

# PRIMJENA DIJAGNOSTIKE KAO OSNOVE ODRŽAVANJA PO STANJU NA PRIMJERU MOTORA OSOBNOG AUTOMOBILA

## THE APPLICATION OF DIAGNOSTICS AS THE BASIS FOR CONDITION BASED MAINTENANCE ON THE EXAMPLE OF A CAR ENGINE

*Veljko Kondić, Marko Horvat, Franjo Maroević*

Stručni članak

**Sažetak:** Članak pojašnjava ulogu održavanja tehničkih sustava. Posebno se ističu preventivne metode održavanja, odnosno metode preventivnog održavanja prema stanju. Naglašava se uloga i mjesto dijagnostike u spomenutim metodama. U eksperimentalnom dijelu autori pokazuju samo jedan segment primjene dijagnostike na osobnom automobilu, odnosno na njegovom motoru.

**Ključne riječi:** dijagnostika, održavanje, preventivno održavanje, osobni automobil, motor

Professional paper

**Abstract:** The paper adequately explains the role of maintenance in the lifetime of technical systems. Preventive maintenance methods, or the methods of preventive condition based maintenance, are specifically explained. The role and the position of diagnostics in these methods are emphasised. In the experimental part, the authors show only one segment of the application of diagnostics on a car and its engine.

**Key words:** Diagnostics, maintenance, preventive maintenance, car, engine.

### 1. UVODNO RAZMATRANJE

Osnovna zadaća održavanja je podržavanje radne sposobnosti tehničkih sustava kako bi isti obavljali svoju osnovnu funkciju. Termin održavanje (engl. maintenance) koristi se u različitim situacijama u svagdanjem životu. Tako se može govoriti o održavanju industrijskih postrojenja (strojeva i uređaja), o servisiranju vlastitih proizvoda (proizvodi organizacije), o održavanju radne sredine, održavanju infrastrukture, održavanju javne higijene, održavanju zdravlja, o održavanju javnih objekata itd.

U postupcima održavanja koriste se različite metode i pristupi. S obzirom na to da se tehnički sustavi mogu naći u dva stanja, stanje "u radu" i stanje "u kvaru", odnosno tehnički sustav je ispravan ili neispravan, a svi kvarovi koji se mogu pojaviti, po prirodi su stohastički. Iz ovakvog prilaza održavanju definiraju se tri osnovne metode održavanja tehničkih sustava [1]:

- ☞ Metode preventivnog održavanja gdje se smatra da je stvarno stanje sastavnih elemenata i sustava u većini slučajeva poznato
- ☞ Metode korektivnog održavanja gdje se smatra da stanje sastavnih elemenata ili sustava u cjelini nije poznato dok se ne poduzme konkretno održavanje ili dok se ne pojavi kvar
- ☞ Kombinirana metoda (preventivno-korektivna metoda)

### 2. PREVENTIVNE METODE ODRŽAVANJA

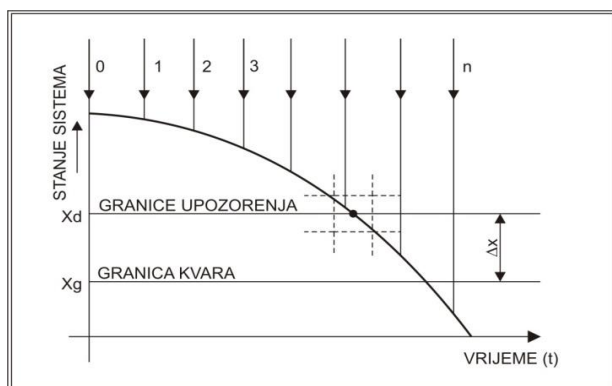
Pod pojmom preventivnog održavanja podrazumijeva se niz postupaka za sprečavanje stanja "u kvaru", odnosno za održavanje tehničkog sustava u granicama funkcionalne ispravnosti i to u određenom vremenskom intervalu [4].

#### 2.1. Održavanje po stanju

Održavanje prema stanju je oblik preventivnih aktivnosti jer se izvodi prije nastanka kvara, ali je inicirano kao rezultat poznavanja stanja postrojenja ili njegovih komponenata – stanja koje nam je poznato kroz određeni vid kontrole. Znači, kod održavanja prema stanju kontinuirano se prate definirani parametri i intervenira se samo onda ako je određena mjera izvan određenih granica. U slučajevima gdje je stopa kvara konstantna i kad se želi izvoditi preventivno održavanje, treba odabrati održavanje po stanju.

