

UDK: 631.51.022

## OPERATIVNA GOTOVOST HIDRAULIČNOG PODSISTEMA AGREGATA TRAKTOR-SETVOSPREMAČ

Veljić Milan<sup>1</sup>, Živković Dragan<sup>2</sup>, Marković Dragan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mašinski fakultet Beograd, <sup>2</sup>Visoka tehnička škola strukovnih studija Novi Beograd

**Sadržaj:** U radu su date specifičnosti koje se odnose na eksploataciju i održavanje hidrauličnog podsistema agregata traktor-setvospremač. Kako su radovi u poljoprivredi sezonskog karaktera i moraju se obaviti u strogo terminiranim vremenskim intervalima, to bilo koji otkaz elementa agregata traktor-setvospremač, može dovesti u pitanje obavljanje dopunske obrade zemljišta, odnosno do velikih materijalnih gubitaka. Zbog toga se od agregata traktor-setvospremač zahteva i vrlo visoka operativna gotovost. U radu je razmatrana operativna gotovost kao merilo efektivnosti traktora i setvospremača, odnosno kvaliteta njihovog održavanja. Takođe u radu su dati rezultati istraživanja operativne gotovosti agregata traktor-setvospremač na jednom poljoprivrednom dobru.

**Ključne reči:** *traktor, setvospremač, operativna gotovost, održavanje*

### 1. UVOD

Agregat traktor-setvospremač radi u toku godine vrlo kratak period vremena (oko dva meseca), dok ostalo vreme setvospremač provodi konzerviran i uskladišten. Traktor se koristi u toku godine i za druge poslove. Kako je rad agregata traktor-setvospremač vremenski terminiran, a zavisi i od vremenskih prilika, to svaki otkaz u toku sezone, može da bude veoma neugodan. Iz tog razloga mora se njihovom preventivnom održavanju posvetiti odgovarajuća pažnja.

### 2. AGREGAT TRAKTOR-SETVOSPREMAČ

Traktor kao pogonska mašina u poljoprivredi ima veliku primenu u obavljanju brojnih poljoprivrednih operacija. Osim vuče traktor se koristi i za priključivanje poljoprivrednih mašina sa prednje strane, a i za pogon mašina sa aktivnim radnim organima. Traktori se koriste osim za osnovnu i dopunsku obradu zemljišta i za rad sa setvospremačima i za brojne druge tehnološke operacije. Zbog široke primene traktori se

izrađuju u različitim konstruktivnim izvedbama i kategorijama a u zavisnosti od tehnološkog procesa koji treba da izvrše.

Za agregatiranje poljoprivrednih mašina koriste se sistemi za priključivanje (u tri ili dve tačke) u slučaju nošenih ili polunošenih mašina. Za vučene mašine ili prikolice koristi se pored poteznica i uređaji za priključivanje hidrauličnog podsistema vučenih mašina (slika: 2).

Hidraulični uređaj omogućuje: podizanje, spuštanje, neutralni položaj i plivajući položaj.

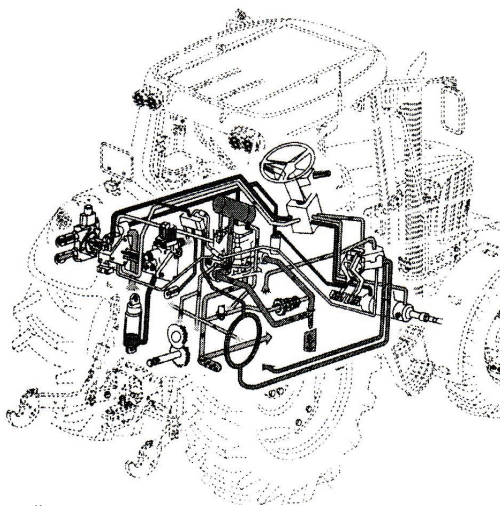
Osnovna koncepcija hidrauličnog uređaja sastoji se od: rezervoara sa uljem, pumpe, razvodnika, sigurnosnog i regulacionog ventila, hidrauličnog cilindra sa klipom i mehanizma za prenošenje komandi na vučne poluge.

