Determinarea capacităţii optime de producţie pentru fabricile de brînzeturi

Ing. V. NICOLICI
I.C.I.L. - Cluj

C.Z. 637.3 : 338.062.13

Unul din factorii de bază de care trebuie să se ţină seamă la elaborarea şi definitivarea proiectării şi construirii unui obiectiv industrial îl constituie capacitatea de producţie. Uneori, aceasta este dictată de împrejurări majore cum sînt: necesitatea de a satisface aprovizionarea cu anumite produse a unei regiuni, a unui oraş etc. sau necesitatea de a valorifica în întregime materia primă dintr-o zonă izolată. Alteori, capacitatea de producţie a viitoarei fabrici este condiţionată de resursele de materie primă dintr-o zonă limitată, fără perspectiva de extindere a acesteia sau avînd în vedere alte considerente limitatoare.

Sînt însă numeroase cazuri cînd nici unul din factorii sus-amintiţi nu împiedică construirea unei fabrici cu o capacitate de producţie foarte mare. În aceste situaţii titularul investiţiei trebuie să ştie care este — în condiţiile tehnico-economice date — capacitatea de producţie optimă, la care fabrica să poată funcţiona cu randament economic maxim.

Articolul de faţă încearcă să dea un răspuns acestei probleme, în domeniul fabricilor de brînzeturi.

Probleme generale

Considerînd capacitatea de producţie ca variabilă independentă a unor funcţii, în raport cu diferite elemente economice ale fabricii, se constată că unele dintre acestea au o variaţie directă, iar altele, una inversă cu capacitatea de producţie. De pildă, odată cu creşterea capacităţii de producţie, investiţia specifică scade; pe de altă parte însă, costul transportului materiei prime creşte. Am ales în mod special aceste două elemente deoarece se poate uşor dovedi că ele au o pondere net superioară şi o influenţă mult mai constantă faţă de ceilalţi indici. Problema s-ar reduce deci la găsirea unei căi, prin care să se poată stabili, din jocul celor două elemente economice de mai sus, capacitatea de producţie care să răspundă optim ambelor condiţii.

Pentru stabilirea relaţiei de dependenţă dintre volumul investiţiei şi capacitatea de producţie, s-a pornit de la considerentul că investiţia este o mărime proporţională cu pătratul scalarului lungimii *, adică:

$$I = K_1 \cdot L^2, \tag{1}$$

iar capacitatea de producţie este proporţională cu puterea a treia a scalarului lungimii**, adică:

$$C = K_2 \cdot L^3. \tag{2}$$

Eliminînd pe L din relaţiile (1) şi (2), se obţine:

$$I = K\sqrt[3]{C^2}, \tag{3}$$

în care:

$$K = \frac{K_1}{\sqrt[3]{K_2^2}}.$$

Pentru aflarea valorii lui K, se înlocuiesc valorile lui I, respectiv C, cu cele ale unei fabrici existente sau în fază de proiect de execuţie, avînd acelaşi profil de producţie şi acelaşi grad de tehnicitate a cărei capacitate optimă dorim să o aflăm.

Relaţia (3) exprimă legea de dependenţă dintre volumul investiţiei şi capacitatea de producţie. Constanta K, pentru fabricile cu acelaşi profil, reprezintă caracteristica gradului de tehnicitate.

Pentru exprimarea corectă şi mai ales comparabilă a rezultatului din relaţia (3), este necesar să se determine ponderea procentuală a volumului investiţiei în preţul de cost (acesta fiind indicele care reuneşte toate elementele economice ale unei fabrici). Notînd cu C_a cota anuală de amortizare a investiţiei şi cu P_c preţul de cost al produsului, ponderea procentuală a investiţiei în preţul de cost va fi:

$$P_i = \frac{I \cdot C_a \cdot 100}{100 \cdot C \cdot P_c} = \frac{I \cdot C_a}{C \cdot P_c}$$

Înlocuind valoarea lui I din relaţia (3), avem:

$$P_i = \frac{K\sqrt[3]{C^2} \cdot C_a}{C \cdot P_c} = \frac{K \cdot C_a}{P_c} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{C}}. \tag{4}$$

Se vede deci că ponderea procentuală a investiţiei în preţul de cost variază invers pro-

* Costul investiţiei pe metru pătrat este o constantă caracteristică fiecărui gen şi profil de construcţie. Volumul investiţiei va fi deci proporţional cu suprafaţa desfăşurată a obiectivului.

** Producţia este un proces ce se desfăşoră în spaţiu. În prima aproximaţie ea va fi deci proporţională cu volumul obiectivului.

porţional cu rădăcina cubică a capacităţii de producţie.

Pentru calcularea ponderii procentuale pe care o are în preţul de cost transportul laptelui, este nevoie de cîteva consideraţii preliminare.

