



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolsko strokovnega študija
Program: promet
Modul: cestni promet

VZDRŽEVANJE VOZILA HMMWV-i

Mentor: mag. Janez Blaž

Kandidat: Janez Omejc

Kranj, junij 2006

IZJAVA

Študent Janez Omejc izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Janeza Blaža.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani fakultete.

Kraj, datum

Podpis: _____

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Janezu Blažu za strokovne napotke ter podporo pri izdelavi diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi sodelavcema mag. Leonu Grašiču ter g. Janku Erklavcu s Tehničnega zavoda vojašnice Franc Rozman Stane za napotke in podporo pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici Tini Sušnik.

POVZETEK

Lahko izvidniško vozilo HMMWV-i ima zelo dobre karakteristike, posebno pri vožnji po terenu. Zaradi težkih razmer, ki se pojavljajo na terenu, vozilo zahteva veliko pozornosti na področju vzdrževanja. Izpostavili smo pristop vzdrževalca vozila, kako postaviti diagnozo okvare, da odpravimo izvor napake in kako odkrijemo prve znake, ki nas opozarjajo, da vozilo ni več popolnoma zanesljivo. Vzdrževalec mora dobro poznati vozilo, komponente in sisteme, ki so vgrajeni, ter princip njihovega delovanja. Opisali smo postopek preizkušanja hidravličnih komponent, da v začetni fazi odkrijemo napake, ki so lahko vzrok kasnejših resnejših okvar vozila.

Pozorno smo pregledali delovanje hidravlike na vozilu, opravili meritve in z analizatorjem določili mejne vrednosti, v katerih je vozilo še primerno za uporabo. Za ta tip vozila nimamo podatkov, ker je na vozilu vgrajena črpalka drugega tipa, kot je opisana v literaturi in ima zaradi vitla večje zmogljivosti. Vozilo ima s hidravliko povezane štiri sklope, ki so medsebojno odvisni, zato okvara enega pomeni nedelovanje vseh.

Podali smo rešitve, ki bi zmanjšale občutljivost hidravličnega sistema vozila, povečale zanesljivost in posredno olajšale delo vzdrževalcu.

KLJUČNE BESEDE

analizator
viskoznost
pretok
hidravlika
servo

ABSTRACT

Light reconnaissance HMMWV vehicle has excellent driving performance, especially in a difficult terrain. Due to hard conditions on the field, considerable attention of having quality maintenance should be carried out. Primary intent of this diploma work, however, is to present a maintainer's comprehensive approach to maintenance of the HMMWV, how to make a correct diagnosis of the failure and how to discover those first signs of malfunction, which may lead to breakdown of the vehicle. Maintainer has to know well the vehicle in general, components and systems built-in and most of all, to understand its functioning.

We describe a test procedure of hydraulic components of the vehicle in order to recognize the malfunctions at the start, before they become more serious or at the end, even fatal.

We carefully examine, if the hydraulic system works properly, make series of measurements using hydraulic power steering analyzer and determine limitative values for hydraulic system where driving of the vehicle is still allowed. There are no factory given values known for this type of pump, because the power steering pump has been recently replaced with newer model, which has to operate the winch as well and it's different that the one described in the vehicle's workshop manual. There are four related subsystems connected to hydraulic assembly of the vehicle and malfunctioning of one means malfunctioning of other three.

We propose solutions, which could minimize the sensitivity of hydraulic system, increase general reliability and consequently make maintainer's work easier.

