

UDK: 631.51.022

OPERATIVNA GOTOVOST SETVOSPREMAČA KAO KRITERIJUM USPEŠNOSTI ODRŽAVANJA

Dragan Živković¹, Milan Veljić², Dragan Marković²

¹Viša tehnička škola Zrenjanin

²Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Sadržaj: U radu se analizira korektivno održavanje setvospremača, odnosno njegova operativna gotovost kao merilo kvaliteta uspešnosti preventivnog održavanja. Razmatrani su sistemi održavanja i efektivnost sistema kao i njihove prednosti i nedostaci. Istraživanje je vršeno na jednom poljoprivrednom imanju, a rezultati su prezentovani i analizirani u radu.

Ključne reči: *Setvospremač, hidraulični cilindar, operativna gotovost, pouzdanost.*

UVOD

Prilikom održavanja poljoprivredne tehnike važno je poznavanje pouzdanosti postojećih tehničkih sredstava, mašina mašinskog parka sa kojim raspolaže. Takođe kada se nabavljaju nova tehnička sredstva prvo treba utvrditi kvalitet i pouzdanost, odnosno koliko će to tehničko sredstvo raditi bez otkaza. Nepouzdanost povlači za sobom troškove, izgubljeno vreme, nepovoljne psihološke efekte, a u određenim slučajevima dovodi u pitanje ostvarenje plana proizvodnje. Zbog toga pri nabavci novih tehničkih sredstava u prvom planu treba da bude pouzdanost, a ne cena.

Setvospremači kao mašine za obavljanje nekoliko operacija u jednom proходу, pri dopunskoj obradi zemljišta, po konceptu je složena mašina najčešće sa velikom širinom zahvata i visoke proizvodnosti. Rade u toku godine kratak period vremena (oko mesec dana), dok ostalo vreme provode konzervirani i uskladišteni. Kako je njihov rad 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. Zadatak održavanja je da kroz različite vidove preventivnog održavanja spreči da ne dođe do otkaza.

SETVOSPREMAČ

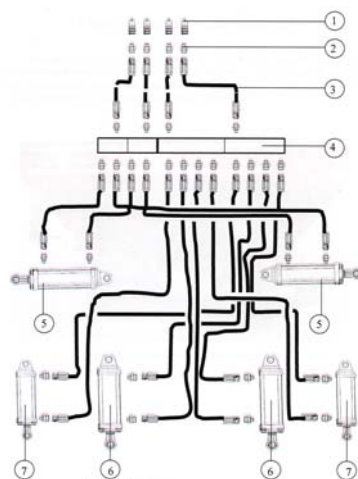
Osnovna namena setvospremači (slika: 1) je dopunska obrada zemljišta. Obavlja se nakon osnovne obrade zemljišta-oranja ili neposredno pred setvu, a u cilju sitnjenja, drobljenja zemljišta kao i njenog ravnjanja. Ovakvom obradom zemljišta povećava se rastrešenost zemljišta, održava vlage u zemljištu i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



Sl. 1. Obrada zemljišta setvospremačem

Kao mašina za obavljanje nekoliko operacija u jednom prohodu 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 ravnjanje 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 3,3 m 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 2580 kg 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 odižu u vertikalni položaj. Izvedba je sa dva točka na centralnom delu, a po jedan točak je na bočnim krilima.

Hidraulični podsistem setvospremača (slika: 2) 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 su spojeni sa spoljnom hidraulikom traktora.