Osnovna namena setvospremača (slika:1) je dopunska obrada zemljišta. Obavlja se nakon osnovne obrade zemljišta-oranja ili neposredno pred setvu, a u cilju sitnjenja, drobljenja zemljišta kao i njenog ravnjanja. Ovakvom obradom zemljišta povećava se rastrešenost zemljišta, omogućava se optimalni vazdušni, vodni i toplotni kapacitet u zemljištu i uništava korov u početnoj fazi. Obrada zemljišta je na dubini od 10 do 15 cm.



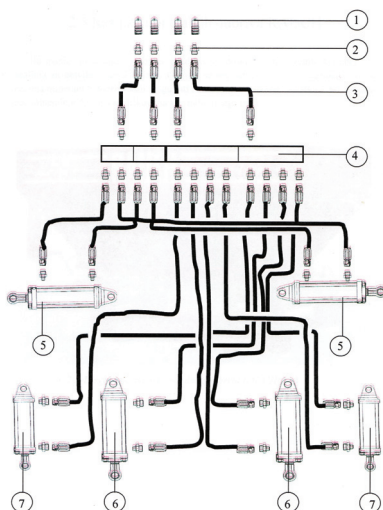
*Sl.1. Obrada zemljišta agregatom traktor-setvospremačem*

Kao mašina za obavljanje nekoliko operacija u jednom proходу sastoji se iz kombinacije radnih elemenata među kojima su zastupljene kultivatorske motičice sa elastičnim nosačima, elastični zupci, pa i klasični zupci, kao i krimler (žičani valjci) koji imaju zadatak osim sitnjenja i ravnjanja zemljišta. Setvospremači se izrađuju u velikom dijapazonu širine zahvata, a dominantni su oni sa velikom širinom radnog zahvata. Firma "Rabewerk" u svojoj ponudi ima setvospremače širine zahvata od 3,3m do 8,4 m za koje je potrebna pogonska mašina snage od 55 kW do 110 kW. "Schmotzer" nudi setvospremače (sa tri krila) zahvata od 5,5 m sa duplim žičanim valjcima, mase oko 1250 kg, i potrebnom snagom za vuču od 74 kW. Veliku širinu zahvata od 10 m ima i setvospremač IMT. 616.16 mase od 2580kg sa širinom pri transportu od 4.3 m. Potrebna snaga traktora za vuču je 184 kW. Za sve setvospremače veće širine zahvata karakteristična je trodelna izvedba zbog kopiranja terena, sa dva bočna krila koja se pri transportu odišu u vertikalni položaj. Izvedba je sa dva točka na centralnom delu, a po jedan točak je na bočnim krilima.



Sl. 2. Šematski prikaz hidraulike traktora "John Deere"

Hidraulični podsistem setvospremača (slika: 3) služi za određivanje transportnog i radnog položaja, kao i za kontrolu dubine obrade. Kontrola položaja i dubine obrade obavlja se pomoću hidrauličnih radnih cilindara koji si spojeni sa spoljnom hidraulikom traktora.



Sl.3. Hidraulični podsistem setvospremača  
(1-samozaptivna spojnica, 2-redna redukciona spojnica,  
3-gumeno savitljivo crevo, 4-hidroblok, 5-hidraulični  
cilindar za podizanje krila, 6- hidraulični cilindar za  
kontrolu transportnog položaja, 7- hidraulični cilindar za  
kontrolu dubine obrade)

### 3. OPERATIVNA GOTOVOST

**Operativna gotovost** je verovatnoća da sistem, kada se koristi u radnim uslovima zadovoljavajuće funkcioniše u bilo kom intervalu vremena ili je spreman za upotrebu kada se to zahteva.

Operativna gotovost je vrlo slična raspoloživosti, a razlika je u tome što operativna gotovost uključuje mogućnost da se sistem određeno vreme nalazi van upotrebe, odnosno u skladištu, što je vrlo čest slučaj kod poljoprivredne opreme. Kako se većina poljoprivredne opreme veći deo vremena se nalazi u skladištu, to je operativna gotovost pogodna za definisanje pouzdanosti poljoprivredne opreme. Operativna gotovost u matematičkom obliku može se prikazati kao:

$$G_O(t) = (t_K + t_S) / (t_K + t_S + t_F), \quad (1)$$

gde je:

$t_K$  (h)- vreme korišćenja,

$t_F$  (h)- vreme koje sistem provede u otkazu,

$t_S$  (h)- vreme kada se sistem ne koristi.

