XVI INTERNATIONAL DAIRY CONGRESS

REPRINT

XVIème CONGRES INTERNATIONAL DE LAITERIE

TIRAGE A PART

XVI INTERNATIONALER MILCHWIRTSCHAFTSKONGRESS

SONDERDRUCK

XVI INTERNATIONALE MEJERIKONGRES

SÆRTRYK

KØBENHAVN 1962

Détermination de la capacité de production optimum pour les fabriques de fromages

VASILE NICOLICI

Ministère de l'Industrie Alimentaire, R. P. Roumaine

INTRODUCTION

Une des principales caractéristiques qu'il faut avoir en vue dans la construction ou dans un projet de construction d'un objectif industriel, doit être la capacité de production. Parfois celle-ci dépend de circonstances majeures, telle que la nécessité de satisfaire les besoins de produits d'une certaine ville, d'une certaine région etc. ; ou bien la nécessité de mettre pleinement en valeur la matière première d'une certaine zone isolée ; d'autres fois la capacité de production de la future fabrique dépend des ressources en matières premières d'une certaine zone limitée et sans perspectives d'augmenter ces ressources. Enfin elle peut dépendre de diverses autres causes limitantes.

Néanmoins les cas sont nombreux où aucun des facteurs mentionnés n'empêchent la construction d'une fabrique à très grande capacité. En de pareilles situations, le bailleur de fonds veut savoir : quelle est, dans les conditions technico-économiques données, la capacité de production optimum par conséquent, dans quelle sorte de fabrique le rendement économique pourra être maximum.

Par la présente étude on a essayé de répondre à ce problème, limité aux fromageries.

PARTIE THÉORIQUE

Considérant la capacité de production comme variable indépendante de fonctions se rapportant aux différents éléments économiques de la fabrique, on constate que certaines parmi ces fonctions ont une variation directe, d'autres une variation inverse par rapport à la capacité de production. Ainsi par exemple avec l'accroissement de la capacité productive, l'investissement spécifique diminue, par contre le coût du transport de la matière première augmente. Nous avons spécialement choisi ces deux éléments parcequ'on peut facilement prouver qu'ils ont un poids comparatif supérieur et une influence beaucoup plus constante que tous les autres. Le problème se réduirait donc à trouver une voie capable d'établir, par le jeu des deux dits éléments économiques, la capacité de production répondant de façon optimum à l'un et à l'autre des deux conditions que nous avons indiquées.

Pour établir le rapport de dépendance entre le volume des sommes investies et la capacité de production, nous avons considéré, au départ, que l'investissement est une grandeur proportionnelle au carré du scalaire de la longueur, c'est à dire :

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

cependant que la capacité de production est proportionnelle au cube du scalaire de la longueur, à savoir

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

Si on élimine L des relations (1) et (2), on obtient :

(3) $$I = K \sqrt[3]{C^2}, \text{ où } K = \frac{K_1}{\sqrt[3]{K_2^2}}$$

Pour avoir la valeur de K, on substitue aux valeurs de I, respectivement de C, les valeurs d'une fabrique existante ou à l'état de projet exécutoire, fabrique ayant un même profil de production et un même degré de technicité que la fabrique dont nous voulons connaitre la capacité optimum.

La relation (3) exprime la loi de dépendance entre le volume de l'investissement et la capacité de production. La constante K, pour les fabriques ayant le même profil, reflète la caractéristique du degré de technicité.

Pour avoir une expression correcte — et surtout sujette à comparaisons — du résultat de la relation (3), il faut déterminer le poids relatif, la part en pour-cent du volume des investissements dans le prix de revient (celui-ci étant l'indice réunissant tous les éléments économiques d'une fabrique). En notant par Ca la cote annuelle d'amortissement des sommes investies et par Pc le prix de revient du produit, le poids pour-cent des investissements vis-à-vis du prix de revient sera :

$$P_1 = \frac{I \cdot C_a \cdot 100}{100 \cdot C \cdot P_c} = \frac{I \cdot C_a}{C \cdot P_c}$$

Si on substitue alors à la valeur de I celle établie dans la relation (3), nous avons :

(4) $$P_1 = \frac{K \sqrt[3]{C^2 \cdot C_a}}{C \cdot P_c} = \frac{K \cdot C_a}{P_c} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{C}}$$

On voit donc que le pour-cent de la part détenue par l'investissement dans le prix de revient varie en raison inversement proportionelle avec la racine cubique de la capacité de production.

