000+6000)/3 = 3667 \blacktriangleleft$
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	15.000	$(-15000+0-15000)/3 = 0$

- **Παρατηρήσεις:** Λαμβάνει υπόψη όλες τις τυχαίες καταστάσεις με ίση βαρύτητα. Έμμεσα υπονοεί ότι ή πιθανότητα να συμβούν είναι ίδια για όλες – μη ρεαλιστικό σε πολλές περιπτώσεις

Τα κριτήρια Minimax, Minimin, Hurwicz & Laplace σε προβλήματα ελαχιστοποίησης

Ο Πίνακας Αποτελεσμάτων (payoffs) σε ορισμένα προβλήματα εκφράζει μεγέθη που ο λήπτης αποφάσεων ενδιαφέρεται να ελαχιστοποιήσει (π.χ. κόστος, χρόνος ανταπόκρισης, διανυόμενη απόσταση, κ.λ.π.)

Προσαρμογή των κριτηρίων

► Επιλογή I

- Αντιστροφή του πρόσημου όλων των στοιχείων του πίνακα αποτελεσμάτων, και εφαρμογή των κριτηρίων όλων των μεθόδων όπως και στα προβλήματα μεγιστοποίησης της τιμής του κριτηρίου

► Επιλογή II

- Διατήρηση του πίνακα αποτελεσμάτων με τα αρχικά στοιχεία
- Το κριτήριο απαισιοδοξίας αντιστοιχεί στο minimax [το καλύτερο (min) από τα χειρότερα (max) αποτελέσματα]
- Το κριτήριο αισιοδοξίας αντιστοιχεί στο minimin [το καλύτερο (min) από τα καλύτερα (min) αποτελέσματα].
- Στα κριτήρια Hurwicz & Laplace επιλέγεται η απόφαση με τη μικρότερη τιμή στο αντίστοιχο κριτήριο.

Κριτήριο MINMAX κόστους ευκαιρίας

Κόστος Ευκαιρίας (Opportunity Cost)

- ▶ Η διαφορά μεταξύ του καλύτερου αποτελέσματος που θα μπορούσε να επιτευχθεί σε συγκεκριμένη τυχαία κατάσταση και αυτού που αντιστοιχεί στη δεδομένη απόφαση:

$$OC_{ij} = \text{Max}_i\{P_{ij}\} - P_{ij}$$

- ▶ Δεν είναι λογιστικό κόστος (δεν αντιστοιχεί σε πληρωμές, ζημίες κ.λπ.)
- ▶ Είναι πάντα θετικός αριθμός
- ▶ Υπάρχει λόγω της αβεβαιότητας

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)		
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.
I. Παραγωγή 1 τόν.	5.000	1.000	-3.000
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	10.000	6.000
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	15.000

Αποτέλεσμα που
επιτεύχθηκε

Η διαφορά
(15.000 - 6.000 = 9.000€)
αποτελεί το κόστος
ευκαιρίας

Το καλύτερο
αποτέλεσμα που θα
μπορούσε να
επιτευχθεί

Κριτήριο MINMAX κόστους ευκαιρίας

Πίνακας Κόστους Ευκαιρίας

- ▶ Σε κάθε στήλη υπολογίζονται:
 - οι διαφορές κάθε στοιχείου από το μέγιστο της στήλης (για κριτήριο που απαιτεί μεγιστοποίηση, π.χ. κέρδος): $OC_{ij} = \text{Max}_i\{P_{ij}\} - P_{ij}$
 - οι διαφορές κάθε στοιχείου από το ελάχιστο της στήλης (για κριτήριο που απαιτεί ελαχιστοποίηση, π.χ. κόστος): $OC_{ij} = P_{ij} - \text{Min}_i\{P_{ij}\}$
 - Σε κάθε στήλη υπάρχει τουλάχιστον ένα μηδενικό κόστος ευκαιρίας που αντιστοιχεί στην καλύτερη απόφαση για την αντίστοιχη τυχαία κατάσταση.

Πίνακας 7.4 – Πίνακας κόστους ευκαιρίας

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)		
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.
I. Παραγωγή 1 τόν.	$\frac{5.000}{-} - 5.000 =$ 0	$\frac{10.000}{-} - 1.000 =$ 9.000	$\frac{15.000}{-} - (-3.000) =$ 18.000
II. Παραγωγή 2 τόν.	$\frac{5.000}{-} - (-5.000) =$ 10.000	$\frac{10.000}{-} - 10.000 =$ 0	$\frac{15.000}{-} - 6.000 =$ 9.000
III. Παραγωγή 3 τόν.	$\frac{5.000}{-} - (-15.000) =$ 20.000	$\frac{10.000}{-} - 0 =$ 10.000	$\frac{15.000}{-} - 15.000 =$ 0

Κριτήριο MINMAX κόστους ευκαιρίας

Επιλογή με κριτήριο Minimax

- ▶ Για κάθε σειρά: $K_i = \text{Max}_j \{OC_{ij}\}$
- ▶ Επιλέγεται απόφαση $i^* : K_{i^*} = \text{Min}_i \{K_i\}$

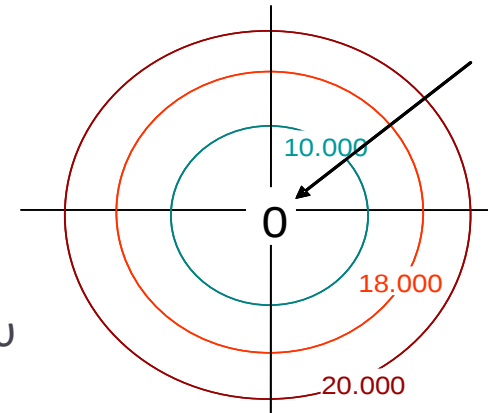
Πίνακας 7.4 – Minimax σε Πίνακα κόστους ευκαιρίας

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαιές καταστάσεις (Ζήτηση)			MAX σειράς
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.	
I. Παραγωγή 1 τόν.	0	9.000	18.000	18.000
II. Παραγωγή 2 τόν.	10.000	0	9.000	10.000 ◀ MINIMAX
III. Παραγωγή 3 τόν.	20.000	10.000	0	20.000

Κριτήριο MINMAX κόστους ευκαιρίας

Ερμηνεία Minimax Κόστους Ευκαιρίας

- ▶ Λόγω αβεβαιότητας δεν είναι δυνατόν η απόφαση που λαμβάνουμε να είναι πάντα η καλύτερη δυνατή
- ▶ Στις περιπτώσεις που λαμβάνεται η καλύτερη απόφαση το κόστος ευκαιρίας είναι 0 (στόχος).
- ▶ Το κόστος ευκαιρίας δηλώνει πόσο μακριά από τον στόχο μπορεί να βρεθεί ο λήπτης αποφάσεων με την απόφαση που επιλέγει.
- ▶ Με την επιλογή MINIMAX περιορίζουμε στο ελάχιστο την πιθανή απόκλιση από το στόχο



Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)			MAX σειράς
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.	
I. Παραγωγή 1 τόν.	0	9.000	18.000	18.000
II. Παραγωγή 2 τόν.	10.000	0	9.000	10.000 ◀ MINIMAX
III. Παραγωγή 3 τόν.	20.000	10.000	0	20.000