Za razliku od efektivnosti sistema koja razmatra verovatnoću u toku vremenskog intervala, operativna gotovost razmatra verovatnoću u trenutku vremena. Osim toga, dok efektivnost sistema uzima u obzir i ugrađenu sposobnost sistema, operativna gotovost razmatra samo spremnost sistema za određeni zadatak u datom trenutku vremena<sup>1</sup>.

### 4. STRUKTURA SISTEMA SA REDNOM VEZOM

Agregat traktor-plug da bi obavljao svoju funkciju, oba njegova elementa moraju biti ispravni. Otkazom jednog od elemenata (traktora ili pluga) otkazuje celi sistem. Prema tome agregat traktor-plug se može posmatrati kao sistem sa rednom vezom.

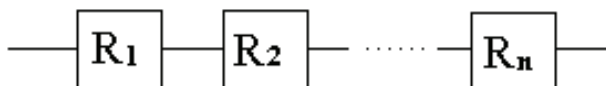
Kod sistema sa rednom vezom (slika: 4.) svaki element mora uspešno da radi, da bi sistem koji je sastavljen od n elemenata uspešno funkcionisao. Pošto otkaz na svakom pojedinačnom elementu predstavlja slučajan događaj to prema Zakonu proizvoda u Teoriji verovatnoće, verovatnoća nastanka događaja sastavljenog iz više nezavisnih, u pogledu otkaza, međusobno redno vezanih događaja je ravna proizvodu odgovarajućih verovatnoća pojedinih događaja. Tada pouzdanost sistema iznosi:

$$P_R(t) = P_{R1}(t) \cdot P_{R2}(t) \cdots P_{Rn}(t) \quad (2.)$$

odnosno:

$$P_R(t) = \prod_{i=1}^{i=n} P_{Ri}(t) \quad (3.)$$

<sup>1</sup> Vujanović N., Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Vojnoizdavački centar, 1990, Beograd, 1990



Sl. 4. Struktura sistema sa rednom vezom

Kada su elementi sistema spojeni redno, tada je intenzitet otkaza sistema jednak intenzitetu otkaza pojedinog elementa, odnosno:

$$\lambda_F(t) = \sum_{i=1}^{i=n} \lambda_{Fi}(t) \quad (4.)$$

gde je:

$P_R(t)$  –verovatnoća da će sistem sa rednom vezom u toku posmatranog vremena biti “u radu”,

$P_{R1}(t) \cdot P_{R2}(t) \cdots P_{Rn}(t)$ - verovatnoća da će elementi sistema u toku posmatranog vremena biti “u radu”,

$\lambda_F(t)$  – broj otkaza sistema u posmatranom vremenu,

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Poljoprivredno dobro “Agrobanač” u Plandištu, na kome je vršeno istraživanje, raspolaže sa 2200 ha obradive površine. Osnovna obrada zemljišta i potreban transport se vrši sa 34 traktora prikazanih u tabeli: 1. Praćenje rada agregata traktor-setvospremač vršeno je na nekoliko poljoprivrednih imanja u srednje Banatskom okrugu. U rezultatima praćenja (tabeli: 1) su date prosečne vrednosti pojave broja otkaza, kao i vreme njihovog otklanjanja na pojedinim elementima hidrauličnog podsistema agregata traktor-setvospremač.

Tab. 1: Broj traktora

Tip traktora	Br. traktora	Snaga (kW)
IMT-533	5	25
IMT-549	2	36
IMT-579	2	57
Torpedo 7506	6	55
MTZ 820	12	60
John Deere 8100	3	110
John Deere 8220	4	133

Rezultati praćenja broja i vrste otkaza na hidraulici traktora i trajanja otklanjanja otkaza za pojedine elemente dati su u tabeli 2. Broj, vrsta i trajanje otkaza na hidraulici tanjirače prikazani su u tabeli 3.