- 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

Sl. 2. Hidraulični podsistem setvospremača

ODRŽAVANJE SETVOSPREMAČA

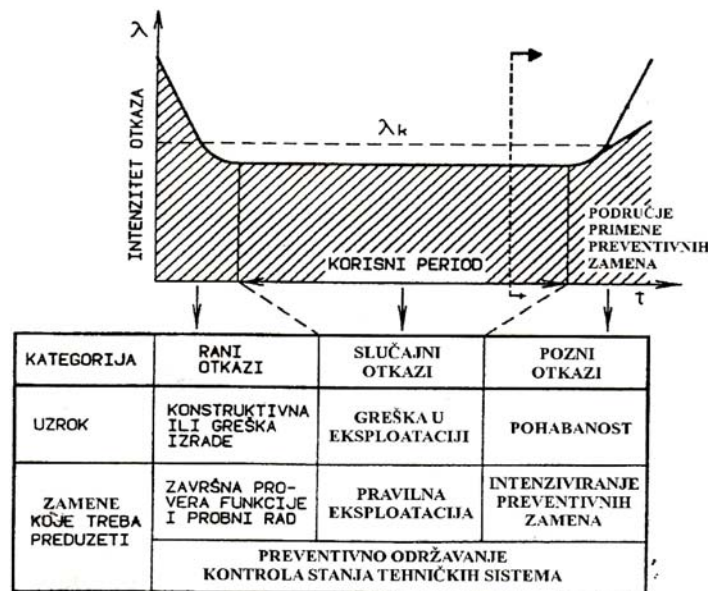
Otkazi predstavljaju narušavanje ispravnog stanja sistema, tako što sistem gubi radnu sposobnost, odnosno odstupa od definisanog funkcionisanja. Otkazi mogu biti: konstrukcijski, proizvodni i eksploatacijski (slika: 3). Prema karakteru ispoljavanja otkazi mogu biti: neočekivani i postepeni. Postepeni otkazi koji se mogu kontrolisati i prognozirati, nazivaju se prognozirani otkazi. Da bi se mogli prognozirati otkazi neophodno je poznavati dozvoljenu istrošenost, odnosno granicu istrošenosti elemenata tehničkog sistema.

Održavanje setvospremača se može definisati kao potreba preduzimanja tehničkih i drugih aktivnosti čiji je osnovni cilj da se obezbedi ispravnost opreme u procesu proizvodnje, uz minimalne troškove održavanja prouzrokovane zastojima zbog otklanjanja otkaza ili pak zbog troškova vezanih za održavanje, a kojima zastoji nisu direktni uzročnik.

Održavanje ima zadatak da otklanja otkaze i sprečava njihovu pojavu preventivnim održavanjem, odnosno da obezbedi pouzdano funkcionisanje proizvodnog sistema u toku njegovog rada i eliminiše sve zastoje do kojih može da dođe u procesu eksploatacije.

Osnovni ciljevi organizovanog procesa održavanja su:

- minimiziranje troškova zbog zastoja u radu usled neplaniranih otkaza,
- obezbeđivanje potrebnog nivoa pouzdanosti proizvodne opreme,
- održavanje kvaliteta proizvoda,
- povećanje produktivnosti rada.



Sl. 3. Karakteristične faze i aktivnosti pri eksploataciji tehničkih sistema

Osnovni ciljevi organizovanog procesa održavanja su:

- minimiziranje troškova zbog zastoja u radu usled neplaniranih kvarova,
- obezbeđivanje potrebnog nivoa pouzdanosti proizvodne opreme,
- postizanje boljeg kvaliteta proizvoda,
- povećanje produktivnosti rada.

Pravovremeno dijagnosticiranje stanja elemenata omogućava:

- bolju analizu pojave oštećenja,
- planiranje aktivnosti održavanja,
- bolju organizaciju aktivnosti održavanja,
- manje troškove obezbeđivanja rezervnih delova,
- zaustavljanje mašine pre pojave težih havarija,
- veću pouzdanost, raspoloživost i gotovost opreme.

