

Dorde Ćeranić,
dipl. inž.

Autokomerc,
Beograd

Dr Petar Stanojević,
major, dipl. inž.

Vojna akademija
Škola nacionalne odbrane,
Katedra logistike,
Beograd

DIJAGNOSTIKA SAVREMENIH MOTORNIH VOZILA

Uvod

Sistemi održavanja (SOD) imaju za cilj da pruže kvalitetne usluge održavanja u odnosu na korisnike tehničkih sredstava (TS). Može se zaključiti da se kvalitet usluga održavanja prvenstveno sastoji u obezbeđenju i povećanju upotrebnog kvaliteta TS i njihovih elemenata sigurnosti funkcionisanja (što uključuje raspoloživost, pouzdanost, pogodnost održavanja i logističku podršku SOD).

Ne postoji jedna i osnovna mera za uspešnost logističkih sistema u koje spada i SOD. Međutim, moguće je odrediti, manje ili više, opšti skup mera njegove uspešnosti.

Prema podacima koncerna Volkswagen [1] najvažnija očekivanja korisnika – klijenata, prema rezultatima ispitivanja populacije vlasnika – vozača motornih vozila, jesu: pouzdani servis, uočljiva i ljubazna usluga, stručno savetovanje i stručne preporuke, cene u skladu sa radnim učinkom, opsežna servisna ponuda i servisne usluge na kvalitativno visokom nivou i prijatna atmosfera. Specijalno za servisnu službu najvažnija očekivanja stranaka su: tačna i brza usluga, garancija za sigurnost i kvalitet, obavezujući termini opravke, kratkotrajne opravke,

lično uručivanje vozila sa preciznim tumačenjem računa, cenovnik opravke (cena ne sme biti tajna) i povoljno radno vreme.

Ako se SOD posmatra kao logistički podsistem, onda uspešnost ovakvih sistema treba odrediti skupom kriterijuma od kojih su osnovni [2]: kvalitet usluge (pouzdanost kvaliteta usluge i efikasnost njenog izvršenja), raspoloživost proizvoda – usluge koji su potrebni korisniku – kupcu, odgovornost prema njegovim zahtevima (brzo i efektivno procesiranje zahteva), brzina i pouzdanost kojom se usluga izvršava.

Iz navedenog se jasno uočava potreba za kvalitetnom dijagnostikom, jer ona direktno utiče na:

- povećanje brzine usluge;
- kratkotrajnost opravki, odnosno efikasnost njihovog izvršenja;
- kvalitet izvršenih radova održavanja;
- povećanje poverenja korisnika usluga u pouzdanost izvršenih radnji i postupaka održavanja;
- povećanje opsega servisne ponude;
- smanjenje troškova i efikasnost iskorišćenja radnog vremena, čime se utiče na povećanje dohotka.

Trendovi razvoja sistema održavanja

Dinamiku i osnovne pravce usavršavanja – razvoja SOd diktiraju sistemi koji se nalaze na višem nivou unutrašnje organizovanosti i tehničko-tehnološkog nivoa, poremećaji u traženju usluga i izmenjeni zahtevi kupaca – korisnika usluga.

Današnji trendovi razvoja SOd u domenu njihove koncepcije – strategije jasni su. Teži se što široj primeni održavanja prema stanju i prediktivnom održavanju. Poseban doprinos primeni ovih koncepcija dao je razvoj opreme za tehničku dijagnostiku i samodijagnostiku, kao i informatičke tehnologije. Napušta se koncept plansko-preventivnog održavanja gde god je to moguće i teži uspostavljanju racionalnog režima eksploatacije TS, maksimalnom smanjenju potreba za održavanjem TS i povećanju učešća korisnika u održavanju (posebno kroz koncepte totalno produktivnog održavanja i samoodržavanja – sistemi bez održavanja, koji su karakteristični za japanske proizvođače TS). Razlog tome je u težnji ka smanjenju broja nepotrebnih preventivnih radova, smanjivanju rizika od iznenadnih, posebno havarijskih otkaza, prenošenju dela radova na korisnike (rasterećenje SOd), smanjenju zastoja u održavanju i utroška rezervnih delova i drugih resursa, a time i troškova. Postoji i mogućnost otklanjanja „slabih mesta“ na TS (putem analize geneze otkaza) i time smanjenja učestanosti otkaza.