Să ne imaginăm o zonă oarecare reprezentînd bazinul de alimentare cu lapte al unei fabrici de brînzeturi. O astfel de zonă poate fi redusă întotdeauna la o formă circulară avînd diametrul virtual egal cu D. Zona este subîmpărţită în puncte de strîngere şi centre de colectare. Fiecare microzonă a punctului de strîngere poate fi şi ea redusă la una circulară, avînd diametrul virtual egal cu d. Presupunînd că avem N puncte de strîngere a laptelui, putem scrie:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = N \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ sau } D^2 = N \cdot d^2,$$

de unde:

$$d = \frac{D}{\sqrt{N}} \cdot \tag{5}$$

Într-o astfel de zonă distingem trei feluri de drumuri:

a) drumuri principale care brăzdează zona dintr-un capăt în celălalt;

b) drumuri secundare pe care şi în jurul cărora se grupează punctele de strîngere care nu sînt aşezate pe drumurile principale;

c) drumuri terţiare care unesc drumurile secundare cu punctele grupate în jurul lor.

O astfel de grupare a punctelor de strîngere este cel mai des întîlnită în practică deoarece ea este cea mai economică atunci cînd condiţiile speciale de configuraţie a terenului nu impun o altfel de grupare (lineară sau radială).

Pe drumurile principale se transportă întreaga cantitate de lapte L; această cantitate nu este repartizată uniform de-a lungul drumului. Se poate demonstra uşor* că centrul de greutate al cantităţii de lapte se află la o distanţă de la centrul zonei egală cu 70% din rază. În acest caz pe drumurile principale se realizează:

$$0{,}7 \cdot R \cdot L \text{ t/km sau, fiindcă } R = \frac{D}{2}, \text{ avem}$$

$$0{,}35 .\ D.L \text{ t/km.} \tag{6}$$

Pe drumurile secundare se transportă întreaga cantitate de lapte minus cea din punctele situate pe drumurile principale. Numărul acestora este aproape întotdeauna egal cu cel al drumurilor secundare care, la rîndul lor, se pot determina. Într-adevăr, ţinînd seama de faptul că numărul punctelor de strîngere de pe drumurile secundare este egal cu $\frac{1}{3}$ N, lungimea totală a acestora va fi $\frac{1}{3}$ $N \cdot d$ şi cum lungimea medie a unui drum lateral (secundar) este sensibil egală cu $\frac{1}{3}$ R ** adică cu $\frac{1}{6}$ D, numărul drumurilor laterale va fi:

$$\frac{\frac{1}{3} N \cdot d}{\frac{1}{6} D} = \frac{2 \cdot N \cdot d}{D} \text{ sau, ţinînd seama de (5),}$$

se obţine: $\frac{2\ N \cdot D}{D\sqrt{N}} = 2\sqrt{N}$ care exprimă totodată şi numărul punctelor de pe drumurile principale. Cum de la un punct se obţine în medie o cantitate de lapte egală cu $\frac{L}{N}$, de la punctele situate pe drumurile principale se va obţine o cantitate de lapte egală cu $2\sqrt{N}\frac{L}{N} = \frac{2\ L}{\sqrt{N}}$ iar cantitatea de lapte ce se va transporta pe drumurile secundare va fi dată de diferenţa $L - \frac{2\ L}{\sqrt{N}}$ sau $L\left(1 - \frac{2}{\sqrt{N}}\right)$ care, inmulţită cu lungimea medie a drumurilor secundare ne va da totalul de tone/km realizate pe drumurile secundare, adică:

$$\frac{1}{6} D \cdot L \left(1 - \frac{2}{\sqrt{N}}\right) \tag{7}$$

Pe drumurile de categoria a treia se transportă în total $\frac{2}{3}$ din cantitatea totală de lapte, pe o distanţă medie d realizîndu-se deci $\frac{2}{3}$ $L \cdot d$ t/km sau, ţinînd seama de (5):

$$\frac{2}{3} \frac{L \cdot D}{\sqrt{N}} \cdot \tag{8}$$

Numărul total de t/km T necesare transportului laptelui din întreaga zonă va fi suma expresiilor (6), (7) şi (8):

$$T = 0{,}35\ D.L + \frac{1}{6} D \cdot L \left(1 - \frac{2}{\sqrt{N}}\right) + \frac{2}{3} \frac{D \cdot L}{\sqrt{N}}$$

sau

$$T = D \cdot L \left(0{,}51 + \frac{1}{3\sqrt{N}}\right) \text{ t/km.} \tag{9}$$

Atît D cît şi L din această relaţie pot fi exprimaţi în funcţie de capacitatea de producţie şi de alţi parametri care ne interesează din punct de vedere tehnico-economic. Astfel, diametrul virtual mediu al zonei se poate exprima astfel:

$$D = 2\sqrt{\frac{C \cdot C_z}{\pi \cdot \delta}}, \tag{10}$$

* Centrul de greutate al cantităţii totale de lapte se va afla la o distanţă de la centrul zonei aleasă astfel, incit de ambele părţi ale acesteia să avem aceeaşi cantitate de lapte. In ipoteza unei densităţi medii a laptelui, uniform distribuite pe km², problema se reduce la a afla raza cercului inscris care să împartă cercul iniţial în două suprafeţe egale, adică $2 \cdot \pi \cdot r^2 = \pi \cdot R^2$ de unde $r = 0{,}7\ R$.

