

**SISTEM ZA PRAĆENJE I PLANIRANJE ALATA U TEHNOLOŠKOM PROCESU MONTAŽE AUTOMOBILSKIH KOMPONENTI****SYSTEM FOR TOOL MONITORING AND PLANNING IN ASSEMBLY PROCESS OF AUTOMOTIVE COMPONENTS**Nemanja Dimitrijević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** – Osnovni cilj ovog rada je predstavljanje sistema za praćenje i planiranje alata u tehnološkom procesu montaže automobilske komponente. Shodno tome, pažnja je usmerena na organizaciju servisne tačke i njegov značaj u tehnološkom procesu u cilju skraćivanja vremena zastoja zbog alata i povećanju ukupne efikasnosti opreme.

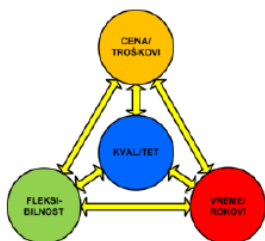
**Ključne reči:** Praćenje i planiranje održavanja alata, redukcija vremena, preventivno i korektivno održavanje

**Abstract** – The main objective of this work is to present system for monitoring and planning tools in the technological process of assembly of automotive components. Consequently, attention is focused on the organization of the service point and its significance in the technological process in order to reduce downtime due to tools and increase overall efficiency of the equipment.

**Key words:** Tool monitoring and planning maintenance, time reduction, preventive and corrective maintenance

**1. UVOD**

Vreme je danas veoma dragoceno i veoma utiče na proizvodnju i cenu proizvoda. Prisutna je česta promena zahteva tržišta, što znači da industrija treba da se u što kraćem roku prilagodi zahtevima. Potražnja za inovativnim proizvodima koje poseduju neke specifične karakteristike konstantno raste. To znači da kompanija mora da ispuni zahteve kupca za specijalnim karakteristikama proizvoda i traženi kvalitet, da se proizvod izradi u što kraćem roku, a da pri tome cena proizvoda bude minimalna (slika 1). Takav proizvod predstavlja veliki izazov za kompaniju.



Slika 1. Zavisnost uticajnih faktora u proizvodnji

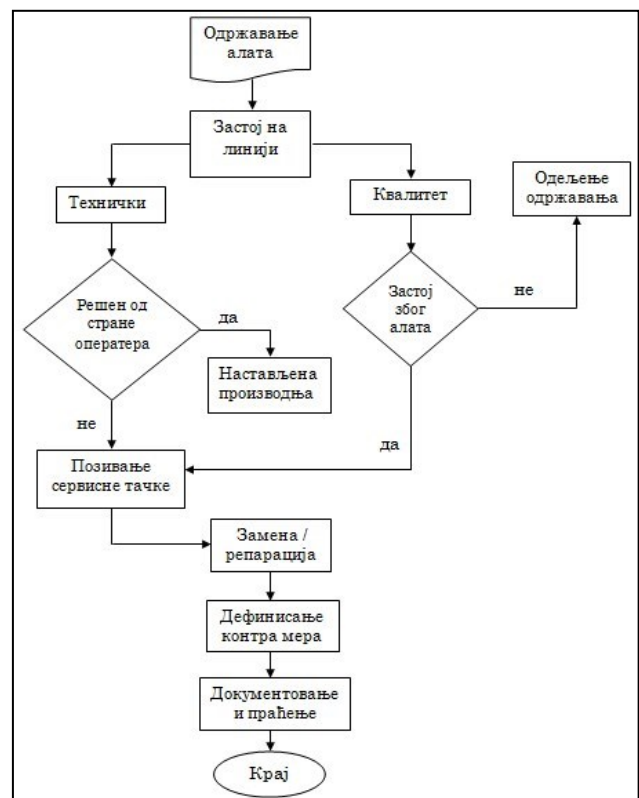
**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mijodrag Milošević, vanr. prof.

Obezbeđivanje traženog kvaliteta proizvoda zahteva ispravne, pouzdane i dugotrajne alate. Samim tim, ispunjenjem tih zahteva proizvodne linije će raditi bez tehničkih zastoja i imaće veliku ukupnu efikasnost opreme. U vezi sa tim, u nastavku će se predstaviti servisna tačka, tok informacija i njen odnos prema proizvodnim linijama. Takođe, prikazaće se i analiza jednog problema i njegovo rešenje [3].