Τίτλος Ενότητας

Λήψη Αποφάσεων σε Συνθήκες Κινδύνου

Κριτήρια Λήψης Αποφάσεων σε **συνθήκες κινδύνου**

Η διαφορά μεταξύ συνθηκών αβεβαιότητας και συνθηκών κινδύνου είναι ότι η δεύτερη περίπτωση προϋποθέτει ότι ο **αποφασίζων είναι σε θέση να εκτιμήσει την πιθανότητα πραγματοποίησης** κάθε τυχαίας κατάστασης. Η εκτίμηση πιθανοτήτων μπορεί να είναι:

- ▶ **Αντικειμενική** (objective). Στηρίζεται σε στατιστική επεξεργασία & ανάλυση δεδομένων, ή
- ▶ **Υποκειμενική** (subjective). Απορρέει από πληροφορίες και γνώση στοιχείων και δεδομένων που δεν είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθούν

Διατύπωση του προβλήματος

- ▶ Εναλλακτικές αποφάσεις: $d_1, d_2, \dots, d_i, \dots, d_n$
- ▶ Τυχαίες (πιθανές) καταστάσεις: $s_1, s_2, \dots, s_j, \dots, s_m$
- ▶ $V(d_i, s_j)$ είναι το κέρδος που προκύπτει από την απόφαση d_i στην τυχαία κατάσταση s_j
- ▶ $P(s_j)$ = πιθανότητα πραγματοποίησης της τυχαίας κατάστασης s_j με
- ▶ $P(s_1) + P(s_2) + \dots + P(s_n) = 1$

Κριτήρια Λήψης Αποφάσεων σε συνθήκες κινδύνου

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται στη λήψη αποφάσεων σε συνθήκες κινδύνου βασίζονται στην έννοια της **προσδοκώμενης τιμής (expected value)** από τη στατιστική.

Για κάθε εναλλακτική απόφαση υπολογίζεται το προσδοκώμενο αποτέλεσμα που προκύπτει ως το άθροισμα των γινομένων των αποτελεσμάτων που αντιστοιχούν σε κάθε τυχαία κατάσταση επί τις αντίστοιχες πιθανότητες των τυχαίων καταστάσεων

- ▶ **Κριτήριο Μέγιστου Προσδοκώμενου Κέρδους (Maximum Expected Profit)**

$$K_i = \Pi K(d_i) = \sum_j P(s_j) \cdot V(d_i, s_j), \quad i^* : K_{i^*} = \text{Max}_i \{K_i\}$$

- ▶ **Κριτήριο Ελάχιστου Προσδοκώμενου Κόστους Ευκαιρίας (Minimum Expected Opportunity Cost)**

$$K_i = \sum_j P(s_j) \cdot OC(d_i, s_j), \quad i^* : K_{i^*} = \text{Min}_i \{K_i\}$$

Κριτήριο Μέγιστου Προσδοκώμενου Κέρδους

Πιθανότητες με βάση ιστορικά στοιχεία ζήτησης δεκαετίας (20 εξάμηνα)

Ποσότητα ζήτησης	Αριθμός παραγγελιών	Πιθανότητα
1 τόνος	4	$4/20 = 20\%$
2 τόνοι	10	$10/20 = 50\%$
3 τόνοι	6	$6/20 = 30\%$
Σύνολο	20	100%

Πίνακας 7.8 – Επιλογή απόφασης με το κριτήριο μέγιστου προσδοκώμενου κέρδους

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)			Προσδοκώμενο κέρδος
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.	
I. Παραγωγή 1 τόν.	5.000	1.000	-3.000	$0,2(5000)+0,5(1000)+0,3(-3000) = 600$
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	10.000	6.000	$0,2(-5000)+0,5(10000)+0,3(6000) = 5800 \blacktriangleleft$
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	15.000	$0,2(-15000)+0,5(0)+0,3(15000) = 1500$
Πιθανότητα	20%	50%	30%	

Προσδοκώμενο Κέρδος: Οικονομική ερμηνεία

Τι σημαίνει το μέγιστο προσδοκώμενο κέρδος των 5800 (πίνακας 7.8)

- ▶ Το κέρδος που θα πραγματοποιήσει η επιχείρηση σε καμία περίπτωση δεν θα είναι ακριβώς 5.800 ευρώ
- ▶ Αν η συγκεκριμένη βέλτιστη απόφαση της παραγωγής 2 τόνων επαναλαμβάνονταν κάθε εξάμηνο, τότε, μακροπρόθεσμα, το μέσο κέρδος ανά παραγγελία θα ήταν 5.800€ ευρώ.
- ▶ Σε μία μακρά χρονική περίοδο (στη διάρκεια της οποίας άλλες φορές θα υπήρχε ζημία 5.000€ και άλλες κέρδη 10.000€ και 6.000€) ο μέσος όρος με βάση την 'τυχαία' εμφάνιση της ζήτησης αναμένεται να είναι 5.800.
- ▶ Είναι το καλύτερο αποτέλεσμα που μπορεί να επιτευχθεί ως μακροπρόθεσμος μέσος όρος κέρδους ανά εξάμηνο

Κριτήριο Ελάχιστου Προσδοκώμενου Κόστους Ευκαιρίας

Πίνακας 7.9 – Επιλογή απόφασης με το κριτήριο του ελάχιστου προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)			Προσδοκώμενο κόστος ευκαιρίας
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.	
I. Παραγωγή 1 τόν.	0	9.000	18.000	$0,2(0)+0,5(9000)+0,3(18000) = 9900$
II. Παραγωγή 2 τόν.	10.000	0.000	9.000	$0,2(10000)+0,5(0)+0,3(9000) = 4700$ ◀
III. Παραγωγή 3 τόν.	20.000	10.000	0	$0,2(20000)+0,5(10000)+0,3(0) = 9000$
Πιθανότητα	20%	50%	30%	

Παρατηρήσεις:

- ▶ Τα κριτήρια του ελάχιστου προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας και του μέγιστου προσδοκώμενου κέρδους υποδεικνύουν πάντοτε την ίδια βέλτιστη απόφαση
 - ▶ οι διαφορές των τιμών του προσδοκώμενου κέρδους ή του προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας μεταξύ των εναλλακτικών αποφάσεων είναι ίδιες. π.χ.
Μεταξύ I. και II. $\Delta(\text{κέρδος}) = 5800-600 = 5200$
 $\Delta(\text{κόστος ευκαιρίας}) = 9900-4700 = 5200$

Προσδοκώμενο Κόστος Ευκαιρίας: Οικονομική ερμηνεία

Τι σημαίνει το ελάχιστο κόστος ευκαιρίας 4700 (πίνακας 7.9)

- ▶ Επειδή ο προμηθευτής δεν είναι σε θέση να γνωρίζει με βεβαιότητα την ποσότητα που θα παραγγείλει ο πελάτης κάθε φορά, αποφασίζει να παράγει κάθε εξάμηνο 2 τόνους. Μερικές φορές η επιλογή αυτή τυχαίνει να είναι η άριστη (όταν και η ζήτηση είναι 2 τόνοι), άλλες όμως δεν αποτελεί την άριστη επιλογή. Σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει κόστος ευκαιρίας.
- ▶ Επομένως η αιτία ύπαρξης του κόστους ευκαιρίας στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι η αβεβαιότητα που υπάρχει στη ζήτηση του πελάτη. Γενικότερα, το κόστος ευκαιρίας είναι αποτέλεσμα της αβεβαιότητας που υπάρχει στη λήψη αποφάσεων, σχετικά με ποια από τις πιθανές καταστάσεις θα συμβεί.
- ▶ Η βέλτιστη επιλογή με βάση το κριτήριο του ελάχιστου προσδοκώμενου κόστους ευκαιρίας δεν εξαλείφει την αβεβαιότητα, αλλά ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις της αβεβαιότητας στα αποτελέσματα.