** Adică cu $\frac{1}{2}$ sin 45° . R.

în care:

C este capacitatea anuală de producție a fabricii;

C_s — consumul specific de lapte pe unitate de produs, t/t;

δ — densitatea medie de lapte a zonei, t/km². an.

În locul cantității anuale de lapte L se poate scrie simplu $C \cdot C_s$ avînd aceleași semnificații ca mai sus; în acest caz relația (9) devine:

$$T = 2\sqrt{\frac{C^3 \cdot C_s^3}{\pi \cdot \delta}}\left(0{,}51 + \frac{1}{3\sqrt{N}}\right). \quad (11)$$

Ponderea procentuală în prețul de cost a valorii transportului va fi:

$$P_t = \frac{T \cdot \sigma \cdot 100}{P_c \cdot C}, \quad (12)$$

în care σ reprezintă costul mediu al unei t/km, în mii lei, pentru condițiile de transport din zona respectivă.

Înlocuind în (12) valoarea lui T din relația (11), obținem:

$$P_t = 2 \cdot \sigma\sqrt{\frac{C \cdot C_s^3}{\pi \cdot \delta}}\left(0{,}51 + \frac{1}{3\sqrt{N}}\right)\frac{100}{P_c}, \quad (13)$$

care reprezintă ponderea procentuală în prețul de cost a valorii transportului, în funcție de capacitatea de producție.

Ponderea totală P în prețul de cost a celor două elemente va fi: $P = P_i + P_t$. Această funcție va avea valoarea minimă atunci cînd derivata în raport cu C a lui P este egală cu zero adică $P' = 0$.

Pentru simplificare notăm: $P_i = \frac{K_i}{\sqrt[3]{C}}$ și $P_t = K_t\sqrt{C}$, în care K_i și K_t reunesc toți parametrii cu caracter constant din relațiile (4) și (13). În acest caz:

$$P = \frac{K_i}{\sqrt[3]{C}} + K_t\sqrt{C},$$

care prin derivare devine:

$$P' = -\frac{1}{3} \cdot \frac{K_i}{\sqrt[3]{C^4}} + \frac{K_t}{2\sqrt{C}}.$$

Ținînd seama de condiția că $P' = 0$, avem:

$$\frac{2\,K_i}{\sqrt[3]{C^4}} = \frac{3\,K_t}{\sqrt{C}} \text{ sau } \frac{\sqrt[3]{C^4}}{\sqrt{C}} = \frac{2\,K_i}{3\,K_t}$$

de unde, eliminînd radicalii, se obține:

$$C^5 = \left(\frac{2\,K_i}{3\,K_t}\right)^6$$

care prin logaritmare devine:

$$\log C = \frac{6}{5}\log\frac{2\,K_i}{3\,K_t}.$$

Prin înlocuirea lui K_i și K_t cu valoarile respective din relațiile (4) și (13), avem:

$$\log C = \frac{6}{5}\log\frac{2}{3}\frac{K \cdot C_a}{200 \cdot \sigma\left(0{,}51 + \frac{1}{3\sqrt{N}}\right)}\sqrt{\frac{\pi \cdot \delta}{C_s^3}} \quad (14)$$

din care se obține capacitatea de producție optimă.

Aplicații practice

Cunoscînd datele tehnico — economice concrete dintr-o zonă anumită, se poate afla capacitatea de producție optimă pe care trebuie să o aibă o fabrică din zona respectivă pentru a funcționa cu randament economic maxim, folosindu-se relația (14). Pentru aceasta se alege în primul rînd gradul de tehnicitate dorit pentru viitoarea fabrică, grad care îl determină pe K. Astfel, pentru aflarea valorii K, înlocuim în relația (3) valorile lui I și C ale unei fabrici existente sau, și mai bine, ale unui proiect de fabrică avînd gradul de tehnicitate dorit. Este de remarcat faptul că pentru diferite grade de tehnicitate, K poate varia între limite considerabile.

