Σχεδιασμός Χημικών Διεργασιών και Βιομηχανιών

Διάλεξη 7

Τρίτη, 15 Απριλίου 2008

Χρονική Αξία του Χρήματος

1. Βασικές έννοιες

Τα επενδυτικά σχέδια έχουν βάθος χρόνου και πρέπει να υπολογίζουμε χρηματορροές σε ετήσια βάση για ένα χρονικό ορίζοντα που μπορεί να εκτείνεται σε 5, 10 ή και περισσότερα χρόνια.

<u>Χρονική αξία χρήματος</u>: Η αξία του χρήματος τώρα δε θεωρείται ίδια με αυτή στο μέλλον αλλά μεγαλύτερη επειδή χρήμα διαθέσιμο τώρα μπορεί να επενδυθεί, ενώ χρήμα που δεν έχει ληφθεί ακόμη σημαίνει κόστος ευκαιρίας.

Στην οικονομική ανάλυση επενδυτικών σχεδίων, έχουμε πάγιο κόστος, συνήθως στην αρχή (παρόν) και έσοδα και λειτουργικά έξοδα στο μέλλον. Αφού η αξία του χρήματος είναι, με το παραπάνω σκεπτικό, διαφορετική για κάθε χρονική περίοδο, τα έσοδα και έξοδα πρέπει να αναχθούν σε κοινή βάση ώστε να κάνουμε τους υπολογισμούς μας (π.χ. ελαχιστοποίηση αντικειμενικής συνάρτησης).

Παριστάνουμε τις χρηματορροές στη διάρκεια ζωής ενός επενδυτικού σχεδίου με το *επενδυτικό χρονοδιάγραμμα*.

Παράδειγμα: καταθέτω 1000 ευρώ στην αρχή του έτους και 100 ευρώ στο τέλος κάθε μήνα. Ετήσιο επιτόκιο i = 5%. Πόσα χρήματα F θα πάρω στο τέλος του έτους;

Βέλος προς τα πάνω = χρήματα που λαμβάνουμε
Βέλος προς τα κάτω = χρήματα που πληρώνουμε
(βλ. και συνοδευτικό σχήμα 1).

Γενικότερα σε ένα επενδυτικό σχέδιο μπορούμε να διακρίνουμε τις φάσεις που φαίνονται στο συνοδευτικό σχήμα 2.

Για να υπολογίσουμε τη σχέση μεταξύ παρούσας και μελλοντικής αξίας βασιζόμαστε στην παραδοχή ανατοκισμού (συνήθως απλού) με κάποιο επιτόκιο i ανά μήνα ή συνήθως ανά έτος.
Αρχική επένδυση: P(από το “present”)
Ποσό στο τέλος μιας περιόδου ανατοκισμού ή μέλλουσα αξία: $P(1 + i) = F_1$ (από το “future”)
Ποσό στο τέλος της n περιόδου ανατοκισμού: $P(1 + i)^n = F_n$
Άρα, για δεδομένη μέλλουσα αξία F_n η παρούσα αξία θα είναι

$$P=\frac{F_n}{(1+i)^i} \tag{1}$$

Παρούσα αξία σειράς πληρωμών όχι αναγκαστικά ίσων:

$$P=\sum_{k=1}^{n}\frac{F_k}{(1+i)^k} \tag{2}$$

Παρούσα αξία σειράς μελλοντικών πληρωμών ίσων με τη μονάδα από την περίοδο m μέχρι την περίοδο n:

$$P=\sum_{k=m}^{n}\frac{1}{(1+i)^k}=\frac{(1+i)^{n-m+1}-1}{i(1+i)^n} \tag{3}$$

Αν m = 1 τότε

$$P=\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n} \tag{4}$$

που ορίζει τον *παράγοντα ανάκτησης κεφαλαίου* ή *παράγοντα παρούσας αξίας* ενώ το αντίστροφο αυτού είναι ο *πολλαπλασιαστής αποπληρωμής* και είναι το r που είδαμε και σε παράδειγμα της προηγούμενης διάλεξης:

$$r=\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1} \tag{5}$$

Τότε P = F / r, r= F / P, F = Pr.
Αντίστοιχα, μελλοντική αξία σειράς πληρωμών όχι απαραίτητα ίσων:

$$F=\sum_{k=1}^{n} P_k (1+i)^{n-k+1} \quad (6)$$

Μελλοντική αξία σειράς πληρωμών ίσων με τη μονάδα από περίοδο m μέχρι περίοδο n:

$$F=(1+i)^n \sum_{k=m}^{n} \frac{1}{(1+i)^k}=\frac{(1+i)^{n-m+1}-1}{i} \quad (7)$$

