

STUDIES AND RESEARCH FOR UNIFYING THE RESISTANCE EXPRESSION OF MACHINES DESIGNED TO SOIL TILLAGE WITH APPLICATIONS IN THEIR WORKING REGIME OPTIMIZATION

STUDII SI CERCETARI PENTRU UNIFICAREA EXPRIMARII REZISTENTEI MASINILOR DESTINATE LUCRARILOR SOLULUI CU APLICATII IN OPTIMIZAREA REGIMULUI DE LUCRU A ACESTORA

PhD. Stud. Eng. Meca V.A.¹⁾, Math. Cârdei P.²⁾, Assoc. Prof. PhD. Eng. Konstadinov G.³⁾

¹⁾University from Craiova / Romania; ²⁾INMA Bucharest / Romania; ³⁾RILRAM Sofia / Bulgaria
Tel: 0724-293376; E-mail: adimeca@gmail.com

Abstract: The researches whose results are presented in this article aim to theoretically optimize the agricultural machines designed to prepare the germinating bed. For ploughing machinery, an optimization method has been known since 1970-1980.

The movement resistance force of ploughing machines was expressed in relation with the forward speed by a formula known since the middle of past century.

By means of this formula, the method of optimizing the working regime of ploughing machines was achieved. For the machines designed to preparing the germinating bed, the formula giving the calculation of movement resistance does not depend explicitly on speed, and the constant expressing the soil action in contact with working parts is a global one- a resistance density per machine working width.

This constant should be experimentally determined. Our researches have aimed to modify this formula of calculation of movement resistance similarly with that of plowing machines and solve the optimizing problem taking into account the method already used.

The researches frame within a scientific unifying current in the field of agricultural mechanics, which purpose is to reduce the diversity of expression by other procedures and generalization.

Renouncing to use special formulae lead to large opportunities in conceiving, designing and testing agricultural machines, the agricultural mechanics formulae taking their roots in modern science base.

Keywords: machines, optimization, germinating bed, preparing, resistance.

INTRODUCTION

In order to calculate the resistance force to movement of machines designed to prepare the germinating bed (harrows, cultivators, etc.), most specialty literature proposes a simple formula, e.g. [12], [10], [11], [3]:

$$R = KB \quad (1)$$

where R is machine resistance force to forward movement, K is soil specific resistance against aggregate working parts, and B is the aggregate working width.

This formula has two important disadvantages related to working regime optimization of machines of preparing the germinating bed.

First of all, the formula does not express the dependence of the working speed (one of the most important working parameters).

The second disadvantage is related to constant K , specific to each machine and which is experimentally calculated (so, it also depends on natural conditions in which tests are performed).

Therefore, the formula is, at least theoretically, useless, in designing process of such a machine. In order

Rezumat: Cercetările ale căror rezultate sunt prezentate în acest articol au ca subiect optimizarea teoretică a mașinilor agricole destinate pregătirii patului germinativ. Pentru mașinile de arat, o metodă de optimizare era cunoscută din anii 1970-1980.

Forța de rezistență la înaintare a mașinilor de arat era exprimată funcție de viteza de înaintare printr-o formulă cunoscută încă de la mijlocul secolului trecut.

Cu ajutorul acestei formule a fost posibilă crearea metodei de optimizarea a regimului de lucru a mașinilor de arat. Pentru mașinile de pregătit patul germinativ, formula de calcul a rezistenței la înaintare nu prezintă dependența explicită de viteză, iar constanta care exprima acțiunea solului în contact cu organele de lucru este una globală, o densitate de rezistență pe lățimea de lucrul mașinii.

Această constantă trebuie determinată experimental. Cercetările noastre au vizat modificarea acestei formulei de calcul a rezistenței la înaintare, la o formă similară cu cea a mașinilor de arat și rezolvarea problemei de optimizare după metoda deja utilizată.

Cercetările se încadrează într-un curent științific unificator în domeniul mecanicii agricole, al cărui scop este reducerea diversității exprimărilor prin generalizare și alte procedee.

Reducerea utilizării unor formule particulare conduce la perspective largi în concepția, proiectarea și testarea mașinilor agricole, ancorând formula din domeniul mecanicii agricole adânc în fundamentele științei moderne.

