

AUTOMOBILE TRACTORIZATION, AMERICAN CONCEPT APPLICABLE TO EASTERN EUROPEAN AGRICULTURE

TRACTORIZARE DE AUTOMOBILE, CONCEPT AMERICAN APLICABIL AGRICULTURII DIN ESTUL EUROPEI

P. A. Simionescu¹⁾, John H. Lumkes Jr²⁾ and Will Austin³⁾

¹⁾Texas A&M University Corpus Christi, Corpus Christi, Texas, USA, E-mail: pa.simionescu@tamucc.edu

²⁾Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA, E-mail: lumkes@purdue.edu

³⁾Institute for Affordable Transportation, Indianapolis, Indiana, USA, E-mail: will.austin@drivebuv.org

Abstract: The paper presents several concepts of converting automobiles, and of utilizing automobile components to fabricate affordable transportation and farm mechanization means.

Keywords: automobile tractorization, utility vehicle, farm mechanization, student projects

INTRODUCTION

Eastern and Southern European countries employ important part of their active population in agriculture, with Romania and Moldova nearing 30% (table 1). According to the World Bank statistics [15], in the last 20 years most of these countries experienced a decline of their total cultivated arable land (figure 1). The causes of this decline are numerous and will not be discussed here. Undoubtedly one of them however is the insufficient number of tractors and farm machinery (fig. 2). To compensate, in Romania for example there were 471,000 draught horses in use on farms in 2013 (a reduction from 667,000 in the year 2003) [12]. This is in striking contrast with the fast increasing number of newly purchased automobiles, with which they occasionally share the public roads: According to reference [23] the number of traffic accidents involving horse drawn wagons is on the rise.

The present paper suggests possible solutions to these problems drafted from the American experience.

AUTOMOBILE TRACTORIZATION

It is known that less than 2% of the active workforce in the USA (approximately 3 million people) is employed in agriculture [15]. This process of agricultural workforce

Rezumat: Lucrarea prezintă câteva concepte de mecanizare a transportului și prelucrării solului în agricultură utilizând subansambluri de automobile, sau prin conversia automobilelor în tractoare pe roți.

Cuvinte cheie: automobil tractorizat, vehicul utilitar, mecanizarea fermelor, proiecte studențești

INTRODUCERE

Tările din Europa Estică și de Sud angrenează procente importante din populația activă în agricultură, cu România și Moldova ocupând primele două locuri (tabelul 1). Conform statisticilor Băncii Mondiale [15], în majoritatea acestor țări se remarcă un declin al suprafețelor agricole cultivate (fig. 1). Cauzele sunt multiple și nu vor fi discutate aici. Unul dintre ele este indiscutabil insuficiența mijloacelor mecanizate pentru prelucrarea solului și de transport (fig. 2). De exemplu în România există în continuare un însemnat număr de cai de muncă (471 de mii în 2013, în scădere de la 667 de mii în 2003) [12]. Aceasta contrastează cu parcul înnoit de automobile care circulă pe drumurile publice, dar crează și o situație de conflict: Conform relațiilor presei românești [23], numărul accidentelor în care sunt implicate vehicule cu tracțiune animală este în creștere.

În lucrarea de față se propun câteva soluții problemelor amintite mai sus, inspirate de experiența fermierilor din Statelor Unite ale Americii.

TRACTORIZARE DE AUTOMOBILE

Mai puțin de 2% din forța de muncă a SUA (circa 3 milioane de oameni) este angajată în agricultură [15]. Acest proces de reducere a forței de muncă din agricul-

Table 1
Percentage of active population employed in agriculture, and number of tractors per 1000 hectares in several European countries

Country	2000-2009	Tractors / 1000 ha		
		1995	2000	2005
Bosnia-Herzegovina	19.9%	34.1	*	*
Bulgaria	6.7%	9.6	9.8	11.4
Croatia	14.7%	31.5	27.3	*
Hungary	4.8%	19.2	24.6	26.2
Moldova	27.1%	28.2	22.9	21.4
Poland	12.7%	92.8	93.4	118.4
Romania	29.2%	17.5	17.1	19.3
Serbia	21.5%	*	*	20.6
Turkey	23.8%	31.5	39.5	*
Ukraine	17.0%	14.1	9.8	10.9
European Union	5.2%	76.3	77.3	70.8

