

Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων

Δημήτρης Κουτσογιάννης
Τομέας Υδατικών Πόρων
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

1. Συντελεστές οφέλους και κόστους υδросυστημάτων Επιμερισμός του κόστους

- ◆ Αρχικό κατασκευαστικό κόστος
 - Δαπάνες κατασκευής έργου (υλικά, προσωπικό, μηχανήματα, ασφάλιση)
 - Δαπάνες εξοπλισμού
 - Δαπάνες μελέτης, επίβλεψης και ελέγχου
 - Δαπάνες διοίκησης στη φάση κατασκευής
 - Δαπάνες αποζημιώσεων για την εξασφάλιση της δυνατότητας κατασκευής (απαλλοτριώσεις) και την όχληση που προκαλείται (δουλεία)
 - Αξία προσωρινών έργων και εγκαταστάσεων
- ◆ Ενδιάμεσο κατασκευαστικό κόστος (αν απαιτείται)
 - Δαπάνες αντικατάστασης εξοπλισμού
 - Δαπάνες (προβλέψιμων) επεκτάσεων
- ◆ Κατανεμημένο (ετήσιο) κόστος
 - Δαπάνες λειτουργίας (αξιοποίηση του έργου, π.χ. ενέργεια, καύσιμα κτλ.)
 - Δαπάνες συντήρησης και διοίκησης (διατήρηση του έργου σε λειτουργική κατάσταση)
 - Λοιπές δαπάνες (π.χ. ασφάλιση, φόροι κτλ – αν απαιτούνται)
- ◆ Συνολικό κόστος
 - Αναγωγή συνιστωσών του κόστους στην ίδια χρονική βάση (βλ. Κεφ. 2)
 - Συνολικό κόστος = Αρχικό + ενδιάμεσο + κατανεμημένο κόστος – υπολειμματική αξία

Βλ. και Νικολάου, 1975· Αμπακούμκιν, 1990, Μπωναζούντας και Καλλιδρομίτου, 1996

Τρόπος προσδιορισμού του κόστους

- ◆ Αρχικό ή ενδιάμεσο κατασκευαστικό κόστος – Δαπάνες κατασκευής
 - Σε προκαταρκτική φάση: ως ενιαίο ποσό (lump-sum) με βάση εμπειρία από παρόμοια έργα
 - Στη φάση οριστικής μελέτης: με τιμές μονάδας με βάση (α) ανάλυση τιμών και (β) προμέτρηση ποσοτήτων
 - Μετά την κατασκευή: από τους πίνακες δαπανών
- ◆ Αρχικό ή ενδιάμεσο κατασκευαστικό κόστος – Δαπάνες εξοπλισμού
 - Ως ενιαίο ποσό, μετά από έρευνα αγοράς
- ◆ Αρχικό ή ενδιάμεσο κατασκευαστικό κόστος – Έμμεσες δαπάνες
 - Ως ποσοστό των άμεσων δαπανών
- ◆ Κατανεμημένο κόστος – Δαπάνες λειτουργίας
 - Μετά από εκτίμηση των ποσοτήτων υλικών και εργασιών που απαιτούνται και εφαρμογή τιμών μονάδας
- ◆ Κατανεμημένο κόστος – Δαπάνες συντήρησης και διοίκησης
 - Ως ποσοστό του αρχικού κόστους, ή
 - Με εφαρμογή συντελεστών κόστους (τιμή μονάδας) από παρόμοια έργα