Cuvinte cheie: mașini, optimizare, pat germinativ, pregătire, rezistență.

INTRODUCERE

Pentru calculul forței de rezistență la înaintare în cazul mașinilor destinate pregătirii patului germinativ (grape, cultivatoare, etc.), majoritatea literaturii de specialitate propune o formulă simplă, de exemplu [12], [10], [11], [3]:

în care R este forța de rezistență a mașinii la înaintare, K este rezistența specifică a solului la acțiunea organelor de lucru ale agregatului, iar B este lățimea de lucru a agregatului.

Această formulă are două dezavantaje importante în încercarea de a optimiza regimul de lucru al mașinilor de pregătit patul germinativ.

Mai întâi, formula nu exprimă dependența de viteza de lucru (unul dintre cei mai importanți parametri de lucru).

Al doilea dezavantaj este legat de constanta K , specifică fiecărei mașini în parte și care se calculează experimental (deci depinde și de condițiile naturale în care se fac încercările).

Prin urmare formula este, cel puțin teoretic, inutilă în procesul de proiectare al unei astfel de mașini. Pentru a

to eliminate these shortcomings, a forward resistance calculation formula has been introduced similar to that used in case of tillage machines.

This way, the calculation of movement resistance of machines working in soil can be considered as a whole.

At international level, we are not the only ones choosing a unitary description of working parts-soil relation [5].

MATERIAL ȘI METHOD

A second formula widely used in specialty literature for agricultural machines of preparing the germinating bed has been introduced.

According to [12], the working capacity of these machines is calculated by the formula

$$W = K_{07}BV_l = K_{07}BV(1 - \delta), \quad (2)$$

where W is the working capacity, K_{07} is the coefficient of using the working time, and V is theoretical working speed (real), and δ is the skidding. All the values are expressed in measuring units framing within the international metric system, SI.

An important measure for estimating the performance of a certain solution in case of tillage agricultural machines is the hourly specific fuel consumption per working capacity, defined as in [12], using the formula:

$$C_w = \frac{C}{W}, \quad (3)$$

where C_w is the fuel consumption specific to working capacity unit, and C is the hourly fuel consumption. Examining the dimensional formula of this value, it is concluded it is the fuel consumption appropriate to worked surface.

By means of this formula, the theoretical optimization is neither possible, nor approachable. Experimental optimization would be approachable without having the certitude of solving the problem (finding the optimum strictly speaking about the function extremum, or only for determining a wrong working regime).

We need a more complex formula which should also comprise the working speed. The easiest way to introduce this important parameter of working regime is to introduce a more complex formula of calculating the forward resistance.

We had as inspiration source Goreacikin, [7] formula. Thus, for the forward resistance of a machine designed to prepare the germinating bed the following formula is proposed:

$$R = fG + (k + \varepsilon V_l^2) \cdot \sum_{i=1}^n s_i \quad (4)$$

where:

R is resistance force to traction;
 F is a global friction coefficient between the aggregate parts which contact the soil;
 k is a coefficient characterizing the soil specific resistance to strain;
 ε is a coefficient depending on the shape of working parts active surfaces and soil properties (especially density and humidity, [7]);
 s_i is the size of working surface projection of part of

elimina aceste dezavantaje, am introdus o formula de calcul pentru rezistența la înaintare similară cu cea folosită în cazul mașinilor de arat.

În acest fel se realizează și o viziune unitară în ceea ce privește calculul rezistenței la înaintare a unor mașini care au același subiect de lucru: solul.

Pe plan internațional nu suntem singurii care optăm pentru o descriere unitară a relației organe de lucru-sol [5].

MATERIAL ȘI METODĂ

Se introduce o a doua formulă larg utilizată în literatura de specialitate pentru mașinile agricole destinate pregătirii patului germinativ.

După [12], capacitatea de lucru a acestor mașini se calculează cu ajutorul formulei:

în care W este capacitatea de lucru, K_{07} este coeficientul de folosire al timpului de lucru, iar V este viteza teoretică de lucru, V_l este viteza de lucru (efectivă), iar δ este patinarea. Toate mărimile cu care se lucrează se consideră exprimate în unități de măsură din sistemul metric internațional, SI.