Afin de calculer la part, en pourcentage, du prix de transport du lait dans le prix de revient, quelques considérations préliminaires sont nécessaires.

Imaginons une zone quelconque représentant le réservoir de ravitaillement en lait d'une fabrique de fromages. Une pareille zone peut être réduite à une forme circulaire dont le diamètre virtuel serait D. La zone se sous-divise en points de ramassage et centres collecteurs. Chaque microzone du point de ramassage peut être réduite à une zone circulaire dont le diamètre virtuel serait égal à d. Supposé que nous ayons N points de ramassage, on peut écrire :

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = N\frac{\pi \cdot d^2}{4}\text{; ou } D^2 = N \cdot d^2\text{; d'où il résulte que;}$$

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

Dans une pareille zone on peut distinguer trois sortes de voies :

a) Voies principales sillonnant la zone d'un bout à l'autre.
b) Voies secondaires où et autour desquelles se groupent les points de ramassage non situés sur les voies principales.
c) Voies tertiaires réunissant les secondaires avec les points groupés autour d'elles.

Un tel groupement des points de rammassage est celui qu'on rencontre pratiquement le plus souvent, car il est le plus économique lorsque des conditions spéciales de configuration de terrain n'en réclament pas un autre (linéaire, ou radial).

Par les voies principales s'écoule toute la quantité de lait existante L. Mais cette quantité n'est pas répartie uniformément au long des voies. On peut aisément démontrer*) que le centre de gravité de la quantité de lait se situe à une distance du centre de la zone égal à 70% de la longueur du rayon. En ce cas, sur les voies principales, on réalise :

(6) 0,7 R.L tonnes Km.; ou bien, attendu que $R = \frac{D}{2}$, nous avons 0,35 D.L tonnes Km.

Pour les chemins secondaires toute la quantité de lait s'écoule, sauf celle des points situés sur les artères principales. Le nombre de ces dernières est presque toujours égal à celui des chemins secondaires que l'on peut à leur tour déterminer. En effet, tenant compte que le nombre des points de ramassage sur les voies secondaires se monte à $^1/_3$ N, la longueur totale de celles-ci sera de $^1/_3$ N. d. Comme d'autre part la longueur moyenne d'un chemin latéral (secondaire) est sensiblement égale à $^1/_3$ R**), c'est à dire à $^1/_6$ D, il s'ensuit que le nombre de voies latérales sera de :

$$\frac{\frac{1}{3}\, N \cdot d}{\frac{1}{6}\, D} = \frac{2 \cdot N \cdot d}{D}\text{, ou bien, tenant compte de (5):}$$

*) Le centre de gravité de la quantité totale de lait se trouve par rapport au centre de la zone, à une distance ainsi choisie telle que l'on puisse avoir, dans ses deux parties, la même quantité de lait. Dans l'hypothèse d'une densité moyenne du lait uniformément répartie, par Km. carré, le problème se réduit à trouver le rayon du cercle inscrit qui partage le cercle initial en deux surfaces égales, c'est à dire $2 \cdot \pi \cdot r^2 = \pi \cdot R^2$ d'où il résulte que $r = 0{,}7$ R.

**) C'est à dire égale à ½ Sin 45° · R.

$\frac{2 N \cdot D}{D\sqrt{N}} = 2\sqrt{N}$ qui exprime en même temps le nombre des points sur les voies principales. Comme, d'autre part, un point fournit une quantité moyenne de $\frac{L}{N}$, ceux situés sur les voies principales donneront $2\sqrt{N}\,\frac{L}{N} = \frac{2 L}{\sqrt{N}}$, cependant que la quantité de lait qui sera transportée par les routes secondaires résultera de la différence $L - \frac{2 L}{\sqrt{N}}$ ou $L\left(1. - \frac{2}{\sqrt{N}}\right)$ qui multipliée par la longueur moyenne des voies secondaires donnera le total en tonnes Km. réalisé sur les voies secondaires, á savoir:

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

Par les voies tertiaires passent en tout $^2/_3$ de la quantité totale de lait, sur une distance moyenne d, réalisant donc $^2/_3$ L. d, ou bien, si l'on tient compte de (5) :

(8) $$\frac{2}{3}\ \frac{L.\ D.}{\sqrt{N}}\ \text{tonne Km.}$$

Le chiffre total des tonnes Km. (T) nécessaires au transport du lait de toute la zone, sera la somme des expressions (6), (7) et (8) :