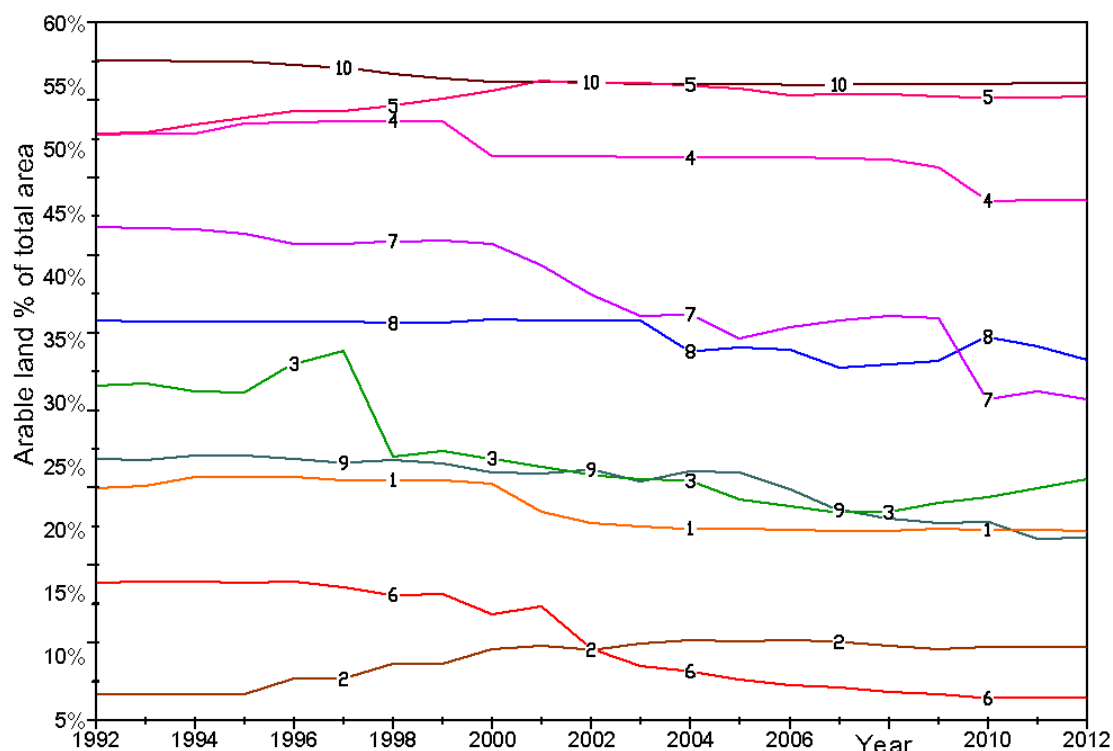
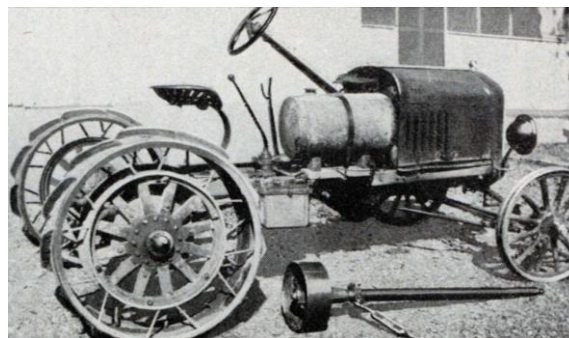


Fig. 1 – Annual fluctuations of the arable land in: (1) Belarus, (2) Bosnia-Herzegovina, (3) Bulgaria, (4) Hungary, (5) Moldova, (6) Macedonia, (7) Poland, (8) Romania, (9) Turkey and (10) Ukraine.