Προσδοκώμενο Κέρδος με Άριστη Πληροφόρηση

Τι θα συνέβαινε αν δεν υπήρχε αβεβαιότητα

- ▶ Αν εκ των προτέρων γνωρίζαμε ποιο από τα πιθανά σενάρια θα πραγματοποιηθεί, τότε το κόστος ευκαιρίας θα μηδενιζόταν
- ▶ Σε αυτή την ιδανική περίπτωση κατά την οποία γνωρίζουμε ποιο από τα πιθανά τυχαία σενάρια (ζήτηση στο συγκεκριμένο παράδειγμα) θα πραγματοποιηθεί κάθε φορά, λέμε ότι έχουμε **λήψη αποφάσεων σε συνθήκες άριστης πληροφόρησης (decision making under perfect information)**
 - ▶ Προφανώς παρόμοιες συνθήκες συνήθως δεν υπάρχουν στην πράξη
 - ▶ Η εκτίμηση με συνθήκες άριστης πληροφόρησης είναι χρήσιμο εργαλείο μέτρησης του κινδύνου
- ▶ Η βέλτιστη επιλογή είναι προφανής. Ανάλογα με ποια τυχαία κατάσταση θα πραγματοποιηθεί, επιλέγουμε την απόφαση με το καλύτερο αποτέλεσμα για τη συγκεκριμένη κατάσταση.

Προσδοκώμενο Κέρδος με Άριστη Πληροφόρηση

Υπολογισμός Προσδοκώμενου Κέρδους με Άριστη Πληροφόρηση

$$ΠΚΑΠ = \sum_j P(s_j) \cdot \text{Max}_i \{V(d_i, s_j)\}$$

Πίνακας 7.10 – Υπολογισμός προσδοκώμενου κέρδους με άριστη πληροφόρηση

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)		
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.
I. Παραγωγή 1 τόν.	<u>5.000</u>	1.000	-3.000
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	<u>10.000</u>	6.000
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	<u>15.000</u>
Πιθανότητα	20%	50%	30%

$$ΠΚΑΠ = 0,2(5000) + 0,5(10000) + 0,3(15000) = 10.500$$

Αξία της Άριστης Πληροφόρησης

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Αξία} \\ \text{άριστης} \\ \text{πληροφόρησης} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Προσδοκώμενο} \\ \text{κέρδος με άριστη} \\ \text{πληροφόρηση} \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{Μέγιστο} \\ \text{προσδοκώμενο} \\ \text{κέρδος χωρίς άριστη} \\ \text{πληροφόρηση} \\ \hline \end{array}$$

Παράδειγμα

- Μέγιστο προσδοκώμενο κέρδος χωρίς άριστη πληροφόρηση (πιν. 7.8) = 5.800
- Προσδοκώμενο κέρδος με άριστη πληροφόρηση (πιν. 7.10) = 10.500
- Η αύξηση οφείλεται στην άριστη πληροφόρηση, επομένως
- **Αξία Άριστης Πληροφόρησης = 10.500 – 5.800 = 4.700**

Παρατηρήσεις:

- ▶ *Η αξία άριστης πληροφόρησης είναι ίση με το ελάχιστο προσδοκώμενο κόστος ευκαφίας. Γιατί:*
 - ▶ *Αν δεν υπήρχε αβεβαιότητα, το κόστος ευκαφίας θα ήταν μηδενικό. Η άριστη πληροφόρηση έχει ως συνέπεια την εξάλειψη της αβεβαιότητάς & τον μηδενισμό του κόστους ευκαφίας. Επομένως η αξία της είναι ίση με κόστος που εξαλείφει.*

Αξία της Άριστης Πληροφόρησης

► Τα δεδομένα

- Μέγιστο προσδοκώμενο κέρδος χωρίς άριστη πληροφόρηση = 5.800
- Προσδοκώμενο κέρδος με άριστη πληροφόρηση = 10.500
- **Αξία Άριστης Πληροφόρησης = $10.500 - 5.800 = 4.700$**

► Η ερμηνεία

- Το επιπλέον κέρδος θα επιτευχθεί μόνον εάν η ζήτηση είναι γνωστή εκ των προτέρων

Υποθέστε ότι ο παραγωγός ζητά από τον πελάτη να του γνωστοποιήσει τη ζήτηση κάθε τριμήνου έγκαιρα. Τότε:

- Ο κίνδυνος (ρίσκο) μεταφέρεται στον πελάτη
- Ο πελάτης προφανώς θα ζητήσει μία καλύτερη τιμή δεδομένου ότι τώρα αναλαμβάνει αυτός τον κίνδυνο
- Μέχρι ποια χαμηλότερη τιμή είναι διατεθειμένος να δεχθεί ο παραγωγός;

Αξία της Άριστης Πληροφόρησης

Υποθέστε ότι ο παραγωγός ζητά από τον πελάτη να του γνωστοποιήσει τη ζήτηση κάθε τριμήνου έγκαιρα. Τότε:

- Ο κίνδυνος (ρίσκο) μεταφέρεται στον πελάτη
- Ο πελάτης προφανώς θα ζητήσει μία καλύτερη τιμή δεδομένου ότι τώρα αναλαμβάνει αυτός τον κίνδυνο
- Μέχρι ποια χαμηλότερη τιμή είναι διατεθειμένος να δεχθεί ο παραγωγός;

Μέση ποσότητα ζήτησης : $1(20\%) + 2(50\%) + 3(30\%) = 2,1$ τόνοι

Επιπλέον κέρδος με άριστη πληροφόρηση: 4.700

Επιπλέον κέρδος ανά τόνο: $4.700/2,1 = 2.238,1$

Κατώτατο όριο διαπραγμάτευσης της τιμής:

$20.000 - 2.238,1 = 17.761,9$

Συντελεστής αποτελεσματικότητας

$$\text{Συντελεστής αποτελεσματικότητας} = \frac{\text{Προσδοκώμενο αποτέλεσμα με διαθέσιμη πληροφόρηση}}{\text{Προσδοκώμενο αποτέλεσμα με άριστη πληροφόρηση}}$$

Παράδειγμα

- Μέγιστο προσδοκώμενο κέρδος χωρίς άριστη πληροφόρηση (πιν. 7.8) = 5.800
- Προσδοκώμενο κέρδος με άριστη πληροφόρηση (πιν. 7.10) = 10.500
- **Συντελεστής αποτελεσματικότητας = $5.800/10.500 = 0,5524$ ή 55,24%**

Παρατηρήσεις:

- ▶ *Η τιμή του συντελεστή (0 - 1) μετρά την αποτελεσματικότητα της διαθέσιμης πληροφόρησης*
 - ▶ *Μία τιμή κοντά στην μονάδα (100%) δείχνει ότι δεν υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης και επομένως το κόστος της αναζήτησης επιπλέον πληροφοριών για να βελτιωθεί η ποιότητα της απόφασης μπορεί και να υπερβαίνει το πιθανό όφελος.*

Σχεδόν Άριστη Πληροφόρηση

- ▶ Άριστη Πληροφόρηση είναι μια ιδανική κατάσταση
 - ▶ Δεν υφίσταται σχεδόν ποτέ
 - ▶ Δίνει όμως ένα μέτρο σύγκρισης για την απόκλιση από το θεωρητικά καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα
- ▶ Η πληροφόρηση σε πραγματικές συνθήκες
 - ▶ Η εκτίμηση της πρόβλεψης της πιθανότητας για τις πιθανές καταστάσεις ενέχει – από τη φύση της πρόβλεψης – ένα σφάλμα
 - ▶ Η επίδραση του σφάλματος μπορεί να περιορισθεί όταν με βάση ιστορικά στοιχεία έχει “μετρηθεί”

Συνέχεια του παραδείγματος

Αποφάσεις σε συνθήκες κινδύνου

Παράδειγμα (συνέχεια)

Συνέχεια του παραδείγματος

- ▶ Προβλέψεις κατάστασης αγοράς από εμπειρογνώμονα
 - ▶ Αξιοπιστία παρεχόμενων πληροφοριών (ιστορικά δεδομένα)

Πίνακας 7.1 – Πιθανότητες σωστής/λανθασμένης πρόβλεψης

Πρόβλεψη εμπειρογνώμονα	Πραγματική ζήτηση προϊόντος		
	1 τόνος	2 τόνοι	3 τόνοι
1 τόνος	90%	5%	
2 τόνοι	10%	90%	10%
3 τόνοι		5%	90%

Στην περίπτωση που η πραγματική ζήτηση είναι 1 τόνος, ο εμπειρογνώμων αναμένεται να την προβλέψει σωστά στο 90% των περιπτώσεων. Σε 10% των περιπτώσεων η πρόβλεψή μπορεί να υπάρξει απόκλιση κατά 1 τόνο (δηλαδή να δώσει πρόβλεψη για 2 τόνους).

Στην περίπτωση που η πραγματική ζήτηση είναι 2 τόνοι, ξανά η πρόβλεψή του θα έχει επιτυχία στο 90% των περιπτώσεων, ενώ το λάθος υποεκτίμησης ή υπερεκτίμησης της ζήτησης είναι 5% σε κάθε περίπτωση, κ.ο.κ.

Αποφάσεις σε συνθήκες κινδύνου

Παράδειγμα (συνέχεια)

Συνέχεια του παραδείγματος

- ▶ Προβλέψεις κατάστασης αγοράς από εμπειρογνώμονα
 - ▶ Αξιοπιστία παρεχόμενων πληροφοριών (ιστορικά δεδομένα)

Πίνακας 7.1 – Πιθανότητες σωστής/λανθασμένης πρόβλεψης

Πρόβλεψη εμπειρογνώμονα	Πραγματική ζήτηση προϊόντος		
	1 τόνος	2 τόνοι	3 τόνοι
1 τόνος	90%	5%	
2 τόνοι	10%	90%	10%
3 τόνοι		5%	90%

Στην περίπτωση που η πραγματική ζήτηση είναι 1 τόνος, ο εμπειρογνώμων αναμένεται να την προβλέψει σωστά στο 90% των περιπτώσεων. Σε 10% των περιπτώσεων η πρόβλεψή μπορεί να υπάρξει απόκλιση κατά 1 τόνο (δηλαδή να δώσει πρόβλεψη για 2 τόνους).

Στην περίπτωση που η πραγματική ζήτηση είναι 2 τόνοι, ξανά η πρόβλεψή του θα έχει επιτυχία στο 90% των περιπτώσεων, ενώ το λάθος υποεκτίμησης ή υπερεκτίμησης της ζήτησης είναι 5% σε κάθε περίπτωση, κ.ο.κ.

Αποφάσεις σε συνθήκες κινδύνου

Προγενέστερες και Μεταγενέστερες Πιθανότητες

- ▶ Προγενέστερες πιθανότητες (*Prior probabilities*) ζήτησης (Z)

$$P(Z=1) = 20\% \quad P(Z=2)=50\% \quad P(Z=3)=30\%$$

- ▶ Προβλέψεις κατάστασης αγοράς (Ψ) από εμπειρογνώμονα

- ▶ Δεσμευμένες Πιθανότητες $P(\Psi/Z)$. Η πρόβλεψη να είναι ψ όταν η πραγματική ζήτηση είναι z

$P(\Psi=\psi/Z=z)$	Z		
	1 τόνος	2 τόνοι	3 τόνοι
1 τόνος	$P(\Psi=1/Z=1) = 90\%$	$P(\Psi=1/Z=2) = 5\%$	
2 τόνοι	$P(\Psi=2/Z=1) = 10\%$	$P(\Psi=2/Z=2) = 90\%$	$P(\Psi=2/Z=3) = 10\%$
3 τόνοι		$P(\Psi=3/Z=2) = 5\%$	$P(\Psi=3/Z=3) = 90\%$

- ▶ Μεταγενέστερες πιθανότητες (*Posterior probabilities*) ζήτησης $P(Z=z/\Psi=\psi)$.

Πιθανότητα η ζήτηση να είναι z δεδομένης της πρόβλεψης ψ του εμπειρογνώμονα

Αποφάσεις σε συνθήκες κινδύνου

Υπολογισμός και Μεταγενέστερων Πιθανοτήτων

► Θεώρημα της ολικής πιθανότητας

$$P(\Psi = \psi) = P(\Psi=\psi/Z=1) \cdot P(Z = 1) + P(\Psi=\psi/Z=2) \cdot P(Z = 2) + P(\Psi=\psi/Z=3) \cdot P(Z = 3)$$

► Θεώρημα του Bayes

$$P(Z = z / \Psi=\psi) = \frac{P(\Psi=\psi/Z=z) \cdot P(Z = z)}{P(\Psi=\psi)}$$

► Υπολογισμοί

1

P(Ψ = ψ / Z = z)				
	Z =	1	2	3
Ψ =	1	90%	5%	
	2	10%	90%	10%
	3		5%	90%
P(Z = z)		20%	50%	30%

2

P(Ψ = ψ / Z = z). P(Z=z)				
	Z =	1	2	3
Ψ =	1	18%	2,5%	
	2	2%	45%	3%
	3		2,5%	27%
P(Z = j)		20%	50%	30%

3

P(Ψ = ψ / Z = z). P(Z=z)					
	Z =	1	2	3	P(Ψ = ψ)
Ψ =	1	18%	2,5%		20,5%
	2	2%	45%	3%	50%
	3		2,5%	27%	29,5%
P(Z = z)		20%	50%	30%	

4

P(Ψ = ψ / Z = z). P(Z=z)/P(Ψ = ψ)					
	Z =	1	2	3	P(Ψ = ψ)
Ψ =	1	87,8%	12,2%		20,5%
	2	4%	90%	6%	50%
	3		8,5%	91,5%	29,5%
P(Z = z)		20%	50%	30%	