**2. PRIKAZ STRUKTURE SERVISNE TAČKE**

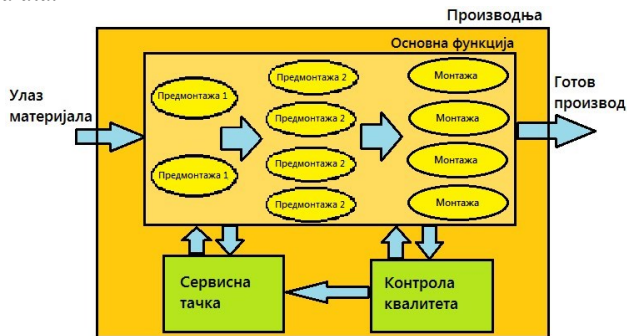
Da bi se moglo izvršiti održavanje tehničkog sistema neophodno je prethodno realizovati sve aktivnosti na nivou razvoja, razrade i istraživanja, kao i analizirati i informacije dobijene preko povratne veze, koje idu preko svih ostalih aktivnosti [2]. Algoritmom datim na slici 2 definisan je tok procesa kada se aktivira servisna tačka u odeljenju proizvodnje. Sve do tada, servisna tačka radi po tačno definisanim zadacima i sopstvenim algoritmom koji će kasnije biti prikazan u radu.



Slika 2. Algoritam toka procesa

Алгоритам се састоји из два дела. Део техничких застоја и застоја због квалитета. Уколико је застој због квалитета везан за алате, оделjenje позива техничаре сервисне тачке, врши се замена или репарација дела, дефинишу се контра мере, документује се и прати статус алата. До оваквих застоја долази најчешће због похабаности компоненти алата који утиче на неправилно постављање и позиционирање делова у производ.

Уколико је застој због кvara алата први корак је да оператор на линији покуша да реши квар (нпр. поновно дотежање компоненти алата). Уколико се проблем реши, производња се наставља под условом контролисања следећег дела од стране вође линије. Уколико оператор не реши проблем позива се техничар из сервисне тачке који даље наставља рад по алгоритму. Врши се репарација или замена, дефинишу се контра мере, документује се и прати статус алата.

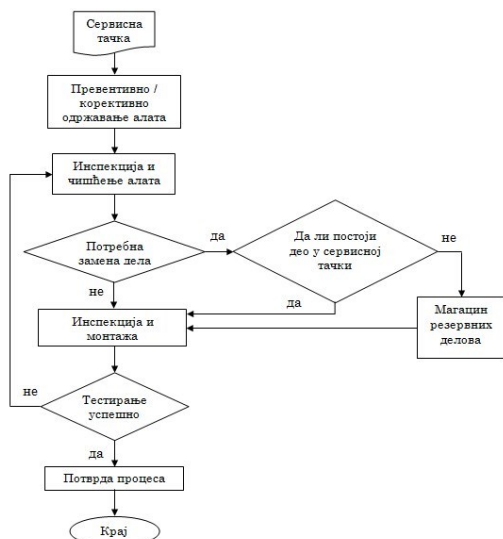


Слика 3. Дијаграм тока информација у производњи

На слици 3. видимо да у оделjenju производње постоје производне линије, који чине основну и најважнију функцију фабрике, сервисну тачку и оделjenje квалитета.

Сервисна тачка је, такође, у повратној вези са производним линијама. Застоји због алата на линијама се документују, анализирају и доступни су сервисној тачки. Дефинисањем контра мера, модификацијама алата и пружањем потребних обука за коришћење алата, сервисна тачка пружа производним линијама. Такође, извор информација о проблемима је и оделjenje квалитета уколико производ није по спецификацијама, а утврђено је да је проблем због алата.

На слици 4. је приказан алгоритам функционисања сервисне тачке.