(a)



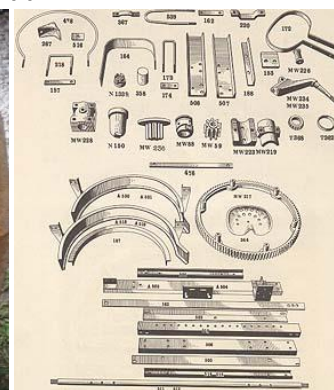
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 2 – Tractorized Ford A and Ford T automobiles (a-c), rear axle supplementary gear reducer (d) and conversion kit.

reduction started over 100 years ago, and was facilitated by the availability of powered farm machinery and tractors. Remarkably, for several decades this trend was facilitated by the practice of converting old automobiles to tractors, known as *tractorization* (fig. 2 a-c).

A number of publications dating from 1917 to 1950 i.e. [2], [10], [11], [14] describe how a rear-wheel-drive automobile with longitudinal front engine can be

tură, început acum mai bine de 100 de ani, a fost facilitat de disponibilitatea mașinilor agricole cu acționare mecanică și a tractoarelor. Remarcabil este că pentru o perioadă, la această tendință a contribuit și așa numita *tractorizare de automobile*, adică convertirea în mașini agricole a unor automobile dezafectate (fig. 2 a-c).

Din perioada anilor 1917 - 1950 datează publicațiile [2], [10], [11], [14] în care se descrie cum poate fi transformat

converted into a tractor. There were even industrial companies like *Pullford Co.*, *Sears Roebuck* and *Shaw Manufacturing* that were selling automobile conversion kits (fig. 2 d, e). For less than 10% of the cost of a new automobile, a farmer could obtain a tractor capable of pulling a moldboard or disk plow, a sickle mower etc. It was also possible to adapt a power-take-off for powering a thresher or a disk saw. An automobile from that era was relatively easy to convert into a tractor because of its rigid front axle and of increased ground clearance, compatible with off-road use. Additionally, the engine hood had a narrow shape, similar to a standard tractor, which allowed a clear view to the front of the vehicle [20] [21].

There were also cases of converting Jeep Willis off-road vehicles into walk-behind tractors, also known as two-wheel tractors (fig. 3 a) [2]. In fact, Jeep Willis automobiles, available in large number as military surplus after World War II, were widely used on farms (fig. 3 b). According to reference [18], there were over 70,000 Jeep automobiles in use on American farms, known under the name *Farm Jeep*.

Într-un tractor agricol un automobil cu tracțiune spate și motor longitudinal dispus în față. Companii industriale ca *Pullford Co.*, *Sears Roebuck* și *Shaw Manufacturing* vindeau kituri de tractorizare (fig. 2 d, e), cu care, pentru nici 10% din costul unui automobil nou, se putea obține un tractor capabil să tracteze un plug cu unul sau două brăzdare sau cu discuri, o cositoare etc. Se putea de asemenea prevedea o priză de putere pentru antrenarea unei mașini de treierat sau a unui ferăstrău. Un automobil din acea perioadă se putea ușor tractoriza deoarece puntea față era rigidă, cu garda la sol crescută ce permitea deplasarea vehiculului pe câmp. În plus, capota îngustă a motorului asigura o vedere bună spre în față, similar unui tractor standard [20], [21].

Se citează și cazuri de conversie a unor automobile de teren Jeep în tractoare cu o punte, cunoscute și sub numele motocultoare (fig. 3 a) [2]. De fapt, Jeepurile, disponibile în număr mare ca surplus militar după cel de-al doilea război mondial, au fost folosite pe larg în agricultură (fig. 3 b). Conform [18], în 1951 existau peste 70 de mii de Jeepuri în fermele americane.



Fig. 3 – Walk-behind tractor fabricated using automobile components (a), and Jeep Willis automobiles equipped hydraulic three-point-hitches utilized as agricultural tractors (b) and (c).



Fig. 4 – Contemporary automobiles and motorcycle converted in agricultural tractors and transport vehicles.