Teoretska postavka metoda održavanja po stanju zasniva se na "pregledu stanja", odnosno na diskretnom ili kontinuiranom "praćenju stanja" sastavnih elemenata sustava, te na uočavanju ili prognoziranju vremenskog trenutka dostizanja graničnih vrijednosti parametara stanja. Prema rezultatima pregleda, odnosno "provjere stanja", poduzimaju se postupci održavanja s odgodom. [2]

Princip održavanja po stanju ilustriran je na slici 1. Stanje promatranog elementa se pogoršava u odnosu na početno stanje i potrebno je "provjeriti stanje". Može se provoditi kontinuirano praćenje promjene parametara stanja ili diskretna "provjera stanja" s verifikacijom stanja, pri čemu je bitna identifikacija nulte "provjere stanja" i određivanje "početnog stanja".



Slika 1. Ilustracija principa održavanja prema stanju [4]

Slika 1. prikazuje jedan od mogućih slučajeva zakonitosti promjene parametara stanja s dinamikom "provjere stanja", gdje su definirane i granice upozorenja ( $X_d$ ) i granice kvara ( $X_g$ ) koje se utvrđuju pokusima i prezentiraju se u normativno-tehničkoj dokumentaciji sustava. Granica upozorenja predstavlja tzv. dopuštenu vrijednost parametara stanja ( $X_d$ ), a određuje se kao jedna od relevantnih pokazatelja modela održavanja po stanju s provjerom parametara. Granice upozorenja i kvara definiraju "signalizirajuću toleranciju" ( $\Delta x$ ) koja određuje stupanj osjetljivosti odabrane dijagnostičke metode na parametar stanja i njegovu identifikaciju u skladu sa zakonom promjene stanja promatranog elementa.

Postupci održavanja po stanju se provode kada se prijeđe dopuštena razina parametara stanja ( $X_d$ ). Vremenski period ( $\Delta t$ ) mora biti dovoljno dug da bi se poduzelo održavanje po stanju i spriječila pojava stanja "u kvaru", ali ne i predug jer bi to povećalo održavanje te bi dovelo u pitanje primijenjeni model održavanja po stanju.

Osnovni princip održavanja po stanju je "stabilizacija" parametara stanja, tj. sprječavanje njegovog izlaska iz dopuštenih granica, odnosno iz "signalizacijske tolerancije".

Kriterij za primjenu održavanja po stanju može se odrediti iz odnosa dinamike "provjere stanja" ( $\Delta t$ ) i srednjeg vremena rada sastavnog dijela sistema do kvara ( $t_m$ ) (engleski MTBF). Ima smisla primijeniti održavanje po stanju kada raspored povoljnih tokova stanja ima široko rasipanje. U toj situaciji dužina intervala "provjere stanja" ( $\Delta t$ ) znatno je manja od MTBF ( $t_m$ ).

Tehnički sustavi u gospodarstvu pružaju mogućnost primjene većeg broja modela održavanja prema stanju. U optičaju su najčešća dva modela:

- ☞ održavanje prema stanju s kontrolom parametara
- ☞ održavanje prema stanju s kontrolom razine pouzdanosti

Održavanje prema stanju s kontrolom razine pouzdanosti sastoji se u prikupljanju, obradi i analizi podataka o razini pouzdanosti sastavnih komponenata ili sustava i razradi o potrebnim planskim aktivnostima održavanja. Kod održavanja po stanju s kontrolom razine pouzdanosti, kriterij stanja sastavnih dijelova i sistema u cjelini je dopuštena razina pouzdanosti ( $R_d$ ), koja se najpotpunije izražava intenzitetom kvara, a utvrđuje na bazi ispitivanja upotrebe sustava od 3 do 5 godina. Sustav se koristi bez ograničenja resursa za održavanje sve dok je stvarna razina pouzdanosti ( $R_s$ ) veća od dopuštene razine pouzdanosti. U slučaju kada postane  $R_s < R_d$ , mora se ispitati uzrok kvara, mora se usprovoditi konstrukcija ili uvesti model održavanja po stanju s provjerom parametara.

Održavanje po stanju s kontrolom parametara predviđa stalnu ili periodičnu kontrolu i mjerenje parametara kojima se određuje funkcionalno stanje sastavnih dijelova ili sustava. Rješenje o aktivnostima održavanja donosi se kada vrijednost kontroliranih parametara dostigne "granicu upotrebljivosti", odnosno pred kritičnu razinu.