KEY WORDS

analyzer
viscosity
flow
hydraulic
hydro-boost

Kazalo vsebine

| | |
|--|----|
| POVZETEK | 4 |
| ABSTRACT | 5 |
| 1 Uvod | 9 |
| 1.1 Predstavitev problema | 9 |
| 1.2 Predpostavke in omejitve | 9 |
| 1.3 Metode dela | 10 |
| 2 Teoretične osnove vozila | 11 |
| 2.1 Motor | 11 |
| 2.1.1 Izpušni sistem | 14 |
| 2.1.2 Dovod goriva | 14 |
| 2.1.3 Hladilni sistem | 15 |
| 2.1.4 Sistem za dovod zraka | 17 |
| 2.1.5 Električni sistem motorja | 17 |
| 2.1.6 Mazanje motorja | 18 |
| 2.2 Menjalnik | 18 |
| 2.3 Glavni diferencial | 21 |
| 2.4 Diferencial | 22 |
| 2.5 Hidravlika | 23 |
| 2.6 Zobniško pesto | 23 |
| 2.7 Kolutne zavore | 24 |
| 2.8 Električne komponente na vozilu | 25 |
| 2.9 Hidravlični vitel | 26 |
| 3 Postopek preventivnega pregleda vozila | 27 |
| 3.1 Motor | 28 |
| 3.1.1 Sistem za dovod goriva | 28 |
| 3.1.2 Pasasti jermen | 28 |
| 3.1.3 Sistem hlajenja | 28 |
| 3.1.4 Sistem za dovod zraka | 28 |
| 3.1.5 Izpušni sistem | 29 |
| 3.1.6 Žarilne svečke | 29 |
| 3.1.7 Zaganjalnik | 29 |
| 3.1.8 Pregled generatorja | 29 |
| 3.1.9 Akumulator | 29 |
| 3.2 Nosilca motorja in menjalnika | 29 |
| 3.3 Vzmetenje in krmiljenje | 29 |
| 3.4 Zavorni sistem | 30 |
| 3.5 Menjalnik | 30 |
| 3.6 Razdelilni menjalnik | 31 |
| 3.7 Transmisija | 31 |
| 3.8 Pnevmatike | 32 |
| 3.9 Okvir in prečni nosilci | 32 |
| 3.9.1 Pokrov motorja | 32 |
| 3.9.2 Zadnja vrata prtlačnika | 33 |
| 3.10 Zaključna preizkusna vožnja | 33 |
| 4 Hidravlika na vozilu | 34 |
| 4.1 Hidravlična črpalka | 35 |
| 4.2 Hidravlični ojačevalnik zavor | 35 |
| 4.3 Krmilni mehanizem | 36 |
| 4.4 Hladilnik hidravličnega olja | 36 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.5 | Ventilator..... | 37 |
| 4.6 | Vitel..... | 37 |
| 4.7 | Diagnoza napak na hidravličnem sistemu | 38 |
| 4.8 | Preizkusi delovanja ojačevalnika zavorne sile..... | 41 |
| 4.9 | Preizkus tesnosti..... | 42 |
| 4.10 | Prezračevanje hidravličnega ojačevalnega sistema | 42 |
| 4.11 | Preizkus in meritve črpalke | 43 |
| 4.12 | Meritve nove hidravlične črpalke..... | 45 |
| 4.13 | Primerjava nove in še zadovoljive črpalke | 47 |
| 4.14 | Mejna vrednost..... | 51 |
| 5 | Zaključek | 53 |
| 5.1 | Ocena učinkov | 53 |
| 5.2 | Pogoji za uvedbo | 54 |
| 5.3 | Možnosti nadaljnjega razvoja | 55 |
| 6 | Literatura | 57 |

Kazalo slik

| | | |
|-----------|---|----|
| Slika 1: | deli motorja (vir: Katalog rezervnih delov 2005)..... | 12 |
| Slika 2: | izpušni sistem vozila (vir: lasten posnetek)..... | 14 |
| Slika 3: | hladilnik in ventilator (vir: lasten posnetek)..... | 15 |
| Slika 4: | pogled na motor zgoraj (vir: lasten posnetek)..... | 16 |
| Slika 5: | oljni čistilec (vir: lasten posnetek)..... | 18 |
| Slika 6: | prestavne ročice (vir: lasten posnetek)..... | 19 |
| Slika 7: | pogled na menjalnik od spodaj (vir: lasten posnetek)..... | 20 |
| Slika 8: | glavni diferencial (vir: lasten posnetek)..... | 21 |
| Slika 9: | zadnji diferencial (vir: lasten posnetek)..... | 22 |
| Slika 10: | črpalka hidravlike (vir: lasten posnetek)..... | 23 |
| Slika 11: | zobniško pesto (vir: lasten posnetek)..... | 24 |
| Slika 12: | zavorne klešče (vir: lasten posnetek)..... | 24 |
| Slika 13: | električna stikala vozila (vir: lasten posnetek)..... | 25 |
| Slika 14: | vitel (vir: lasten posnetek)..... | 26 |
| Slika 15: | shema hidravlične vezave (vir: lasten izdelek)..... | 34 |
| Slika 16: | hidravlična črpalka (vir: Katalog rezervnih delov 2005)..... | 35 |
| Slika 17: | ojačevalnik zavor (vir: Katalog rezervnih delov 2005)..... | 35 |
| Slika 18: | krmilni mehanizem (vir: Katalog rezervnih delov 2005)..... | 36 |
| Slika 19: | zadnji diferencial (vir: Katalog rezervnih delov 2005)..... | 36 |
| Slika 20: | ventilator s sklopko (vir: Katalog rezervnih delov 2005)..... | 37 |
| Slika 21: | hidravlični motor vitla (vir: Katalog rezervnih delov 2005)..... | 37 |
| Slika 22: | rezervoar, ojačevalnik zavor in elektromagnet za vklop ventilatorja (vir: Katalog rezervnih delov 2005)..... | 38 |
| Slika 23: | ojačevalnik zavor (vir: lasten posnetek)..... | 39 |
| Slika 24: | elektromagnetni ventili (vir: lasten posnetek)..... | 40 |
| Slika 25: | hladilnik v diferencialu (vir: lasten posnetek)..... | 42 |
| Slika 26: | analizator servotest 570 (vir: lasten posnetek)..... | 43 |