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

$$T = D.\ L\left(0{,}51 + \frac{1}{3\sqrt{N}}\right)\ \text{tonnes Km.}$$

Dans cette relation aussi bien D que L peuvent être exprimés en fonction de la capacité de production ainsi que d'autres paramètres qui nous intéressent techniquement et économiquement. Ainsi, le diamètre virtuel moyen de la zone peut s'exprimer comme suit :

(10) $$D = 2\sqrt{\frac{C.\,C_s}{\pi.\delta}},\ \text{où:}$$

C = la capacité annuelle de production de la fabrique, en tonnes.
C_s = la consommation spécifique de lait par unité de produit, en tonnes/tonne.
δ = la densité moyenne du lait en cette zone, en tonnes /Km^2.an.

A la place de la quantité annuelle de lait L. on peut écrire simplement $C.C_s$, ayant les mêmes significations que plus haut. En ce cas la relation (9) devient:

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

La part en pour-cent dans la valeur du transport sera :

$$P_t = \frac{T\ \sigma\ 100}{P_e\ C} \tag{12}$$

où σ représente le coût moyen d'une tonne Km. en milliers de lei, dans les conditions de transport de la zone respective.

Substituant en (12) à la valeur T celle qu'elle avait dans la relation (11), on obtient :

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

représentant la part en pour-cent de la valeur de transport dans le prix de revient, en fonction de la capacité de production.

La part totale P, dans le prix de revient, des deux éléments sera $P = P_l + P_t$. Cette fonction aura une valeur minime lorsque la dérivée de P par rapport à Cest égale à zéro, c'est-à-dire lorsque $P' = O$.

Pour simplifier, notons $P_l = \frac{K_l}{\sqrt[3]{C}}$ et $P_t = K_t\sqrt{C}$, où K_l et K_t réunissent tous les paramètres à caractère constant des relations (4) et (13). En ce cas :

$$P = \frac{K_l}{\sqrt[3]{C}} + K_t\sqrt{C}\text{, qui, par dérivation devient:}$$

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

Tenant compte que $P' = O$, nous aurons:

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

ce qui, éliminant les radicaux, revient à

$C^5 = \left(\frac{2\ K_l}{3\ K_t}\right)^6$ qui, par transposition en logarithmes, devient:

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

En substituant à K_1 et K_t les valeurs respectives qu'ils ont dans les relations (4) et (13), nous aurons:

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

Par cette formule, on obtient la capacité de production optimum.

APPLICATIONS PRATIQUES

Connaissant les éléments technico-économiques concrets d'une zone donnée, on peut, au moyen de la formule (14), établir la capacité de production optimum de la fabrique dans la dite zone, fonctionnant à rendement maximum. Pour faire cela, on choisit tout d'abord le degré et technicité que l'on veut réaliser dans la future fabrique, degré qui détermine l'élément K. Ainsi, pour connaître K, nous remplaçons dans la formule (3) les valeurs de I et de C d'une fabrique existante ou, encore mieux, d'un projet de fabrique ayant le degré de technicité désiré. Il faut aussi remarquer que, à des degrés différents de technicité, K peut avoir une marge de variation considérable.

Exemple 1. Nous voulons construire une fabrique de gruyère à basse technicité, où K serait égal à 16. Les autres données sont :

– Cote annuelle d'amortissement des sommes investies

$$C_a = 10\ \%$$

– Cote moyenne d'une tonne Km $\sigma = 0,0015$ mille lei
– Nombre estimatif des points de ramassage dans la zone respective $N = 25$
– Densité moyenne du lait marchandise dans la dite zone

$$\delta = 3,3 \text{ tonnes/Km}^2\text{.an.}$$

– Consommation spécifique $Cs = 12,5$ tonnes/tonne.
Appliquant la formule (14) on obtient :

$$\log C = \frac{6}{5} \log \frac{2}{3} \frac{16.10}{200 \cdot 0.0015 \left(0,51 + \frac{1}{3\sqrt{25}}\right)} \sqrt{\frac{3,14 \cdot 3,3}{12,5^3}}$$

d'où il résulte que $C \simeq 114$ tonnes par an.

Exemple 2. Nous voulons construire une fabrique de fromage Gouda à haut niveau technique où $K = 100$. Les autres données sont :

– $C_a = 8\%$
– $\sigma = 0,003$ mille lei par tonne/Km.