O măsură importantă pentru estimarea performanței unei soluții, în cazul regimului de lucru al mașinilor agricole destinate lucrărilor solului și nu numai, este consumul orar specific de combustibil pe unitatea de capacitate de lucru, definit ca și în [12], după formula:

în care C_w este consumul de combustibil specific unității de capacitate de lucru, iar C este consumul orar de combustibil. Examinând formula dimensională a acestei mărimi, se constată ea este tocmai consumul de combustibil specific unității de suprafață lucrată.

Cu aceste formule, optimizarea teoretică nu este posibilă și nici abordabilă. Abordabilă ar fi optimizarea pe căi experimentale, fără a avea certitudinea rezolvării problemei (găsirii unui optimum în sens strict de extremum al unei funcții, sau măcar de determinare a unui regim de lucru de compromis).

Avem nevoie de o formulă mai complexă în care să apară și viteza de lucru. Căea cea mai ușoară pentru introducerea acestui parametru important al regimului de lucru, este introducerea unei formule de calcul a rezistenței la înaintare mai complexă.

Am avut ca sursă de inspirație formula lui Goreacikin, [7]. Prin urmare, se propune pentru rezistența la înaintare a unei mașini destinate pregătirii patului germinativ, formula:

unde:

R este forța de rezistență la tracțiune;
 f este un coeficient de frecare global între părțile agregatului care vin în contact cu solul;
 k este un coeficient care caracterizează rezistența specifică la deformare a solului¹;
 ε este un coeficient care depinde de forma suprafețelor active ale organelor de lucru și de proprietățile solului (în special de densitate și umiditate, [7]);
 s_i este mărimea proiecției suprafeței de lucru a

¹ In [4] is named specific resistance to soil deformation, not tillage, so a much more general notion, available also for working parts of machines preparing the germinating bed, and generally for all the machines which parts contact the soil/ In [4] este numită rezistență specifică la deformarea solului, nu la arat, deci o noțiune mult mai generală, aplicabilă și în cazul organelor de lucru ale mașinilor agricole de pregătire patul germinativ și, în general, tuturor mașinilor care au organe de lucru în contact cu solul.

index i of the machine in the normal plan to forward direction;

i is the regularity index of machine designed to prepare the germinating bed;

n is the total number of machine working parts.

For the dependence of characteristic constants, k and ε on soil humidity and density, one may inform from [13] and [14]. One must not neglect the fact that estimates of soil resistance to deformation under the machines working parts action can be also made starting from pedological term. [8].

Some authors, [12], [9], [6], [11], [3], neglect the term on which the forward speed depends, hypothesis justified for small working speeds, but annul the chances of finding an optimum working regime with working speed as parameter.

The connection with formula (1) can be made easily, therefore the calculation formula of the resistance specific to the machine of preparing the germinating bed results:

$$K = \frac{P}{B} \quad (5)$$

The resistance force to traction generated by complex machines of preparing the germinating bed can have more complex forms than (4), because the working parts surfaces and their coefficients ε , depending also on the shape of working part may be different.

Thus, a more complex formula of traction resistance would be:

$$R = fG + k \cdot \sum_{i=1}^n s_i + V_l^2 \cdot \sum_{i=1}^n \varepsilon_i s_i \quad (6)$$

where coefficients ε_i characterize each working part surface. For a more general form of resistance force of an agricultural machine designed to tillage works, are recommended [2] or [5].

One of the classical methods of optimizing the working regime for tillage equipment is that of finding the optimum working speed for which the working capacity is set at a certain value.

This type of problem is explicitly found in specialty literature, but only for classical plowing aggregates, [12], [4].

Due to model (4) or (6) of resistance force to movement, the optimization calculus comprises also the machines preparing the germinating bed.

Let us suppose that the hypothesis of an established capacity of work, W_0 is accepted.

Furthermore, it is accepted the hypothesis that the factor containing the area of surface of impact between the working parts and soil allow to be expressed as a product of machine working width, B and another factor, A :

$$\sum_{i=1}^n s_i = B \cdot A \quad (7)$$

Using (7) and explaining the working width from (2), taking into account the hypotheses above, we obtain the following form of forward resistance of machine of preparing the germinating bed:

$$R = fG + \frac{kAW_0}{K_{07}V_l} + \frac{\varepsilon AW_0}{K_{07}} V_l, \quad (8)$$

RESULTS

If we consider R as a function of a single argument, V_l , the rest being considered as constant, the extremum

organului de indice i al mașinii pe planul normal la direcția de înaintare;

i este indicele de ordine al organului mașinii de pregătit patul germinativ;

n este numărul total al organelor de lucru ale mașinii.