Occasionally, one can see nowadays automobiles and motorcycles converted by amateur mechanics into tractors and farm transport vehicles – see fig. 4 and references [4], [6], [7], [22]. The main requirements for a successful conversion are (a) an increased ground clearance, (b) using larger size wheels to reduce soil compaction, and (c) an increased transmission to the driving ground wheels ratio for added traction. Also beneficial are (d) the possibility of operating as four-wheel drive and (e) the availability of a PTO.

The tricycle in fig. 5 a and b has been fabricated by an amateur mechanic from Vălenii de Munte, Prahova [1]. No detailed information on how it was built became available. Apparently the engine and transmission of a DACIA pickup truck, and a more robust rear axle of an ARO SUV, connected in series via a supplementary chain or gear reducer have been used. This

Ocazional se pot întâlni automobile sau motociclete convertite artizanal în tractoare sau mijloace de transport agricol – vezi fig. 4 și referințele [4], [6], [7], [22]. Cerințele pentru o astfel de conversie sunt: (a) garda la sol crescută, (b) instalarea de roți cu diametrul mărit pentru a reduce compactarea solului și (c) un raport de transmitere la roți crescut pentru o mai bună tracțiune. Avantaje suplimentare sunt (d) posibilitatea de a funcționa în varianta 4x4, și (e) instalarea unei prize de putere.

Triciclul din fig. 5 a și b a fost fabricat de către un mecanic amator din zona Vălenii de Munte, Prahova [1]. Nu se cunosc date exacte despre construcția acestui vehicul, însă este aparent că motorul și transmisia provin de la o autofurgonetă DACIA cu tracțiune spate. Puntea motoare, mai robustă, se pare că a aparținut unui automobil de teren ARO, și este înseriată cu un reductor

supplementary reducer increases the torque delivered to the wheel and limits the maximum speed of the vehicle. A resembling homemade tricycle can be viewed in the YouTube video [19].

In Eastern European countries there still available large numbers of old Dacia, Lada (VAZ), Trabant and Moskvitch cars that could be converted into tractors or slow moving utility vehicles for agriculture. Advantageous in the opinion of the authors would be to utilize the components originating from one vehicle only, and not from multiple vehicle types. The rest of the components for ground clearance and wheel torque increase could be produced in series and sold as conversion kit.

cu roți dințate care amplifică cuplul transmis la roți și reduce viteza maximă a vehiculului. Un model similar de tractor triciclu artizanal (fig. 5 c și d) este documentat într-un film YouTube [19].

În țările east europene exista încă un număr însemnat de modele vechi de automobile care ar putea fi convertite în tractoare sau vehicule utilitare pentru agricultura. Avantajos în opinia autorilor prezentei lucrări ar fi ca subansamblele utilizate să provină de la un singur automobil, și nu de la câteva automobile diferite. Restul componentelor necesare pentru creșterea cuplului la roți, și a îmbunătățirii gărzii la sol, s-ar putea produce în serie și comercializa sub forma de kit de conversie.



Fig. 5 – Homemade three-wheel tractors fabricated using salvaged DACIA and ARO components

BASIC UTILITY VEHICLES

Basic Utility Vehicle or BUV is a concept promoted by the Institute for Affordable Transportation (IAT) in Indianapolis, Indiana USA [9]. IAT was founded by Will Austin in 2000. Austin noticed during his visits to Latin America that the life of thousands of people living in rural areas of the Developing World could improve if affordable, simple and reliable transport vehicle would be made available to them.

One of the IAT activities consists of organizing the annual BUV competition (see fig. 6 and reference [13]), where engineering students from American and Canadian universities compete with vehicles designed and built by them. The BUV vehicles that satisfy the functional and safety requirements, and which performed well during the competition are donated through the IAT partners in countries from Africa and Latin America.