U domenu tehnologije posebna pažnja se pridaje razvoju različitih dijagnostičkih uređaja sa težnjom da se proces dijagnostike automatizuje, poveže sa odgovarajućim informacionim i ekspertskim

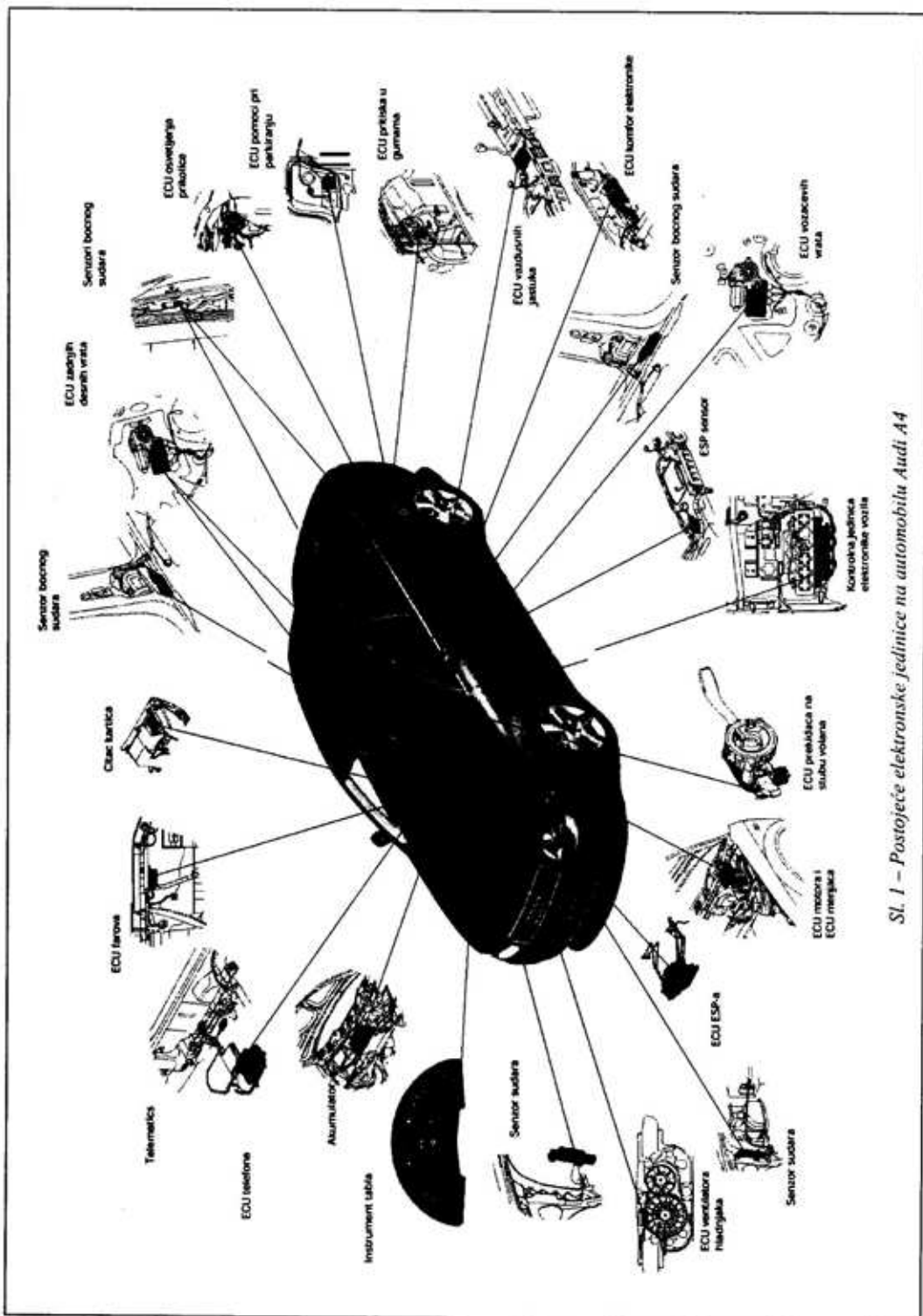
sistemima (čak i na globalnom – svetskom nivou), razvoju uređaja za automatsku montažu i demontažu sklopova-delova, kao i uređaja, odnosno postupaka za regeneraciju i revitalizaciju delova.