και αν m=1 τότε

$$F=\frac{(1+i)^n-1}{i} \quad (8)$$

<u>Παράδειγμα</u>:

Έστω ηλεκτροχημική διεργασία. Οι συνήθεις άνοδοι διαρκούν 2 χρόνια και πρέπει να αντικατασταθούν με κόστος 20000 ευρώ. Εναλλακτική λύση: χημικά εμποτισμένες άνοδοι με χρόνο ζωής 6 χρόνια και κόστος 56000 ευρώ. Για ετήσιο επιτόκιο 6% ποια είναι η φθηνότερη εναλλακτική;

Απάντηση:

Η πρώτη εναλλακτική ισοδυναμεί με 3 χρηματορροές στα έτη 0, 2 και 4, άρα παρούσα αξία

$$P=\frac{-20000}{1}+\frac{-20000}{(1+0.06)^2}+\frac{-20000}{(1+0.06)^4}=-53.642<56000 \quad (9)$$

άρα η πρώτη εναλλακτική είναι προτιμώτερη από τη δεύτερη.

2. Κριτήρια αξιολόγησης

Υπάρχουν κριτήρια

- απλά που δε λαμβάνουν υπ' όψιν τη χρονική αξία του χρήματος και χρησιμεύουν για μια γρήγορη προσεγγιστική αξιολόγηση
- που λαμβάνουν υπ' όψιν τη χρονική αξία και επιτρέπουν ακριβέστερη αξιολόγηση

Κυριότερα κριτήρια οικονομικής αξιολόγησης:

- Περίοδος αποπληρωμής, PBP, Payback period

  $$PBP=\frac{\text{κόστος επένδυσης}}{\text{χρηματορροή ανά περίοδο}} \quad (10)$$

  Δείχνει πότε παίρνουμε τα λεφτά μας πίσω.
  Θέλουμε να την ελαχιστοποιήσουμε
- Επιστροφή επί της επένδυσης, Return on Investment,

  ROI = 100 X καθαρό ετήσιο εισόδημα (μείον φόροι) / επένδυση (11)

  Όσο μεγαλύτερο τόσο καλύτερα. Δείχνει πόσο γρήγορα παίρνουμε πίσω τα λεφτά μας.
  Θέλουμε να τη μεγιστοποιήσουμε
- Καθαρή παρούσα αξία, Net Present Value, NPV: γνωρίζοντας βάσει εκτιμήσεων και υπολογισμών τις ετήσιες χρηματορροές στη διάρκεια του επενδυτικού σχεδίου, καθώς και το επιτόκιο (ποσοστιαίο κόστος χρήματος), τις ανάγουμε στην παρούσα αξία με βάση τις προηγούμενες σχέσεις. Προτιμάται η εναλλακτική λύση με τη μεγαλύτερη καθαρή παρούσα αξία
  Θέλουμε να τη μεγιστοποιήσουμε
- Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης, Internal Rate of Return, IRR: συμπληρωματική ως προς την προηγούμενη. Εδώ δε γνωρίζουμε το κόστος χρήματος αλλά υπολογίζουμε ένα επιτόκιο ώστε η ΚΠΑ του αθροίσματος της αρχικής επένδυσης με τις μελλοντικές χρηματορροές να δίνει μηδέν. Όσο μεγαλύτερος τόσο πιο ελκυστική η επένδυση. Σημαίνει ότι θα έπρεπε να είναι πολύ ακριβό το χρήμα και να χάνει γρήγορα την αξία του για να μηδενιστεί η συνολική ΚΠΑ.
  Θέλουμε να το μεγιστοποιήσουμε

<u>Παράδειγμα</u>: Άριστο πάχος θερμικής μόνωσης.