After several competitions (the first took place in 2001), the most promising design emerged as the rear-wheel drive tricycle with drive axle originating from a small pickup truck or SUV. They are typically equipped with a single cylinder, air cooled, four-stroke diesel or spark ignition engine of approximately 10 horse power. They employ a centrifugally governed continually-variable transmission (fig. 7). In this configuration the BUVs are

VEHICULE UTILITARE DE BAZA

Vehicul Utilitar de Bază (Basic Utility Vehicle sau BUV) este un concept promovat de către Institute for Affordable Transportation (IAT) din Indianapolis, statul Indiana, SUA [9]. IAT a fost înființat la inițiativa lui Will Austin în anul 2000. Austin a constatat în peripliturile sale prin America Latina, că dacă s-ar putea asigura mijloace de transport ieftine, simple și fiabile, condițiile de viață a mii de locuitori din zonele rurale ale țărilor în curs de dezvoltare s-ar îmbunătăți considerabil.

Una din activitățile IAT constă în organizarea concursului anual BUV (vezi fig. 6 și [13]), unde studenți de la secțiile de inginerie din universități americane și canadiene participă cu vehicule proiectate și construite de ei. Vehiculele BUV care întrunesc cerințele funcționale și siguranță specificate, și care s-au comportat bine în concurs, sunt donate prin intermediul IAT unor parteneri locali din Africa și America Latină.

După un număr de etape anuale ale concursului BUV (primul a avut loc în anul 2001), cel mai promițător concept s-a stabilit a fi triciclu cu punte spate motoare, provenind dintr-o furgonetă sau autoturism de teren. Motorul este monocilindru, în patru timpi, răcit cu aer, de aproximativ 10 cai putere, Diesel sau cu benzină. Transmisia este de tipul variabilă continuu cu reglare

assembled in micro factories in Indianapolis, USA and South Africa. So far over 200 BUVs have been assembled and donated to 23 developing countries from Africa and Latin America. A number of these vehicles has been built by the student participants in the BUV competition.

centrifugală (fig. 7). În această configurație, vehiculele BUV sunt asamblate în microfabrici din Indianapolis USA și Africa de Sud. Pană în prezent mai mult de 200 de vehicule BUV au fost fabricate și donate în 23 de țări în curs de dezvoltare. Parte dintre aceste vehicule au fost realizate de către studenții participanți la competiția BUV.



Figura 6: Instanță din timpul competiției BUV, și unul din vehiculele BUV de serie.

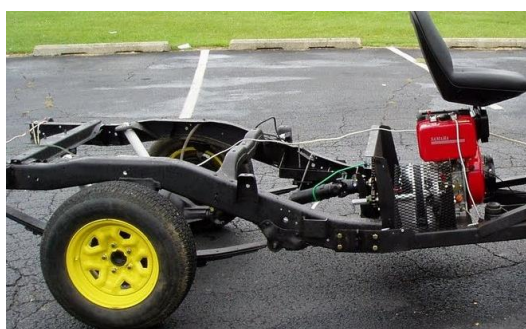


Fig. 6 – Details of a BUV equipped with continuously variable transmission (CVT). The manufacturing cost of such a vehicle is approximately 3000 US dollars.

Under the leadership of professor Lumkes, mechanical and agricultural engineering students from Purdue University in West Lafayette, Indiana USA, proposed a resembling concept of utility vehicle named Purdue Utility Platform (PUP) [18]. They use to a large extent components from used cars, and managed to manufacture an PUP utility vehicle for less than 2000 dollars US [3] [19].

It is relevant to mention that in the senior year of all accredited engineering programs in American universities, students work on a team project that requires designing and building of a prototype [17]. Such projects named *Senior-Design Projects*, resemble the diploma projects in Romania. Same as in Romanian universities, students must submit written reports and give oral presentations. In addition to satisfying the design requirements, these projects emphasize team work as well as aspects like safety, social and ecological impact etc. The BUV and PUP projects are examples of such student projects [5].

With reference to the situation mentioned earlier, the authors of the present paper are of the opinion that the initiatives of the Institute for Affordable Transportation and of the Department of Agricultural & Biological Engineering at Purdue University can be adapted to the situation in the Eastern and South Europe. Students from technical universities in Romania, Moldova, Bulgaria, former Yugoslavia, Ukraine, Hungary etc. could convert old Dacia, Lada-VAZ, Moskvich or Trabant automobiles, as well as motorcycles, into tractors and utility vehicles for agriculture. Vehicles participating in competitions like the IAT-BUV considered satisfactory could be auctioned to farmers and the funds thus raised could be used to fund future BUV competitions. Evidently, organizers of these competitions must find private and governmental sponsors to support such activities.