## 2.2. Dijagnostika - osnova održavanja po stanju

Termin dijagnostika, odnosno, dijagnoza, se javio najprije u medicinskim znanostima, gdje ima široko značenje. Potječe od grčke riječi diagnosis, koja znači prepoznavanje (zaključivanje) i ocjenjivanje. Dijagnostika u održavanju treba ustvrditi stanje sustava ili dijela sustava bez njegovog demontiranja, a poželjno je i bez zaustavljanja. Okosnica dijagnostike je mjerenje stanja sustava, odnosno mjerenje odabranog parametra. S usporedbom dijagnostičkih parametara (mjerni rezultati), s unaprijed definiranim graničnim vrijednostima, donosi se odluka o stanju sustava te je li potrebna zamjena ili popravak nekih komponenti. Ako nije, pokušava se predvidjeti koliko će dugo sustav raditi ispravno [5].

Provjera stanja može biti kontinuirana ili periodička. Kontinuirana provjera se radi stalno i obavlja ju neki uređaj. Periodička provjera se obavlja u pravilnim vremenskim razmacima, a može ju obavljati uređaj ili čovjek.

Neke od osnovnih dijagnostičkih metoda: ispitivanje šuma i buke, vizualne metode, penetrantske metode, magnetske metode, ultrazvučne metode, kapacitivne metode, mjerenje vibracija, SPM – Shock Pulse Method te ostale metode.

## 3. PRIMJENA DIJAGNOSTIKE NA MOTORU AUTOMOBILA

Osnovni princip autodijagnostike se zasniva na tome da svaki modul u automobilu (motor, ABS, climatronic itd.) ima memoriju u koju se zapisuju sve greške ili kvarovi koji su nastali tijekom vožnje. Uz pomoć dijagnostičkog programa mogu se očitati podaci iz te memorije pa je kvar na taj način vrlo lako pronaći, a da se ne ide u detaljniju demontažu ili rastavljanje motora [3].

Princip rada ovakvih sustava može se usporediti sa čovjekom. Svaki sustav ima ulazne ili osjetilne podatke (to bi kod čovjeka bila njegova osjetila vida, sluha, opipa i dr.), koji se ožičenjem u obliku analognih električnih signala vode do računala (kod čovjeka je mozak) koje obrađuje te podatke. Nakon toga donosi se zaključak koji se opet preko ožičenja šalje u obliku reguliranih električnih impulsa do izvršnih organa (kod čovjeka su to npr. radnje rukom, nogom, govor jezikom i dr.) koji obavljaju neku djelatnost za koju su namijenjeni.

Za primjenu dijagnostike potrebno je računalo kojim se povezuje na tehnički sustav. Kodove pogrešaka računalo nekog sustava zapisuje u svoju memoriju kada primijeti neku nelogičnost u radu. Kod se sastoji od slovne oznake i broja, te od vrlo kratkog i šturog opisa u obliku nekoliko riječi. Ono upućuje korisnika (npr. automehaničara) na pogrešku u točno određenom dijelu sustava, ali to ne znači da pokazuje koji rezervni dio treba zamijeniti ili gdje je možda greška u ožičenju [2,3].

Korisnik počinje s dijagnozom i traži pogrešku na onom dijelu sustava na kojem mu je ukazao kôd greške. Koristeći tehničke informacije koje se odnose samo na točno određeni sustav i model automobila na kojem se radi dijagnoza, korisnik počinje s nizom mjerenja (obično su to mjerenja napona i otporan na pojedinom strujnom krugu). Uspoređivanjem podataka iz tehničkih informacija dolazi se do rješenja i utvrđivanja mjesta kvara na sustavu.

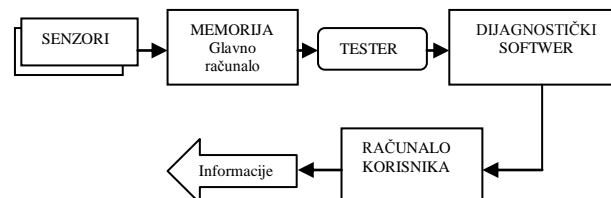
Postupak dijagnoze se može usporediti s izgledom drveta. Početno mjesto dijagnoze je deblo drveta. Nakon prvog mjerenja i usporedbe podataka s tehničkim informacijama, dijagnoza kvara sustava kreće jednom od više mogućih "grana" stabla. Sljedećim mjerenjem i uspoređivanjem podataka s tehničkim informacijama, dijagnoza kvara se sužava na jednu od manjih "grančica" te se zadnjim mjerenjem dolazi do "lista", tj. do konačnog rješenja koje pokazuje gdje je kvar u sustavu.