Pentru dependența constantelor caracteristice, k și ε de umiditatea solului și de densitatea acestuia, se pot consulta [13] și [14]. Nu trebuie neglijat faptul că estimări ale rezistenței la deformare a solului supus acțiunii organelor de lucru ale mașinilor agricole se pot face și plecând de la fundamente de natură pedologică, [8].

Unii autori, [12], [9], [6], [11], [3], neglijează termenul care depinde de viteza de înaintare, ipoteză motivată pentru viteze mici de lucru, dar anulează șansele de căutare a unui regim optim de lucru având ca parametru viteza de lucru.

Legătura cu formula (1) se poate face ușor, de unde rezultă formula de calcul a rezistenței specifice a mașinii de pregătit patul germinativ în sensul clasic:

Forța de rezistență la tracțiune generată de mașinile complexe de pregătit patul germinativ, poate avea forme mai complexe decât (4), datorită faptului că nu numai suprafețele unora dintre organele de lucru diferă, ci și coeficienții ε , care depind și de forma suprafeței organului de lucru.

În acest caz, o formulă mai completă de rezistență la tracțiune, ar avea forma:

unde coeficienții ε_i caracterizează fiecare suprafață a fiecărui organ sau tip de organ lucru în parte. Pentru o formă ceva mai generală a forței de rezistență a unei mașini agricole destinată lucrărilor solului, se recomandă [2] sau [5].

Una dintre metodele clasice de optimizare a regimului de lucru pentru utilajele de lucrat solul este aceea de a găsi viteza de lucru optimă pentru care capacitatea de lucru este fixată la o valoare dată.

Acest tip de problemă se găsește în mod explicit în literatura de specialitate, dar numai pentru cazul clasic al agregatelor de arat, [12], [4].

Grație modelului (4) sau (6) al forței de rezistență la înaintare, calculul de optimizare se extinde asupra mașinilor destinate pregătirii patului germinativ.

Să presupunem că se acceptă ipoteza lucrului cu o capacitate de lucru fixată, W_0 .

În plus se acceptă ipoteza că factorul care conține aria suprafeței de impact între organele de lucru și sol, admite o exprimare ca produs între lățimea de lucru a mașinii, B și un alt factor, A :

Folosind (7) și explicitând lățimea de lucru din (2), ținând seama de ipotezele de mai sus, se obține următoarea formă a rezistenței la înaintare a mașinii de pregătit patul germinativ:

REZULTATE

Dacă privim pe R ca funcție de un singur argument, V_l , restul fiind considerați constanți, se pot căuta punctele de

points (eventual optimum points) can be searched among the first derivative zeros.

extremum (eventuale puncte de optimum) printre zerourile derivatei întâi.

$$\frac{dR}{dV_l} = \frac{AW_0}{K_{07}} \cdot \left(\varepsilon - \frac{k}{V_l^2} \right) = 0 \quad (9)$$

Solving the equation (9), it is obtained the solution: value of the unique positive extremum point (domain of definition of R as function of V_l , is included within the real positive number system). The expression of critical speed is:

Rezolvând ecuația (9), se obține soluția: valoarea unicului punct de extremum pozitiv (domeniul de definiție al lui R ca funcție de V_l , este inclus în mulțimea numerelor reale pozitive). Expresia vitezei critice este:

$$V_{l\min} = \sqrt{\frac{k}{\varepsilon}} \quad (10)$$

As for solving the optimum point problem of plowing machines, the critical speed has not only the same expression, but it is also a minimum point for forward resistance, as it is shown by figures of the first derivative. The expression of minimum value of resistance force to movement is the following:

Ca și în cazul rezolvării problemei de optimum pentru mașinile de arat, viteza critică nu numai că are aceeași expresie, dar este tot un punct de minimum pentru rezistența la înaintare, după cum arată alternanța de semne a primei derivate. Expresia valorii minime a forței de rezistență la înaintare este următoarea:

$$R_{\min} = R(V_{l\min}) = fG + \frac{2AW_0}{K_{07}} \sqrt{k\varepsilon} \quad (11)$$

An exemple of calculation demonstrates the model utility. Let's take the case of a tractor A-1800 -harrow GDU with roller aggregate.