Najdalje se otišlo u razvoju uređaja za samodijagnostiku TS. Sve više mehaničkih veličina prevodi se u električne, a registruju ih računari ugrađeni u TS, odnosno konstrukcija se prilagođava dijagnostičkim potrebama. Dijagnostički uređaji čine TS sigurnijim (smanjuje se rizik iznenadnog otkaza), konfornijim i ekološki ispravnijim (jedan od njih je i novi Volkswagen tester – VW tester oznake VAS 5051 – slika 2). Na taj način smanjuje se utrošak rezervnih delova TS iskorišćenjem njihove „rezerve pouzdanosti“ i njihova supstitucija, skraćuje vreme zastoja zbog održavanja i u većem delu, eliminišu opravke putem zamene „sumnjivih“ delova i druge greške koje prouzrokuju veće angažovanje radne snage i finansijskih sredstava.

Dijagnostički merni i informacioni sistem VW

Brzo uvećavanje mreže elektronskih sistema na vozilima čini proces pronalazjenja neispravnosti sve složenijim i vremenski sve dužim. Na slici 1 prikazan je pregled postojećih elektronskih jedinica na automobilu Audi A4. Treba imati u vidu da većina ECU-a (elektronskih upravljačkih jedinica) ima svoje mreže senzora i izvršnika (ECU motora, ECU automatskog menjača,...)

Kako svi prethodni dijagnostički uređaji označavaju samo oblast u kojoj se nalazi neispravnost, traženje neisprav-



Sl. 1 – Postojeće elektronske jedinice na automobilu Audi A4

nosti zahtevalo je dugotrajna merenja i proučavanja brojnih uputstava za opravku. Često se u praksi koristio način opravke putem zamene sumnjivih delova, što je prouzrokovalo finansijsko opterećenje korisnika usluga, nepotreban zamor radnika i umanjenje radne efikasnosti.

Korišćenjem novog VW dijagnostičkog i informacionog sistema, prevazilaze se problemi tradicionalnog načina opravke vozila. Novi sistem kombinuje: samodijagnostiku vozila, instrumente za ispitivanje i tehničku dokumentaciju.

Upotrebom ovog uređaja traženje otkaza na vozilu je racionalnije, preciznije i ekonomičnije. On pruža rukovaocu svu neophodnu pomoć pri traženju otkaza na elektronskim sistemima na vozilu. Tokom rada mehaničar je podržan uputstvom za traženje otkaza, a može obavljati i ispitivanja po želji, koristeći merenu tehniku i samodijagnozu. Na ekranu uređaja ispisana su uputstva o tome šta treba da se radi i gde, u svim fazama vođenog traženja otkaza, pa su operativne greške praktično eliminisane.

Plan testiranja automatski se dobija na osnovu očitano otkaza na ispitivanoj elektronskoj jedinici na vozilu. Sva potrebna dokumentacija za opravke sklopova ili pojedinih delova prikazuje se na ekranu, a po potrebi se može odštampati.

Važno je napomenuti da se tokom razvoja vodilo računa i o tome da uređaj bude radionički mobilan (za korišćenje na više radnih mesta) ergonomski prilagođen mehaničarima i da funkcioniše na jednostavan način koji ne zahteva visok nivo informatičkog znanja. Takođe, nepostojanje tastature (ekran je osetljiv na dodir) smanjuje mogućnost unosa nepotrebnih ili

