

DETERMINATION OF THE MINIMUM SURFACE OF AN AGRICULTURAL FARM STARTING FROM WHICH A TRACTOR POWER RANGE BECOMES PROFITABLE, FOR A CERTAIN AGRICULTURAL WORK

/

DETERMINAREA SUPRAFETELOR MINIME DE LA CARE TRACTOARELE DINTR-O ANUMITA GAMA DE PUTERI DEVIN RENTABILE, PENTRU A ANUMITA LUCRARE AGRICOLĂ

Prof. PhD. Eng. Moise V.¹⁾, Assoc. Prof. PhD. Eng. Biriş S.Şt.¹⁾, PhD. Eng. Kabas O.⁴⁾, PhD. Stud. Eng. Ungureanu N.¹⁾,
PhD. Eng. Vlăduţ V.²⁾, Prof. Boureci Gh.¹⁾, Prof. Stroe I.¹⁾, PhD. Eng. Caba I.L.³⁾

¹⁾P.U. Bucharest / Romania; ²⁾INMA Bucharest / Romania; ³⁾USAMVB Timișoara / Romania; ⁴⁾Bati Akdeniz Agricultural
Research Institute, Antalya / Turkey

Tel: 0744756832; E-mail: biris.sorinstefan@gmail.com

Abstract: To establish a machinery system and the optimal mechanization technologies for different types of agricultural farm and for various specific conditions it is necessary to use scientific methods of optimization. The success of a business, including agriculture, is determined by the amount of profit, which depends on the quality and quantity of the achieved product. To determine the minimum surfaces from which a certain power range of tractors becomes profitable, the income limit must be equal to the costs required to perform works in that area. In this paper is determined the optimal surfaces matrix for 20-65 HP tractors, used in family farms. For the determination of the minimum surfaces, incomes and necessary costs for the considered works must be taken into account. The optimal usage time of the tractors, the matrices of aggregates yields, as well as the matrix of equipment costs are also determined. Various methods of numerical optimization are used. After running numerical calculus and optimization programs, has been observed that, in case of family farms, the minimum surfaces from which a certain power range of tractors becomes profitable decreases if the work is performed by the farmer, with personal equipment. It has also been observed that the minimum surface required for the profit to be equal to zero at the limit, decreases with higher quality of the equipment.

Keywords: Agricultural farm, optimization, minimum surfaces, tractors, working time.

INTRODUCTION

Optimization methods have become indispensable in making a correct decision on the solution to be adopted in making a product. If by the appearance of an elevated mathematical device, decisions could be arbitrary or empirical, with the emergence of optimization methods decision became objective and scientifically proved. Thus, optimization methods offer the selection process of the optimal solution from the multitude of admissible solutions, a solution that meets the requirements and leads to the best result [3, 4, 7, 9, 15, 16].

In this paper, starting from a study on the costs made to perform one or more agricultural works, on a particular agricultural surface, is determined the surface from which the tractors in a certain power range become profitable. Thus, all costs involved in performing the work, as well as the annual income obtained, are taken into account.

MATERIAL AND METHOD

Determination of the minimum surface from which the tractors in a certain power range become profitable can be done in two situations, namely: if the agricultural operator is the farmer or if the agricultural operator is employed.

2.1. Determination of annual profit

Scope function that determines the annual efficiency of an entity considered is:

Rezumat: Pentru stabilirea sistemului de mașini și a tehnologiilor mecanizate optime pentru diferite tipuri de ferme agricole și în condiții specifice sunt necesare metode științifice de optimizare. Succesul unei afaceri, inclusiv în agricultură, este determinat de profitul realizat, care depinde de calitatea și cantitatea produsului realizat. Pentru determinarea suprafeței minime de la care o anumită gamă de tractoare devine rentabilă, venitul minim trebuie să fie egal cu costurile necesare pentru realizarea lucrării. În lucrare este determinată matricea suprafeței optime pentru tractoarele din gama de puteri 20-65 CP, folosite în fermele mici. Pentru determinarea suprafețelor minime, se iau în considerare veniturile realizate și toate costurile care intervin pentru efectuarea lucrării considerate. Timpul optim de utilizare a tractoarelor, matricile randamentelor agregatelor agricole, precum și matricea costului echipamentelor sunt determinate. Se folosesc diverse metode de optimizare numerică. Calculul numeric și rularea programelor de optimizare au arătat că, în cazul fermelor de tip familial, suprafața minimă pentru care tractoarele dintr-o anumită gamă de puteri devin profitabile scade dacă lucrarea este realizată de către fermier, cu echipamente personale. S-a observat că suprafața minimă necesară pentru ca profitul să fie egal cu zero la limită scade cu creșterea calității echipamentelor.

Cuvinte cheie: Fermă agricolă, optimizare, suprafață minimă, tractoare, timp de lucru.

INTRODUCERE

Metodele de optimizare au devenit indispensabile în luarea unei decizii corecte asupra soluției ce urmează a fi adoptată în realizarea unui produs. Dacă până la apariția unui aparat matematic elevat deciziile puteau fi arbitrare sau empirice, odată cu apariția metodelor de optimizare decizia a devenit obiectivă, fundamentată științific. Astfel, metodele de optimizare oferă procedeul de selecție din multitudinea de soluții admisibile a soluției optime, care satisface condițiile impuse și conduce la obținerea celui mai bun rezultat [3, 4, 7, 9, 15, 16].

În această lucrare, pornind de la un studiu asupra cheltuielilor făcute pentru realizarea uneia sau mai multor lucrări agricole pe o anumită suprafață agricolă, se determină suprafața de la care tractoarele dintr-o anumită gamă de puteri devin rentabile. Se iau în considerare cheltuielile pentru realizarea lucrării și venitul anual obținut.

MATERIAL ȘI METODĂ

Determinarea suprafețelor minime de la care tractoarele dintr-o anumită gamă de puteri devin rentabile se face în două situații, și anume: operatorul agricol este însuși fermierul sau operatorul agricol este salariat.

2.1. Determinarea profitului anual

Funcția scop care determină eficiența anuală a unei entități considerate este dată de relația:

$$Z(X_1, X_2, \dots, X_N) = V(X_1, X_2, \dots, X_N) - C(X_1, X_2, \dots, X_N) \quad (1)$$

where: Z – the annual profit obtained, [€/year]; V – annual incomes obtained, [€/year]; C – annual costs, [€/year]; Z, V, C are functions of several variables $X_i, i = 1, n$.

The variables of this problem can be:

$X_1 = x$ is the level of aggregate quality, $x \in [0, 1]$.

This variable is dimensionless. It is considered that the quality level of the machines that form the aggregate is the same as the tractors, as producers adjust the parameters of the aggregate machine to those of the tractors;

$X_2 = y$ - quantity, namely the number of farm land hectares [ha];

$X_3 = u$ - tractor power, [kW (HP)];

$X_4 = w$ - working capacity of the aggregates, [ha/h];

$X_5 = C_a$ - initial cost of the entity considered (aggregate, tractor, machine etc.), [€];

$X_6 = T_o$ - optimal time to use the entity considered, [years];

$X_7 = \varphi$ - maintenance and repair cost coefficient (dimensionless) of the entity considered, defined as ratio between the maintenance and repair cost of the entity considered for a period of 10 years and its original cost C_a .