The harrow is equipped with 32 discs of 610 mm diameter and 610mm radius of curvature.

The tilting angle of plan of discs to the forward direction is of 15°, and the working depth is 15 cm.

According to [1], in this case, the area of contact surface with soil is 0.009 m² for each disc, totally for all the

discs $\sum_{i=1}^n s_i = 0.289 \text{ m}^2$. The machine working width is $B=4$

m. Therefore, starting from formula (7) it is got $A= 0.072 \text{ m}$. For harrow weight together with the roller equal to 36030 N, coefficient of friction $f=0.4$, $\varepsilon=1500 \text{ kg/m}^3$, $k= 10000 \text{ N/m}^2$, working speed 2.45 m/s with skidding of 15.9 % (stubble), the traction force of 19618 N is obtained. If a working capacity of 3.235 ha/hour 8.986 m²/s) is required, then the optimum working speed would be of 2.582 m/s, while the traction force would be 19906 N.

CONCLUSIONS

The working process of machine of preparing the germinating bed can be improved at the working capacity required, W_0 , choosing the working speed (10), characterized exclusively by soil features and properties of working parts contacting the soil.

This way, a minimum value for the resistance force of the machine is obtained, given by the expression (11) and implicitly the fuel consumption and other environment and technico-economic parameters are diminished.

It is noticeable that the optimum speed, (10), depends on soil features and on the properties of working parts of respective machine (by means of coefficient ε). But, the optimum force, (11), depends on several parameters.

For form (6) of forward resistance force function, the calculation becomes more complex and the conclusion may not be as simple as in the above case. It is possible that optimization can be performed only by numerical method.

In [5], the traction efficiency is suggested as a possible function or target functional during the optimization process. This is another possible way of optimization.

The utilization of new calculation formulae proposed in

Un exemplu de calcul demonstrează utilitatea modelului. Fie cazul unui agregat tractor A-1800 – grapă GDU echipată cu tăvălug.

Grapa este echipată cu 32 de discuri de diametru 610 mm și raza de curbă tot 610 mm.

Unghiul de înclinare al planului discurilor față de direcția de înaintare este de 15°, iar adâncimea de lucru este 15 cm.

Conform [1], în acest caz aria suprafeței de contact cu solul este 0,009 m² pentru fiecare disc, în total, pentru toate

discurile $\sum_{i=1}^n s_i = 0,289 \text{ m}^2$. Lățimea de lucru a mașinii este $B=4$

m. Prin urmare, din formula (7) se obține $A= 0,072 \text{ m}$. Pentru greutatea grapei împreună cu tăvălugul egală cu 36030 N, coeficientul de frecare $f=0,4$, $\varepsilon=1500 \text{ kg/m}^3$, $k= 10000 \text{ N/m}^2$, viteza de lucru 2,45 m/s cu patinarea de 15,9 % (miriște), se obține forța de tracțiune cu valoarea 19618 N. Dacă se cere o capacitate de lucru de 3,235 ha/oră (8,986 m²/s), viteza optimă de lucru ar fi 2,582 m/s, caz în care forța de tracțiune ar lua valoarea 19906 N.

CONCLUZII

Procesul de lucru al mașinii de pregătit patul germinativ poate fi optimizat la capacitatea de lucru necesară, W_0 , alegând viteza de lucru (10), caracterizată exclusiv de proprietățile solului și ale organelor de lucru aflate în contact cu solul.

Se obține astfel o valoare minimă pentru forța de rezistență opusă de mașină, dată de expresia (11) și implicit se minimizează consumul de combustibil precum și alți parametri tehnico - economici și de mediu.

Se observă că viteza optimă, (10), nu depinde decât de proprietățile solului și proprietățile suprafețelor organelor de lucru ale mașinii de pregătit patul germinativ (prin intermediul coeficientului ε). Forța optimă, (11), depinde însă de mai mulți parametri.