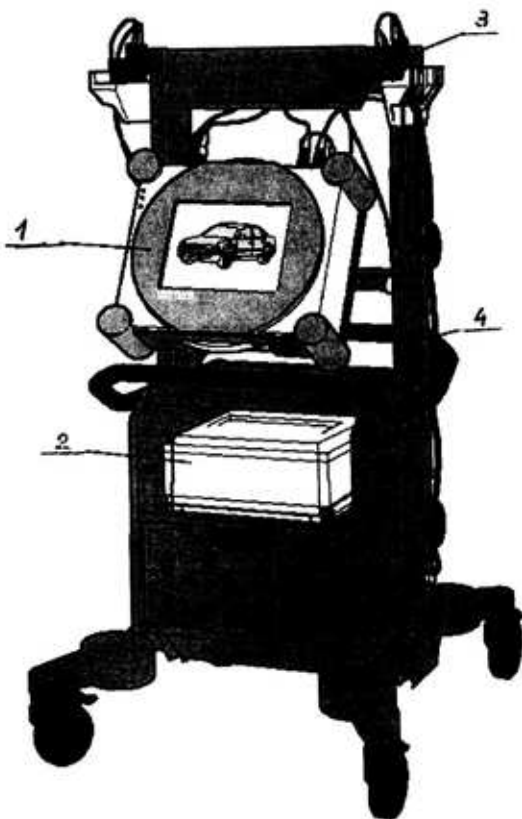
čak štetnih informacija u sistem i povećava njegovu pouzdanost i ergonomsku prilagodbenost radnim uslovima.

Opis i tehničke karakteristike VW dijagnostičkog uređaja

Glavne komponente ovog uređaja su: tester, radionička kolica, merni kablovi i štampač. Izgled uređaja prikazan je na slici 2.

Tehničke karakteristike uređaja su sledeće:

– napajanje se obavlja preko glavnog električnog kabla ili sa dijagnostičkog priključka na vozilu,



Sl. 2 – Dijagnostički uređaj VW VAS 5051:
1 – tester, 2 – štampač, 3 – merni kablovi,
4 – radionička kolica

- integrisana baterija omogućava nezavisnost u radu,
- izvršavanje funkcija obavlja se preko ekrana osetljivog na dodir,
- integrisani su elementi za dijagnostiku i merni instrumenti,
- integrisani su CD-ROM čitač za CD sa radioničkim uputstvom na zahtevanom jeziku,
- IC kontrola štampača.

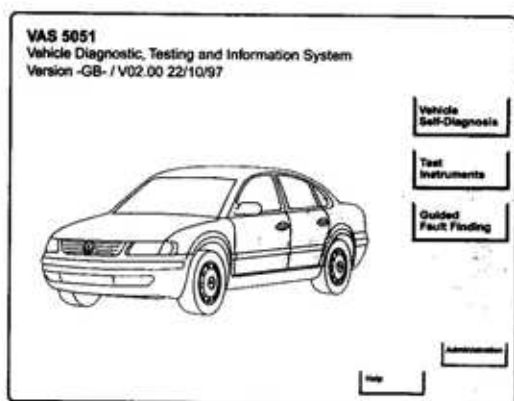
Uređajem se upravlja preko ekrana osetljivog na dodir. On detektuje svaki pritisak na ekran prstom ili nekim drugim predmetom, i tako zamenjuje tastaturu. Izgled ekrana prikazan je na slici 3.

Početne opcije na ekranu predstavljaju masku koja sadrži sve informacije i funkcije uređaja. Željena funkcija bira se jednostavnim pritiskom na navigaciono polje.

Tekst ili navigaciona polja, koja služe za upravljanje uređajem, mogu se prepoznati po drugačijoj boji. Izabrano polje aktivira se tek nakon prestanka dejstva pritiska na ekran.

Sa startnog ekrana mogu se izabrati sledeće funkcije:

- samodijagnostika vozila;



Sl. 3 - Ekran dijagnostičkog uređaja

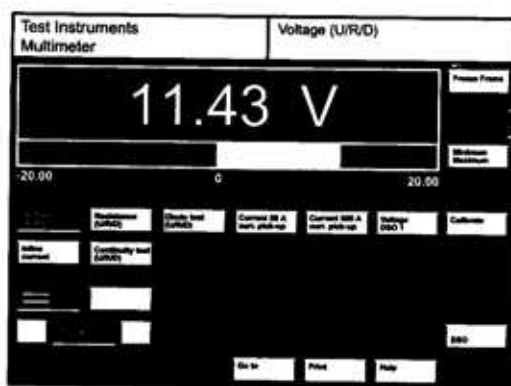
- merni instrumenti;
- vođeno traženje otkaza;
- administrator;
- „help“ se može birati u bilo kojoj funkciji i daje šire informacije o nameni navigacionih polja.