$X_8 = N$ - number of farm plots;

$X_9 = D_i$ - distance between plots, [km];

$X_{10} = F_i$ - type of culture;

$X_{11} = Q_i$ - yield per hectare, [t/ha];

Annual profit obtained Z , [€/year] can be determined using the relation:

în care: Z – profitul anual obținut, [€/an]; V – veniturile anuale obținute, [€/an]; C – cheltuielile anuale efectuate, [€/an]; Z, V, C sunt funcții de mai multe variabile $X_i, i = 1, n$.

Variabilele problemei pot fi:

$X_1 = x$ reprezintă nivelul calității agregatului, $x \in [0, 1]$.

Această variabilă este adimensională. Se consideră că nivelul calitativ al mașinilor care intră în componența agregatului este același cu al tractorului întrucât firmele constructoare adaptează parametrii mașinilor din agregat la parametrii tractoarelor respective;

$X_2 = y$ - cantitatea, respectiv numărul de hectare de teren ale fermei, [ha];

$X_3 = u$ - puterea tractorului, [kW (CP)];

$X_4 = w$ - capacitatea de lucru a agregatelor, [ha / h];

$X_5 = C_a$ - costul inițial al entității considerate (al agregatului, al tractorului, al mașini etc.), [€];

$X_6 = T_o$ - timpul optim de utilizare a entității considerate, [ani];

$X_7 = \varphi$ - coeficientul costului întreținerii și reparațiilor entității considerate (adimensional), definit ca raport între costul întreținerilor și reparațiilor entității considerate într-o perioadă de 10 ani și costul inițial al acestuia C_a .

$X_8 = N$ - numărul de parcele ale fermei;

$X_9 = D_i, i = 1, N$, distanțele între parcele, [km];

$X_{10} = F_i, i = 1, m$ - felul culturilor;

$X_{11} = Q_i, i = 1, m$ - producțiile la hectar, [t/ha];

Profitul anual obținut Z , [€/an] se poate determina și cu ajutorul relației:

$$Z = z \cdot y \quad (2)$$

where: z – the specific annual profit per corresponding measurement unit U.M., in [€/ year] U.M., where U.M. can be: pcs., t, ha, etc. and y is the number of U.M.

Annual expenses will be:

în care: z – profitul anual specific pe unitatea de măsură corespunzătoare U.M., în [euro/an] U.M., în care U.M. poate fi: buc., t, ha, etc. iar y este numărul de U.M.

Cheltuielile anuale efectuate vor fi:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_m = \sum_{k=1}^m C_k \quad (3)$$

where: $C_k, k = \overline{1, m}$ are expressions of different types of annual expenses.

Annual expenses can be determined by calculating each $C_k, k = \overline{1, m}$ expression as a function of variables and parameters which determine it, namely:

a) Annual expenses [€/ year] with the payments of the entity considered will be [7]:

în care: $C_k, k = \overline{1, m}$ sunt expresiile diverselor tipuri de cheltuieli anuale.

Cheltuielile anuale se pot determina calculând fiecare expresie $C_k, k = \overline{1, m}$, ca o funcție de variabilele și parametrii care o determină, și anume:

a) Cheltuielile anuale [€/an] cu amortizamentul entității considerate vor fi: [7]:

$$C_1 = \frac{\delta(1+\delta)^T C_a}{(1+\delta)^T - 1} \quad (4)$$

where: $C_a(u, x)$ – initial cost of the aggregate, which is a function of quality x and the power u , T – use time of the aggregate, which is a function of x ; δ – average annual interest rate.

Function $C_a(u, x)$ is considered as a general function of two variables:

în care: $C_a(u, x)$ – costul inițial al agregatului, care este funcție de calitatea x și de puterea u ; T – timpul de utilizare a agregatului, care este o funcție de x ; δ – coeficientul dobânzii medii anuale.

Funcția $C_a(u, x)$ se consideră ca fiind o funcție generală de două variabile:

$$C_a(X_1, X_2) = A_0 + A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_1 x_2 + A_4 x_1^2 + A_5 x_2^2 \quad (5)$$

where: coefficients $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ are determined taking into account six known points on the surface $C_a(u, x)$.

b) Average annual costs of maintenance and repairs. The total cost of maintenance and repairs C_{aTR} , for a period of T years, varies with time. This cost can be determined as follows:

$$C_{aTR} = \int_0^T Y_{IR}(T) dT \quad (6)$$

where: $Y_{IR}(T)$ – the function showing the variation with time of the annual costs of maintenance and repairs and can be approximated by a parabolic function, i.e. those costs grow even more as the tractor is used for a longer period T .

Therefore:

$$Y_{IR}(T) = A \cdot T^2 \quad (7)$$

where: A – coefficient that can be determined from the condition that at $T = 10$ years, $(C_{aTR}) = \varphi C_a$.

In this case, from equation (6) it results:

$$\varphi C_a = \int_0^{10} A \cdot T^2 dT = \frac{A \cdot T^3}{3} \Big|_0^{10} = \frac{1000A}{3} \quad (8)$$

from which it can be determined:

$$A = \frac{3\varphi \cdot C_a}{1000} \quad (9)$$

Taking into account equation (9), equation (6) can be written as:

$$(C_{IR})_T = \int_0^T \frac{3\varphi \cdot C_a}{1000} T^2 dT = \frac{\varphi \cdot C_a}{1000} T^3 \quad (10)$$

Between φ , the coefficient defined as ratio between the maintenance and repair cost of the aggregate for a period of 10 years and x , the quality of the entity considered, can be established a correlation if, for the entity having the maximum relative quality $x = 1$, it is known $\varphi = \varphi_{\min}$, and for an entity of the same category, having a smaller quality $x = x_k$, it is known $\varphi = \varphi_k$. Function $\varphi = \varphi(x)$ decreases with quality x , and as a result, it can be approximated by a polynomial, exponential or geometrical function. If it is considered that the function variation is polynomial of 2nd degree. then:

$$\varphi = B_1 x^2 + B_2 x + B_3 \quad (11)$$

The coefficients can be determined from the

$$\begin{cases} x = 1 \Rightarrow \varphi = \varphi_{\min}, \frac{d\varphi}{dx} = 0 \\ x = x_k \Rightarrow \varphi = \varphi_k \end{cases}$$

c) The expenses on fuels and lubricants:
To determine the fuel and lubricants costs [€/year], the following relation can be used:

$$C_3 = \frac{k_a}{1000\rho} c_s \cdot C_c \frac{u}{w} \alpha \cdot y \quad (12)$$

în care: coeficienții $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ se determină luând în considerare 6 puncte cunoscute de pe suprafața $C_a(u, x)$.

b) Cheltuielile medii anuale cu întreținerile și reparațiile. Costul total al întreținerilor și reparațiilor C_{aTR} , într-o perioadă de T ani, variază în timp. Acest cost poate fi determinat cu relația:

în care: $Y_{IR}(T)$ – funcția după care variază cu timpul costul anual al întreținerilor și reparațiilor și poate fi aproximată cu o funcție parabolică, adică aceste costuri cresc mai accentuat cu atât mai mult cu cât se utilizează tractorul o perioadă T mai îndelungată.

