

GDM 401 Proses Tasarımı Maaliyet Analizi

4. Ders

Maliyet Analizi

- ▶ Bir prosesin/fabrikanın maliyet analizini yaparken dikkate alınması gereken iki önemli unsur:
 - Total Capital Cost (toplam sermaye maliyeti)
 - İnşaat giderleri, ekipmanlar ve kurulum için gerekli işçilik vb kalemlerden oluşur
 - Operating cost (işletme maliyeti)
 - Prosesin işlemesi için gerekli yıllık giderleri içerir (ham madde, işçilik, elektrik, su vb.)

Toplam Sermaye Maliyeti

- ▶ Sabit Sermaye Maliyeti (fixed capital cost) ile İşletme Sermayesinin (working capital cost) toplamına eşittir.

Sabit Sermaye Maliyeti

- ▶ Sabit Sermaye maliyeti 4 ana katogoride incelenir.
 - Direct project expenses (doğrudan proje giderleri)
 - Indirect project expenses (dolaylı proje giderleri)
 - Contingency (beklenmeyen giderler)
 - Auxiliary facilities (yardımcı birim giderleri)

Direct project expenses (doğrudan proje giderleri)

1)Ekipman maliyeti

- FOB (free on board)
 - Tedarikçinin malzemeyi nakliye yapılacağı geminin güvertesine taşıyana kadar olan sorumluluğunu içerir.

Direct project expenses (doğrudan proje giderleri)

2)Ekipmanın kurulumu için gerekli olan malzeme giderleri

- Kurulum için gerekli olabilecek herşey: çelik, beton, elektrik aksanı, kontrol panelleri,borular,vanalar, ışıklandırma, boya vs.

3)Kurulum için gerekli olan işçilik giderleri

Indirect project expenses (dolaylı proje giderleri)

- 1) Tax: Ekipmanın vergisi
- 2) Construction overhead: inşaatın ek giderleri → inşaat için kiralanan makineler vb.
- 3) Engineering expenses: Mühendislik giderleri → tasarım mühendislerinin maaşları, ofis giderleri

Contingency (beklenmeyen giderler)

- ▶ Proje yapılırken beklenmeyen giderler olabilir: havaya bağlı olarak proje süresi aksayabilir, inşaat sürerken bazı aksaklıklar hatalar olabilir.

Auxiliary facilities (yardımcı birim giderleri)

- ▶ İdari ofisler
- ▶ Laboratuvarlar
- ▶ Bakım onarım atölyesi
- ▶ Ürün depoları

Bu gider her proje için geçerli olmayabilir.

Sabit Sermaye Maliyeti Tablosu

Table 10.11. Summary of capital costs

| | Cost | Calculation | Description |
|----------------------------------|------|--------------------------------|---|
| Direct project expenses | | | |
| Equipment (f.o.b.) | | C_p | "Free on board"—cost when placed aboard the shipping carrier. Obtained from suppliers or estimated from tabulations of purchased equipment costs or installed bare module costs (for example, Ref. 3). Adjusted for size and inflation. |
| Materials for installation | | $C_M = MMF \times C_p$ | Based on tabulated materials module factors (MMF) found in References 1 and 2; expressed as fraction of C_p |
| Direct labor | | $C_L = LMF \times (C_p + C_M)$ | Based on tabulated labor module factors (LMF) found in References 1 and 2; expressed as fraction of $C_p + C_M$ |
| Total direct | | $C_D = C_p + C_M + C_L$ | |
| Indirect project expenses | | | |
| Freight, insurance, taxes | | $C_{FIT} = 0.08C_p$ | Estimated as 8% of total purchased equipment costs |
| Construction overhead | | $C_O = 0.7C_L$ | Estimated as 70% of total labor installation costs |
| Engineering expenses | | $C_E = 0.15(C_p + C_M)$ | Estimated as 15% of total equipment and materials costs |
| Total indirect | | $C_{ID} = C_{FIT} + C_O + C_E$ | |
| Bare module cost | | | |
| | | $C_{BM} = C_D + C_{ID}$ | Defined as combined direct and indirect costs |
| Contingency & fee | | $C_{CF} = 0.18C_{BM}$ | Estimated at 18% of bare module cost |
| Total module cost | | $C_{TM} = C_{BM} + C_{CF}$ | Defined as bare module cost plus contingency and fee |
| Auxiliary facilities | | $C_{AF} = 0.3C_{TM}$ | Estimated as 30% of total module cost (when auxiliary facilities are required) |
| Grassroots capital | | $C_{GR} = C_{TM} + C_{AF}$ | Defined as total module cost plus auxiliary facilities cost |