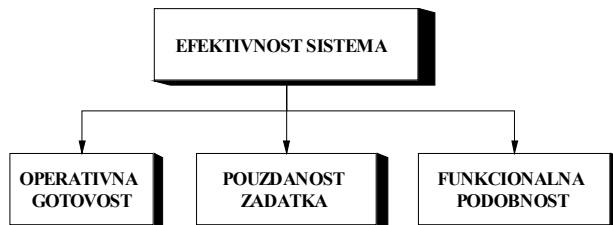
OPERATIVNA GOTOVOST

Kriterijumi za utvrđivanje kvaliteta proizvoda, ne i jedini, mogu biti: pouzdanost tehničkog sistema, intenzitet pojave kvara, operativna gotovost, raspoloživost opreme, funkcionalnost, saglasnost, upotrebljivost, izgled (dizajn), dokumentovanost i sl.

Efektivnost opreme, odnosno tehničkog sistema može se posmatrati kroz tri različita koncepta, odnosno kroz:

1. gotovost, pouzdanost i funkcionalnu podobnost,
2. raspoloživost, izdržljivost i sposobnost,
3. učinak, raspoloživost i korišćenje.

Ako se efektivnost opreme posmatra kroz gotovost, pouzdanost i funkcionalnu podobnost (slika: 4) predstavi u matematičkom obliku dobija se:



Sl. 4. Efektivnost sistema u funkciji: operativne gotovosti, pouzdanosti i funkcionalne podobnosti

$$E_s(t) = G(t) P_p(t) FP \quad (1)$$

gde je:

$E_s(t)$ - efektivnost opreme

$P_p(t)$ - pouzdanost opreme predstavlja verovatnoću da će oprema (sistem) uspešno vršiti funkciju kriterijuma u projektovanom vremenu trajanja i datim uslovima okoline.

FP - funkcionalna podobnost opreme predstavlja sposobnost opreme (tehničkog sistema) za uspešno prilagođavanje uslovima okoline u projektovanom vremenu trajanja rada.

$G(t)$ - operativna gotovost je verovatnoća da sistem, kada se koristi pod specifičnim uslovima, zadovoljavajuće funkcioniše u bilo kom trenutku vremena ili je spreman za upotrebu kada se to zahteva.

Gotovost je verovatnoća da sistem zadovoljavajuće funkcioniše ili je spreman za upotrebu u bilo kom trenutku vremena, kada se koristi na propisan način. Osnova za određivanje gotovosti je ukupno vreme (kalendarsko vreme korišćenja), vreme u radu i vreme u otkazu. (slika: 5). Matematički gotovost se može predstaviti izrazom:

$$G(t) = \frac{t_0}{t} = \frac{t_0}{t_k + t_0} = \frac{\sum t_{ki}}{\sum t_{ki} + \sum t_{0i}} \quad (2)$$

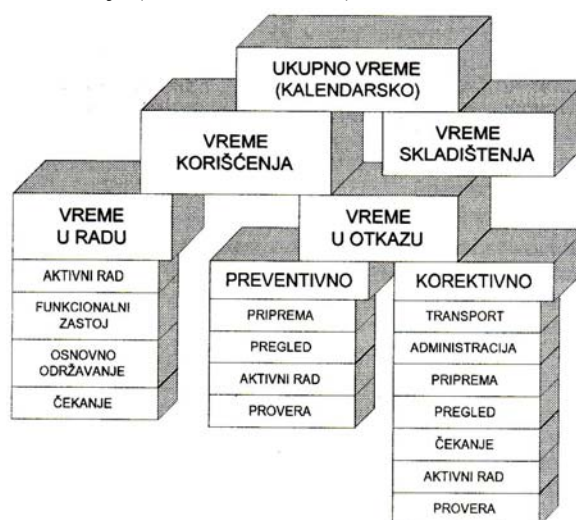
gde je:

$G(t)$ - funkcija gotovosti,

t_k (h)- vreme u radu obuhvata vreme kada se sredstvo koristi i vreme kada se ne koristi ali je spremno za upotrebu (osim vremena provedenog u skladištu),

t_0 (h)- vreme u otkazu,

t (h)- vreme korišćenja (kalendarsko vreme).