Prin urmare:

în care: A – coeficient care poate fi determinat din condiția ca la $T = 10$ ani, $(C_{aTR}) = \varphi C_a$.

În acest caz, din relația (6) rezultă:

din care se poate determina:

Ținând seama de relația (9), relația (6) se poate scrie sub forma:

Între coeficientul φ , al raportului costurilor întreținerilor și reparațiilor și costul agregatului într-o perioadă de 10 ani și calitatea x a entității considerate se poate stabili o relație de legătură dacă pentru entitatea cu calitatea relativă maximă pentru care $x = 1$ se cunoaște $\varphi = \varphi_{\min}$, iar pentru o entitate din aceeași categorie de calitate mai mică $x = x_k$ se cunoaște $\varphi = \varphi_k$. Funcția $\varphi = \varphi(x)$ este descrescătoare cu calitatea x și ca urmare poate fi aproximată cu o funcție polinomială, exponențială sau geometrică. Dacă se consideră că variația funcției este polinomială de gradul 2. atunci:

Coeficienții se pot determina din condițiile:

c) Cheltuielile cu combustibilii și lubrifianții
Pentru determinarea cheltuielilor cu combustibilii și lubrifianții [€/an], se poate folosi relația următoare:

where: c_s - engine specific fuel consumption, [g/kW hours]; C_c - fuel costs, [€/dm³]; ρ - fuel density, [kg/dm³]; k_a - amplifier coefficient that requires to take into consideration the cost of lubricants consumption (1,1 - 1,2); u - engine power, [kW]; $w = w(u, x)$ - aggregate productivity, [ha/h], which is a function of the aggregate power u and the quality level x ; y - farm surface; α - coefficient of surface use per year [$\frac{1}{year}$], $\alpha \in [0,2]$,

where 2 is the corresponding value of two cultures all over the surface.

Function $w(u, x)$ is represented by a parabolic surface, whose coefficients can be determined if we know the corresponding aggregates yields of 6 points on the surface, namely:

$$w(u_i, x_i) = a_0 + a_1x_i + a_2u_i + a_3x_iu_i + a_4x_i^2 + a_5u_i^2, \quad i = \overline{1,6} \quad (13)$$

d) Annual travel expenses to work plots [€/year] are determined using the following the relation:

$$C_4 = 2d_i \frac{\alpha y C_d}{w(u, x) N} \quad (14)$$

where: d_i [km] – distances to the working points i , $i = \overline{1, m}$, m being the total number of plots; N – number of worked hours per day, [h/day]; C_d – aggregate travel cost per km distance, [€/km].

Assuming that the movement to work is made daily, from the farm to the plot, then the distance traveled per day up-and-down will be 2 km/day.

e) Expenses on salaries [€/year] are calculated if the farm uses employee personal, with the expression:

$$C_5 = \frac{S \alpha y}{w(u, x)} \quad (15)$$

where: S - salary per hour, [€/h].

Scope function of annual profit brought by the considered aggregate, taking into account the above relations will be:

$$Z = V(X_i) - \frac{\delta(1+\delta)^T C_a(u, x)}{(1+\delta)^T - 1} - \frac{\varphi(x)C_a(u, x)T^2}{1000} - \frac{\alpha k_a c_s C_c u \cdot y}{1000 \rho \cdot w(u, x)} - \frac{2 \alpha d_i y C_d}{w(u, x) N} - \frac{\alpha S y}{w(u, x)} \quad (16)$$

in which the terms of the above expression have the shown meanings.

Since expression (16) uses the optimal usage time of the aggregate, it is determined using relations (4) and (10), i.e.:

$$f(t) = \frac{\delta(1+\delta)^T C_a}{(1+\delta)^T - 1} + \frac{\varphi C_a T^2}{10^3} \quad (17)$$

and the solving is made using the Fibonacci method or golden section method.

2.2. Determination of the tillage productivity for an aggregate of certain power.

To determine the productivity of agricultural aggregates required to fulfill a specific work (plowing, harrowing, sowing, harvesting, etc.) on a given surface, it is necessary to set the time required for the properly work, given the aggregate characteristics, soil physical- mechanical properties, etc.

Productivity is given by relation $w = S / T$ [ha/h], so the time required to perform the work will be determined as follows:

în care: c_s - consumul specific de combustibil al motorului, [g/kW h]; C_c - costul combustibilului, [€/dm³]; ρ - densitatea combustibilului, [kg/dm³]; k_a - coeficient de amplificare care să nu considere costul consumului de lubrefianți (1,1 - 1,2); u - puterea motorului, [kW]; $w = w(u, x)$ - productivitatea agregatului, [ha/h], care este o funcție de puterea agregatului u și de nivelul calității x ; y - suprafața fermei; α - coeficientul de folosire a suprafeței pe an în [$\frac{1}{an}$], $\alpha \in [0,2]$. Valoarea 2

corespunde la două culturi pe toată suprafața.

Funcția $w(u, x)$ este reprezentată printr-o suprafață parabolică, iar coeficienții acestei funcții pot fi determinați dacă se cunosc productivitățile agregatelor corespunzătoare a 6 puncte de pe suprafață, și anume:

d) Cheltuielile anuale cu deplasările la parcelele de lucru [€/an] se determină cu relația:

în care d_i [km] – distanțele la punctele de lucru i , $i = \overline{1, m}$, m fiind numărul total de parcele; N – numărul orelor lucrate pe zi, [h/zi]; C_d – costul deplasării agregatului pe km distanță, [€/km].

În ipoteza că zilnic se face deplasarea la lucru, de la fermă la parcelă, atunci distanța parcursă pe zi dus și întors va fi de 2 km/zi.

e) Cheltuielile cu salariile [€/an] se calculează în cazul când în fermă se folosește personal salariat cu expresia:

în care: S reprezintă salariul pe oră, [€/h].

Funcția scop privind profitul anual adus de agregatul considerat, ținând seamă de relațiile de mai sus, va fi:

în care termenii din expresia de mai sus au semnificațiile arătate.

Având în vedere că în expresia (16) se folosește timpul optim de utilizare a agregatului, acesta se determină folosind relațiile (4) și (10), adică:

iar rezolvarea se face prin metoda Fibonacci sau metoda secțiunii de aur.

2.2. Determinarea productivității la arat în cazul unui agregat de o anumită putere

Pentru determinarea productivității agregatelor agricole care trebuie să execute o anumită lucrare (arat, grăpat, semănat, recoltat etc.) pe o suprafață dată, este necesară stabilirea timpului în care se execută lucrarea propriu-zisă, având în vedere caracteristicile agregatului, proprietățile fizico-mecanice ale solului, etc.

Productivitatea este dată de relația $w = S / T$ [ha/h], iar timpul necesar efectuării lucrării propriu-zise se determină cu relația:

$$T_{arat} = T_{cd} + T_{tr} + T_l + T_i \quad (18)$$

where: T_{cd} – coupling and decoupling time of the aggregate to the tractor, [h]; T_{tr} – transport time from the farm to the plot and from the plot to the farm, [h]; T_l – effective working time, [h]; T_i – time required to achieve the turns at the ends of plots, [h].