Samodijagnostika vozila

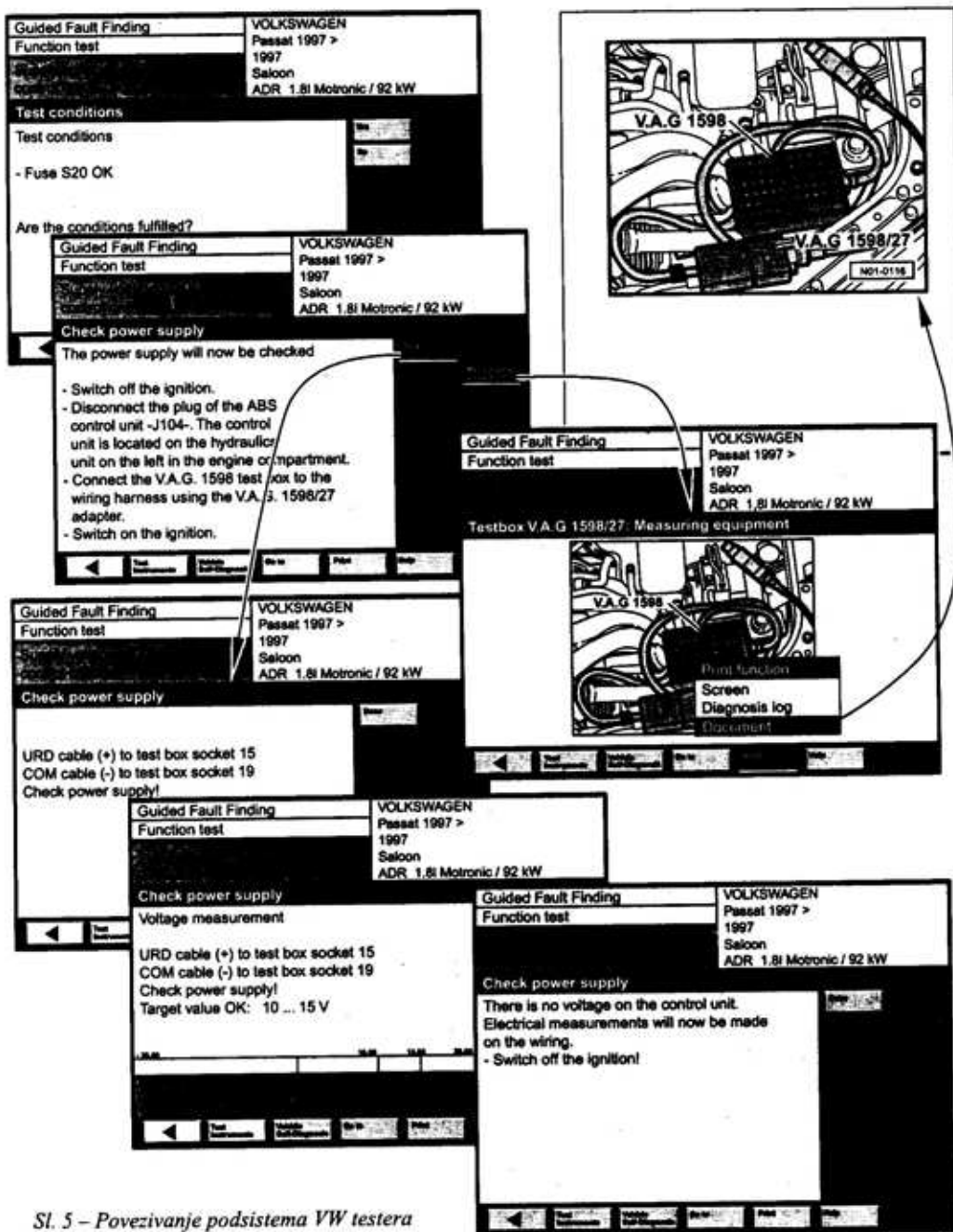
Da bi se pravilno koristila funkcija „samodijagnostika vozila“, zahteva se upotreba uputstava za opravku za svako predmetno vozilo. Sistemi na vozilu ili pojedine funkcije mogu se birati izborom odgovarajućih polja iz ponudjenog sadržaja na ekranu. To je ista funkcija koju su imali i svi prethodni dijagnostički uređaji, sa tom razlikom što pruža neograničene mogućnosti daljeg unapređenja funkcija kao što je reprogramiranje ECU-a (Flash-programiranje).