Tabela 2: Evidentirani otkazi na hidraulici traktora

Red. broj	Naziv dela	Broj otkaza godišnje $\lambda$	Vreme otklanjanja otkaza (min)	Vrsta otkaza	Način otklanjanja otkaza
1	Podizač ne podiže oruđe	0,1	300	Razvodnik blokiran	Izvaditi pumpu, pronaći uzrok i otkloniti ga
		0,5	180	Propuštanje ulja	Zameniti zaptivne prstenove
		0,2	180	Sigurnosni ventil neispravan	Podesiti ga ili zameniti sa novim
		0,1	180	Cilindar podizača ne radi	Podesiti zavrtnjeve
2.	Podizač ne podiže oruđe	0,2	90	Ramena podizača blokirana	Proveriti sigurnosni ventil
3	Oruđe se ne spušta	0,1	300	Razvodnik blokiran	Izvaditi pumpu, pronaći uzrok i otkloniti ga
4	Neravnomerno podizanje oruđa	0,1	360	Jedan ili više ventila u bočnim komorama pumpe ne radi	Izvaditi pumu i otkloniti otkaz
		0,1	360	Jedan ili više kliznih prstenova polomljeni ili oštećeni	Izvaditi pumu i zameniti oštećene prstenove
5	Sigurnosni ventil propušta kada se ručica komande za položaj podigne u transportni položaj	0,2	10	Gornji graničnik na kvadrantu nije pravilno postavljen	Podesiti graničnik na meru od 295 mm
		0,5	5	Lanci donjih poluga usukani	Ispraviti
6.	Oruđe neće da se spušta ili da podiže	0,1	180	Navrtka za podešavanje dvokrake poluge razvodnika je previše pritegnuta	Podesiti dvokraku polugu i proveriti tačnost položaja donjeg graničnika.

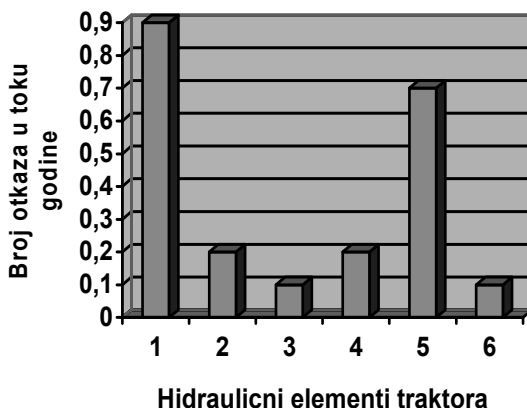
Tabela 3: Broj otkaza hidrauličnih elemenata kod setvospremača

Red broj	Naziv elementa koji je otkazao	Broj otkaza god.	Vrsta Otkaza	Vreme otklanj. (min)	Način otklanjanja otkaza
1.	samozaptivna spojnica	9,6	Curenje	10	zamena
2	redna spojnica	9,6	Curenje	10	zamena
3	gumeno crevo	1,6	Curenje	10	zamena
4.	cilindar	0,6	neispravnost /curenje	140	remont
5.	razvodnik	0,4	neispravnost /curenje	120	remont

Analizom podataka prikazanih u tabeli 2. vidi se da su prosečni zastoji traktora zbog otkaza hidrauličnih elemenata odnosno trajanje interventnog održavanja prosečno

58,75≈60 časova godišnje. Kako je prosečno vreme rada traktora oko 180 dana, to je kapacitet traktora zbog otkaza komponenti umanjen za manje od 3,45%, i koji se boljim i organizovanijim održavanjem može znatno smanjiti a samim tim smanjiti i troškovi proizvodnog procesa.

Ako se podaci iz tabele 2 prikazu u obliku dijagrama dobijaju se slike: 5 i 6.



Sl. 5. Grafički prikaz broja otkaza hidraulike u toku jedne godine kod traktora

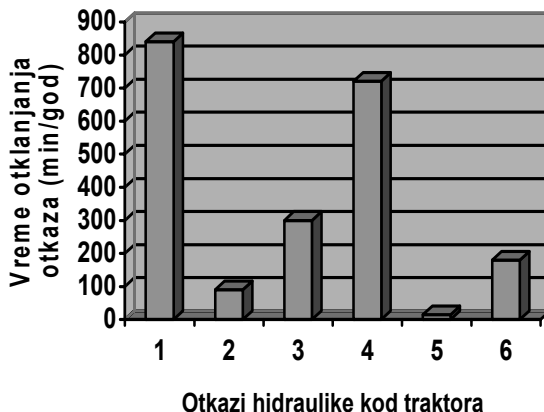
Operativna gotovost traktora je:

$$G_{OT}(t) = (t_R + t_S) / (t_R + t_S + t_F)$$

$$G_{OT}(t) = (1740 + 1850) / (1740 + 1850 + 60)$$

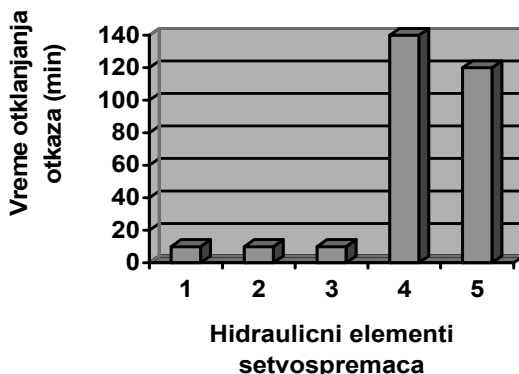
$$G_{OT}(t) = 0,98356$$

gde je:  $t_R = 1740h$ - vreme korišćenja (180 dana po 10h manje 60 h),  
 $t_F = 60h$ - vreme koje traktor provede u otkazu,  
 $t_S = 1850h$ - vreme kada se sistem ne koristi (185 dana po 10h).



Sl. 6. Grafički prikaz vremena otklanjanja otkaza hidraulike kod traktora

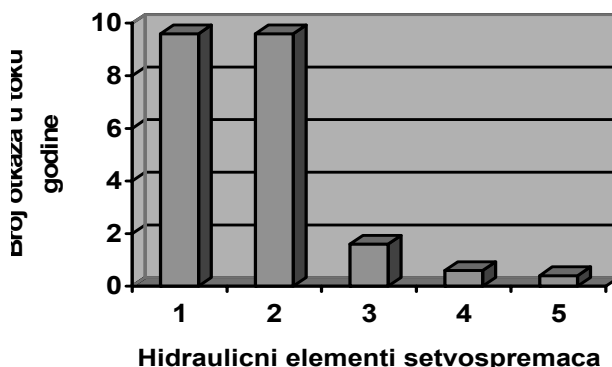
Vreme otklanjanja otkaza hidrauličnih elemenata setvospremača u toku godine, (slika: 7) ukazuju na složenost pojedinih otkaza.



Sl.7. Grafički prikaz vremena otklanjanja otkaza

Vreme otklanjanja otkaza kod hidrauličnog podsistema setvospremača u toku godine iznosi  $5,66 \approx 6$  časova. U stvarnosti otklanjanje jednog otkaza traje po više sati, a ne retko i po ceo dan (prijava, dolazak servisa ili odnošenje setvospremača u servis, dijagnostika i ostalo) Uglavnom su otkazi prouzrokovani curenjem radnog fluida odnosno lošim zaptivanjem pojedinih hidrauličnih elemenata.

Karakteristično je da broj otkaza (slika: 8), u toku godine hidrauličnih elemenata setvospremača se znatno više odnosi na manje kvarove koji se otklanjaju u kraćem vremenskom periodu, ali zbog učestalosti utiču znatno na operativnu gotovost.



Sl.8. Grafički prikaz broja otkaza

Operativna gotovost setvospremača je:

$$G_0 = \frac{t_k + t_s}{t_k + t_s + t_0}$$

$$G_0 = \frac{294 + 3350}{294 + 3350 + 6}$$

$$G_0 = 0,998$$



gde je:

$t_k=294$  (h/god)-vreme korišćenja,

$t_s=3350$ (h/god)-vreme kada plug ne radi ali je spreman za upotrebu,

$t_o=6$  (h/god)-vreme u otkazu.

Operativna gotovost agregata traktor-setvospremač se može dobiti analogno obrascu 3 za rednu vezu, odnosno:

$$G_{O \text{ AGREGATA TRAKT.-SETVOSPREM}} = G_{OT} \cdot G_{SETVOSPREM}$$

$$G_{O \text{ AGREGATA TRAKT.-SETVOSPREM}} = 0.98356 \cdot 0.998$$

$$G_{O \text{ AGREGATA TRAKT.-SETVOSPREM}} = 0,98159288$$

Ako se tome doda činjenica da realno vreme otklanjanja otkaza traje po nekoliko sati (a obično je agregat van eksploatacije jedan dan: traktor ili setvospremač se mora transportovati do radionice, popraviti i vratiti na njivu) daleko veće od vremena same popravke, i da je rad agregata uslovljen vremenskim (atmosferskim) uslovima, kao i kalendarskim vremenom (radi u toku godine manje od dva meseca), tada intenzitet (broj) otkaza prikazanih u tabeli jeste veoma indikativan za službu održavanja.