Dijagnoza na elektronski reguliranim sustavima današnjih automobila je nemoguća bez pomoći prijenosnog računala i tehničke informacije proizvođača automobila (uz poznavanje principa rada sustava). Kod računalom reguliranih sustava česte su povremene pogreške. To su pogreške koje nisu konstantne, nego se ponekad ili povremeno pojavljuju. Ako se radi standardna procedura dijagnoze dok greška nije prisutna, tehničke informacije mogu uputiti servisera na krivo rješenje. Stoga prijenosna dijagnostička računala mogu snimati ulazne i izlazne parametre nekog sustava tijekom njegova rada, te se pregledom snimke (uspoređivanjem snimljenih podataka s onima iz tehničke informacije) može doći do zaključka i ispravne dijagnoze.

Osim očitavanja memorije grešaka, dijagnostički programi mogu prikazivati sve fizičke veličine tijekom rada motora ili vožnje, kao što su broj okretaja, temperatura motora, pritisak ulja, volumen usisnog zraka, tlak turbine, trenutačna potrošnja goriva, fazni pomak itd. Osim praćenja stanja, dijagnostički programi mogu raditi i razne adaptacije kao što su namještanje „ler“ gasa, resetiranje servisnih intervala, uključivanje i isključivanje određenih komponenti, „fleširanje“ instrument ploče ili motornog kompjutera, kodiranje novih ključeva itd. [2,3].

Osim na motoru i ABS-u, kod današnjih automobila dijagnostikom je moguće pristupiti automatskom mjenjaču, klimi, zračnim jastucima, centralnoj bravi, navigacijskom sustavu, sustavu za nadzor unutrašnjosti vozila, sustavu protiv proklizavanja, sustavu protiv krađe, xenon sustavu, instrument ploči, električnim uređajima itd. Postupak autodijagnostike prikazan je na slici 2.

Bez dijagnostičkih uređaja i programa danas je teško, a sutra će biti nemoguće baviti se održavanjima i popravcima automobila.



Slika 2. Postupak autodijagnostike

Neki noviji automobili imaju u sebi i desetak kompjutera koji reguliraju i prate rad pojedinih uređaja i sustava. Kada dođe do kvara, potrebno je pročitati, pronaći kvar i kasnije poništiti greške koje su ostale spremljene u memoriji elektronskog uređaja automobila, a to se ne može bez adekvatnog autodijagnostičkog instrumenta. Da bi sustav funkcionirao, uz dijagnostički softver treba i računalo. Najpraktičnije je za ovu svrhu koristiti prijenosno računalo, ali nije neophodno. Može se koristiti i stolno računalo na udaljenosti od automobila do 10 metara. Na računalo treba instalirati program za dijagnostičku kompatibilnost s dijagnostičkim softverom. Dijagnostički softver je modul koji omogućava spajanje računala i automobila koji posjeduje OBD II (SAE J1962) dijagnostički konektor i komunicira prema određenom protokolu. Uz instaliran dijagnostički program (Multi-Diag, VAG-COM ili slično) računalo postaje sofisticirani uređaj za dijagnostiku sa svim funkcijama namjenskog uređaja.

### 3.1. Senzori

Senzor ili osjetnik (pretvornik) je uređaj koji mjeri fizikalnu veličinu (npr. temperatura, vlažnost zraka, tlak, broj okretaja motora) i pretvaraju u signal pogodan za daljnju obradu (najčešće u električni signal).

Najvažniji senzori motora:

1. senzor radilice motora – CKP senzor (Crankshaft Position Sensor)
2. senzor bregaste osovine – CMP senzor (Camshaft Position Sensor)
3. senzor protoka zraka – MAF senzor (Mass Airflow Sensor)
4. senzor tlaka zraka – MAP senzor (Manifold Absolute Pressure)
5. senzor temperature zraka – IAT senzor (Intake Air Temperature)
6. senzor vibracija unutar motora – KNOCK senzor
7. senzor kisika – Lambda sonda (Oxygen sensor)
8. senzor temperature rashladne tekućine - CTS senzor (Coolant Temperature Sensor)

9. senzor pozicije leptira gasa – TPS senzor (Throttle Position Sensor)

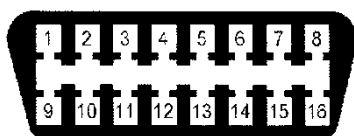
### 3.2. Tester uređaj Actia XS PassThru+

Tester uređaj Actia XS PassThru+ je namijenjen testiranju upravljačkih sistema u vozilima. Najvažnije funkcije spomenutog uređaja su: čitanje i brisanje memorije grešaka, test aktuatora, čitanje mjernih parametara i dr.

Actia XS PassThru+ tester je namijenjen ispitivanju elektronskih sistema u vozilima koja dopuštaju dijagnostiku pomoću serijske komunikacije između testera i upravljačke jedinice (računalo - laptop). Serijska komunikacija je takva metoda dijagnostike kada su dijagnostički uređaj i računalo povezani pomoću USB vodiča, pod uvjetom zajedničke razmjene informacija u obliku električnih impulsa.