Exemplul 1: În cazul construirii unei fabrici de șvaițer cu un grad de tehnicitate scăzut, pentru care $K = 16$, celelalte date fiind:

- cota anuală de amortizare a investiției, $C_a = 10\,\%$;
- costul mediu al unei tone km, $\sigma = 0{,}0015$ mii lei;
- numărul estimat al punctelor din zonă, $N = 25$;
- densitatea medie de lapte marfă din zonă, $\delta = 3{,}3$ t/km². an;
- consumul specific de lapte pentru șvaițer; $C_s = 12{,}5$ t/t. Aplicînd formula (14) se obține:

$$\log C = \frac{6}{5}\log\frac{2}{3}\frac{16 \cdot 10}{200 \cdot 0{,}0015\left(0{,}51 + \frac{1}{3\sqrt{25}}\right)}\sqrt{\frac{3{,}14 \cdot 3{,}3}{12{,}5^3}},$$

de unde $C \cong 114$ t/an.

Exemplul 2: În cazul construirii unei fabrici de brînză Gouda, cu un înalt grad de tehnicitate, pentru care $K = 100$, celelalte date fiind:

- $C_a = 8\%$;
- $\sigma = 0{,}003$ mii lei/t. km;
- $N = 100$;
- $\delta = 7$ t/km². an;
- $C_s = 11{,}5$ t/t,

şi aplicînd formula (14) se obţine :

$$\log C = \frac{6}{5} \log \frac{2}{3} \frac{100 \cdot 8}{200 \cdot 0{,}003 \left(0{,}51 + \frac{1}{3\sqrt{100}}\right)} \sqrt{\frac{3{,}14 \cdot 7}{11{,}5^3}}$$

din care $C \cong 530$ t/an.

Concluzii

După cum se constată, capacitatea de producţie optimă depinde de mai mulţi parametri. Precizia rezultatului depinde în cea mai mare măsură de stabilirea cît mai exactă a acestora. În legătură cu aceasta se precizează că în lucrarea de faţă, prin C s-a înţeles capacitatea anuală a fabricii într-un schimb de lucru.

Estimarea anticipată a numărului de puncte din viitoarea zonă a fabricii nu necesită aceeaşi rigurozitate, deoarece variaţiile lui N, chiar în limite destul de largi, nu influenţează sensibil rezultatul final.

Din formula (14) se deduce că preţul de cost al produselor nu condiţionează capacitatea optimă de producţie. Acest lucru are o mare importanţă deoarece menţine în timp valabilitatea formulei (14), independent de oscilaţiile accidentale ale preţului de cost.

Capacitatea de producţie dată de formula (14) nu trebuie privită ca o concluzie rigidă. Alegerea unei capacităţi de producţie care diferă cu ± 20 — 30% faţă de capacitatea optimă calculată matematic, încă nu afectează grav rentabilitatea în exploatare a unei astfel de fabrici. Pentru acest motiv, formula (14) poate fi folosită şi în cazul cînd — aşa cum s-a arătat în introducere — există anumiţi factori care impun o capacitate de producţie anumită, diferită de cea optimă. În acest caz avem posibilitatea să apreciem mărimea abaterii de la capacitatea optimă şi, în funcţie de aceasta, să decidem construirea sau nu a fabricii. În cazul unor abateri foarte mari de la capacitatea optimă (de pildă 60 sau 80%) fabrica va lucra categoric nerentabil.

Din cele de mai sus rezultă că formula (14) este utilă atît titularilor de investiţii cît şi economiştilor şi proiectanţilor de noi obiective industriale în domeniul fabricării brînzeturilor.

Caracteristica gradului de tehnicitate, K, este o noţiune nouă în acest domeniu. Studiul comportării de la caz la caz a acestui important indice poate constitui obiectul unor lucrări speciale. Dezvoltarea şi aprofundarea teoretică şi practică a lui K poate avea o mare utilitate în promovarea tehnicii noi în industria laptelui.

Stabilirea criteriilor de expertizare şi control ale clorurii de polivinil dure şi plastifiate

(Continuare din pag. 53)

Bibliografie

[1] Arhanghelov M. N.: *Sanitarno-ghighieniceskie-issledovania.* Moscova, Medghiz, 1950, p. 96.

[2] Filatova V. S., Gronsberg E. S.: *Ghighiena i sanitaria,* nr. 1, 1957, p. 38.

[3] Lefaux R.: *Industries Alimentaires et Agricoles* nr. 5, 1960, p. 363, nr. 6, p. 451, nr. 9—10, p. 633 şi Ind. des plastiques modernes, 12, 1960, nr. 5, p. 59.

[4] Răutu R., Hobincu A., Sporn A., Dumitrescu M. şi Perlea M.: *Cercetări cu privire la caracterizarea igienico-sanitară a materialelor plastice utilizate în sectorul alimentar.* Comunicare I. Stabilirea criteriilor de expertizare şi control ale polietilenei de înaltă şi joasă presiune şi a hostalenului. Arhiva IISP, 1960.