Sl. 5. Komponente ukupnog vremena [5]

Gotovost neke poljoprivredne mašine je njena spremnost da se u bilo kom trenutku uključi u rad i da ispravno radi. Gotovost je karakteristika slučajnog karaktera jer su činioci koji određuju njenu vrednost slučajni. Kao za pouzdanost i za gotovost sreće se veći broj definicija. U opštem slučaju gotovost se može definisati sledećom formulacijom:

Sa stanovišta potreba održavanja nekada nije dovoljno iskazati gotovost samo kao odnos vremena u radu i ukupnog vremena. Često se ukazuje potreba da se preko gotovosti, kao mere kvaliteta sistema održavanja, sagleda uticaj pojedinih faktora. Pošto su vremena u radu i u otkazu složene vremenske kategorije to se gotovost može iskazati pomoću odgovarajućih komponenti tog vremena koje bliže određuju pojedine osobine sistema održavanja. U tom smislu posebno su značajne unutrašnja i ostvarena gotovost.

Operativna gotovost je vrlo slična raspoloživosti, a razlika je u tome što operativna gotovost uključuje mogućnost da se sistem, određeno vreme nalazi u skladištu, što je vrlo čest slučaj kod poljoprivredne opreme. Kako većina poljoprivredne opreme veći deo vremena provodi uskladištena, to je operativna gotovost pogodna za definisanje

pouzdanosti poljoprivredne opreme. Operativna gotovost u matematičkom obliku se može prikazati kao:

$$G_O(t) = \frac{t_K + t_S}{t_K + t_S + t_O}, \quad (3)$$

gde je:

- t_K (h) - vreme korišćenja,
- t_O (h) - vreme koje sistem provede u otkazu,
- t_S (h) - vreme koje se sistem ne koristi.

"Za razliku od efektivnosti sistema koja razmatra verovatnoću u toku remenskog 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" [4].

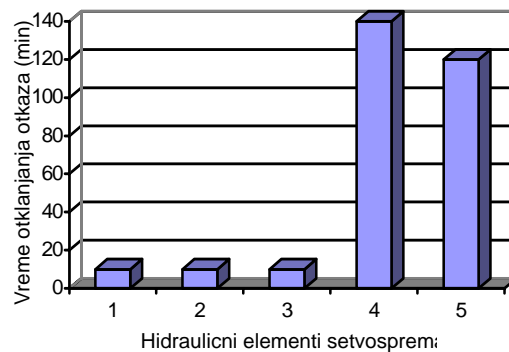
REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Praćenje rada setvospremača vršeno je na nekoliko poljoprivrednih imanja u srednje Banatskom okrugu. U rezultatima praćenja (tabela: 1) su date prosečne vrednosti pojave broja otkaza, kao i vreme njihovog otklanjanja na pojedinim elementima hidrauličnog podsistema setvospremača.

Tabela 1. 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

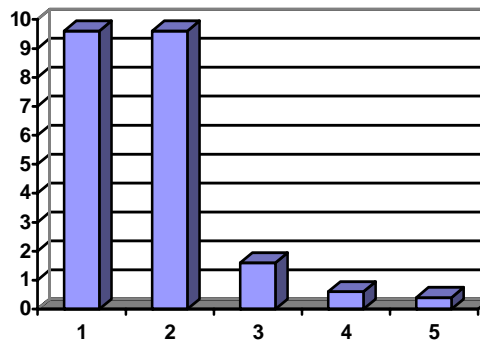
Vreme otklanjanja otkaza hidrauličnih elemenata setvospremača u toku godine, (slika: 6) ukazuju na složenost pojedinih otkaza.



Sl. 6. Grafički prikaz vremena otklanjanja otkaza

Vreme otklanjanja otkaza kod hidrauličnog podsistema setvospremača u toku godine iznosi 5,66≈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: 7), 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.



Hidraulični elementi setvosprem:
Sl. 7. Grafički prikaz broja otkaza

Operativna gotovost je:

$$G_0 = (t_k + t_s) / (t_k + t_s + t_0) = (294 + 3350) / (294 + 3350 + 6) = 0,998$$

gde je:

$t_k = 294$ (h/god) - vreme korišćenja,

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

$t_0 = 6$ (h/god) - vreme u otkazu.