### 3.3. OBD II

U SAD-u je 1996. godine nastao standardizirani OBD II dijagnostički sustav. U Europi za vozila s benzinskim motorom zakonski se ugrađuje od 2001. godine, a u vozilima s dizelskim motorom od 2003. godine. Standardizirani oblik 16-pinskog konektora morao je biti ugrađen u sve tipove osobnih i lakših teretnih vozila. Terminali na konektorima također su bili standardizirani. Prvi korak je učinjen već time što su „interfejsi“ imali samo jedan tip konektora za sve tipove automobila gdje su svi terminali bili spojeni istim redoslijedom. Tako je kao standard na OBD II konektoru napravljen sljedeći raspored spajanja (slika 3.):



1 - Prazna	9 - Prazna
2 - J1850 bus	10 - J1850 bus
3 - Prazna	11 - Prazna
4 - Masa/Šasija	12 - Prazna
5 - Masa/Signal	13 - Masa/Signal
6 - CAN High	14 - CAN Low
7 - ISO 9141-2 K-Line	15 - ISO 9141-2 L-Line
8 - Prazna	16 - Bat. 12V

Slika 3. OBD II konektor (raspored spajanja)

OBD II je dakle način spajanja između automobila (glavnog izvršnog računala) i testera (dijagnostičkog uređaja). Neki od poznatijih dijagnostičkih uređaja koji mogu obavljati više funkcija na većem broju vozila jesu Bosh KTS i Actia XS PassThru+. OBD II utičnice isključivo su smještene unutar vozila, i to maksimalno 90 cm od vozača. Smješteni su s donje strane prednje armature, a mogu se vidjeti ili biti pokriveni plastičnim poklopcima. Rjeđe se nalaze u sredini konzole, pored ručne kočnice ili iza pepeljare.

OBD II dijagnostikom može se napraviti kompletan test elektroničkih komponenata motora, a pojedinim programima čak i više od toga. Već samo osnovni programi omogućuju čitanje vrijednosti svih senzora za vrijeme rada motora vozila.

### 3.4. Programski alati za dijagnostiku

Actia Multi-Diag je softver za automobilsku dijagnostiku. Nakon spajanja automobila s testerom i računalom, program se može pokrenuti. Pomoću njega se radi dijagnostika na više od 45 marki vozila [2,3].

Nakon odabira proizvođača automobila, dijagnostika se može napraviti za različite module automobila, ovisno o modelu, kao što su: održavanje, klima uređaj, katalizator i sustav ispuha, kotači i ovjes, karoserija i prednje staklo, motor, kočnice, oprema, ekspert mod.

## 4. EKSPERIMENTALNI DIO

Dijagnostika motora vozila izvršena je na automobilu Seat Toledo 1.9 TDI, 2002. godište, pomoću testera (komunikacijskog uređaja) Actia XS PassThru+ i softvera Multi-Diag verzija 9.2. Tester je spojen s automobilom serijskom vezom pomoću posebnog konektora (OBD II), namijenjenog za vozila VW grupacije.

Tester uređaj Actia XS PassThru+ je namijenjen testiranju upravljačkih sistema u vozilima, pod uvjetom da su ona opremljena serijskom dijagnostikom. Najvažnije funkcije spomenutog uređaja su: čitanje i brisanje memorije grešaka, test aktuatora, čitanje mjernih parametara itd. Actia XS PassThru+ tester je namijenjen ispitivanju elektronskih sistema u vozilima koja dopuštaju dijagnostiku pomoću serijske komunikacije između testera i upravljačke jedinice (računalo - laptop). Serijska komunikacija je takva metoda dijagnostike kada su dijagnostički uređaj i računalo povezani pomoću USB vodiča, pod uvjetom zajedničke razmjene informacija u obliku električnih impulsa.

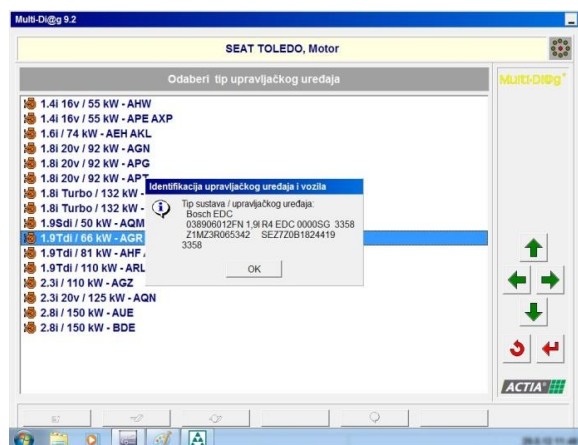
Na upravljačkoj jedinici (računalu) instaliran je softver Multi-Diag, verzija 9.2, pomoću kojeg se radi autodijagnostika. Nakon pokretanja programa pojavljuje se glavni izbornik, gdje se odabire tip vozila (slika 4.).