The expressions for each time category are:

-Coupling-decoupling time:

$$T_{cd} = T_{cp} + T_{dc} \quad (19)$$

where: T_{cp} – aggregate coupling time; T_{dc} – decoupling time.

-Transport time:

$$T_{tr} = \frac{2D}{V_{tr}} \quad (20)$$

where: D – the distance between the farm and the plot, [km]; V_{tr} – the transport speed, [km/h].

- Effective working time:

$$T_l = N_{parcursuri} \frac{L}{V_{lucru}} = \frac{l}{n \cdot b} \cdot \frac{L}{V_{lucru}} = \frac{10S}{B \cdot V_{lucru}} \quad (21)$$

where: l – plot width, [m]; L – plot length, [m]; S – plot surface, [m]; n – number of plough bodies; b – plough-body width, [m]; $B = n \cdot b$ – working width, [m].

- Time of return:

$$T_i = N_{parcursuri} \frac{l}{2} \cdot \frac{1}{V_i} = \frac{10^5 S^2}{2L^2 B V_i} \quad (22)$$

where V_i – the return speed, [km/h].

After replacing the relations (19), (20), (21) and (22) in relation (18), it results:

$$T_{arat} = \frac{2D}{V_{tr}} + \frac{10S}{B \cdot V_l} + \frac{10^5 S^2}{2L^2 B \cdot V_i} + T_{cp} + T_{dc} \quad (23)$$

Since the plot can be tilled by a single worker, working a single shift per day, or two workers, which means that they deliver their equipment in the field, appropriate relations will be established for each case to determine the time required for processing a plot.

In the first case (one worker per day), relations will be established for time distribution of a shift for coupling and decoupling the aggregate, for transport to and from the plot, for effective work and turns at the ends of plots. Assuming that the surface size is greater than the surface that can be achieved in one shift, the following situations may emerge:

a) On the first day the aggregate is coupled, transported to the plot, where the work is executed, followed by the return to the centre, without decoupling the aggregate. S_1 is the surface processed on the first day.

The relation of time occupancy for one shift, T_z , in this

în care: T_{cd} – timpul de cuplare și decuplare a agregatului la tractor, [h]; T_{tr} – timpul de transport de la fermă la parcelă și de la parcelă la fermă, [h]; T_l – timpul de lucru efectiv, [h]; T_i – timpul necesar realizării întoarcerilor la capetele de parcelă, [h].

Expresiile fiecărei categorii de timp sunt:

-Timpul de cuplare-decuplare:

în care: T_{cp} – timpul de cuplare al agregatului; T_{dc} – timpul de decuplare.

-Timpul de transport:

în care: D – distanța de la fermă la parcelă, [km]; V_{tr} – viteza de transport, [km/h].

-Timpul efectiv de lucru:

în care: l – lățimea parcelei, [m]; L – lungimea parcelei, [m]; S – suprafața parcelei, [ha]; n – numărul de trupețe; b – lățimea unei trupețe, [m]; $B = n \cdot b$ – lățimea de lucru, [m].

- Timpul de întoarcere:

în care: V_i – viteza de întoarcere, [km/h].

După înlocuirea relațiilor (19), (20), (21) și (22) în relația (18), se obține:

Cum însă parcela poate fi arată de un singur operator, lucrând un singur schimb pe zi, sau de doi operatori, ceea ce înseamnă că aceștia își predau în câmp utilajul, se vor stabili relații corespunzătoare fiecărui caz în parte pentru determinarea timpului necesar prelucrării unei parcele.

În primul caz (un muncitor pe zi) se vor stabili relații de distribuție a timpului unui schimb pentru cuplarea și decuplarea agregatului, pentru transportul la și de la parcelă, pentru lucrul efectiv și pentru întoarcerile la capetele parcelelor. Presupunând ca mărimea suprafeței este mai mare decât cea posibilă de realizat într-un schimb, pot apărea următoarele situații:

a) În prima zi se cuplează agregatul, se merge la parcelă, se execută operația propriu-zisă și se revină la centru, fără a se decupla agregatul. Fie S_1 suprafața prelucrată în prima zi. Relația de ocupare a timpului unui schimb, în această situație, este:

$$T_z = \frac{2D}{V_{tr}} + \frac{10S_1}{B \cdot V_l} + \frac{10^5 S_1^2}{2L^2 B \cdot V_i} + T_{cp} \quad (24)$$

where: T_1 – time required to process the surface S_1 .

b) In the following days, the worker starts working with the aggregate coupled from the first day, and will process the area. The relation of time occupancy for these shifts is:

$$T_z = \frac{2D}{V_{tr}} + \frac{10S_2}{B \cdot V_l} + \frac{10^5 S_2^2}{2L^2 B \cdot V_i} \quad (25)$$

where: T_2 – time required to process the surface S_2 .

We agree to call these shifts as *full shifts*.

c) After steps a) and b), we assume that it still remains surface S_3 to be processed, smaller than S_1 . The worker moves to the plot, processes surface S_3 , returns to the centre and decouples the aggregate. In this case, time occupancy T_3 is:

$$T_3 = \frac{2D}{V_{tr}} + \frac{10S_3}{B \cdot V_l} + \frac{10^5 S_3^2}{2L^2 B \cdot V_i} + T_{dc} \quad (26)$$

If the tillage operation continues on another plot, then T_3 is given as:

$$T_3 = \frac{2D}{V_{tr}} + \frac{10S_3}{B \cdot V_l} + \frac{10^5 S_3^2}{2L^2 B \cdot V_i} \quad (27)$$

Considering relations (24), (25) and (26) or (27), the time required to process the considered plot is:

$$T_{arat} = T_1 + mT_2 + T_3 \quad (28)$$

where: m – number of full shifts.

2.3. Determination of S_1 and S_2 surfaces, depending on the kinematic and geometrical parameters of the aggregate.

Relation (24) is used to determine the surface S_1 :

$$\alpha_1 S_1^2 + \beta_1 S_1 + \gamma_1 = 0 \quad (29)$$

where:

$$\alpha_1 = \frac{10^5}{2L^2 B \cdot V_i}; \beta_1 = \frac{10}{B \cdot V_l}; \gamma_1 = \frac{2D}{V_{tr}} + T_{cd} - T_z$$

Of the two solutions of equation (29) we keep the one with the plus sign before the root, i.e.