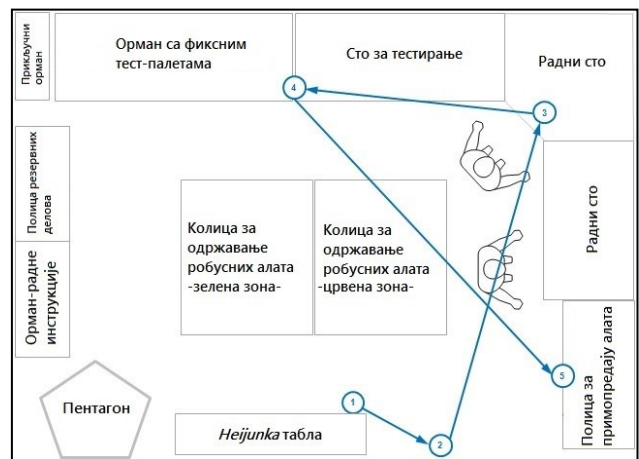
Слика 4. Алгоритам функционисања сервисне тачке

У алгоритму видимо да одржавање алата креће од расклапања, чишћења и инспекције. Уколико је потребно заменити део, а нема га у сервисној тачки, потребно је отићи до магацина резервних делова, узети део, вратити се назад и наставити репарацију. Након монтаже и поновне инспекције, alat се ставља на тест палету и тестира се према предвиђеној процедури за тај alat. Сва додатна podešavanja на alatu се врше у овом корaku. Међутим, ако alat не прође тест палету и тестирање буде неуспешно, поново се alat мора расклопити и извршити инспекција. Уколико alat прође корак тестирања, потврђује се процес затварањем картице, односно налога за сервисирање алата, и alat се оставља на полицу са осталим завршеним alatima.

Организација тока алата зависи од врсте одржавања:

- Превентивно одржавање
- Корективно одржавање

Планирано или превентивно одржавање обухвата низ активности у циљу спречавања оtkаза и одржавања система у радном стању [1]. Другим речима, унапред оtkлања узроке потенцијалних оtkаза система.



Слика 5. Ток алата приликом превентивног одржавања

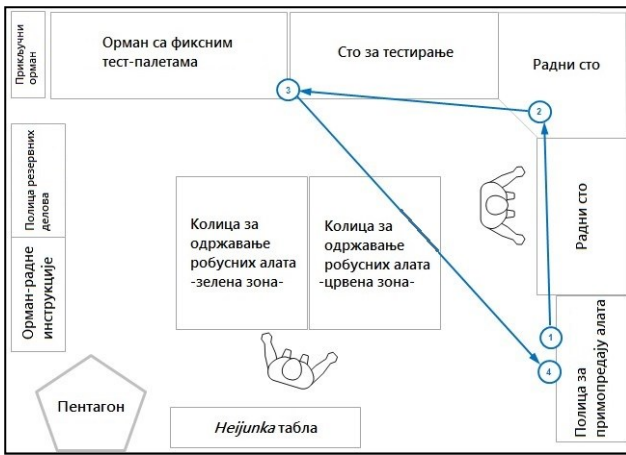
Кораци су следећи (слика 5):

1. Преглед плана одржавања и узимање картица према плану,
2. Оdlazак по alat у враћање у сервисну тачку,
3. Расклапање, сервисирање и склапање алата,
4. Тестирање и podešavanje алата,
5. Остављање алата на полицу за примопредaju, попуњавање картице и остављање картице назад на таблу.

Корективно одржавање представља skup радњи и поступака којима се технички систем из стања оtkаза враћа у радно стање [1]. Другим речима, технички систем се поправља да би се довео у радно стање. Овај тип одржавања је још увек најчешћи начин одржавања техничких система.

Кораци приликом корективног одржавања су следећи (слика 6):

1. Узимање алата и радног налога из црвене зоне са полице за примопредaju алата,
2. Расклапање, сервисирање и склапање алата,
3. Тестирање и podešavanje алата,
4. Остављање алата у зеленој зони на полицу за примопредaju алата, попуњавање радног налога и одлагање налога у регистратор са осталим налозима за сервисирање алата.



Slika 6. Tok alata prilikom korektivnog održavanja

### 3. SISTEM ZA PRAĆENJE ODRŽAVANJA ALATA

Praćenje alata se izvodi na dva načina. Prvi način je praćenje alata na vremenskoj bazi, a drugi način je praćenje alata na bazi proizvedenih delova.