Εξετάζουμε το πρόβλημα της προηγούμενης διάλεξης με περισσότερη λεπτομέρεια.

Διάμετρος σωλήνα = 20 εκ.

Θερμοκρασία ρευστού = 260 Κελσίου

Θερμοκρασία περιβάλλοντος = 27 Κελσίου

Y = 8000 ώρες λειτουργίας ετησίως

H = 3.80 / 10^6 kJ κόστος καυσίμου, 80% θερμική απόδοση βραστήρα

k = 0.80 kJ/(h)(m)(^{o}C)

C1 = 34 ευρώ / cm μόνωση για 1 τετ. μέτρο επιφάνειας, κόστος μόνωσης

hc = 32.7 kJ/(h)(m2)(oC) , συντελεστής μεταφοράς θερμότητας για ακίνητο αέρα
Διάρκεια ζωής = 5 χρόνια
Ετήσιος ρυθμός απόσβεσης = 14%
L = μήκος σωλήνα = 100 μέτρα
Πάχος μόνωσης t που μπορεί να αγοραστεί = διακριτή μεταβλητή = 1, 2, 3, ... εκατοστά.

Λύση:
Τιμή ενέργειας που εξοικονομείται:

$$Q_0 - Q = \Delta T (\pi D L)(h_c - \frac{1}{\frac{t}{k} + \frac{1}{h_c}})\ Y\ H \qquad (12)$$

Κόστος μόνωσης:

$$C_1 t(\pi D L) \qquad (13)$$

Επειδή το πάχος t είναι διακριτή μεταβλητή, μπορούμε να πάρουμε διαδοχικά διάφορες τιμές και να υπολογίσουμε τα παραπάνω κριτήρια για κάθε τιμή του t.
Το επενδυτικό σχέδιο περιλαμβάνει μία αρνητική χρηματορροή στην αρχή (εγκατάσταση) και πέντε ίσες θετικές χρηματορροές μετά (εξοικονόμηση ενέργειας).
Ο πολλαπλασιαστής αποπληρωμής βρίσκεται ίσος με 0.291 και π.χ. για 1 εκατοστό η παρούσα αξία είναι P = -2135 + 5281 / 0.291 = 16013
Επιβεβαιώστε ότι το άριστο πάχος είναι μεταξύ 6 και 7 εκατοστών.

3. Αξιολόγηση με ταυτόχρονη PBP, NPV και IRR

3.1 Έργα με ίση διάρκεια ζωής

Παράδειγμα:
Θεωρούμε δύο εναλλακτικά επενδυτικά σχέδια A και B.
Το A έχει διάρκεια ζωής 10 χρόνια και απαιτεί αρχική επένδυση 100,000 ευρώ με ετήσια ταμειακή ροή (μετά από φόρους) 20,000 ευρώ τα πρώτα 4 χρόνια ακολουθούμενη από 10,000 ευρώ για τα χρόνια από 5 μέχρι και 10.
Το σχέδιο B διαρκεί 10 χρόνια και απαιτεί ίση επένδυση με το A αλλά οι ταμειακές ροές είναι 15,000 ευρώ ετησίως. Να αξιολογηθούν τα έργα με PBP, NPV και IRR. Για τη μέθοδο NPV υποθέστε επιτόκιο 10%.

α) Σχέδιο A απαιτεί 4 χρόνια στα 20,000 και 2 χρόνια στα 10,000 για να δώσει πίσω τα λεφτά της επένδυσης, σύνολο 6 χρόνια
Σχέδιο B: 100000/15000 = 6.67 χρόνια.
Τα αποτελέσματα είναι παραπλήσια.