Αποφάσεις σε συνθήκες κινδύνου

Προσδοκώμενο κέρδος με Σχεδόν Άριστη Πληροφόρηση

Αποφάσεις (Ποσότητα παραγωγής)	Τυχαίες καταστάσεις (Ζήτηση)		
	1 τόν.	2 τόν.	3 τόν.
I. Παραγωγή 1 τόν.	5.000	1.000	-3.000
II. Παραγωγή 2 τόν.	-5.000	10.000	6.000
III. Παραγωγή 3 τόν.	-15.000	0	15.000
Πιθανότητα	20%	50%	30%

Μεταγενέστερες πιθανότητες ζήτησης

$P(\Psi = \psi / Z = z) \cdot P(Z=z)/P(\Psi = \psi)$					
$\Psi =$	$Z =$	1	2	3	$P(\Psi = \psi)$
	1	87,8%	12,2%		20,5%
	2	4%	90%	6%	50%
	3		8,5%	91,5%	29,5%
$P(Z = z)$		20%	50%	30%	

Πρόβλεψη ψ	Πιθανότητα $P(\psi)$	Ποσότητα παραγωγής	Προσδοκώμενο κέρδος για κάθε πρόβλεψη $AK(\psi)$
1	20,5%	1	$5.000(87,8\%) + 1.000(12,2\%) - 3.000(0\%) = 4.512$
2	50%	2	$-5.000(4\%) + 10.000(90\%) + 6.000(6\%) = 9.160$
3	29,5%	3	$-15.000(0\%) + 0(8,5\%) + 15.000(91,5\%) = 13.725$

Προσδοκώμενο κέρδος: $PK\Delta\Pi = 4.512(20,5\%) + 9.160(50\%) + 13.725(29,5\%) = 9.561,80$

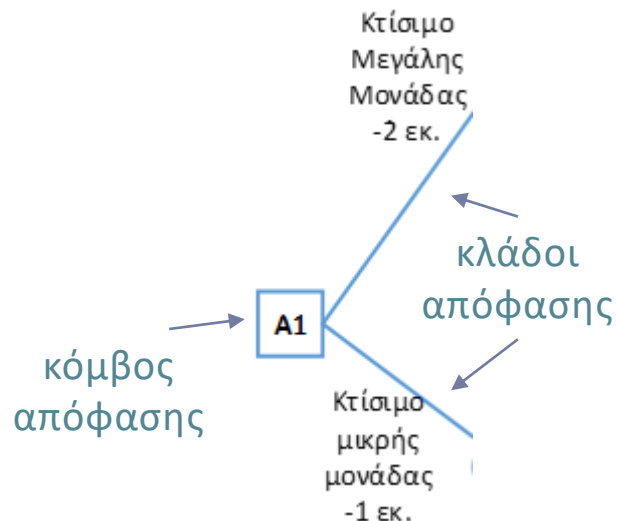
Συντελεστής αποτελεσματικότητας μη άριστης πληροφόρησης $= 9561,8/10500 = 0.9106$

Τίτλος Ενότητας

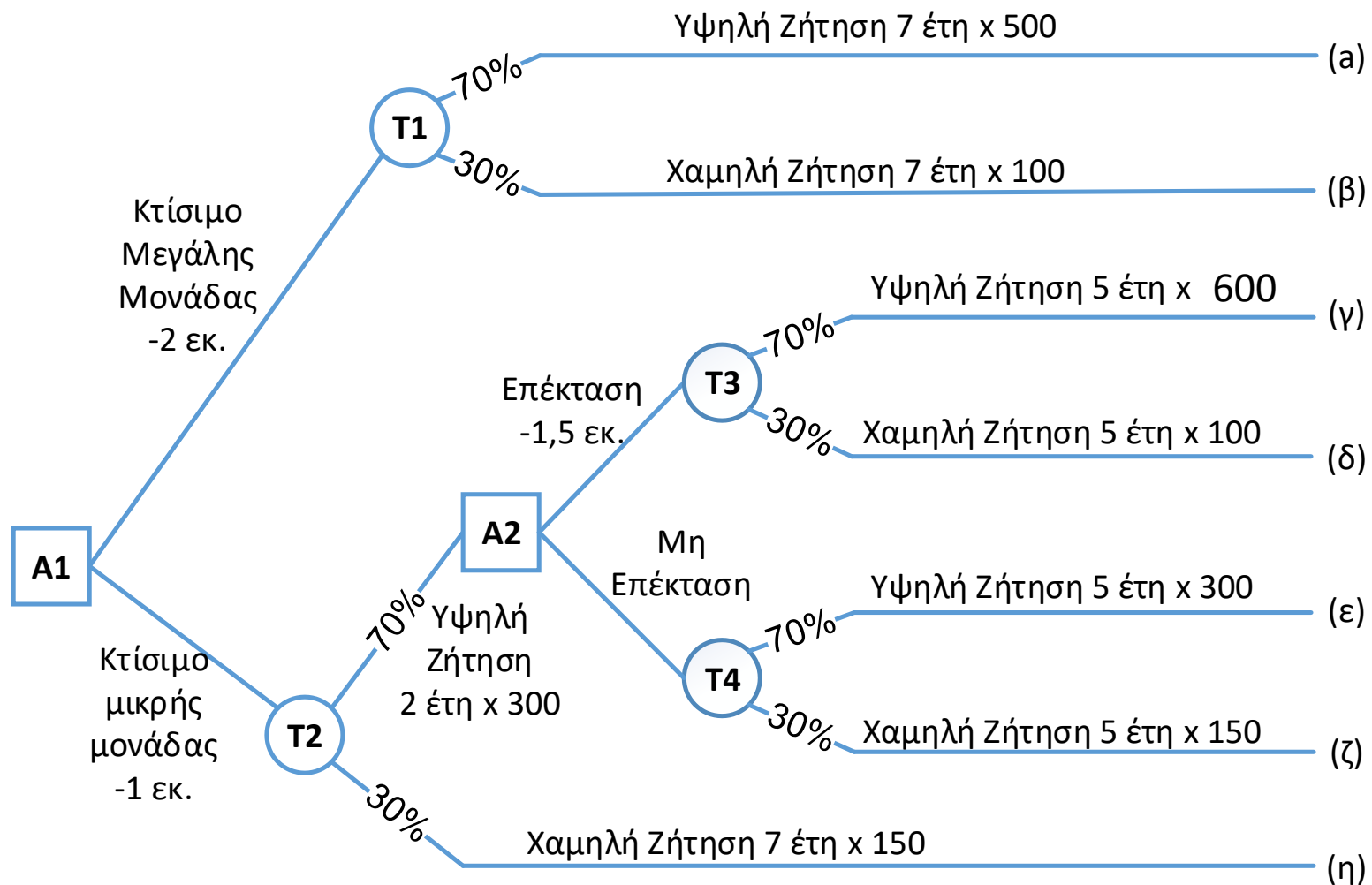
Δένδρα Αποφάσεων

Δένδρα Αποφάσεων (Decision Trees)

- ▶ Σύνθετα προβλήματα αποφάσεων που δεν είναι δυνατόν να απεικονισθούν σε μορφή πίνακα
 - ▶ Σειριακές αποφάσεις
 - ▶ Καταστάσεις εξαρτώνται από αποτέλεσμα προηγούμενης απόφασης
- ▶ Απεικόνιση δεδομένων σε δένδρα αποφάσεων