Δ. Κουτσογιάννης, Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων 2

Προσδιορισμός οφέλους

- ◆ Όφελος υδροηλεκτρικής ενέργειας
 - Η υδροηλεκτρική ενέργεια διακρίνεται σε **πρωτεύουσα** (συνεχώς διαθέσιμη) και **δευτερεύουσα** (περίσσεια). Ακόμη, διακρίνεται σε ενέργεια **αιχμής** (παράγεται σε ώρες αιχμής της ζήτησης) και μη αιχμής ή **βάσης**. Συνήθως η πρωτεύουσα ενέργεια είναι και ενέργεια αιχμής.
 - Το όφελος θεωρείται ίσο με το **κόστος υποκατάστασης** της υδροηλεκτρικής ενέργειας/ισχύος με θερμοηλεκτρική ενέργεια/ισχύ (από μονάδες αεριοστροβιλικές, συνδυασμένου κύκλου, πετρελαϊκές ατμοηλεκτρικές, ή ατμοηλεκτρικές στερεού καυσίμου – π.χ. λιγνιτικές). Ειδικότερα, θεωρείται ότι η υποκατάσταση της πρωτεύουσας ενέργειας γίνεται με ευέλικτες μονάδες κυμαινόμενου φορτίου (π.χ. αεριοστροβιλικές, συνδυασμένου κύκλου), ενώ για τη δευτερεύουσα λαμβάνεται υπόψη το φτηνότερο καύσιμο (π.χ. λιγνίτης).
- ◆ Όφελος γεωργικής παραγωγής
 - Θεωρείται ίσο με το καθαρό αγροτικό εισόδημα που πραγματοποιείται μετά την κατασκευή των έργων μείον το καθαρό αγροτικό εισόδημα που πραγματοποιείται χωρίς την κατασκευή των έργων.
- ◆ Όφελος υδροδότησης
 - Μπορεί να εκτιμηθεί εναλλακτικά:
 - * Με βάση το κόστος υποκατάστασης με άλλο έργο υδροδότησης·
 - * Με βάση τρέχουσες τιμές κατανάλωσης υδρευτικού νερού·
 - * Με βάση εκτίμηση της τιμής που οι καταναλωτές θα πλήρωναν με προθυμία.
- ◆ Όφελος περιβαλλοντικής προστασίας ή αναβάθμισης
 - Δεν υπάρχει καθιερωμένη μεθοδολογία

Δ. Κουτσογιάννης, Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων 3

Ενδεικτικά μοναδιαία μεγέθη κόστους και οφέλους

Τιμές 2003

- ◆ Υδροηλεκτρική ενέργεια
 - Τυπικό όφελος πρωτεύουσας ενέργειας: 0.032-0.044 €/kWh
 - Τυπικό όφελος δευτερεύουσας ενέργειας: 0.018-0.024 €/kWh
 - Τιμή πώλησης ενέργειας ΔΕΗ (οικιακή χρήση/χαμηλή κατανάλωση): 0.067 €/kWh
 - Τιμή αγοράς ενέργειας ΔΕΗ (από τρίτους παραγωγούς): 0.053 €/kWh
- ◆ Γεωργικό όφελος
 - Τυπικό καθαρό όφελος: 0.06-0.15 €/m³ αρδευτικού νερού
- ◆ Υδρευτική χρήση
 - Τιμή πώλησης νερού ΕΥΔΑΠ (οικιακή χρήση/χαμηλή κατανάλωση): 0.38 €/m³
 - Κόστος νερού από φράγμα Ευήνου (μόνο κατασκευαστικό κόστος φράγματος και σήραγγας): 0.06 €/m³
 - Κόστος αφαλάτωσης θαλασσινού νερού σε ελληνικά νησιά: 1.80-3.00 €/m³ (λειτουργικό 1.20-1.80 €/m³)
 - Κόστος μεταφοράς νερού με πλωτά μέσα σε ελληνικά νησιά: 1.50-7.00 €/m³
 - Τυπικό κόστος νερού από λιμνοδεξαμενή χωρητικότητας 200 000 m³: 4.40 €/m³

Δ. Κουτσογιάννης, Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων 4

2. Τεχνικο-οικονομική ανάλυση

Εισαγωγή

- ◆ Τεχνικο-οικονομική ανάλυση (engineering economic analysis):

Διαδικασία αποτίμησης και οικονομικής σύγκρισης διάφορων εναλλακτικών έργων με στόχο την επιλογή του καταλληλότερου (Mays and Tung, 1992, σ. 23).
- ◆ Προϋποθέσεις οικονομικής σύγκρισης:
 - Εκτίμηση και επιμερισμός του κόστους των τεχνικά εφικτών λύσεων.
 - Αναγωγή των συνιστωσών του κόστους στην ίδια χρονική βάση – Συνήθως όλες οι συνιστώσες μετατρέπονται σε νομισματική αξία στον παρόντα χρόνο, γνωστή ως *παρούσα αξία*.
- ◆ Αρχικές παράμετροι προς καθορισμό:
 - *Επιτόκιο αναγωγής*: Εκτιμάται με βάση το πραγματικό αποπληθωρισμένο κόστος μακροπρόθεσμου δανεισμού του δημοσίου στην εσωτερική και τις διεθνείς αγορές. Αυτό το επιτόκιο συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 4% και 6%, ενώ αν συνυπολογιστεί και ο επιχειρηματικός κίνδυνος μπορεί να αυξηθεί μέχρι 8%.
 - *Χρόνος απόσβεσης* (ο χρόνος μέσα στον οποίο θα γίνει η απόσβεση των κεφαλαίων): Λαμβάνεται ίσος με την *ωφέλιμη ζωή** του έργου ή της κυρίαρχης συνιστώσας του (εφόσον διαφορετικές συνιστώσες έχουν διαφορετική ωφέλιμη ζωή).