Pentru forma (6) a funcției forță de rezistență la înaintare, calculul se complică și nu se știe dacă conduce la o concluzie la fel de simplă ca în cazul de mai sus. Este posibil ca optimizarea să se poată face numai pe cale numerică.

În [5] se sugerează ca posibilă funcție sau funcțională obiectiv în procesul de optimizare, eficiența tracțiunii. Aceasta este o altă cale posibilă de optimizare.

Folosirea noilor formule de calcul, propuse în acest articol,

this article, (4) or (6), is more laborious, but has a few advantages. First of all, the calculation is in compliance with modern science basis, being expressed in classical terms of mechanics of continuous media mechanics (forces, voltage, mass densities, speed), the most appropriate domain for mechanically modeling the soil.

Secondly, within the formulae appear the geometrical characteristics of working parts and the physical features of tillage machines working regime, particularly those of machines designed to prepare the germinating bed.

In formulae, other parameters presently not appearing explicitly may be introduced, such as soil humidity, soil non-uniform structure in depth and others.

In the third place, the formulae, the calculation method and the results obtained allow objective comparisons between the same type of machines among the tillage machines, possibly for choosing certain optimum variants in terms of agro-climate conditions.

Solving the problem of improving the working regime of aggregates designed to prepare the germinating bed should be done taking into consideration the whole phenomenon, which besides the economic aspect tackled in this article has to include the limits generated by the working speed negative effects on quality of operations performed (breakage degree, laterally soil throwing, etc.). These are aspects taken in view within our on-going researches.

REFERENCES

- [1]. Cârdei P., Koloszvari C., Muraru V., Sfiru R. (2007) - *Application of the fluid model of the working process of the soil farm machinery at the calculus of the harrow discs*, Scientific Papers INMA Bucharest, nr. 21;
- [2]. College of Agriculture and Life sciences, Agricultural Machinery Management, University of Arizona, <http://ag.arizona.edu/crop/equipment/agmachinerymgt.html>;
- [3]. Dobre P. (2010) - *Energetic base and horticultural machines, second part. Horticultural machines*, Bucharest;
- [4]. Dobrescu C. (1981) - *Optimizing the parameters of agricultural aggregates for reducing the power consumption*, Agricultural Technical Propaganda Editorial office, Bucharest;
- [5]. Kichler C.M. (2008) - *Assessment of equipment performance variables for improved management during tillage operations* (Thesis), Auburn University, AL;
- [6]. Krasnicenko A. V. (1964) - *Agricultural machinery manufacturer book*, Technical Publishing House, Bucharest;
- [7]. Letoşnev N. (1959) - *Agricultural machines*, State agro-forestry Publishing House;
- [8]. Mocanu V. (2010) - *Soil resistance to ploughing estimation in the Olt-Vedea area*, Annals of the University of Craiova, Agriculture, Montanology, Cadastre Series, vol. 40, no. 1;
- [9]. Musil J., Červinka J. (2007) - *Measuring of pulling resistance in machinery with passive working parts*, Research Agricultural Engineering, 53, 2007 (2): 47-53;
- [10]. Paraschiv G., Maican E., Paraschiv I., Bucur D. (2007) - *Study on stability at work for tillage aggregates*, Agronomical Researches in Moldova, Yearl XXXX, Vol. 2 (130);
- [11]. Scripnic V., Babiciu P. (1979) - *Agricultural machines*, Ceres Publishing House, Bucharest;
- [12]. Şandru A., Bădescu M., Şandru L. (1982) - *Reducing the energy consumption by rational utilization of agricultural machines*, Scrisul Românesc Publishing House, Craiova;
- [13]. Vilde A., Rucins A. (2008) - *Simulation of the impact of the Plough Body Parameters, Soil Properties and Working Modes on the ploughing Resistance*, Latvia University Agriculture, *Computer Modeling and*

(4) sau (6), este mai laborioasă, dar are câteva avantaje. În primul rând se conferă calculului legătura cu fundamentele științei moderne, exprimarea fiind în termeni clasici ai mecanicii mediilor continue (forțe, tensiuni, densități de masă, viteze), domeniu cel mai potrivit pentru modelarea mecanică a solului.