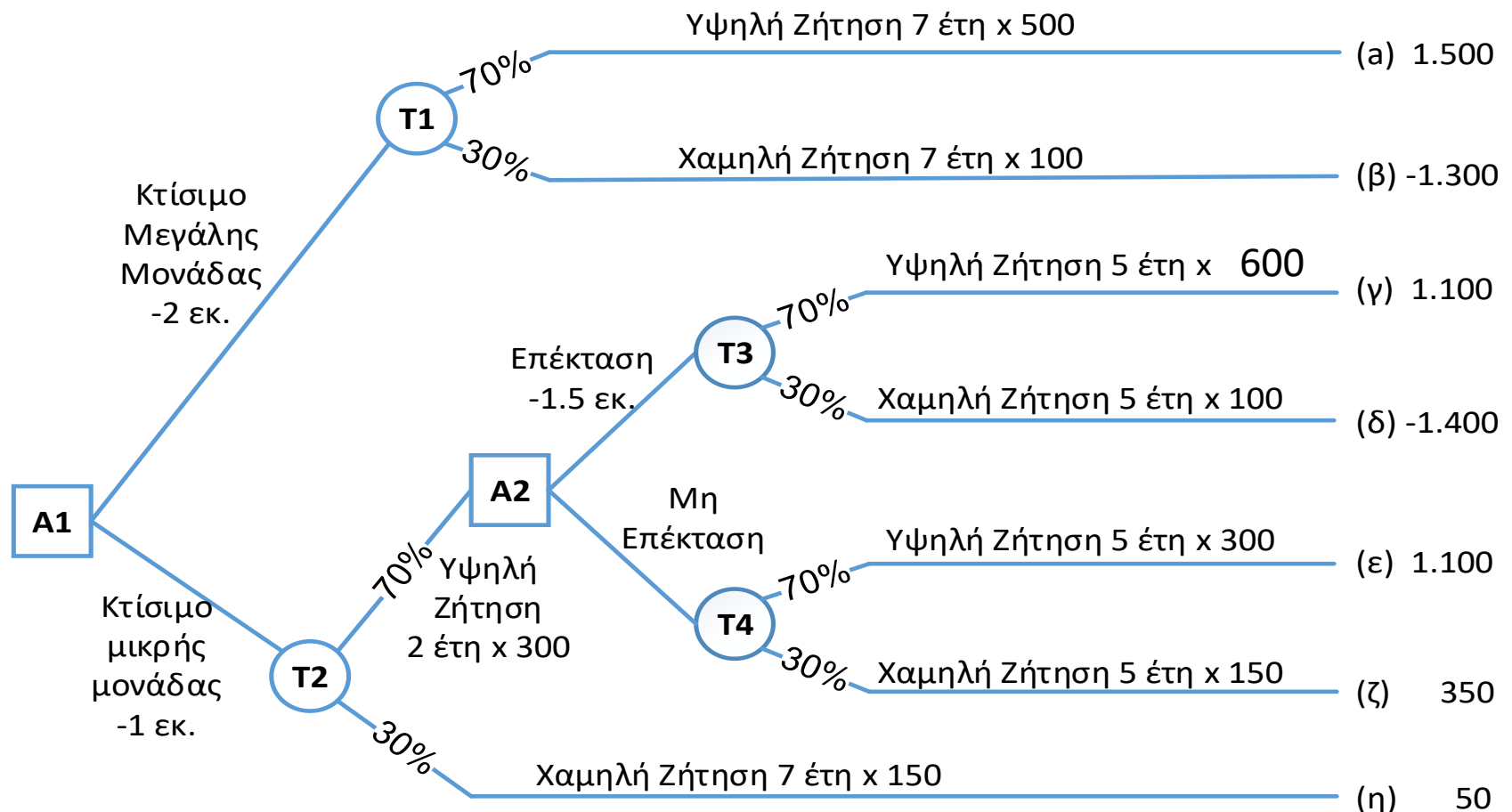


Δένδρα Αποφάσεων - Παράδειγμα



Επίλυση Δένδρου Αποφάσεων

Βήμα 1. Υπολογισμός αποτελέσματος σε κάθε τελικό κλάδο



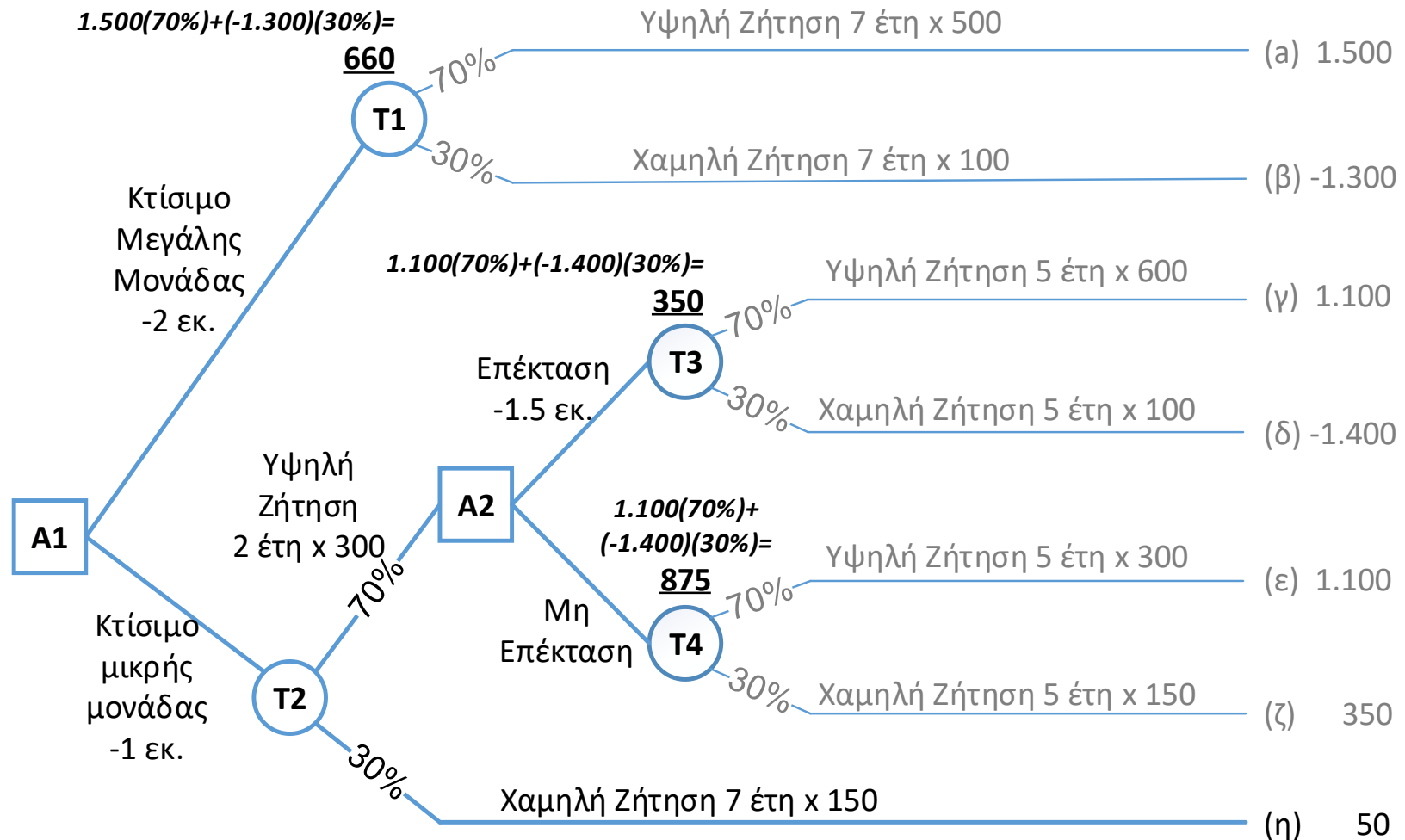
Επίλυση Δένδρου Αποφάσεων

Βήμα 2. Υπολογισμός προσδοκώμενου αποτελέσματος σε κάθε κόμβο

- ▶ Για τον υπολογισμό του προσδοκώμενου αποτελέσματος σε έναν συγκεκριμένο κόμβο, πρέπει πρώτα να έχουν υπολογιστεί τα αντίστοιχα αποτελέσματα στους κόμβους στους οποίους οδηγούν οι κλάδοι που ξεκινούν από τον συγκεκριμένο κόμβο. Έτσι, οι υπολογισμοί γίνονται από το τέλος προς την αρχή, ξεκινώντας από τους τελικούς κλάδους και προχωρώντας προς τον αρχικό κόμβο ως εξής:
- ▶ Κόμβοι τυχαίων γεγονότων: Το προσδοκώμενο κέρδος υπολογίζεται ως το άθροισμα των γινομένων των πιθανοτήτων κάθε κλάδου επί το αντίστοιχο κέρδος (ή ζημία).
- ▶ Κόμβοι αποφάσεων: Το προσδοκώμενο κέρδος του κόμβου είναι το μεγαλύτερο από τα προσδοκώμενα κέρδη των κλάδων που ξεκινούν από τον συγκεκριμένο κόμβο. (Εννοείται ότι επιλέγεται εκείνος ο κλάδος που αποφέρει το μεγαλύτερο κέρδος).