Slika 4. Izbornik za odabir tipa vozila, program Multi-Diag



Nakon odabira tipa vozila, Seat u ovom slučaju, izabire se model, vrsta, snaga motora i godište proizvodnje vozila (slika 5.). Odabir tipa motora (ne samo zapremnine) je osnova za ispravnu dijagnozu, jer godina i tip motora određuju sistem upravljanja motora.



Slika 5. Odabir karakteristika vozila

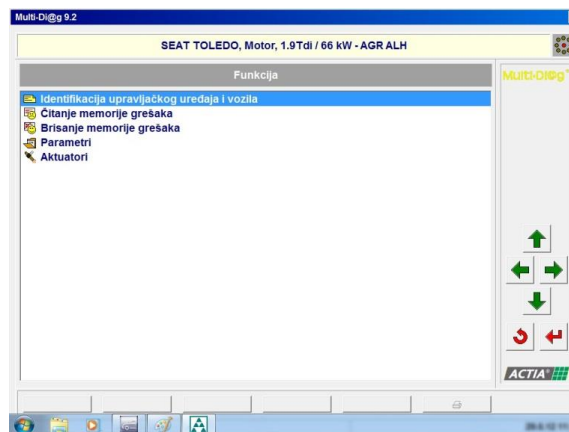
Nakon potvrde tipa motora pojavljuje se izbornik s modulima automobila na kojima se može raditi dijagnostika. U ovom slučaju dijagnostika je provedena na motoru automobila koji se i potvrđuje u izborniku (slika 6.).



Slika 6. Izbor modularne cjeline automobila za dijagnosticiranje

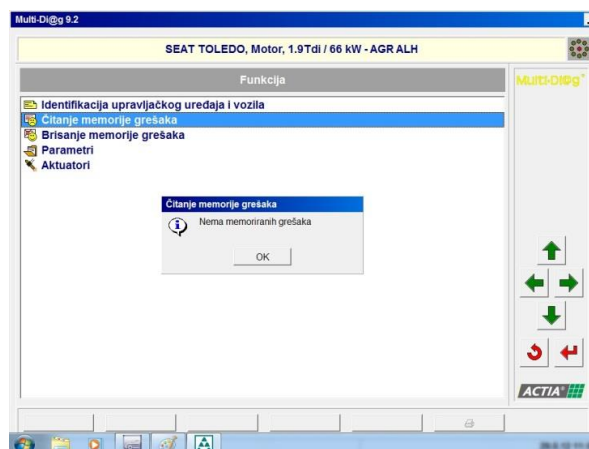
Nakon toga se na zaslonu pojavljuje izbornik „Funkcije“ (slika 7.): identifikacija upravljačkog uređaja i vozila, čitanje memorije grešaka, brisanje memorije grešaka, parametri, aktuatori.

Sljedeća radnja je fizičko paljenje motora. U izborniku „Funkcije“ potrebno je izabrati „Identifikacija upravljačkog uređaja i vozila“. Računalo će pokušati uspostaviti komunikaciju s upravljačkim uređajem automobila. Nakon inicijalizacije, odnosno uspješnog „spajanja“ računala i automobila, javlja se poruka na računalo „spajanje uspješno provedeno“. Ako uređaj ne uspije ući u komunikaciju s upravljačkom jedinicom na zaslonu se pojavi poruka greške. Mogući razlozi za ovu situaciju mogu npr. biti, ako ne uključimo paljenje: neispravan odabir tipa vozila, motora ili godine proizvodnje.