Din cele două soluții ale ecuației (29) se reține cea cu semnul plus în fața radicalului, adică:

$$S_1 = \frac{-\beta_1 + \sqrt{\beta_1^2 - 4\alpha_1\gamma_1}}{2\alpha_1} \quad (30)$$

Similarly, surface S_2 is:

În mod analog se determină suprafața S_2 :

$$S_2 = \frac{-\beta_2 + \sqrt{\beta_2^2 - 4\alpha_2\gamma_2}}{2\alpha_2} \quad (31)$$

where:

în care:

$$\alpha_2 = \alpha_1; \beta_2 = \beta_1; \gamma_2 = \frac{2D}{V_{tr}} - T_z$$

Surface S_3 is given by the following equation:

Suprafața S_3 este data de relația:

$$S_3 = S_{parcela} - S_1 - mS_2 \quad (32)$$

Aggregate productivity [ha/h] is given by the following relation:

Productivitatea agregatului [ha/h] este dată de relația:

$$w = \frac{S}{T_{arat}} \quad (33)$$

The average time for a hectare [h/ha] is:

Timpul mediu pentru un hectar [h/ha] este:

$$T_m = \frac{T_{arat}}{S} \quad (34)$$

Note: Productivity w was determined for quality $x = 1$. To determine the productivity of an aggregate having the same power, but with quality x , the following relation can be used:

Observație: Productivitatea w a fost determinată în cazul unei calități $x = 1$. Pentru determinarea productivității unui agregat de aceeași putere, dar de calitate x se folosește relația:

$$w_x = w \cdot x \quad (35)$$

In case of tillage determination, the working width of the aggregate was used. To determine the working width, provided by the power condition of the tractor, it was considered the plows tensile strength [13], given by:

$$R_{pl} = f \cdot G_{pl} + k \cdot a \cdot b \cdot n_t + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot n_t \cdot V_l \quad (36)$$

where: f – rolling resistance coefficient of the plough (0.15 – 0.5); G_{pl} – plough weight, [N]; a – working depth of plough, [m]; b – working width of a plough-body, [m]; n_t – number of plough-bodies ($B = b \cdot n_t$); k – coefficient of soil tillage resistance, [N/m^2]; ε – coefficient of resistance at the lateral movement of soil, between 1500–2000 [$N \cdot s^2/m^4$]; V_l – plough speed, [m/s].

NUMERICAL EXAMPLE

To determine the minimum surface from which the tractors from a certain range of engine power become profitable, tillage operation was considered.

Knowing the power range and the operation (operations) that are performed, gives us the possibility to determine the matrix of aggregate costs and the productivities matrices.

Surfaces from which the tractors from a certain power range become profitable are determined from the condition that the income is equal to the expenses, i.e. the value of scope function (37) to be equal to zero:

$$f(u, x, y) = \text{Tarif} \cdot y - \left[\frac{\delta(1+\delta)^{T_o(x)} C_a}{(1+\delta)^{T_o(x)} - 1} + \frac{\varphi(x) C_a (T_o(x))^2}{10^3} \right] - \frac{\alpha k_a c_s(x) C_c u \cdot y \cdot x}{1000 \rho w(u, x)} - \frac{2 \alpha D_i y C_d}{w(u, x) N_{oz}} - \frac{\alpha \cdot y \cdot Sal}{w(u, x)} \quad (37)$$

To exemplify, the following factors were considered: power range (20-65 HP); tillage operation; the income calculated at constant rate (50 €/ha); hourly payment of the worker (1 €/h); aggregates power range (20-65 HP); distance to the plot $D = 5$ km; transport speed $v_t = 10$ km/h; working speed $v_l = 7.2$ km/h; returning speed ($v_r = 7.2$ km/h); coefficient of tillage resistance ($k = 50000 N/m^2$); coefficient of resistance at the lateral movement of soil $\varepsilon = 2000 Ns^2/m^4$; adhesion coefficient ($\varphi = 0.65$); rolling coefficient ($f = 0.05$); tractor weights for 20, 45 and 65 HP $G_{TR_20} = 13000$ N, $G_{TR_45} = 25000$ N, $G_{TR_65} = 36000$ N; plough weights for 20, 45 and 65 HP tractor $G_{PLUG_20} = 2500$ N, $G_{PLUG_45} = 4500$ N, $G_{PLUG_65} = 6000$ N; coefficients of tractors loads distribution on the drive wheels ($\lambda_{20} = 1$, $\lambda_{45} = 0.67$; $\lambda_{65} = 0.67$); aggregate costs (see Table 1, matrix of aggregate costs in 20-65 HP range); number of worked hours per day ($N_{oz} = 10$); interest rate ($\delta = 5\%$); cost for one liter of fuel ($C_c = 0.5$ €/liter); aggregate productivities (see Table 2, matrix of aggregate productivities in 20-65 HP range).

În cazul determinării la arat s-a folosit lăţimea de lucru a agregatului. Pentru determinarea lăţimii de lucru, din condiţia de putere a tractorului, s-a considerat rezistenţa la tracţiune a plugurilor [13], dată de relaţia:

în care: f – coeficientul rezistenţei la rulare a plugului (0,15 – 0,5); G_{pl} – greutatea plugului, [N]; a – adâncimea de lucru a plugului, [m]; b – lăţimea de lucru a unei trupiţe, [m]; n_t – numărul de trupiţe ($B = b \cdot n_t$); k – coeficientul de rezistenţă a solului la arat, [N/m^2]; ε – coeficient de rezistenţă la deplasarea laterală a solului: 1500 – 2000 [$N \cdot s^2/m^4$]; V_l – viteza de deplasare a plugului, [m/s].

EXEMPLU NUMERIC

Pentru determinarea suprafeţelor minime de la care tractoarele dintr-o anumită gamă de puteri ale motoarelor tractoarelor devin rentabile, s-a considerat operaţia de arat.

Cunoscându-se gama de puteri şi operaţia (operaţiile) care se execută, se determină matricea costurilor agregatelor şi matricele productivităţilor.

Suprafeţele de la care tractoarele dintr-o anumită gama de puteri devin rentabile se determină din condiţia ca venitul să fie egal cu cheltuielile, adică valoarea funcţiei scop (37) să fie egală cu zero:

Pentru exemplificare se consideră: gama de puteri: 20- 65 CP; operaţia de arat; venitul calculat cu tarif constant (50 €/ha); salariul = 1 €/h, remuneraţia pe oră a mecanizatorului; gama de puteri ale agregatelor (20-65 CP); distanţa până la parcelă $D = 5$ km; viteza de transport $V_t = 10$ km/h; viteza de lucru $V_l = 7,2$ km/h; viteza de întoarcere $V_r = 7,2$ km/h; coeficientul de rezistenţă la arat $k = 50000 N/m^2$; coeficientul de rezistenţă la deplasarea laterală a solului $\varepsilon = 2000 Ns^2/m^4$; coeficientul de aderenţă $\varphi = 0.65$; coeficientul de rulare $f = 0.05$; greutatea tractoarelor pentru 20, 45 şi 65 CP: $G_{TR_20} = 13000$ N, $G_{TR_45} = 25000$ N, $G_{TR_65} = 36000$ N; greutatea plugurilor pentru tractorul de 20, 45 şi 65 CP: $G_{PLUG_20} = 2500$ N, $G_{PLUG_45} = 4500$ şi $G_{PLUG_65} = 6000$ N; coeficienţii de repartizare a greutăţilor tractoarelor pe roţile motrice ($\lambda_{20} = 1$, $\lambda_{45} = 0,67$, $\lambda_{65} = 0,67$); preţurile agregatelor (v. Tabelul 1, matricea preţurilor agregatelor în gama de puteri 20-65); $N_{oz} = 10$, numărul de ore lucrate pe zi; rata dobânzii ($\delta = 5\%$); costul unui litru de combustibil ($C_c = 0,5$ €/litru); productivităţile agregatelor (v. Tabelul 2, matricea productivităţilor agregatelor în gama de puteri 20-65 CP).