Sistem praćenja alata na vremenskoj bazi se sastoji od razlike sadašnjeg datuma i datuma poslednjeg održavanja alata (slika 7). Razlika pokazuje broj dana od poslednjeg održavanja alata i ukoliko taj broj pređe definisanu vrednost, status alata prelazi u planiranje alata za održavanje [3].

Common		Date	9/2/2018	OK	Upozorenje
Tool name	Plate No.	Register button	Tool Status	Number of maintenances	Date of last maintenance
3C10-1	A05000011		OK	7	8/29/2018
3C10-2	A05000012		OK	7	8/29/2018
3C10-3	A05000013		OK	7	8/29/2018
3C10-4	A05000014		OK	6	7/10/2018
3C11-1	A05000015		OK	7	6/29/2018
3C11-2	A05000016		OK	7	8/29/2018
3C11-3	A05000017		OK	8	8/29/2018
3C14-1	A05000018		OK	6	8/30/2018
3C14-2	A05000019		OK	6	8/30/2018
3C15-1	A05000020		OK	6	8/29/2018
3C15-2	A05000021		OK	6	8/29/2018
C16-1	A05000022		OK	4	8/29/2018

Slika 7. Praćenje alata na vremenskoj bazi

U sistem praćenja alata na vremenskoj bazi ulaze alati koji su jednostavni, sastoje se samo od nekoliko komponenta, imaju povećanu postojanost na liniji i obezbeđuju traženi kvalitet tokom velike većine svog životnog veka. Takvi alati se ne repariraju nego zamenjuju sa rezervnim. Takođe, alati koji spadaju u ovaj sistem su slični alati koji se razlikuju samo u nekim malim sitnicama.

Postoje tri statusa alata u proizvodnji (slika 8): zeleni (alat nije dostigao vrednost za planiranje održavanja), žuti (alat je dostigao vrednost za planiranje održavanja i ulazi u sistem za planiranje) i crveni (alat je dostigao kritičnu vrednost i za njega se planira dodatno održavanje).

Common		Date	9/2/2018	OK	Upozorenje
Tool name	Plate No.	Register button	Tool Status	Number of maintenances	Date of last maintenance
3C10-1	A05000011		OK	7	8/29/2018
3C10-2	A05000012		OK	7	8/29/2018
3C10-3	A05000013		OK	7	8/29/2018
3C10-4	A05000014		OK	6	7/10/2018
3C11-1	A05000015		OK	7	6/29/2018
3C11-2	A05000016		OK	7	8/29/2018
3C11-3	A05000017		OK	8	8/29/2018
3C14-1	A05000018		OK	6	8/30/2018
3C14-2	A05000019		OK	6	8/30/2018
3C15-1	A05000020		OK	6	8/29/2018
3C15-2	A05000021		OK	6	8/29/2018
C16-1	A05000022		OK	4	8/29/2018

Slika 8. Status alata u proizvodnji

Potvrda procesa se obavlja preko forme za registrovanje održavanja alata (slika 9).

Slika 9. Forma za registrovanje održavanja alata

Forma sadrži sledeće podatke:

- Jedinstvena oznaka alata,
- Linija,
- Naziv alata,
- Rezultat inspekcije alata koji sadrži pitanja vezana za alat,
- Rezultat održavanja alata ukoliko je nešto zamenjeno,
- Polja za dodatne komentare,
- Spisak tehničara,
- Taster za poništavanje forme,
- Taster za snimanje forme.

U bazi podataka se nalaze rezultati potvrde procesa (slika 10). Ona sadrži:

- Sve podatke iz registracione forme (jedinstveni broj alata, liniju, naziv alata, popunjen upitnik, dodatne komentare),
- Vreme i datum kada je izvršena potvrda procesa,
- Ime i prezime tehničara koji je servisirao alat.