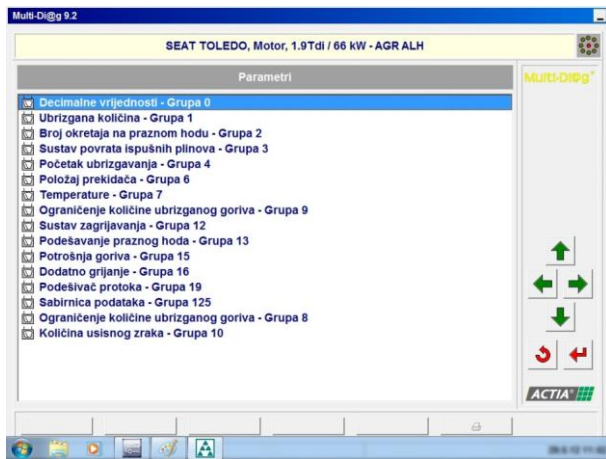
Slika 7. Izbornik „Funkcije“

Nakon uspješnog spajanja računala i upravljačkog uređaja automobila u izborniku se odabire „Čitanje memorije grešaka“. Ako je kojim slučajem došlo do bilo kakve greške ili kvara na motoru, upravljački uređaj motora će javiti grešku na motoru računalo na kojem radimo dijagnostiku. Opis greške obično sadrži nekoliko riječi. Ako se ne može zaključiti o kakvoj se grešci radi, upotrebljava se softver Autodata. To je zapravo velika baza podataka koja može detaljnije opisati dio motora na kojem se dogodila greška, i dati moguća rješenja za otklanjanje greške. U ovom slučaju nije očitana greška pa se na zaslonu pojavio prozor „Nema memoriranih grešaka“ (slika 8.).



Slika 8. „Čitanje memorije grešaka“

Nakon obavljenih aktivnosti može se pristupiti čitanju parametara – stvarne vrijednosti. Ova funkcija dopušta određivanje informacija koje su poslale u upravljačku jedinicu kroz senzor pojedinog dijela sistema ili alternativno, na koji način ona interpretira dobivene informacije, u kojem se stanju nalazi ili koje upute daje jedinicama aktuatora. Količina i tip dostupnih parametara ovisi o vozilu. Uvijek je prikazano ime parametra i vrijednost koja prolazi kroz upravljačku jedinicu. Direktne mjerljive varijable su dane u svojim osnovnim jedinicama, npr. napon akumulatora je dan u voltima, period ubrizgavanja u milisekundama i sl.. Slika 9. prikazuje parametre koje je moguće mjeriti na motoru automobila.



Slika 9. „Parametri“ motora automobila

U nastavku se pokazuju rezultati dijagnostike na senzoru temperature usisnog zraka na automobilu Audi A4 1.9 TDI.

#### 4.1. Dijagnostika parametara na senzoru temperature usisnog zraka

Senzor MAT ili IAT mjeri temperaturu zraka u usisnoj grani motora da bi se postigla optimalna kalkulacija smjese. To je potrebno kako bi se zadovoljili zakonski propisi o štetnoj emisiji plinova te da se maksimalno smanji potrošnja goriva.

Senzor je postavljen uz MAF senzor (senzor protoka zraka) na samoj usisnoj grani i radi na principu zagrijane žice koju hladi protok zraka. Razlika u otporu žice pri različitim temperaturama bit će uzrok razlike u digitalnom signalu, čija vrijednost oscilira između 0 i 3,8V.

Kod postupka sa senzorom temperature usisnog zraka on se provodi:

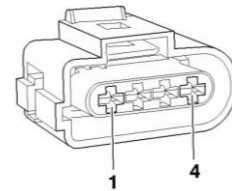
1. ispitivanjem napona signala na senzoru
2. mjerenjem otpora i napona signala

Postupci i procedure oko mjerenja prikazani su na slikama 10. i 11. Ispitivanje otpora i napona signala senzora obavljeno je na temperaturama od 0°C, 20°C i 50°C.

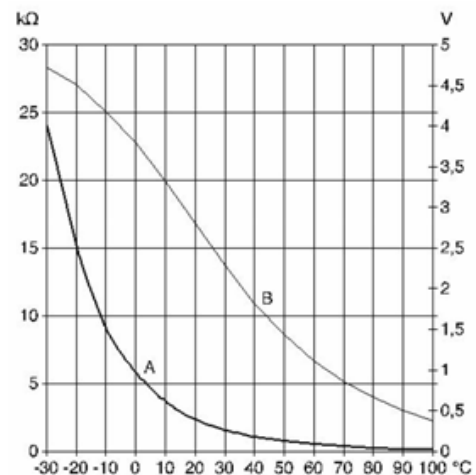
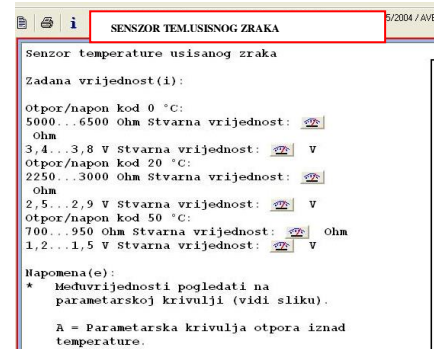
Rezultati mjerenja prikazani su u tablici 1.