Merni instrumenti – multimetar, osciloskop

U funkciji „merni instrumenti“ moguće je raditi sa multimetrom ili sa digitalnim osciloskopom (slika 4). Multime-



Sl. 4 - Funkcija „multimetar“ na ekranu dijagnostičkog uređaja



Sl. 5 – Povezivanje podsistema VW testera

tar se može koristiti za merenje svih električnih veličina na vozilu, kao što su DC i AC napon, jačina struje i otpornost.

Dvokanalni digitalni osciloskop (DSO) memoriše tekuće vrednosti analognih signala koristeći svoju vremensku

bazu. Memorisane vrednosti prikazuju se na ekranu u vidu grafikona.

Vodeno traženje otkaza

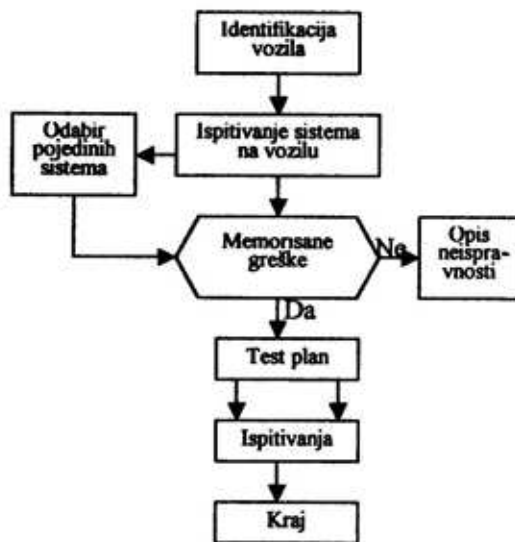
„Vodeno traženje otkaza“ je novina kojom se znatno olakšavaju radne operacije i skraćuje vreme potrebno za pronalaženje otkaza na vozilu. Ova funkcija objedinjuje prethodne dve i dopunjuje ih kompletnom literaturom za opravku vozila. Polazeći od šifre neispravnosti dobijene samodijagnostikom vozila ili iz kratkog opisa, tj. manifestacije otkaza, mehaničar se vodi korak po korak u ispitivanju uzroka otkaza.

Tokom ispitivanja mehaničar se navodi da izvršava određena merenja sa multimetrom ili osciloskopom, a uređaj samostalno obavlja analizu izmerenih vrednosti i daje dalja uputstva za rad. Tokom svih ovih operacija mehaničar je podržan radioničkim uputstvima, tako da mu dodatna literatura nije potrebna. Po završetku ispitivanja moguće je odštampati izveštaj za celokupnom procedurom testiranja.

Ceo ovaj postupak prikazan je na slici 5, na kojoj su objedinjeni plan ispitivanja, merenja i korišćenje odgovarajuće literature.

Način korišćenja VW testera u obliku algoritma prikazan je na slici 6, na kojoj je ceo postupak dijagnostike jasno logički i tehnološki definisan.

Prikazano, u stvari, predstavlja ostvarenje dugo željene težnje svih koji se bave dijagnostikom TS. Istina, nije uvek moguće obuhvatiti sve moguće situacije (otkaze) do detalja, ali je napredak očigledan. Faktički, stvoren je i do prak-



Sl. 6 – Algoritam funkcionisanja VW testera

tične primene doveden ekspertski sistem karakteristične namene i mogućnosti.