Tool ID	Provera mehanickih komponenti?	Provera elektrickih komponenti?	Provera da li ima osetecija na alatu?	Provera da li su alati povezani po sem?	Zamena/Reparacija mehanickih komponenti.	Zamena elektrickih komponenti.	Zamena osetecnih delova.	Planovno povezivanje alata.	Techician	Date	Time
A05000001	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:55 PM Plaka 2 WSA2
A05000002	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:54:26 PM Plaka 2 WSA1
A05000003	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:54:33 PM Plaka 4 WSA1
A05000004	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:54:38 PM Plaka 5 WSA2
A05000005	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:54:43 PM Plaka 2 WSA2
A05000006	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:54:48 PM Plaka 3 WSA2
A05000007	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:54:53 PM Plaka 4 WSA2
A05000008	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:54:58 PM Plaka 5 WSA2
A05000009	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:03 PM Plaka 6 WSA2
A05000010	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:08 PM Plaka 1 WSA3
A05000011	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:13 PM Plaka 2 WSA3
A05000012	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:18 PM Plaka 3 WSA3
A05000013	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:23 PM Plaka 4 WSA3
A05000014	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:28 PM Plaka 5 WSA3
A05000015	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:33 PM Plaka 6 WSA3
A05000016	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:38 PM Plaka 1 WSA4
A05000017	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:43 PM Plaka 2 WSA4
A05000018	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:48 PM Plaka 3 WSA4
A05000019	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:53 PM Plaka 4 WSA4
A05000020	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:55:58 PM Plaka 5 WSA4
A05000021	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:03 PM Plaka 6 WSA4
A05000022	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:08 PM Plaka 1 WSA5
A05000023	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:13 PM Clipping cylinder I
A05000024	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:18 PM Clipping cylinder II
A05000025	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:23 PM Clipping cylinder III
A05000026	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:28 PM Clipping cylinder IV
A05000027	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:33 PM Clipping cylinder V
A05000028	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:38 PM Clipping cylinder VI
A05000029	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:43 PM Clipping cylinder VII
A05000030	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:48 PM Clipping cylinder VIII
A05000031	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:53 PM Clipping cylinder IX
A05000032	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:56:58 PM Clipping cylinder X
A05000033	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:03 PM Clipping cylinder XI
A05000034	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:08 PM Clipping cylinder XII
A05000035	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:13 PM Clipping cylinder XIII
A05000036	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:18 PM Clipping cylinder XIV
A05000037	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:23 PM Clipping cylinder XV
A05000038	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:28 PM Clipping cylinder XVI
A05000039	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:33 PM Clipping cylinder XVII
A05000040	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:38 PM Clipping cylinder XVIII
A05000041	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:43 PM Clipping cylinder XIX
A05000042	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:48 PM Clipping cylinder XX
A05000043	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:53 PM Clipping cylinder XXI
A05000044	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:57:58 PM Clipping cylinder XXII
A05000045	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:03 PM Clipping cylinder XXIII
A05000046	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:08 PM Clipping cylinder XXIV
A05000047	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:13 PM Clipping cylinder XXV
A05000048	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:18 PM Clipping cylinder XXVI
A05000049	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:23 PM Clipping cylinder XXVII
A05000050	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:28 PM Clipping cylinder XXVIII
A05000051	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:33 PM Clipping cylinder XXIX
A05000052	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:38 PM Clipping cylinder XXX
A05000053	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:43 PM Clipping cylinder XXXI
A05000054	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:48 PM Clipping cylinder XXXII
A05000055	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:53 PM Clipping cylinder XXXIII
A05000056	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:58:58 PM Clipping cylinder XXXIV
A05000057	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:03 PM Clipping cylinder XXXV
A05000058	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:08 PM Clipping cylinder XXXVI
A05000059	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:13 PM Clipping cylinder XXXVII
A05000060	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:18 PM Clipping cylinder XXXVIII
A05000061	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:23 PM Clipping cylinder XXXIX
A05000062	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:28 PM Clipping cylinder XXXX
A05000063	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:33 PM Clipping cylinder XXXXI
A05000064	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:38 PM Clipping cylinder XXXXII
A05000065	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:43 PM Clipping cylinder XXXXIII
A05000066	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:48 PM Clipping cylinder XXXXIV
A05000067	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:53 PM Clipping cylinder XXXXV
A05000068	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	2:59:58 PM Clipping cylinder XXXXVI
A05000069	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:03 PM Clipping cylinder XXXXVII
A05000070	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:08 PM Clipping cylinder XXXXVIII
A05000071	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:13 PM Clipping cylinder XXXXIX
A05000072	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:18 PM Clipping cylinder XXXXX
A05000073	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:23 PM Clipping cylinder XXXXXI
A05000074	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:28 PM Clipping cylinder XXXXXII
A05000075	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:33 PM Clipping cylinder XXXXXIII
A05000076	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:38 PM Clipping cylinder XXXXXIV
A05000077	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:43 PM Clipping cylinder XXXXXV
A05000078	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:48 PM Clipping cylinder XXXXXVI
A05000079	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:53 PM Clipping cylinder XXXXXVII
A05000080	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:00:58 PM Clipping cylinder XXXXXVIII
A05000081	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:01:03 PM Clipping cylinder XXXXXIX
A05000082	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:01:08 PM Clipping cylinder XXXXXX
A05000083	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:01:13 PM Clipping cylinder XXXXXXI
A05000084	OK	OK	OK	OK					Paripovic Milos	8/18/2018	3:01:18 PM Clipping cylinder XXXXXXII
A05000085	OK	OK	OK	OK							