Table 1 / Tabelul 1

Matrix of aggregate costs, within 20-65 HP range / Matricea prețurilor tractoarelor, în gama de puteri 20-65 CP								
	x[1] 0.3 / 0,3	x[2] 0.4 / 0,4	x[3] 0.5 / 0,5	x[4] 0.6 / 0,6	x[5] 0.7 / 0,7	x[6] 0.8 / 0,8	x[7] 0.9 / 0,9	x[8] 1.0 / 1,0
u[1]=20.0 / u[1]=20,0	3000	3755	4592	5510	6510	7592	8755	10000
u[2]=26.4 / u[2]=26,4	3213	4193	5254	6397	7621	8928	10315	11785
u[3]=32.9 / u[3]=32,9	3546	4750	6036	7403	8852	10383	11995	13689
u[4]=39.3 / u[4]=39,3	3998	5427	6937	8529	10202	11957	13794	15712
u[5]=45.7 / u[5]=45,7	4569	6222	7957	9773	11671	13651	15712	17855
u[6]=52.1 / u[6]=52,1	5260	7138	9097	11138	13260	15464	17750	20117
u[7]=58.6 / u[7]=58,6	6070	8172	10356	12621	14968	17397	19907	22499
u[8]=65.0 / u[8]=65,0	7000	9327	11735	14224	16796	19449	22184	25000

Table 2 / Tabelul 2

Matrix of aggregate productivities during tillage, within 20-65 HP range / Matricea productivităților agregatelor la arat, în gama de puteri 20-65 CP								
	x[1] 0.3 / 0,3	x[2] 0.4 / 0,4	x[3] 0.5 / 0,5	x[4] 0.6 / 0,6	x[5] 0.7 / 0,7	x[6] 0.8 / 0,8	x[7] 0.9 / 0,9	x[8] 1.0 / 1,0
u[1]=20.0 / u[1]=20,0	0.057 / 0,057	0.076 / 0,076	0.95 / 0,95	0.114 / 0,114	0.133 / 0,133	0.152 / 0,152	0.171 / 0,171	0.190 / 0,190
u[2]=26.4 / u[2]=26,4	0.076 / 0,076	0.101 / 0,101	0.125 / 0,125	0.149 / 0,149	0.174 / 0,174	0.198 / 0,198	0.222 / 0,222	0.246 / 0,246
u[3]=32.9 / u[3]=32,9	0.095 / 0,095	0.124 / 0,124	0.154 / 0,154	0.183 / 0,183	0.213 / 0,213	0.243 / 0,243	0.272 / 0,272	0.302 / 0,302
u[4]=39.3 / u[4]=39,3	0.112 / 0,112	0.147 / 0,147	0.182 / 0,182	0.216 / 0,216	0.251 / 0,251	0.286 / 0,286	0.321 / 0,321	0.356 / 0,356
u[5]=45.7 / u[5]=45,7	0.128 / 0,128	0.168 / 0,168	0.208 / 0,208	0.248 / 0,248	0.288 / 0,288	0.328 / 0,328	0.369 / 0,369	0.409 / 0,409
u[6]=52.1 / u[6]=52,1	0.142 / 0,142	0.188 / 0,188	0.233 / 0,233	0.279 / 0,279	0.324 / 0,324	0.369 / 0,369	0.415 / 0,415	0.460 / 0,460
u[7]=58.6 / u[7]=58,6	0.156 / 0,156	0.206 / 0,206	0.257 / 0,257	0.308 / 0,308	0.359 / 0,359	0.409 / 0,409	0.460 / 0,460	0.511 / 0,511
u[8]=65.0 / u[8]=65,0	0.168 / 0,168	0.224 / 0,224	0.280 / 0,280	0.336 / 0,336	0.392 / 0,392	0.448 / 0,448	0.504 / 0,504	0.560 / 0,560

It was considered a usage coefficient of the tractor for tillage operation $k_{pl} = 0.25$. Using scope function (16), it results the surfaces matrix from which tractors in the considered power become profitable. Calculus results are presented in Table 3.

S-a considerat un coeficient de utilizare a tractorului pentru operația de arat $k_{pl} = 0,25$. Folosind funcția scop (16) rezultă matricea suprafețelor de la care tractoarele din gama de puteri considerată devin rentabile. Rezultatul calculelor sunt prezentate în Tabelul 3.

Table 3 / Tabelul 3

Surfaces matrix from which tractors in 20-65 HP range become profitable (salary=1 €/h) / Matricea suprafețelor de la care tractoarele din gama de puteri 20-65 CP devin rentabile (salariul = 1 €/h)								
	x[1] 0.3 / 0,3	x[2] 0.4 / 0,4	x[3] 0.5 / 0,5	x[4] 0.6 / 0,6	x[5] 0.7 / 0,7	x[6] 0.8 / 0,8	x[7] 0.9 / 0,9	x[8] 1.0 / 1,0
u[1]=20.0 / u[1]=20,0	20.5 / 20,5	14.3 / 14,3	13.1 / 13,1	12.9 / 12,9	13.3 / 13,3	13.8 / 13,8	14.5 / 14,5	15.3 / 15,3
u[2]=26.4 / u[2]=26,4	13.7 / 13,7	12.7 / 12,7	13.0 / 13,0	13.6 / 13,6	14.4 / 14,1	15.3 / 15,3	16.3 / 16,3	17.3 / 17,3
u[3]=32.9 / u[3]=32,9	12.6 / 12,6	13.0 / 13,0	13.9 / 13,9	14.9 / 14,9	16.1 / 16,1	17.3 / 17,3	18.5 / 18,5	19.7 / 19,7
u[4]=39.3 / u[4]=39,3	13.0 / 13,0	14.1 / 14,1	15.4 / 15,4	16.7 / 16,7	18.1 / 18,1	19.5 / 19,5	20.9 / 20,9	22.3 / 22,3
u[5]=45.7 / u[5]=45,7	14.2 / 14,2	15.7 / 15,7	17.2 / 17,2	18.9 / 18,9	20.5 / 20,5	22.1 / 22,1	23.6 / 23,6	25.2 / 25,2
u[6]=52.1 / u[6]=52,1	16.0 / 16,0	17.7 / 17,7	19.5 / 19,5	21.3 / 21,3	23.1 / 23,1	24.8 / 24,8	26.6 / 26,5	28.2 / 28,2
u[7]=58.6 / u[7]=58,6	18.3 / 18,3	20.1 / 20,1	22.1 / 22,1	24.1 / 24,1	26.0 / 26,0	27.9 / 27,9	29.7 / 29,7	31.5 / 31,5
u[8]=65.0 / u[8]=65,0	21.2 / 21,2	23.0 / 23,0	25.0 / 25,0	27.1 / 27,1	29.2 / 29,2	31.2 / 31,2	33.1 / 33,1	35.0 / 35,0

Table 4 presents the surfaces matrix from which the tractor becomes profitable, if the tillage operation is performed by the farmer, i.e. the salary enters the profit.