β) Σχέδιο A:

$$\text{NPV} = -\frac{100000}{(1+0.1)^0} + \sum_{k=1}^{4} \frac{20000}{(1+0.1)^k} + \sum_{k=5}^{10} \frac{10000}{(1+0.1)^k} = -7128{,}67 \qquad (14)$$

Σχέδιο B:

$$\text{NPV} = -\frac{100000}{(1+0.1)^0} + \sum_{k=1}^{10} \frac{15000}{(1+0.1)^k} = -7831{,}49 \qquad (15)$$

και πάλι οι τιμές είναι παραπλήσιες.

γ) Σχέδιο A:

$$-\frac{100000}{(1+i)^0} + \sum_{k=1}^{4} \frac{20000}{(1+i)^k} + \sum_{k=5}^{10} \frac{10000}{(1+i)^k} = 0 \Rightarrow i = 8{,}06\,\% \qquad (16)$$

Σχέδιο B:

$$-\frac{100000}{(1+i)^0} + \sum_{k=1}^{10} \frac{10000}{(1+i)^k} = 0 \Rightarrow i = 8{,}14\,\% \qquad (17)$$

Αυτή είναι μία πολύ μικρή διαφορά.

Λόγω της μεγάλης διάρκειας του έργου, υπάρχει και μεγάλη αβεβαιότητα. Μία πιθανή βοήθεια θα ήταν από ***ανάλυση ευαισθησίας*** δηλαδή μεταβάλλοντας ελαφρά κάποιες παραμέτρους του μοντέλου, ποια θα ήταν η μεταβολή στα παραπάνω μεγέθη. Η ανάλυση ευαισθησίας δείχνει πόσο "αντέχει" η αρχική εκτίμησή μας σε εσφαλμένες π.χ. λόγω προσεγγίσεων, εκτιμήσεις των αρχικών παραμέτρων ή σε αναθεωρήσεις των αρχικών τιμών τους λόγω νέων αναγκών. Έτσι, αν μικρή μεταβολή τέτοιων παραμέτρων τείνει να αυξήσει σημαντικά τα επενδυτικά κόστη του σχεδίου A ενώ το B παραμένει στα ίδια επίπεδα, τότε μάλλον το B είναι προτιμώτερο.

3.2 Έργα με άνιση διάρκεια ζωής

Παράδειγμα:
Το σχέδιο C θα διαρκέσει 20 χρόνια και η ετήσια ταμειακή ροή (μετά από φόρους) είναι 48000 για αρχική επένδυση 300000. Το σχέδιο D έχει 5 χρόνια διάρκεια και ετήσια ταμειακή ροή 100000 για αρχική επένδυση 300000. Να συγκριθούν με εσωτερικό βαθμό απόδοσης και καθαρή παρούσα αξία για επιτόκιο 8%.

Απάντηση: Οι εσωτερικοί βαθμοί απόδοσης για το C είναι 15% ενώ για το D είναι 25%. Το D πλεονεκτεί από την άποψη ότι σε σύντομο χρονικό διάστημα δίνει συντομώτερα επιστροφές σε υψηλότερο επίπεδο.

Σχέδιο C:

$$\text{NPV} \sum_{k=1}^{20} \frac{48000}{(1+i)^k} - 300000 = 170600 \tag{18}$$

Σχέδιο D:

$$\text{NPV} \sum_{k=1}^{5} \frac{110000}{(1+i)^k} - 300000 = 138200 \tag{19}$$

δηλαδή προτιμώτερο είναι το σχέδιο C επειδή στο διάστημα των 20 χρόνων θα φέρει συνολικά μεγαλύτερης αξίας χρηματικό ποσόν. Αυτό έρχεται σε σύγκρουση με το προηγούμενο αποτέλεσμα. Εξ άλλου μεταβάλλοντας το επιτόκιο μπορεί πάνω ή κάτω από μια συγκεκριμένη τιμή επιτοκίου να παρατηρηθεί αντιστροφή της προτίμησης.

Πάντως, έχει υποστηριχθεί ότι είναι προτιμώτερη η καθαρή παρούσα αξία, και μάλιστα όταν οι ταμειακές ροές ανά έτος έχουν σημαντικές διαφορές, επειδή δίνει πιο ρεαλιστικά αποτελέσματα.