- $N = 100$
- $\delta = 7$ tonnes par Km^2 an.
- $C_s = 11{,}5$ tonnes/tonne.

Appliquant la formule (14) on obtient :

$$\log C = \frac{6}{5} \log \frac{2}{3} \frac{100.8}{200 \cdot 0.003 \left(0{,}51 + \frac{1}{3\sqrt{100}}\right)} \sqrt{\frac{3{,}14 \cdot 7}{11{,}5^3}}$$

d'où il résulte que $C \cong 530$ tonnes par an.

CONCLUSIONS

On a pu voir comment la capacité de production optimum dépend de nombreux paramètres. La précision du résultat tient, en grande partie, à l'établissement aussi exact que possible de ces paramètres. Il faut à ce sujet préciser que, dans le présent mémoire, on a compris par C la capacité annuelle de la fabrique pour une seule relève.

L'estimation anticipée du nombre des points de ramassage du lait dans la future zone de la fabrique n'exige pas la même rigueur, car les variations de N, même dans des limites assez larges, n'ont pas d'influence sensible sur le résultat final.

La formule (14) permet de voir que le prix de revient des produits ne conditionne pas la capacité optimum de la production. Cela est très important, car cela permet de maintenir la valabilité de la formule (14), indépendamment des oscillations accidentelles du prix de revient.

La capacité de production donnée par la formule (14) ne doit pas être prise pour une conclusion rigide. Le choix d'une capacité de production qui diffère de ±20 à 30% vis-à-vis de la capacité optimum calculée mathématiquement, n'affectera certes pas très gravement la rentabilité d'une telle fabrique. C'est pourquoi la formule (14) peut servir également dans le cas où — ainsi qu'il a été dit dans notre introduction — certains facteurs imposeraient une certaine capacité de production autre que la capacité optimum. Il nous serait dès lors possible d'apprécier les dimensions de l'écart vis-à-vis de la capacité optimum et, sur la base de ces constatations, décider si la nouvelle fabrique doit être ou ne pas être construite. Au cas où cet écart est particulièrement grand (par exemple 60% ou 80%) la fabrique travaillerait à perte.

Il résulte de ce qui précède que la formule (14) est utile aussi bien aux bailleurs de fonds qu'aux économistes et spécialistes qui élaborent des projets de nouveaux objectifs industriels dans le domaine de la fabrication des fromages.

Détermination de la capacité de production optimum pour les fabriques de fromages

Vasile Nicolici,
Ministère de l'Industrie Alimentaire, R. P. Roumaine

RESUME

Le présent travail traite de l'influence exercée par la capacité de production sur les deux facteurs économiques permanents : le volume des investissements et les frais de transport de la matière première. On est arrivé à la conclusion que, dans la plupart des cas pratiquement rencontrés, la capacité optimum peut être déterminée comme une racine de la dérivée du premier ordre de la fonction représentant la variation de la somme des parts, en pourcentages, dans le prix de revient du produit fini, de l'amortissement des sommes investies et des frais de transport de la matière première, l'une et l'autre exprimées en fonction de la capacité de production. Dans cette fonction interviennent, plusieurs paramètres caractérisant au point de vue technico-économique la zone d'emplacement et la fabrique elle-même. A retenir la constante K, que l'auteur nomme « caractéristique du degré de technicité de la fabrique » et qui se définit algébriquement par la formule :

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

où I : est le volume des investissements et C, la capacité annuelle de production.

La capacité optimum déduite par la méthode décrite ci-dessus est utile aussi bien lorsqu'on peut l'appliquer comme telle, que lorsque des causes majeures limitent cette capacité de production. En ce cas, la capacité optimum d'étalon économique : l'efficacité économique de la capacité optimum n'est pas affectée par un écart ne dépassant pas 20 à 30%.

Le présent travail s'adresse aux bailleurs de fonds, aux économistes et aux auteurs de projets.

Determination of the Optimum Production Capacity in Cheese Factories

Vasile Nicolici,
Ministère de l'Industrie Alimentaire, R. P. Roumaine

SUMMARY

This paper studies the influence of production capacity on the two permanent economic factors: the volume of investments and the cost of transport of raw materials. It is deduced that in most cases met with in practice, the optimum capacity may be determined as the root of the first degree differential of the function re-

presenting the variations of the sum of percentages of the selling price of the finished product represented by the amortizement of investments and transport expenses of raw materials, both expressed as functions of production capacity. In these functions a number of parameters are included, which, from a technical-economical point of view, characterize the location of the works and the works itself. Attention should be paid to the constant K which the author calls "The characteristic of the degree of technicality" of the works and which is algebrically defined by the expression

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

where I — the volume of investments and
C — annual production capacity.