Grassroots
capital =sabit
sermaye
maliyeti

Table 10.12. Unit costs, scaling exponents, materials module factors (MMF), and labor module factors (LMF) for various kinds of plant equipment

| Device | Sizing Parameter | Unit | Unit Cost* (\$) | Sizing Exponent | MMF | LMF |
|---|---------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|------|------|
| Process furnaces | Heating rate | kW | 810 | 0.85 | 0.34 | 0.22 |
| Direct-fired heaters | Heating rate | kW | 73 | 0.85 | 0.31 | 0.22 |
| Shell & tube heat exchangers | Heat transfer area | m ² | 2,400 | 0.65 | 0.72 | 0.37 |
| Process vessel (vertical) | Volume | m ³ | 6,000 | 0.71 | 1.04 | 0.49 |
| Process vessel (horizontal) | Volume | m ³ | 6,200 | 0.6 | 0.65 | 0.39 |
| Pump & driver | Flow rate × pressure head | m ³ kPa/min | 350 | 0.52 | 0.71 | 0.42 |
| Compressor & driver | Power | kW | 5,300 | 0.75 | 0.60 | 0.39 |
| Agitators (propeller) | Power | kW | 2,100 | 0.5 | 0.28 | 0.27 |
| Air dryers | Volumetric flow rate | m ³ /min | 7,600 | 0.56 | 0.27 | 0.37 |
| Blowers & fans | Volumetric flow rate | m ³ /min | 79 | 0.68 | 0.27 | 0.25 |
| Blenders | Volumetric flow rate | m ³ /min | 28,000 | 0.52 | 0.27 | 0.27 |
| Boilers (100 kPa) | Mass flow rate steam | kg/h | 3,100 | 0.5 | 0.19 | 0.26 |
| Boilers (4000 kPa) | Mass flow rate steam | kg/h | 4,300 | 0.5 | 0.19 | 0.26 |
| Centrifuges | Diameter | m | 63,000 | 1 | 0.28 | 0.23 |
| Conveyer belt (0.6 m width) | Length | m | 6,000 | 0.65 | 0.27 | 0.33 |
| Conveyer bucket (30 tph) | Length | m | 2,500 | 0.65 | 0.28 | 0.44 |
| Conveyer screw (0.3 m dia.) | Length | m | 3,600 | 0.8 | 0.27 | 0.25 |
| Crushers (pulverizer) | Mass flow rate | kg/h | 3,500 | 0.35 | 0.27 | 0.25 |
| Crystallizers (forced circulation) | Mass flow rate | tpd | 43,000 | 0.55 | 0.27 | 0.38 |
| Dryers (rotary, direct) | Volume | m ³ | 16,000 | 0.42 | 0.28 | 0.36 |
| Dryers (rotary, vacuum) | Volume | m ³ | 36,000 | 0.69 | 0.28 | 0.36 |
| Duct work, shop-fabricated, aluminum | Length | m | 54 | 0.55 | 0.00 | 0.87 |
| Duct work, shop-fabricated, galvanized | Length | m | 80 | 0.55 | 0.00 | 0.84 |
| Duct work, shop-fabricated, stainless steel | Length | m | 150 | 0.55 | 0.00 | 0.44 |
| Evaporator (forced circulation) | Area | m ² | 160,000 | 0.7 | 0.41 | 0.35 |
| Filter (plates & press) | Area | m ² | 6,800 | 0.58 | 0.26 | 0.42 |
| Filter (rotary drum) | Area | m ² | 32,000 | 0.63 | 0.26 | 0.27 |
| Hoppers (conical) | Volume | m ³ | 58 | 0.68 | 0.00 | 0.04 |
| Mills (ball) | Mass flow rate | tph | 3,000 | 0.65 | 0.27 | 0.34 |
| Mills (hammer) | Mass flow rate | tph | 2,800 | 0.85 | 0.27 | 0.34 |
| Screens (vibrating) | Area | m ² | 18,000 | 0.58 | 0.12 | 0.18 |
| Storage tanks | Volume | liters | 870 | 0.3 | 0.20 | 0.23 |

Source: From reference [1] except for unit cost and sizing exponent for dryers, which are adapted from reference [3]; all data adjusted to 2002 dollars.

*Special materials of construction, operation at elevated pressures, and other factors may increase these unit costs.