Zaključna razmatranja

Dalji razvoj opreme za dijagnostiku vozila kretaće se sigurno u više smerova, a neki od njih su:

- automatsko stvaranje baze podataka o otkazima;
- stvaranje globalnih baza podataka o otkazima, uz korišćenje satelitskih komunikacija i Interneta (za sada centralizovanih kod proizvođača);
- mogućnost prognoziranja trenutka nastanka otkaza (određivanje rezerve pouzdanosti);
- povezivanje sa najrazličitijim ekspertskim sistemima;
- povezivanje sa informacionim sistemom za upravljanje procesom održavanja;
- smanjenje gabarita i poboljšanje ergonomskih i ostalih karakteristika ure-

daja, radi povećanja njihove mobilnosti i jednostavnosti korišćenja.

Šire posmatrano, efekti primene opreme za dijagnostiku mogu se naslutiti na osnovu podataka iz literature [3]. Navedeno istraživanje ukazuje na sledeće:

- povećanje (verovatnoće) kvaliteta izvršenja radova na održavanju, odnosno smanjenje broja reklamacija, ima efekat od oko 2 do 3% na povećanje vrednosti pokazatelja raspoloživosti (određene preko srednjeg broja ispravnih TS u svakodnevnom radu);

- mali su efekti povećanja raspoloživosti zbog skraćivanja vremena radova na održavanju (oko 0,2 do 0,5%), ali se očekuje povećanje izvršenih radova za 2 do 3%;

- na višim nivoima sistema održavanja moguće je očekivati smanjenje potrebnih resursa za održavanje (kadra, opreme, itd.) za oko 5%;

- za promenu tačnosti dijagnostike od 25% gotovost se povećava za 2 do 3%, a procenat izvršenih radova za 4 do 6% za celinu sistema. Poželjna vrednost ovog parametra bila bi 90 do 92%, jer posle te veličine dalja ulaganja u povećanje tačnosti dijagnostike se ne isplate (znači da nije potrebna apsolutna tačnost dijagnostičke opreme, što je praktično vrlo skupo i neizvodljivo). Očito je da brže rastu pokazatelji raspoloživosti za celinu sistema nego za niže nivoe, jer je to siguran način da se izbegne nepotrebno cirkulisanje TS i r/d između nivoa održavanja. Time se smanjuju gubici na vremenu transporta, logističkim i administrativnim vremenima. Uočava se da je

promena broja potrebnih resursa na srednjem nivou održavanja gotovo neznatna, kao i na drugim nivoima. Zbog toga je promena procenta izvršenih radova održavanja veoma značajna, a menja se na svim posmatranim nivoima SOD-a od 5% na nižim nivoima do 10% na višim. Promene iskorišćenja resursa za održavanje praktično nema. Interesantan je i zaključak da ukoliko je potrebno više vremena za održavanje TS, odnosno što je TS složenije, tačnost dijagnostike ima veći značaj.

Prema podacima iz literature [4], primenom održavanja prema stanju, smanjuje se broj neočekivanih otkaza i do 50%, a u nekim slučajevima i do 75% uz povećanje pouzdanosti sistema i smanjenje troškova održavanja za 10 do 15%. Takođe, na isti način mogu se ostvariti uštede do 15% na sprovođenju postupaka održavanja, smanjiti troškovi rezervnih delova za 8 do 12%, smanjiti troškovi goriva i maziva za 15% i smanjiti zastoj zbog održavanja za 20%. Interesantan je i podatak da je cena pregleda stanja klasičnim metodama čak za 70 do 75% veća od cene pregleda uz pomoć dijagnostičkih instrumenata i uređaja, u krajnjem zbiru ako se računa za ceo životni vek TS.

Literatura:

- [1] Volkswagen, Priručnik Servisne organizacije, Export izdanje, 1998.
- [2] Naim, M. M.; Lewis, J. C.: Benchmarking of aftermarket supply chains, Production planning and control, vol. 6., № 3., 258–269, 1996.
- [3] Stanojević, P.; Kokanović, M.; Mišković, V.; Bukvić, V.: Selection and analysis of the multilevel maintenance systems influence factors, 4th QRM congress, Oxford, 2002.
- [4] Minić, S.; Arsenić, Ž.: Modeli održavanja tehničkih sistema, VIZ, Beograd, 1998.