* *Ωφέλιμη (ή οικονομική) ζωή*: Ο χρόνος μέσα στον οποίο το έργο προβλέπεται να λειτουργήσει ωφέλιμα, εξυπηρετώντας το σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε. Πέραν της ωφέλιμης ζωής και ενόσω διαρκεί ακόμη η *φυσική ζωή* του έργου, η λειτουργία του έργου γίνεται ανασφαλής ή αντιοικονομική.

Δ. Κουτσογιάννης, Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων 5

Ωφέλιμη ζωή διάφορων συνιστωσών υδροσυστημάτων

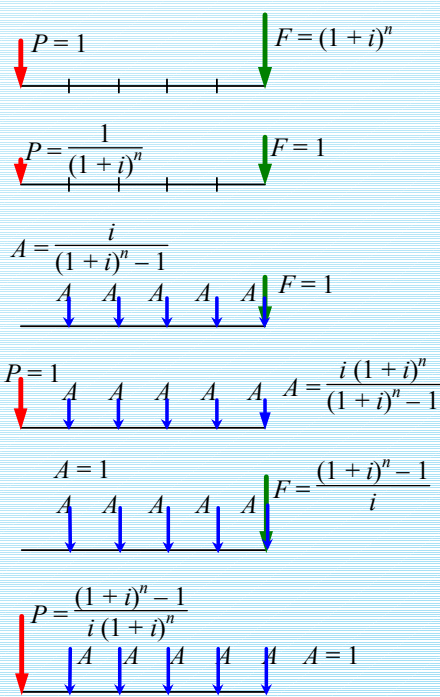
	Έτη
◆ Φράγματα, διώρυγες	50
◆ Δομικές κατασκευές, υδραυλικές κατασκευές	50
◆ Σήραγγες	100
◆ Δίκτυα διανομής	40-50
◆ Χαλύβδινες δεξαμενές	30
◆ Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος	50
◆ Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός	
● Στρόβιλοι και γεννήτριες	35
● Αεριοστρόβιλοι	25
● Μετασχηματιστές	25
● Αντλίες	25
● Βοηθητικός ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός	35
● Γεννήτριες diesel χαμηλής ταχύτητας	20
● Γεννήτριες diesel υψηλής ταχύτητας	10

Πηγή: Νικολάου (1975)

Δ. Κουτσογιάννης, Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων 6

Χρονική αναγωγή οικονομικών μεγεθών

P : παρόν κεφάλαιο – F : τελικό κεφάλαιο – A : δόση – i : επιτόκιο – n : χρονική περίοδος



Συντελεστής ανατοκισμού (μιας δόσης) – (Single-payment) compound-amount factor

$$\frac{F}{P} = (1+i)^n$$

Συντελεστής προεξόφλησης ή συντελεστής παρούσας αξίας (μιας δόσης) – (Single-payment) present-worth factor

$$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Συντελεστής χρεολυσίου – Sinking-fund factor

$$\frac{A}{F} = \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

Συντελεστής απόσβεσης κεφαλαίου – Capital-recovery factor

$$\frac{A}{P} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Συντελεστής ανατοκισμού ίσων δόσεων – Uniform series compound-amount factor

$$\frac{F}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

Συντελεστής παρούσας αξίας ίσων δόσεων – Uniform series present-worth factor

$$\frac{P}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

Δ. Κουτσογιάννης, Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων 7

3. Ανάλυση οφέλους-κόστους

- ◆ **Ανάλυση οφέλους-κόστους (benefit-cost analysis):**

Διαδικασία οικονομικής σύγκρισης του κόστους και του οφέλους μιας ή περισσότερων εναλλακτικών διατάξεων ενός έργου με στόχο την τεκμηρίωση της σκοπιμότητας κατασκευής του έργου και την επιλογή της καταλληλότερης διάταξης.
- ◆ **Συντελεστής οφέλους-κόστους (ή συντελεστής ωφελιμότητας – benefit-cost ratio):**

Ο λόγος $B/C = (\text{παρούσα αξία οφέλους}) / (\text{παρούσα αξία κόστους})$
- ◆ **Περιθώριος συντελεστής οφέλους-κόστους (marginal or incremental benefit-cost ratio):**

Ο λόγος $\Delta B/\Delta C = (B_j - B_i) / (C_j - C_i)$, όπου B_i και C_i η παρούσα αξία του οικονομικού οφέλους και του κόστους, αντίστοιχα, της εναλλακτικής διάταξης i , και B_j και C_j τα αντίστοιχα μεγέθη της διάταξης αναφοράς j .
- ◆ **Κριτήριο τεκμηρίωσης της οικονομικής σκοπιμότητας του έργου**