În tabelul 4 se prezintă matricea suprafețelor de la care tractorul devine rentabil, în cazul în care lucrarea de arat este efectuată de către fermier, adică salariul intră în profit.

Table 4 / Tabelul 4

Surfaces matrix from which tractors within 20-65 HP range become profitable (no salary) / Matricea suprafețelor de la care tractoarele din gama de puteri 20-65 CP devin rentabile (fără salariu)								
	x[1] 0.3 / 0,3	x[2] 0.4 / 0,4	x[3] 0.5 / 0,5	x[4] 0.6 / 0,6	x[5] 0.7 / 0,7	x[6] 0.8 / 0,8	x[7] 0.9 / 0,9	x[8] 1.0 / 1,0
u[1]=20.0 / u[1]=20,0	7.1 / 7,1	7.7 / 7,7	8.4 / 8,4	9.3 / 9,3	10.1 / 10,1	11.0 / 11,0	12.0 / 12,0	12.9 / 12,9
u[2]=26.4 / u[2]=26,4	7.3 / 7,3	8.4 / 8,4	9.5 / 9,5	10.7 / 10,7	11.8 / 11,8	13.0 / 13,0	14.1 / 14,1	15.3 / 15,3
u[3]=32.9 / u[3]=32,9	7.9 / 7,9	9.4 / 9,4	10.9 / 10,9	12.3 / 12,3	13.7 / 13,7	15.1 / 15,1	16.4 / 16,4	17.8 / 17,8
u[4]=39.3 / u[4]=39,3	8.9 / 8,9	10.8 / 10,8	12.6 / 12,6	14.2 / 14,2	15.9 / 15,9	17.4 / 17,4	19.0 / 19,0	20.5 / 20,5
u[5]=45.7 / u[5]=45,7	10.3 / 10,3	12.5 / 12,5	14.5 / 14,5	16.4 / 16,4	18.2 / 18,2	20.0 / 20,0	21.7 / 21,7	23.4 / 23,4
u[6]=52.1 / u[6]=52,1	12.0 / 12,0	14.4 / 14,4	16.7 / 16,7	18.8 / 18,8	20.8 / 20,8	22.8 / 22,8	24.6 / 24,6	26.4 / 26,4
u[7]=58.6 / u[7]=58,6	14.0 / 14,0	16.7 / 16,7	19.2 / 19,2	21.5 / 21,5	23.7 / 23,7	25.8 / 25,8	27.8 / 27,8	29.7 / 29,7
u[8]=65.0 / u[8]=65,0	16.5 / 16,5	19.4 / 19,4	22.0 / 22,0	24.4 / 24,4	26.8 / 26,8	29.0 / 29,0	31.1 / 31,1	33.1 / 33,1

Table 5 presents the optimal surfaces matrix from which the aggregate becomes profitable for tillage, harrowing and sowing, and the income increases with the yield per hectare. There were considered: $Q_m = 3$ t/ha; $Q_{max} = 5$ t/ha; $k_m = 0.42$; $k_{pl} = 0.25$ (coefficient of tractor use during tillage); $k_{gr} = 0.15$ (coefficient of tractor use during germinative bed preparation); $k_{sem} = 0.2$ (coefficient of tractor use during sowing).

În tabelul 5 se prezintă matricea suprafețelor optime de la care agregatul devine rentabil pentru arat, grăpat și semănat, iar venitul crește cu producția la hectar. S-au considerat: $Q_m = 3$ t/ha; $Q_{max} = 5$ t/ha; $k_m = 0.42$; $k_{pl} = 0.25$ (coeficientul de utilizare a tractorului la arat); $k_{gr} = 0.15$ (coeficientul de utilizare a tractorului la pregătirea patului germinativ); $k_{sem} = 0.2$ (coeficientul de utilizare a tractorului la semănat).

Table 5 / Tabelul 5

Surfaces matrix from which tractors in 20-65 HP range become profitable during tillage, harrowing and sowing (salary=1 €/h) / Matricea suprafețelor de la care tractoarele din gama de puteri 20-65 CP devin rentabile la arat, grăpat și semănat (salariu=1 €/h)								
	x[1] 0.3 / 0,3	x[2] 0.4 / 0,4	x[3] 0.5 / 0,5	x[4] 0.6 / 0,6	x[5] 0.7 / 0,7	x[6] 0.8 / 0,8	x[7] 0.9 / 0,9	x[8] 1.0 / 1,0
u[1]=20.0 / u[1]=20,0	14.4 / 14,4	9.1 / 9,1	7.5 / 7,5	6.8 / 6,8	6.4 / 6,4	6.2 / 6,2	6.1 / 6,1	6.0 / 6,0
u[2]=26.4 / u[2]=26,4	13.5 / 13,5	9.7 / 9,7	8.4 / 8,4	7.8 / 7,8	7.4 / 7,4	7.2 / 7,2	7.1 / 7,1	7.1 / 7,1
u[3]=32.9 / u[3]=32,9	14.0 / 14,0	10.8 / 10,8	9.6 / 9,6	8.9 / 8,9	8.6 / 8,6	8.4 / 8,4	8.3 / 8,3	8.2 / 8,2
u[4]=39.3 / u[4]=39,3	15.4 / 15,4	12.2 / 12,2	10.9 / 10,9	10.3 / 10,3	9.9 / 9,9	9.7 / 9,7	9.5 / 9,5	9.4 / 9,4
u[5]=45.7 / u[5]=45,7	17.3 / 17,3	13.9 / 13,9	12.5 / 12,5	11.8 / 11,8	11.4 / 11,4	11.1 / 11,1	10.9 / 10,9	10.7 / 10,7
u[6]=52.1 / u[6]=52,1	19.7 / 19,7	15.9 / 15,9	14.4 / 14,4	13.5 / 13,5	12.9 / 12,9	12.6 / 12,6	12.3 / 12,3	12.1 / 12,1
u[7]=58.6 / u[7]=58,6	22.5 / 22,5	18.2 / 18,2	16.3 / 16,3	15.3 / 15,3	14.6 / 14,6	14.1 / 14,1	13.8 / 13,8	13.6 / 13,6
u[8]=65.0 / u[8]=65,0	25.8 / 25,8	20.8 / 20,8	18.5 / 18,5	17.3 / 17,3	16.4 / 16,4	15.8 / 15,8	15.4 / 15,4	15.1 / 15,1

If tillage, harrowing and sowing works are performed by the farmer, surfaces given in Table 6 are obtained.

Dacă lucrările de arat, grăpat și semănat se execută de către fermier rezultă suprafețele din tabelul 6.