İşletme Sermayesi

- ▶ Bir işletmenin çalışmaya başlaması için sabit sermayesinin yanı sıra işletme sermayesinde ihtiyacı vardır.
- ▶ İşletme ilk çalışmaya başlarken gerekli olan paradır. İşçilerin ilk maaşları, gerekli ilk sarf malzemesinin alımı, ve tüm işletmenin ilk giderleri bu paradan ödenir.
- ▶ İşletme sermayesi, sabit sermaye maliyetinin %10-15'i olarak hesaplanır.

Toplam Sermaye Maliyeti Hesabı

- ▶ İşletme Sermayesi =
(10%–15%)* Sabit Sermaye
- ▶ Toplam Sermaye Maliyeti = Sabit Sermaye +
İşletme Sermayesi

İşletme Maliyeti Hesabı (Operating Cost)

- ▶ Prosesin işlemesi için gerekli yıllık giderleri içerir. Toplam ürün maliyeti olarakda bilinir (production cost)
- ▶ Hesaplanan yıllık işletme maliyeti, işletmenin ürettiği yıllık ürün miktarına bölünürse →birim ürün maliyeti hesaplanmış olur.

İşletme Maliyeti

- ▶ Doğrudan işletme giderleri
 - Ham madde
 - İşçilerin maaşları
 - Yönetici maaşları
 - Altyapı hizmetleri
 - Elektrik, su, doğal gaz, buhar giderleri
 - Ekipman bakım onarım
 - Sarf malzemeler
 - Laboratuvar giderleri
 - Patent ve lisans giderleri

İşletme Maliyeti

- ▶ Dolaylı işletme giderleri
 - Overhead: işletme ek giderleri (işçilerin ücret dışı ek ödemeleri ile ilgili)
 - Vergiler
 - İşletmenin sigortası
 - Genel giderler (yönetim ve pazarlama ile ilgili)
 - Ekipmanların amortisman giderleri

Amortisman (depreciation)

- ▶ Üretim faaliyetleri sonucunda ürün yaratılırken ekipmanlarda meydana gelen aşınma ve eskimenin parasal değeridir. Dolaylı işletme giderlerinde gösterilir.
- ▶ $A = \frac{M - H}{n}$

A: amortisman

M: ekipmanın bugünkü değeri

H: Ekipmanın kullanım süresi bitimindeki değeri (hurda değeri)

N: kullanım süresi

Table 10.14. Summary of operating costs

| | | |
|-----------------------------------|--------------|---|
| Fixed capital | | Equal to gross-roots capital |
| Working capital | | 10–15% of fixed capital |
| Total capital | | Sum of fixed capital and working capital |
| Plant capacity factor (f_0) | | Fraction of year that plant or facility operates |
| Production output (units/yr) | | Annual production in kilowatts, gallons, etc. (adjusted to account for capacity factor) |
| | Cost (\$/yr) | |
| Direct | | |
| Raw materials | | Calculated as: $C_R(\$/\text{kg}) \times \dot{m} (\text{kg}/\text{s}) \times 31.5 \times 10^6 \text{ s}/\text{yr} \times f_0$ |
| By-product credits | | Value enclosed in parentheses and subtracted from other costs. |
| Operating labor | | See Table 10.15 |
| Supervisory labor | | 10–20% of operating labor. |
| Utilities | | See Reference 7. |
| Maintenance & repairs | | 2–10% of fixed capital |
| Operating supplies | | 10–20% of maintenance & repairs |
| Laboratory charges | | 15% of operating labor |
| Patents and royalties | | 3% of the sum of other direct expenses |
| Direct subtotal | | Sum of all direct operating expenses |
| Indirect & General Expenses | | |
| Overhead | | 50–70% of the sum of operating labor, supervision, and maintenance & repair |
| Local taxes | | 1–2% of fixed capital |
| Insurance | | 0.4–1.0% of fixed capital |
| General expenses | | 15% of operating labor + 5% of direct expenses |
| Indirect subtotal | | Sum of all indirect operating expenses |
| Annual capital charges | | Annual payment of interest and principal on loan for total capital $C_{TC} i(1+i)^n / [(1+i)^n - 1]$ |
| Annual operating cost | | Sum of direct costs, indirect costs, and annual capital charge |
| Product cost (\$/unit production) | | Annual operating cost divided by annual production output |

Eğer işletmenin kuruluşu için kredi alınmadıysa → annual capital charges =0