În al doilea rând, în formule apar caracteristicile geometrice ale organelor de lucru și caracteristicile fizice ale regimului de lucru ale mașinilor agricole pentru lucrările solului, în particular cele pentru pregătirea patului germinativ.

În formule se pot introduce încă și alți parametri care, deocamdată, nu apar în mod explicit, cum ar fi umiditatea solului, structura neuniformă a solului în adâncime și alții.

În al treilea rând, formulele și metoda de calcul, ca și rezultatele obținute permit comparații obiective între mașini de același tip dintre cele destinate lucrărilor solului, eventual în scopul alegerii unor variante optime funcție de condițiile agrometeorologice medii care caracterizează o zonă de uz agricol.

Rezolvarea problemei de optimizare a regimului de lucru al agregatelor destinate pregătirii patului germinativ trebuie făcută având în vedere fenomenele de ansamblu, care, pe lângă aspectul economic vizat în acest articol, trebuie să includă și limitările generate de efectele negative ale vitezei de lucru asupra calității lucrărilor agricole efectuate (gradul de mărunțire, aruncarea laterală a solului, etc.). Acestea sunt aspecte avute în vedere în continuarea cercetărilor noastre.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Cârdei P., Koloszvari C., Muraru V., Sfiru R. (2007) - *Aplicarea modelului fluidelor în procesul de lucru al mașinilor agricole la calculul grapelor cu discuri*, Lucrări Științifice INMA Bucharest, nr. 21;
- [2]. Colegiul de Agricultură și Științele Vieții, Managementul Mașinilor Agricole, Universitatea din Arizona, <http://ag.arizona.edu/crop/equipment/agmachinerymgt.html>;
- [3]. Dobre P. (2010) - *Baza energetică și mașini horticoale, partea a doua. Mașini horticoale*, București;
- [4]. Dobrescu C. (1981) - *Optimizarea parametrilor agregatelor agricole în scopul reducerii consumului de energie*, Redacția de propagandă tehnică agricolă, București;
- [5]. Kichler C.M. (2008) - *Evaluarea variabilelor performanțelor echipamentelor pentru un management îmbunătățit în timpul operațiilor de lucrat solul (teza)*, Auburn University, AL;
- [6]. Krasnicenko A. V. (1964) - *Manualul constructorului de mașini agricole*, Editura Tehnică, București;
- [7]. Letoşnev N. (1959) - *Mașini Agricole*, Editura Agro-Sivică de Stat;
- [8]. Mocanu V. (2010) - *Rezistența solului la arat în zona Olt-Vedea*, Analele Universității Craiova, Agricultură, Montanologie, Seria Cadastru, vol. 40, nr. 1;
- [9]. Musil J., Červinka J. (2007) - *Măsurarea rezistenței la tractiune a mașinilor cu organe de lucru pasive*, Inginerie Agricolă de Cercetare, 53, 2007 (2): 47-53;
- [10]. Paraschiv G., Maican E., Paraschiv I., Bucur D. (2007) - *Studiul privind stabilitatea agregatelor de lucrat solul în timpul lucrului*, Cercetări Agronomice în Moldova, Anul XXXX, Vol. 2 (130);
- [11]. Scripnic V., Babiciu P. (1979) - *Mașini agricole*, Editura Ceres, București;
- [12]. Şandru A., Bădescu M., Şandru L. (1982) - *Reducerea consumului de energie prin folosirea rațională a agregatelor agricole*, Editura Scrisul Românesc, Craiova;
- [13]. Vilde A., Rucins A. (2008) - *Simularea impactului parametrilor corpului de plug, proprietăților solului și modelelor de lucru asupra rezistenței la arat*, Letonia, Universitatea de Agricultură, Simulare și modelare

Simulation, UKSIM 2008, EUROSIM/UKSim2008, Cambridge, UK;
[14]. Vilde A., Rucins A., Pirs E. (2009) - *Impact of soil humidity on draft resistance of plough body*, Engineering for rural development, pag. 43.

computerizata, UKSIM 2008, EUROSIM/UKSim2008, Cambridge, UK;
[14]. Vilde A., Rucins A., Pirs E. (2009) – *Impactul umiditatii solului asupra rezistentei la tragere a corpului de plug*, Ingineria dezvoltarii rurale, pag. 43.