Cramping		Date	9/2/2018	Clean	Warning	Stop	
Tool name	Plate No.	Register button	Produced amount	Tool Status	Number of maintenances	Date of last maintenance	Overall produced amount
Jaws 1A	A01010047		3979		43	8/25/2018	323168
Jaws 1B	A01010048		3979		44	8/25/2018	323168
Jaws 1C	A01010049		3979		43	8/25/2018	324980
Jaws 1D	A01010050		3979		43	8/25/2018	324980
Jaws 2A	A01010051		6721		1	8/2/2017	7422
Jaws 2B	A01010052		6721		1	8/2/2017	7422
Jaws 3A	A01010053		6284		25	8/24/2018	180933
Jaws 3B	A01010054		6284		24	8/24/2018	180933
Jaws 3C	A01010055		6132		24	8/24/2018	180933
Jaws 3D	A01010056		6132		24	8/24/2018	180933
Jaws 4A	A01010057		0		11	8/29/2018	110741
Jaws 4B	A01010058		0		12	8/29/2018	110741
Jaws 4C	A01010059		0		11	8/29/2018	110893
Jaws 4D	A01010060		0		12	8/29/2018	110893
Jaws 5A	A01010061		7460		80	8/23/2018	806316
Jaws 5B	A01010062		7460		80	8/23/2018	806316
Jaws 5C	A01010063		0		84	8/31/2018	898851
Jaws 5D	A01010064		0		84	8/31/2018	898851

Slika 11. Tabela na bazi proizvedenih delova

U sistem praćenja alata na bazi proizvedenih delova ulaze alati koji su komplikovaniji, sastoje se od većeg broja standardnih komponentata (linearni i radijalni ležajevi, pneumatski cilindri...), imaju povećanu postojanost na liniji i ključni su za obezbeđenje kvaliteta tokom velike većine svog životnog veka. Takvi alati se repariraju, a preventivno se menjaju standardni delovi tih alata [3].

#### 4. PREDSTAVLJANJE I REŠENJE PROBLEMA SA KALIBRACIONIM PINOVIMA

Proces provlačenja je visokoproduktivan i vrlo precizan postupak koji se primenjuje za finu obradu otvora i profilnih oblika. Glavno kretanje je pravolinijsko i izvodi ga alat. Alat za provlačenje je oblika kojeg treba da bude finalni deo. Razlikuje se unutrašnje i spoljašnje provlačenje. U ovom slučaju se koristi kalibracioni pin koji postavlja konačnu dimenziju na delu.

Provlačenjem kalibracionog pina kroz čauru koja je upresovana u aluminijumsko kućište dobijamo konačnu meru sa propisanim tolerancijama. Posle izvesnog vremena, kalibracioni pin se pohaba, mera izlazi iz granica tolerancije i pin se mora zameniti sa novim.

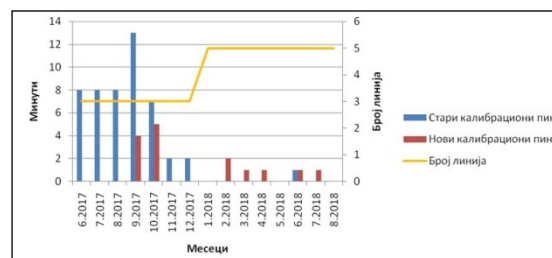
Zbog povećanih tehničkih zastoja i troškova zamene kalibracionih pinova potrebno je pronaći bolje rešenje koje će smanjiti troškove zamene i tehničke zastoje. Pošto se geometrija kalibratora nije mogla promeniti zbog dimenzionih ograničenja, pokušano je sa materijalom koji će imati veću površinsku tvrdoću i glatku poliranu spoljašnju površinu.