Sub coordonarea profesorului Lumkes, studenții de la inginerie agricolă și mecanică ai Universității Purdue din statul Indiana, SUA, au elaborat un concept asemănător de vehicul utilitar pentru agricultură numit Purdue Utility Platform (PUP) [8]. Ei folosesc în procent însemnat componente de automobile dezafectate, reușind să fabrice un autovehicul utilitar de tip PUP pentru mai puțin de 2000 de dolari americani [3], [19].

Este semnificativ de menționat că în toate secțiile acreditate de inginerie ale universităților americane, în anul terminal (senior year), studenții lucrează în echipe la proiecte care solicită realizarea unui prototip [17]. Aceste proiecte, numite *Senior Design Projects*, sunt echivalente proiectelor de licență din România. Ca și în România, studenții trebuie să întocmească rapoarte scrise și să facă prezentări orale. Sunt accentuate, pe lângă lucrul în echipă și satisfacerea cerințelor tehnico-economice stabilite prin tema de proiect, aspecte precum siguranța în exploatare, impactul social și ecologic etc. Proiectarea și realizarea de vehicule BUV și PUP sunt exemple de astfel de proiecte studențești [5].

Referitor la situația din țările Europei de Est menționată la începutul lucrării, autorii sunt de opinie că inițiativa IAT și practica studenților de la Universitatea Purdue poate fi adaptată condițiilor din Estul și Sudul Europei. Studenții de la universități tehnice din România, Moldova, Bulgaria, țările fostei Iugoslavii, Ucraina, Ungaria etc. ar putea converti motocicletele și automobile vechi Dacia, Lada-VAZ, Moskvich sau Trabant în tractoare și vehicule de transport pentru agricultură. Vehiculele participante la competiții de tipul IAT-BUV considerate corespunzătoare ar putea fi apoi licitate fermierilor interesați, iar banii obținuți ar putea fi folosiți pentru finanțarea în continuare a competițiilor. Evident vor trebui găsiți sponsori, guvernamentali și privați, care să susțină aceste activități.

CONCLUSIONS

The American experience of converting old automobiles in agricultural tractors and transport vehicles, also known as automobile tractorization is applicable to Eastern and Southern Europe. Same as in the USA, the solution would be only a temporary one, until the financial situation of small farm holder is improved, and the agriculture is reorganized on larger, more productive farms. BUV-type vehicles could be manufactured as student projects. Tractorization kits could be designed by engineering students as well. The most successful of these projects could be popularized in print and over the Internet similar to [6] and [7], and local entrepreneurs can start old automobile tractorization businesses.

REFERENCES

- [1] Bucuță, R. Personal communication, 2009
- [2] Carlson, F. "Garden Tractor" Popular Mechanics, March 1946, p. 222-226
- [3] David, D.W. and Lumkes, J. H. "Manufacturing agricultural utility vehicles in sub-Saharan Africa" Agric Eng Int: CIGR Journal, Special issue 2015: 18th World Congress of CIGR: 148-159.
- [4] Google searches for: "doodlebug tractor", "DIY tractor", "EPA tractor", "homemade tractor", "samodelni traktor", "traktor domaci vyroby", "caruța cu motor", "házi traktor"
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Student_design_competition
- [6] <http://samodelniy.ru/kak-sdelat-traktor>
- [7] <http://samodelniy.ru/samodelnyj-mini-traktor-chado>
- [8] <https://engineering.purdue.edu/pup/>
- [9] Institute for Affordable Transportation, www.drivebuv.org
- [10] Moris, W. W. "This tractor costs only \$50" Popular Science, May 1950, p. 209-212.
- [11] Paterson, W. and M.H Paterson, "Automobile Tractor", US Patent 1269113, Filed Aug. 15, 1917
- [12] Romanian National Institute of Statistics www.insse.ro
- [13] Rules of the BUV competition www.drivebuv.org/design-and-drive-competition
- [14] Suddaby, H. "How to build your own farm or garden tractor" Popular Mechanics, Vol. 8, 1939
- [15] The World Bank, <http://data.worldbank.org/indicator/>
- [16] Wilson, D.D. and Lumkes, J.H. "Design of a multipurpose agricultural vehicle and attachments for developing countries" Agric Eng Int: CIGR Journal, Special issue 2015: 18th World Congress of CIGR: 141-147.
- [17] www.abet.org/accreditation
- [18] www.fourwheeler.com
- [19] www.youtube.com/watch?v=_ODTXZCLMjc
- [20] www.youtube.com/watch?v=28qWp4PQ0tQ
- [21] www.youtube.com/watch?v=30bygLSpSr8
- [22] www.youtube.com/watch?v=UPI-44gOrf4
- [23] www.ziare.com/articole/accident+caruta

