

Determinarea capacității optime de producție pentru fabricile de brânzeturi

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 țină seamă la elaborarea și definitivarea proiectării și construirii unui obiectiv industrial îl constituie capacitatea de producție. Uneori, aceasta este dictată de împrejurări majore cum sint: necesitatea de a satisface aprovizionarea cu anumite produse a unei regiuni, a unui oraș etc. sau necesitatea de a valorifica în întregime materia primă dintr-o zonă izolată. Alteori, capacitatea de producție a viitoarei fabrici este condiționată de resursele de materie primă dintr-o zonă limitată, fără perspectiva de extindere a acesteia sau avînd în vedere alte considerente limitatoare.

Sint însă numeroase cazuri cînd nici unul din factorii sus-amintiți nu împiedică construirea unei fabrici cu o capacitate de producție foarte mare. În aceste situații titularul investiției trebuie să știe care este — în condițiile tehnico-economice date — capacitatea de producție optimă, la care fabrica să poată funcționa cu randament economic maxim.

Articolul de față încearcă să dea un răspuns acestei probleme, în domeniul fabricilor de brânzeturi.

Probleme generale

Considerînd capacitatea de producție ca variabilă independentă a unor funcții, în raport cu diferite elemente economice ale fabricii, se constată că unele dintre acestea au o variație directă, iar altele, una inversă cu capacitatea de producție. De pildă, odată cu creșterea capacității de producție, investiția specifică scade; pe de altă parte însă, costul transportului materiei prime crește. Am ales în mod special aceste două elemente deoarece se poate ușor dovedi că ele au o pondere net superioară și o influență mult mai constantă față de ceilalți 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 producție care să răspundă optim ambelor condiții.

Pentru stabilirea relației de dependență dintre volumul investiției și capacitatea de producție, s-a pornit de la considerentul că investiția este o mărime proporțională cu pătratul scalarului lungimii*, adică:

$$I = K_1 \cdot L^2, \quad (1)$$

iar capacitatea de producție este proporțională cu puterea a treia a scalarului lungimii**, adică:

$$C = K_2 \cdot L^3. \quad (2)$$

Eliminînd pe L din relațiile (1) și (2), se obține:

$$I = K \sqrt[3]{C^2}, \quad (3)$$

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 execuție, avînd același profil de producție și același grad de tehnicitate a cărei capacitate optimă dorim să o aflăm.

Relația (3) exprimă legea de dependență dintre volumul investiției și capacitatea de producție. Constanta K , pentru fabricile cu același profil, reprezintă caracteristica gradului de tehnicitate.

Pentru exprimarea corectă și mai ales comparabilă a rezultatului din relația (3), este necesar să se determine ponderea procentuală a volumului investiției în prețul de cost (acesta fiind indicele care reunește toate elementele economice ale unei fabrici). Notînd cu C_a cota anuală de amortizare a investiției și cu P_c prețul de cost al produsului, ponderea procentuală a investiției în prețul 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 relația (3), avem:

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

Se vede deci că ponderea procentuală a investiției în prețul de cost variază invers pro-

* Costul investiției pe metru pătrat este o constantă caracteristică fiecărui gen și profil de construcție. Volumul investiției va fi deci proporțional cu suprafața desfășurată a obiectivului.

** Producția este un proces ce se desfășoară în spațiu. În prima aproximație ea va fi deci proporțională cu volumul obiectivului.

porțional cu rădăcina cubică a capacității de producție.

Pentru calcularea ponderii procentuale pe care o are în prețul de cost transportul laptelui, este nevoie de câteva considerații preliminare.

Să ne imaginăm o zonă oarecare reprezentând bazinul de alimentare cu lapte al unei fabrici de brânzeturi. O astfel de zonă poate fi redusă întotdeauna la o formă circulară având diametrul virtual egal cu D . Zona este subîmpărțită în puncte de strângere și centre de colectare. Fiecare microzonă a punctului de strângere poate fi și ea redusă la una circulară, având diametrul virtual egal cu d . Presupunând că avem N puncte de strângere 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:

$$d = \frac{D}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

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 și în jurul cărora se grupează punctele de strângere care nu sînt așezate pe drumurile principale;