**Tabela 1.** Rezultati mjerenja otpora i napona pri različitim temperaturama

Temperatura motora (°C)	Otpor (kΩ)	Napon (V)
0	5,77	3,45
20	2,91	2,70
50	0,88	1,34



Slika 10. Procedura oko ispitivanja otpora i napona MAT-a (a)

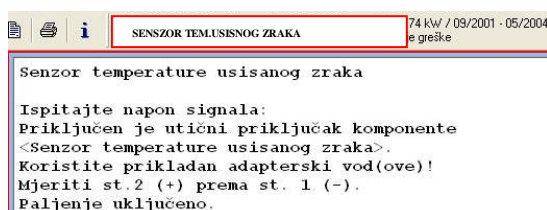


Slika 11. Procedura oko ispitivanja otpora i napona MAT-a (b)

Mjerenje je pokazalo da je senzor temperature usisnog zraka bio ispravan. Mjerenja otpora i napona signala na senzoru su se kretala u zadanim granicama i vidljiva su u tablici 2. U slučaju da se izmjerene vrijednosti otpora i napona signala nisu kretale u specificiranim granicama, a senzor je ispravan, onda bi se trebalo usmjeriti na daljnju dijagnostiku. Smjer daljnjeg dijagnosticiranja bio bi usmjeren na MAP (senzor pritiska zraka) i MAF senzor (senzor protoka zraka). Cilj je dobiti optimalni odnos zraka i goriva.

## 5. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Održavanje industrijskih postrojenja i tehničkih sustava danas je nezamislivo bez upotrebe suvremenih dijagnostičkih postupaka i dijagnostičke opreme. Tehnički sustavi danas zahtijevaju sofisticiranu opremu za njegovo održavanje. Zbog tih se razloga tijekom projektiranja i razvoja novih sustava od projektanata i konstruktora zahtijeva da se pobrinu i o razvoju



dijagnostičke opreme koja se ugrađuje ili posebno isporučuje uz tehnički sustav. Na taj način se osigurava pogodnost sustava za servisiranje i njegovo održavanje, odnosno podiže se njegova ukupna kvaliteta te se povećava zadovoljstvo korisnika i ljudi zaduženih za njegovo održavanje. S druge strane, kod već razvijenih tehničkih sustava koji nemaju ugrađenu dijagnostičku opremu u svoj sustav, na održavateljima i na službi održavanja je da razvijaju tehnička pomagala s kojima će biti efikasniji i uspješniji kod preventivnih i korektivnih akcija.

Stanje dijagnostičkih parametara može se pratiti kontinuirano (uz mjerenje određene fizičke veličine s određenom točnošću) ili diskretno (uz kontrolu postoji li ili ne postoji određeni signal, ili se radi jednostavno prebrojavanje).

Uz kombinaciju s ostalim preventivnim metodama u održavanju tehničkih sustava, održavanje prema stanju na temelju stanja parametara nema alternativu. Sve to zahtijeva od održavatelja određeno tehničko znanje, a od poslodavaca ulaganje u nabavu adekvatne dijagnostičke opreme.

Uvođenje preventivnog održavanja prema stanju, uz primjenu dijagnostike, danas je moguće i preporučljivo u industrijskim postrojenjima, a to znači da je potrebno:

- ☞ definirati adekvatne parametre za praćenje određenih elemenata na postrojenjima
- ☞ nabaviti prikladnu mjernu (dijagnostičku) opremu
- ☞ definirati prikladne metode za mjerenje i educirati ljude
- ☞ obaviti mjerenja
- ☞ analizirati rezultate i poduzeti konkretne akcije

## 5. LITERATURA

- [1] Baldin, A.; Furlanetto L.: Održavanje po stanju, OMO, Beograd, 1980.
- [2] Marin, R.: Autodijagnostika, Auto Mart d.o.o., Zagreb, 2011.
- [3] Marin, R.: Tehnologija automobila, Auto Mart d.o.o., Zagreb, 2010.
- [4] Adamović, Ž.; Jevtić M.: Preventivno održavanje u mašinstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.
- [5] <http://scindeksclanci.nb.rs/data/pdf/1451-1975/2009/1451-19750904023H.pdf>, (Dostupno: 23.05. 2012.)

### Kontakt autora:

**Veljko Kondić**, ing.  
Preloška 1a, Varaždin  
[veckon@hi.t-com.hr](mailto:veckon@hi.t-com.hr)

**Marko Horvat**, dipl.ing.  
Veleučilište u Varaždinu  
Varaždin, J.Križanića 33  
[marko.horvat@velv.hr](mailto:marko.horvat@velv.hr)

**Franjo Maroević**, dipl.ing  
Elektrostrojarska škola Varaždin  
[fmaroevic@gmail.com](mailto:fmaroevic@gmail.com)