CONCLUZII

Experiența americană de convertire de automobile dezafectate în vehicule utilitare și tractoare agricole, cunoscută și sub numele de tractorizare, se poate foarte bine aplica condițiilor din Estul și Sudul Europei. Ca și în cazul SUA, soluția ar fi una temporară, până la consolidarea situației financiare a proprietăților agricole mici, și la reorganizarea agriculturii în ferme pe suprafețe întinse, mai productive. Vehicule gen BUV ar putea fi fabricate ca proiecte studențești. Kituri de tractorizare al unor automobile ar putea fi proiectate tot de către studenți. Proiectele cele mai reușite s-ar putea populariza în formă tipărită sau prin Internet similar cu [6] și [7], iar întreprinzători locali s-ar putea specializa în tractorizare de automobile dezafectate.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bucuță, R., Comunicare personală, 2009
- [2] Carlson, F. "Tractor de grădină" Popular Mechanics, March 1946, p. 222-226
- [3] David, D.W. și Lumkes, J. H. "Realizarea unui vehicul agricol în Africa sub-sahariană" Agric Eng Int: CIGR Journal, Special issue 2015: 18th World Congress of CIGR: 148-159.
- [4] Căutări Google: "doodlebug tractor", "DIY tractor", "EPA tractor", "homemade tractor", "samodelni traktor", "traktor domaci vyroby", "caruța cu motor", "házi traktor"
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Student_design_competition
- [6] <http://samodelniy.ru/kak-sdelat-traktor>
- [7] <http://samodelniy.ru/samodelnyj-mini-traktor-chado>
- [8] <https://engineering.purdue.edu/pup/>
- [9] Institute for Affordable Transportation, www.drivebuv.org
- [10] Moris, W. W. "Acest tractor costă numai 50 de dolari" Popular Science, Mai 1950, p. 209-212.
- [11] Paterson, W. și M.H Paterson, "Tractor Automobil", Brevet SUA 1269113, înregistrat Aug. 15, 1917.
- [12] Institutul Național de Statistică www.insse.ro
- [13] Probele Competiției BUV www.drivebuv.org/design-and-drive-competition
- [14] Suddaby, H. "Cum să îți construiești singur un tractor" Popular Mechanics, Vol. 8, 1939.
- [15] Banca Mondială, <http://data.worldbank.org/indicator/>
- [16] Wilson, D. D. și Lumkes, J. H. "Proiectarea unui vehicul agricol multifuncțional cu accesorii pentru țările în curs de dezvoltare" Agric Eng Int: CIGR Journal, Special issue 2015: 18th World Congress of CIGR: 141-147.
- [17] www.abet.org/accreditation
- [18] www.fourwheeler.com
- [19] www.youtube.com/watch?v=_ODTXZCLMjc
- [20] www.youtube.com/watch?v=28qWp4PQ0tQ
- [21] www.youtube.com/watch?v=30bygLSpSr8
- [22] www.youtube.com/watch?v=UPI-44gOrf4
- [23] www.ziare.com/articole/accident+caruta