Materijal koji je korišćen je 1.2379 (H 55SrVMo12-1), iliti alatni čelik Č.4850, i imao je tvrdoću od 58HRC do 60HRC. Materijal sadrži 1.55% ugljenika, 0.3% silicijuma, 0.3% mangana, 12% hroma, 0.7% molibdena, 0.8% vanadijuma. Karakteristike ovog čelika je vrlo visoka otpornost na abrazive, umerena obradivost, dobra postojanost, žilavost.

Novi kalibracioni pin koje je testiran i koji se pokazao kao bolje rešenje je od materijala G10. Ovaj materijal u sebi sadrži 1% ugljenika, 15% hroma, 1% molibdena, 0.2% vanadijuma i 1.5% kobalta. Tvrdoća materijala nakon termičke obrade je oko 90 HRA. Kada se prebaci u HRC tvrdoća je oko 74-76 HRC. Kako je nakon termičke obrade ovaj materijal dosta tvrdi, a takođe i otporniji na habanje, uzet je za izradu kalibracionih pinova.

Na slici 12 vidimo da se od 11. meseca 2017. godine redukovala potrošnja kalibracionih pinova. Razlog toga je zamena novih pinova sa starim, što se može videti povećanom potrošnjom u devetom i desetom mesecu iste godine. Ukupna potrošnja starih kalibracionih pinova u ovom posmatranom periodu je 49 komada. Potrošnja

novih pinova u posmatranom periodu je 15 komada. Potrošnja je redukovana za 70%. Postignuta je ušteda u troškovima, stabilniji proces i ostvaren sigurniji kvalitet proizvoda i montaža proizvoda prema specifikacijama.



Slika 12. Dijagram zamene kalibracionih pinova

#### 5. ZAKLJUČAK

Prednost servisne tačke u proizvodnji se može videti kroz više stvari: stabilan sistem održavanja alata i planiranja održavanja alata, sistem testiranja i simulacije rada alata kao na liniji i praćenje i analiza tehničkih gubitaka na dnevnom nivou za svaku liniju posebno.

Prostorni plan servisne tačke i tačno definisanje kretanja tehničara prilikom svake situacije (preventivno i korektivno održavanje) standardizuje rad i smanjuje mogućnost greške tehničara u nekim od tih koraka.

Velika prednost je, takođe, mogućnost podešavanja alata na servisnoj tački. Simulacijom rada alata kao na liniji može se podesiti alat i odmah nakon toga biti pušten u proizvodnju bez dodatnih podešavanja. Ovim redukujemo vreme zastoja na liniji i podešavanje alata na samoj liniji.

Glavni fokus i efikasnost servisne tačke se postiže sistemom za praćenje i planiranje održavanja alata. Praćenje na vremenskoj bazi sadrži jednodielne alate koji omogućuju dugotrajnu postojanost na liniji. Praćenje alata na bazi proizvedenih delova sadrži alate koji su složeniji, sastoje se iz sklopova i imaju veći uticaj na kvalitet proizvoda. Prednost praćenja alata na bazi proizvedenih delova omogućava fokusiranje na pojedinačne alate, a ne na grupu alata, što povećava kapacitet servisne tačke.

#### 6. LITERATURA

- [1] Milovanović, Z., Papić, L.J., "Održavanje i pouzdanost tehničkih sistema", Mašinski fakultet, Univerzitet u Banja Luci, 2007.
- [2] Todić, V., Penezić, N., Lukić, D., Milošević, M "Tehnološka logistika i preduzetništvo", FTN, Novi Sad, 2011.
- [3] Dimitrijević, N.: „Sistem za praćenje i planiranje alata u tehnološkom procesu montaže automobilskih komponenti“, master rad, FTN, Novi Sad, 2018.

#### Kratka biografija:



**Nemanja Dimitrijević** rođen je u Šapcu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Proizvodno mašinstvo, smer računarom podržane tehnologije, odbranio je 2018. god.