The optimum capacity arrived at by the method described is useful both in cases when it may be applied as such, and when major factors lead to a limitation of production capacity. In the latter case, optimum capacity serves as an economic standard; should the production capacity of an enterprise fall 20–30 per cent short of optimum capacity, it does not affect the sound economic running of the unit.

The paper is intended for specialists in investments, economists and designers.

Die Bestimmung des günstigsten Herstellungsumfanges in Käsereien

Vasile Nicolici,
Ministère de l'Industrie Alimentaire, R. P. Roumaine

ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeit untersucht den Einfluss des Herstellungsumfanges auf die zwei ständigen wirtschaftlichen Faktoren: Grösse der Investitionen und Transportspesen der Rohstoffe. Man kommt zu dem Schluss, dass in den meisten Fällen der Praxis der günstigste Herstellungsumfang als Wurzel der Derivate ersten Ranges der Funktion bestimmt werden kann, welche die Variation der prozentualen Anteilsumme im Selbstkostenpreis des Erzeugnisses, der Amortisation der Investitionen und der Transportkosten des Rohstoffes darstellt. In dieser Funktion gibt es eine Reihe von Parametern, welche die Anlagezone und die Fabrik selbst vom technisch-ökonomischen Gesichtspunkt aus charakterisieren. Beachtung verdient die Konstante K, vom Autor »Charakteristik der Technizitätsstufe« der Fabrik benannt, welche algebrisch durch die Formel

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

ausgedrückt wird, in welcher I = Grösse der Investitionen und C = der jährliche Herstellungsumfang ist.

Die nach der erwähnten Methode erhaltene günstigste Grösse ist nützlich sowohl im Falle, dass sie als solche angewendet wird, als auch im Falle, dass sie aus äusseren Gründen den Herstellungsumfang begrenzt. In diesem Falle dient die günstigste Grösse als wirtschaftlicher Masstab: die Wirtschaftlichkeit des Betriebes wird durch eine Abweichung von 20–30% gegenüber der günstigsten Grösse nicht beeinflusst.

Die Arbeit ist für Betriebsinhaber, Volkswirte und Wirtschaftsplaner bestimmt.

Bestemmelse af den optimale produktionskapacitet for ostefabrikation

Vasile Nicolici,
Ministère de l'Industrie Alimentaire, R. P. Roumaine

SAMMENDRAG

Afhandlingen beskæftiger sig med en undersøgelse af produktionskapacitetens indflydelse på de to økonomiske faktorer: Investeringernes størrelse og omkostningerne ved transporten af råmaterialerne.

Det udledes, at det i de fleste tilfælde, man kommer ud for i praksis, er muligt at bestemme den optimale kapacitet som kvadratroden af den første afledede (første differentialkvotient) af den funktion, der udtrykker variationen af summen af de procentiske andele, som afskrivning på investeringer og transportomkostningerne for råmaterialer udgør, beregnet som procenter af fabrikationsprisen for det færdige produkt, og begge udtrykt som funktionen af produktionskapaciteten. I denne funktion er inkluderet et antal parametre, som, fra et teknisk-økonomisk synspunkt, karakteriserer fabrikkens beliggenhed og fabrikken selv. Opmærksomheden henledes på konstanten K, som forfatteren kalder »karakteristikken af fabrikkens tekniske stade«; denne er algebraisk defineret ved følgende udtryk:

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

hvor I = den investerede kapital og C = årlig produktionskapacitet.

Den optimale kapacitet, som man kommer til ved hjælp af den beskrevne metode, er nyttig, både i tilfælde, hvor den kan anvendes, som den findes, og hvor vægtige grunde leder til en begrænsning af produktionskapaciteten. I det sidste tilfælde gør den beregnede optimale kapacitet nytte som en økonomisk standard. Selv om en fabriks produktionskapacitet afviger 20–30 procent fra den beregnede optimale kapacitet, påvirker det ikke den økonomiske effektivitet.

Afhandlingen henvender sig til investorer, økonomer og personer, som arbejder med projekter for nye fabriksanlæg.