$B/C > 1$
- ◆ **Κριτήριο επιλογής της καταλληλότερης διάταξης**
 - (1) Επιλέγεται η διάταξη με το μεγαλύτερο B/C
 - (2) Διατάσσονται οι εναλλακτικές διατάξεις με $B/C > 1$ κατά αύξουσα σειρά κόστους και επιλέγεται η διάταξη με το μεγαλύτερο δυνατό κόστος που παράλληλα εμφανίζει $\Delta B/\Delta C > 1$ σε σχέση με την προηγούμενή της (Mays and Tung, 1992, σ. 28).

Δ. Κουτσογιάννης, Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων 8

4. Τελικές παρατηρήσεις

- ◆ **Αθροιστική ιδιότητα οφέλους-κόστους συνιστωσών υδροσυστήματος**
 - Το όφελος και κόστος ενός υδροσυστήματος που αποτελείται από επιμέρους συνιστώσες-έργα είναι ίσο με το άθροισμα των αντίστοιχων μεγεθών των επιμέρους έργων.
- ◆ **Αθροιστική ιδιότητα οφέλους-κόστους πολλαπλών στόχων**
 - Το συνολικό όφελος ενός υδροσυστήματος που εξυπηρετεί πολλούς επιμέρους στόχους είναι ίσο με το άθροισμα των τιμών του οφέλους των επιμέρους στόχων. Εφόσον το κόστος μπορεί να επιμεριστεί στους επιμέρους στόχους, η ίδια ιδιότητα ισχύει και για το κόστος.
- ◆ **Μη οικονομικές ωφέλειες υδροσυστημάτων**
 - Υδροσυστήματα που κυρίως αποσκοπούν στην ανάπτυξη και εκμετάλλευση υδατικών πόρων ή/και στην προστασία από τις πλημμύρες έχουν και άλλες θετικές επιπτώσεις που είναι δύσκολο ή αδύνατο να αναχθούν σε οικονομικά μεγέθη. Μερικά απ' αυτά είναι:
 - * Αναβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος
 - * Βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και της ποιότητας ζωής του πληθυσμού
 - * Ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας (αύξηση εθνικού εισοδήματος, βελτίωση της παραγωγής αγαθών και των υπηρεσιών)
 - * Βελτίωση της απασχόλησης
 - * Βελτίωση των δημογραφικών συνθηκών
 - Με αυτή τη λογική είναι πιθανή η ανάπτυξη υδροσυστημάτων ακόμη και αν το οικονομικό όφελος υπολείπεται του κόστους (συντελεστής ωφελιμότητας μικρότερος της μονάδας), μετά από πολιτική συνεκτίμηση των μη οικονομικών ωφελειών.
- ◆ **Μη οικονομικές δυσμενείς επιπτώσεις έργων**
 - Αντίστροφα, είναι πιθανή η μη κατασκευή οικονομικά ευνοϊκών έργων, όταν προκαλούν δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή προβλήματα κοινωνικής αποδοχής

Δ. Κουτσογιάννης, Οικονομικά μεγέθη συστημάτων υδατικών πόρων 9

Βιβλιογραφία – Αναφορές

- ◆ Αμπακούμιν, Κ. Σχεδιασμός Μεταφορικών Συστημάτων, Συμμετρία, Αθήνα, 1990.
- ◆ Μποναζούντας, Μ., και Δ. Καλλιδρομίτου, Ανάλυση Συστημάτων Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1996.
- ◆ Νικολάου, Σ., Μαθήματα Υδροδυναμικών Έργων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1975.
- ◆ Biswas, A. K., *Systems Approach to Water Management*, McGraw-Hill, New York, 1976.
- ◆ Grigg, N. S., *Water Resources Management*, McGraw-Hill, New York, 1996.
- ◆ Loucks, D. P., Stedinger, J. R., and Haith, D. A., *Water Resource System Planning and Analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1981.
- ◆ Mays, L. W., and Y.-K. Tung, *Hydrosystems Engineering and Management* McGraw-Hill, New York, 1992.
- ◆ Mays, L. W., and Y.-K. Tung, Systems analysis, in *Water Resources Handbook*, edited by L. W. Mays, McGraw-Hill, New York, 1996.
- ◆ White, J. A., K. E. Case, D. B. Pratt, and M. H. Agee, *Principles of Engineering Economic Analysis*, Wiley, New York, 1998.