## 6. ZAKLJUČAK

Intenzitet, odnosno broj otkaza na hidraulici kod agregata traktor-setvospremač, odnosno operativna gotovost hidrauličnog podsistema agregata, jedan je od brojnih, ne i jedini i ne najoptimalniji kriterijum za ocenu kvaliteta održavanja. Ocnom kvaliteta održavanja pruža se mogućnost uvida dosadašnjeg rada službe održavanja, sagledaju propusti i preduzmu odgovarajuće akcije za njihovo otklanjanje. Rezultati istraživanja pokazuju da su najčešći otkazi kod hidraulike traktora zbog propuštanja ulja i otkaza razvodnika, a kod setvospremača otkazi samozaptivnih spojnica. Dobijena relativno visoka operativna gotovost agregata traktor-setvospremač ukazuje o dobrom preventivnom održavanju i pruža garanciju da će se planirani radovi uspešno obaviti u planiranim agrotehničkim rokovima. Takođe intenzitet otkaza hidrauličnih elemenata je i indikator u kom pravcu treba da se angažuje preventivno održavanje.

## 7. LITERATURA

- [1] Živković, D. Pozhidaeva, V. Molnar, R. Documentation Accompanying the Lubrication of Agricultural Machines and Requirements Relating to Quality Sistem Standards, 6<sup>th</sup> International Conference on Tribology Balkantrib-08, Tehnical University Sofia-Association Balkan Tribology, Sozopol, 2008.
- [2] Živković, D. Pozhidaeva, V. Sajfert, Z. Lubrication of Hay Press as Part of preventive maintenance, 6<sup>th</sup> International Conference on Tribology Balkantrib-08, Tehnical University Sofia-Association Balkan Tribology, Sozopol, 2008.
- [3] Veljic, M. Zivkovic,D. Availability of a Tractors Hydraulic System as a Criterion of Sccessfulness of Maintenance, XVIII International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2006.

- [4] Veljić, M. Poyidaeva, V. Živković, D. Availability of Hay Presses the System of Maintenance, 8<sup>th</sup> International Conference on AMO -Advanced Manufacturing Operations, Tehnical University Sofia, Karnevo, 2008, pp.381-385.
- [5] Dihovički, Đ. Dinamičko programiranje sajtova za elektronsku trgovinu-monografija, Visoka tehnička škola Novi Beograd, Beograd, (ISBN 978-86-86691-22-4), 2010.
- [6] Dihovički Đ. Simulacija objekata i procesa primenom Matlab programskog jezika - monografija, Visoka tehnička škola Novi Beograd, Beograd, (ISBN 978-86-86691-24-8), 2010.
- [7] Jovanić, D. Veljović A. Ranić M. Information Modelling of Welding Process Specification by Use Idefix Methodology, VII međunarodno savetovanje o dostignućima elektro i mašinske industrije, DEMI 2005, Banja Luka, Republika Srpskač
- [8] Jovanić D. Rančić M. Annex of Techno-economical Process Optimization of Machining by milling, 2<sup>nd</sup> Internaciona Conference RaDMI 2002, Vrnjačkaq Banja, 2002.
- [8] Živković, D. Veljić, M: Operating Readiness As a Criterion for Evaluating the Success of Implementing the System of Quality, 4<sup>th</sup> International Conference Research and Development in Mechanical Industry-RaDMI 2004, Zlatibor, 2004, pp.439-444.

## OPERATIONAL READINESS OF THE HIDRAULIC SUB-AGGREGATES TRACTOR-CULTIVATOR

**Veljić Milan<sup>1</sup>, Živković Dragan<sup>2</sup>, Marković Dragan<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Faculty of mechanical engineering, Belgrade, <sup>2</sup> High Technical School, Novi Beograd*

**Abstract:** The paper consist specifics relating to the operation and maintenance of the hydraulic sub-aggregates tractor-cultivator. As the works in the seasonal character of agriculture and must be done in strictly defined time intervals, any notice element aggregates tractor-cultivator, may bring into question the performance of primary processing soil and great material losses. Therefore, the aggregate of the tractor-cultivator requires very high reliability. The paper discusses the operational readiness of tractors as a measure of the effectiveness and quality of its maintenance. Also in the paper are the results of the research on the availability of aggregate tractor- cultivator on one agricultural good.

**Key words:** tractor, cultivator, operational readiness, maintenance.