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

O astfel de grupare a punctelor de strângere este cel mai des întilnită în practică deoarece ea este cea mai economică atunci cînd condițiile speciale de configurație 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 ușor* că centrul de greutate al cantității de lapte se află la o distanță de la centrul zonei egală cu 70% din rază. În acest caz pe drumurile principale se realizează:

$$0,7 \cdot R \cdot L \text{ t/km sau, fiindcă } R = \frac{D}{2}, \text{ avem} \\ 0,35 \cdot D \cdot L \text{ t/km.} \quad (6)$$

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, ținînd seama de faptul că numărul punctelor de strângere de pe drumurile secundare este egal cu $\frac{1}{3} N$, lungimea totală a acestora va fi $\frac{1}{3} N \cdot d$ și 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:

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

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

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

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

$$\frac{2}{3} \frac{L \cdot D}{\sqrt{N}} \quad (8)$$

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

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

sau

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

Atît D cît și L din această relație pot fi exprimați în funcție de capacitatea de producție și de alți parametri care ne interesează din punct de vedere tehnico-economic. Astfel, diametrul virtual mediu al zonei se poate exprima astfel:

$$D = 2 \sqrt{\frac{C \cdot C_x}{\pi \cdot \delta}}, \quad (10)$$

* Centrul de greutate al cantității totale de lapte se va afla la o distanță de la centrul zonei aleasă astfel, încît de ambele părți ale acesteia să avem aceeași cantitate de lapte. În ipoteza unei densități medii a laptelui, uniform distribuite pe km², problema se reduce la a afla raza cercului înscris care să împartă cercul inițial în două suprafețe egale, adică $2 \cdot \pi \cdot r^2 = \pi \cdot R^2$ de unde $r = 0,7 R$.

** Adică cu $\frac{1}{2} \sin 45^\circ \cdot R$.

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 :

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

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: $P_i = \frac{K_i}{\sqrt{C}}$ 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 :

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

care prin derivare devine :

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

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

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

de unde, eliminînd radicalii, se obține :

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

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 valorile 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,

și aplicând formula (14) se obține :

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

$$\sqrt{\frac{3,14 \cdot 7}{11,5^2}}$$

din care $C \cong 530 \text{ t/an.}$

Concluzii

După cum se constată, capacitatea de producție optimă depinde de mai mulți parametri. Precizia rezultatului depinde în cea mai mare măsură de stabilirea cât mai exactă a acestora. În legătură cu aceasta se precizează că în lucrarea de față, prin C s-a înțeles capacitatea anuală a fabricii într-un schimb de lucru.

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

Din formula (14) se deduce că prețul de cost al produselor nu condiționează capacitatea optimă de producție. Acest lucru are o mare importanță deoarece menține în timp valabilitatea formulei (14), independent de oscilațiile accidentale ale prețului de cost.

Capacitatea de producție dată de formula (14) nu trebuie privită ca o concluzie rigidă. Alegerea unei capacități de producție care diferă cu $\pm 20 - 30\%$ față 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 și în cazul când — așa cum s-a arătat în introducere — există anumiți factori care impun o capacitate de producție anumită, diferită de cea optimă. În acest caz avem posibilitatea să apreciem mărimea abaterii de la capacitatea optimă și, în funcție 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 atât titularilor de investiții cât și economiștilor și proiectanților de noi obiective industriale în domeniul fabricării brinzeturilor.

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

Stabilirea criteriilor de expertizare și control ale clorurii de polivinil dure și plastificate

(Continuare din pag. 53)

Bibliografie

- [1] Arhanghelov M. N.: *Sanitarno-ghigienieskie-issledovania*. Moscova, Medghiz, 1950, p. 96.
- [2] Filatova V. S., Gronsberg E. S.: *Ghigiena i sanitaria*, nr. 1, 1957, p. 38.
- [3] Lefaux R.: *Industries Alimentaires et Agricoles* nr. 5, 1960, p. 383, nr. 6, p. 451, nr. 8—10,

- p. 633 și *Ind. des plastiques modernes*, 12, 1960, nr. 5, p. 59.
- [4] Răutu R., Hobincu A., Sporn A., Dumitrescu M. și Perlea M.: *Cercetări cu privire la caracterizarea igienico-sanitară a materialelor plastice utilizate în sectorul alimentar*. Comunicare I. Stabilirea criteriilor de expertizare și control ale polietilenei de înaltă și joasă presiune și a hostalenului. Arhiva IISP, 1960.