Table 6 / Tabelul 6

Surfaces matrix from which tractors in 20-65 HP range become profitable during tillage, harrowing and sowing (no salary) / Matricea suprafețelor de la care tractoarele din gama de puteri 20-65 CP devin rentabile la arat, grăpat și semănat (fără salariu)								
	x[1] 0.3 / 0,3	x[2] 0.4 / 0,4	x[3] 0.5 / 0,5	x[4] 0.6 / 0,6	x[5] 0.7 / 0,7	x[6] 0.8 / 0,8	x[7] 0.9 / 0,9	x[8] 1.0 / 1,0
u[1]=20.0 / u[1]=20,0	7.9 / 7,9	6.8 / 6,8	6.3 / 6,3	6.0 / 6,0	5.8 / 5,8	5.8 / 5,8	5.7 / 5,7	5.8 / 5,8
u[2]=26.4 / u[2]=26,4	8.6 / 8,6	7.7 / 7,7	7.3 / 7,3	7.0 / 7,0	6.9 / 6,9	6.8 / 6,8	6.8 / 6,8	6.8 / 6,8
u[3]=32.9 / u[3]=32,9	9.6 / 9,6	8.9 / 8,9	8.5 / 8,5	8.2 / 8,2	8.1 / 8,1	8.0 / 8,0	8.0 / 8,0	8.0 / 8,0
u[4]=39.3 / u[4]=39,3	11.1 / 11,1	10.3 / 10,3	9.8 / 9,8	9.6 / 9,6	9.4 / 9,4	9.3 / 9,3	9.2 / 9,2	9.2 / 9,2
u[5]=45.7 / u[5]=45,7	12.9 / 12,9	12.0 / 12,0	11.4 / 11,4	11.1 / 11,1	10.8 / 10,8	10.7 / 10,7	10.6 / 10,6	10.5 / 10,5
u[6]=52.1 / u[6]=52,1	15.1 / 15,1	13.9 / 13,9	13.2 / 13,2	12.7 / 12,7	12.4 / 12,4	12.1 / 12,1	12.0 / 12,0	11.9 / 11,9
u[7]=58.6 / u[7]=58,6	17.6 / 17,6	16.0 / 16,0	15.1 / 15,1	14.5 / 14,5	14.0 / 14,0	13.7 / 13,7	13.5 / 13,5	13.3 / 13,3
u[8]=65.0 / u[8]=65,0	20.6 / 20,6	18.5 / 18,5	17.2 / 17,2	16.4 / 16,4	15.8 / 15,8	15.4 / 15,4	15.1 / 15,1	14.8 / 14,8

Similarly are determined the surfaces from which tractors become profitable for other power ranges.

CONCLUSIONS

- The present paper shows that the minimum surface from which the tractors become profitable decreases if the work is performed by the farmer.
- For a tractor in a certain power range, the surfaces for which the profit is zero decrease with the increment of quality.

REFERENCES

- [1]. Alliere, G., Boyer, R., (1995) – *The large transformation of agriculture*, Economica, Paris.
- [2]. Anderson, R.D., Sweeney, J.D., Williams, A.T., - *An introduction to management science*. Quantitative approaches to decision making. Aouth-Western College Publishing.
- [3]. Cărlan, M., (1994) – *Optimum problems in technical systems engineering*, edited by Editura Academiei Române, București.
- [4]. Dumitru, V., (1975) – *Nonlinear programming*, edited by Editura Academiei R.S.R., București.
- [5]. Guigdu, J.L., (1972) – *Theory of economics and the transformation of agricultural land*, Gauthier – Villars Editeur, Paris.
- [6]. Hunt, R.D., (1986) - *Engineering Models for Agricultural Production*. The AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.
- [7]. Lasdon, S.L., (1975) – *Optimization theory for large systems*, edited by Editura Tehnică , București.
- [8]. Legay, I.M., (1988) – *Methods and models in the study of complexe systems*. For a diverse agriculture, Ed. L'Harmattan, Paris.
- [9]. Malița, M., Zidăroiu, C., (1971) – *Maths of organization*, edited by Editura Tehnică , București.
- [10]. Moise, V., Maican, E., Moise, Șt.I., (2007) – *Numerical methods*, edited by Editura Bren , București.
- [11]. Năstăsescu, Gh., Năstăsescu, S., Popescu, S., (1968) - *Tractors*. Edited by Editura Didactică și Pedagogică , București.
- [12]. Popescu, T., ș.a., (1982) – *Tractors and horticulture machinery*. Edited by Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [13]. Scripnic, V., Babiciu, P., (1979) – *Agricultural machinery*. Edited by Editura Ceres, București.
- [14]. Steiner, H.M., (1992) - *Engineering Economic Principles*, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [15]. Șandru, A., Popescu, S., Cristea, I., Niculăiasa, V., (1983) – *Exploitation of agricultural equipment*, edited by Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [16]. Smigelschi, O., Wojaroschy, A., (1979) – *Process optimization in chemistry industry*, Editura Tehnică, București.
- [17]. ***(1964) – *Mathematical and technical guideline*, Editura Tehnică, București.

În mod similar se determină suprafețele de la care tractoarele devin rentabile și în cazul celorlalte game de puteri.

CONCLUZII

- Din cele prezentate se constată că suprafețele minime de la care tractoarele devin rentabile scad în cazul în care lucrarea este efectuată de către fermier.
- Dacă se consideră un tractor de o anumită putere, atunci suprafețele pentru care profitul este zero scad cu creșterea calității.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Alliere, G., Boyer, R., (1995) – *Marea transformare a agriculturii*, Economica, Paris.
- [2]. Anderson, R.D., Sweeney, J.D., Williams, A.T., - *Introducere în știința managementului*. Quantitative approaches to decision making. Aouth-Western College Publishing.
- [3]. Cărlan, M., (1994) - *Probleme de optimum în ingineria sistemelor tehnice*, Editura Academiei Române, București.
- [4]. Dumitru, V., (1975) - *Programare neliniară*, Editura Academiei R.S.R., București.
- [5]. Guigdu, J.L., (1972) – *Teorie economică și transformarea spațiului agricol*. Gauthier – Villars Editeur, Paris.
- [6]. Hunt, R.D., (1986) – *Modele ingineresti pentru producția agricolă*. The AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.
- [7]. Lasdon, S.L., (1975) - *Teoria optimizării sistemelor mari*, Editura Tehnică, București.
- [8]. Legay, I.M., (1988) – *Metode și modele pentru studii sistemelor complexe*. Pour une agriculture diversifiée, Ed. L'Harmattan, Paris.
- [9]. Malița, M., Zidăroiu, C., (1971) - *Matematica organizării*, Editura Tehnică, București.
- [10]. Moise, V., Maican, E., Moise, Șt.I., (2007) - *Metode numerice*, Editura Bren, București.
- [11]. Năstăsescu, Gh., Năstăsescu, S., Popescu, S., (1968) - *Tractoare*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [12]. Popescu, T., ș.a., (1982) - *Tractoare și mașini horticole*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [13]. Scripnic, V., Babiciu, P., (1979) - *Mașini agricole*. Editura Ceres, București.
- [14]. Steiner, H.M., (1992) – *Principiile ingineriei economice*. McGraw-Hill, Inc., New York.
- [15]. Șandru, A., Popescu, S., Cristea, I., Niculăiasa, V., (1983) - *Exploatarea utilajelor agricole*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [16]. Smigelschi, O., Wojaroschy, A., (1979) - *Optimizarea proceselor în industria chimică*, Editura Tehnică, București.
- [17]. ***(1964) - *Îndrumar matematic și tehnic*. Editura Tehnică, București.