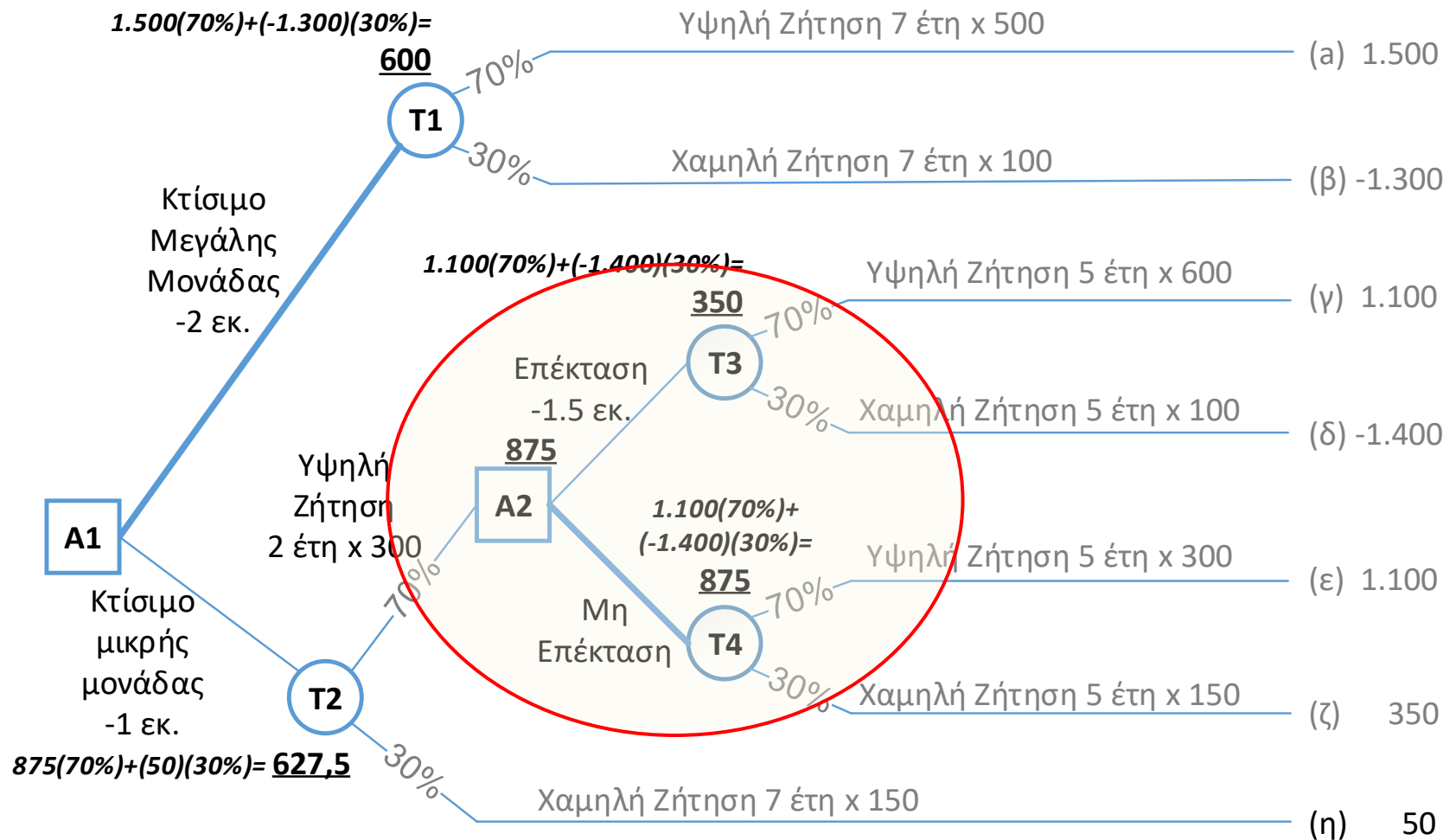
Επίλυση Δένδρου Αποφάσεων

Βήμα 2α. Υπολογισμός κόμβων T1, T3, T4



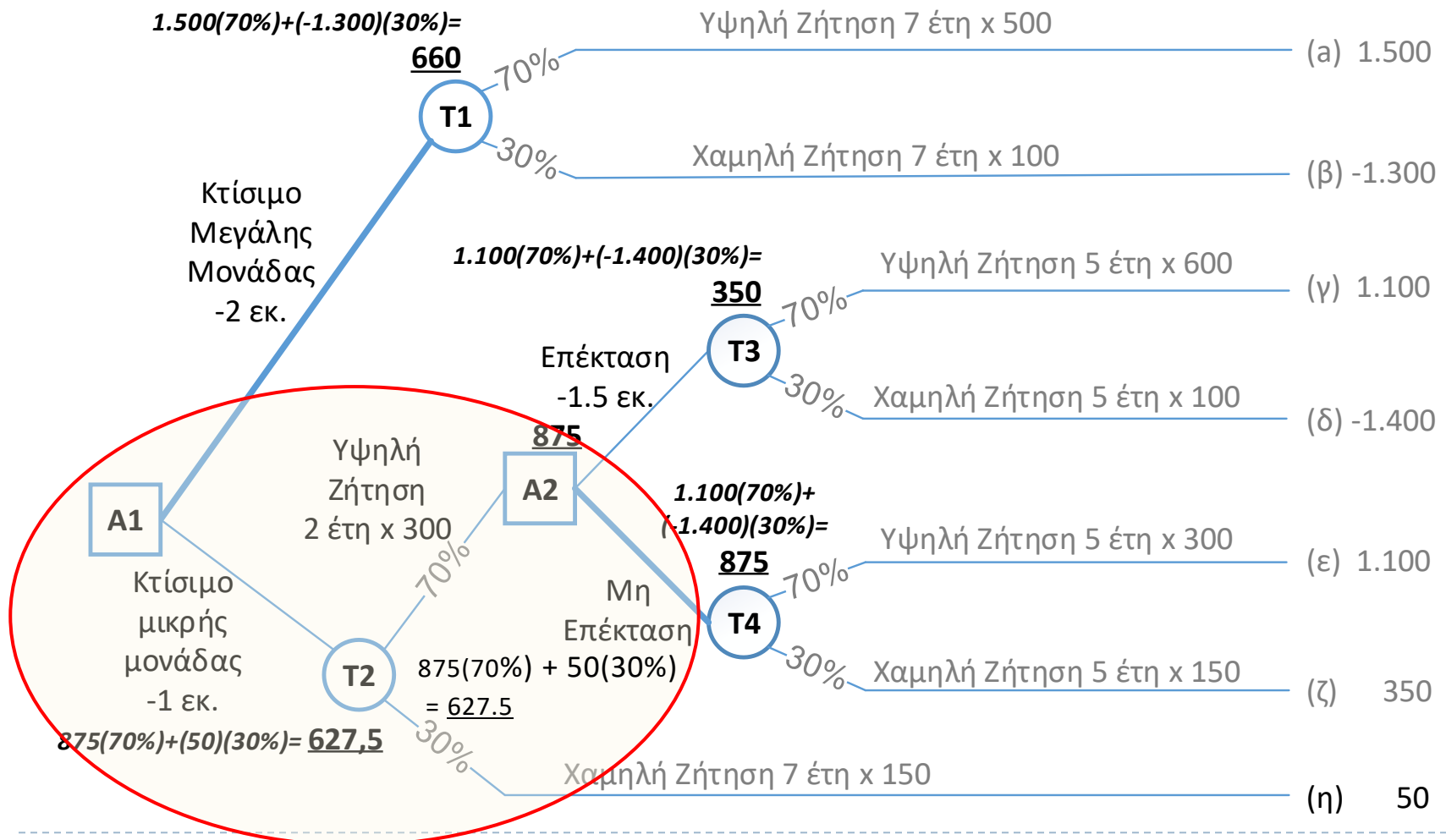
Επίλυση Δένδρου Αποφάσεων

Βήμα 2β. Επιλογή σε κόμβο A2



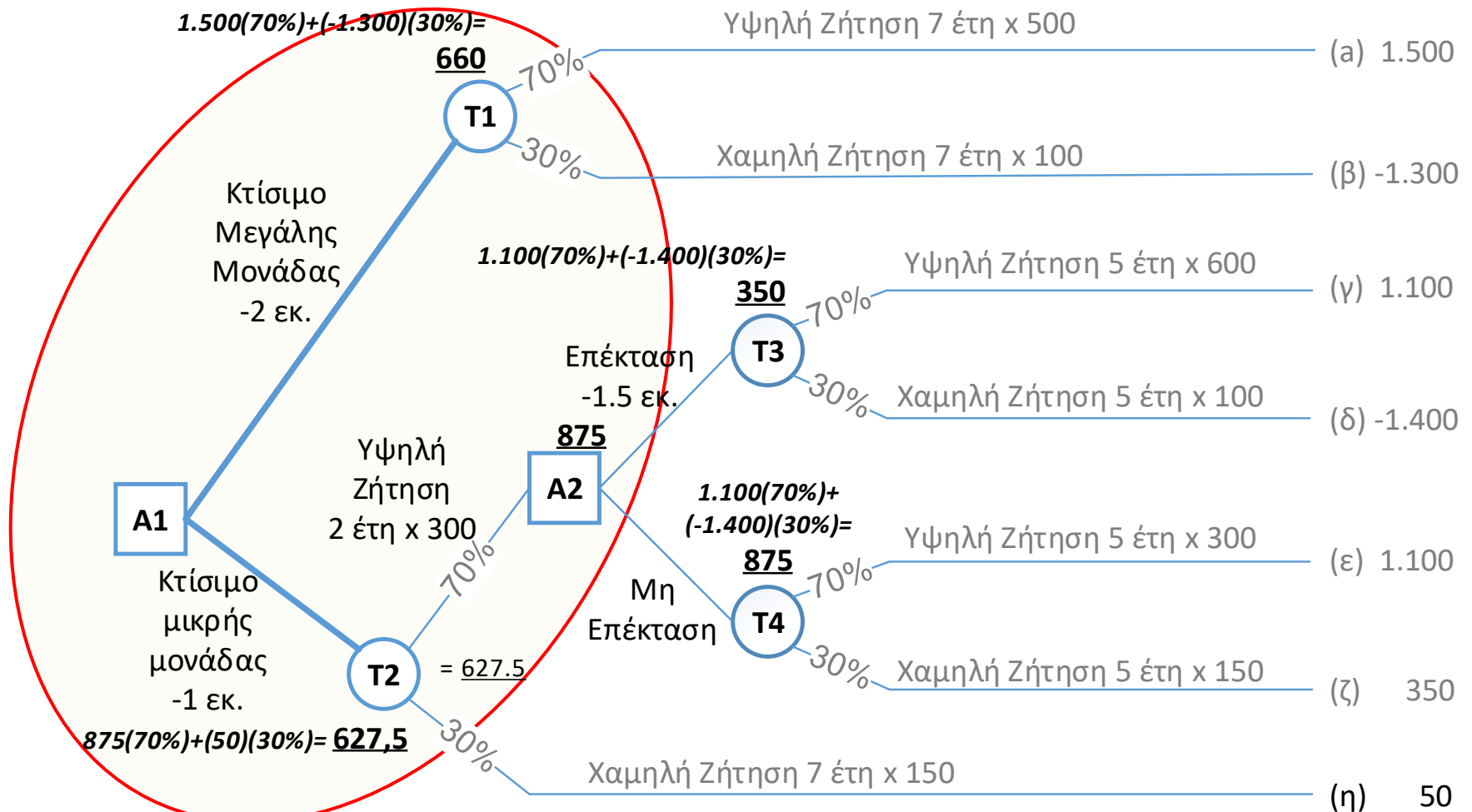
Επίλυση Δένδρου Αποφάσεων

Βήμα 2γ. Υπολογισμός σε κόμβο T2



Επίλυση Δένδρου Αποφάσεων

Βήμα 2δ. Επιλογή σε κόμβο A1



Επίλυση Δένδρου Αποφάσεων

Βέλτιστες και υπο-βέλτιστες λύσεις

- ▶ Επιλογή κατασκευής μεγάλης μονάδας
- ▶ Σε περίπτωση επιλογής μικρότερης μονάδας δεν συμφέρει να γίνει επέκταση