Popravka hidrauličnog sistema zahteva pored vremena efektivne popravke i vreme za: transport setvospremača do radionice; administrativno evidentiranje otkaza i izdavanje odgovarajućih radnih naloga; Pripremu službe održavanja da pristupi održavanju (razna uputstva od proizvođača, karton mašine itd.), pregled mašine i dijagnostika kvara, provera uspešnosti odgovarajuće intervencije i vraćanje setvospremača na njivu. Između ovih aktivnosti pojavljuje se gubitak vremena na čekanju između završetka jedne i početka druge aktivnosti što se može smanjiti boljom organizacijom rada.

ZAKLJUČAK

Setvospremači rade u toku godine kratak period vremena (oko mesec dana), dok su ostalo vreme konzervirani i uskladišteni. Kako je njihov rad vremenski ograničen i zavisi od vremenskih prilika to svaki otkaz u toku sezone, dovodi do smanjenja obima proizvodnje. I pored dobre operativne gotovosti (0,998) njihov otkaz za vreme dopunske obrade zemljišta može dovesti do nemogućnosti kvalitetne obrade raspoložive površine predviđene za setvu. Dobijene vrednosti operativne gotovosti hidrauličkog podsistema setvospremača i ako nije obuhvatio sve gubitke vremena (navedenih u radu) i dalje je

vrlo indikativan za poboljšanje rada službe održavanja. Pravilno održavanje hidrauličnog podsistema setvospremača, njihovo redovno podmazivanje i korišćenje kvalitetnih ulja može umnogome da smanji broj slučajnih otkaza. Smanjivanjem broja otkaza kod setvospremača povećava se njihov kapacitet i smanjuju gubici proizvodnje usled čekanja proizvodnih aktivnosti na popravku i njihovo ponovno dovođenje u funkciju.

LITERATURA

- [1] Živković, D. Pozhidaeva, V. Molnar, R. Documentation Accompanying the Lubrication of Agricultural Machines and Requirements Relating to Quality System Standards, 6th International Conference on Tribology Balkantrib-08, Tehnical University Sofia-Association Balkan Tribology, Sozopol, 2008.
- [2] 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.
- [3] Veljić, M. Poyidaeva, V. Živković, D. Availability of Hay Presses the System of Maintenance, 8th International Conference on AMO -Advanced Manufacturing Operations, Tehnical University Sofia, Karnevo, 2008, pp. 381-385.
- [4] Vujanović N. Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Vojnoizdavački centar, 1990, Beograd, 1990.
- [5] Micić, J. Ercegović, Đ. Novaković, D. Đević, M. Oljača, M. Radivojević, D. Božić, S. Savremena poljoprivredna tehnika u biljnoj proizvodnji - monografija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet u Beogradu, Institut za poljoprivrednu tehniku, Beograd, 1977.

Ovaj rad je rezultat projekta TR 20092A "Efekti primene i optimizacija novih tehnologija, oruđa i mašina za uređenje i obradu zemljišta u biljnoj proizvodnji", koji finansira Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

OPERATIONAL READINESS AS CRITERIA IN SUCCESSFULL SEED BED CULTIVATOR MAINTENANCE

Dragan Živković¹, Milan Veljić², Dragan Marković³

¹*VTŠ Zrenjanin, zivkkev@drenik.net*

²*Faculty of Mechanical Engineering*

mveljic@mas.bg.ac.rs. dmarkovic@mas.bg.ac.rs

Abstract: In this paper is analysed seed bed cultivator editing maintenance as well as their operational readiness as criteria quality of successful for prophylaxislz maintenance. It is refere system of maintenance and energy of system as well as their adventure and defaultes. Research was escorted on the farm. Results was presented ans analysed in this paper.

Key words: *seed bed cultivator, hidraulic cilindar, operational readiness, assurance.*