Kazalo diagramov

| | | |
|-------------|--|----|
| Diagram 1: | količine pretokov nove črpalke pri 30 °C..... | 45 |
| Diagram 2: | količine pretokov nove črpalke pri 40 °C..... | 45 |
| Diagram 3: | količine pretokov nove črpalke pri 50 °C..... | 46 |
| Diagram 4: | količine pretokov nove črpalke pri 60 °C..... | 46 |
| Diagram 5: | primerjava količine pretokov črpalk pri 30 °C..... | 47 |
| Diagram 6: | primerjava količine pretokov črpalk, drugače nastavljene pri 30 °C..... | 47 |
| Diagram 7: | primerjava količine pretokov črpalk pri 1500 vrtljajih motorja in 30 °C... | 48 |
| Diagram 8: | primerjava količine pretokov črpalk, višje nastavljene pri 60 °C..... | 49 |
| Diagram 9: | primerjava količine pretokov črpalk, normalno nastavljene pri 60 °C..... | 49 |
| Diagram 10: | primerjava količine pretokov črpalk pri 1500 vrtljajih motorja in 60 °C . | 50 |
| Diagram 11: | primerjava količine pretokov črpalk pri 1500 vrtljajih motorja in 85 °C . | 50 |
| Diagram 12: | količine pretokov črpalke na meji uporabnosti pri 30 °C..... | 51 |
| Diagram 13: | količine pretokov črpalke na meji uporabnosti pri 60 °C..... | 52 |

1 Uvod

Po več kot dveh letih preizkušanja vozila s strani AM General in vlade ZDA je bilo vozilo HMMWV-i na javnem natečaju ameriške vojske izbrano za novo lahko taktično vojaško vozilo. Leta 1991 je AM General ugodil zahtevam javnosti in začel izdelovati vozila HMMWV-i tudi za civilni trg. Vse različice vozil M998A2 so izpeljane iz osnovnega modela M1097A2. Vozilo je dobilo ime iz prvih črk besed za visoko mobilno večnamensko kolesno vozilo (**H**igh **M**obility **M**ultipurpose **W**heeled **V**ehicle).

Slovenska vojska ima večje število vozil HMMWV v uporabi od leta 2001. Za redno vzdrževanje in večja popravila na vozilih skrbimo v delavnici, ki se nahaja na območju Ljubljane. Vozilo ima zelo dobre tehnične karakteristike za vožnjo po terenu. Velika prehodnost, ki jo nam zagotavlja, ima tudi določene posledice, ki se pokažejo pri pregledu in kasneje pri vzdrževanju. Okvare poskušamo v celoti odkriti na polletnih pregledih, ki se izvajajo. Zelo dobro poznavanje in delovanje komponent je osnova za uspešno pregledovanje in odpravljanje napak. Nekatero napake v osnovi niso problematične, vendar so lahko vzrok kasnejših večjih okvar, ki lahko resno poškodujejo vozilo. Poleg nekaterih drugih nejasnosti se je pokazal največji problem v nameščeni hidravliki.

1.1 Predstavitev problema

V diplomski nalogi smo predstavili vzdrževanje vozila ter pregled vozila in opozorili, na kaj smo pozorni, ko opravljamo pregled. Tip hidravlike se je pokazal kot eden od zahtevnejših komponent in poleg literature, ki jo imamo, obstajajo določene nejasnosti. Literatura, ki smo jo dobili z vozili, nam je v veliko pomoč pri odkrivanju napak. Zaradi nekaterih sprememb na vozilu se je pokazala za nekoliko pomanjkljivo in smo jo delno nadgradili s podatki merjenj hidravlične črpalke. V zadnjem popravku Kataloga rezervnih delov 2005 smo dobili podatke, da črpalko, hladilnik, cevi in ventile lahko naročimo, ne moremo pa ventila, ki nam regulira pretok olja skozi hladilnik v diferencialu. Podatki pretokov in tlakov olja iz literature se nekoliko razlikujejo z realnim stanjem na vozilu, ker ima naša črpalka večjo zmogljivost. Podatke smo dobili z meritvami, ki smo jih opravili na vozilu. Opravljali smo jih z analizatorjem proizvajalca ZF, tipa SERVOTEST 570. Analizator, ki ga imamo v kompletu specialnega orodja, se je pokazal kot premalo precizen za ta tip črpalke. Določili smo mejne vrednosti, pri katerih naj bi bilo vozilo še popolnoma operativno, in naredili primerjavo med novo črpalko in črpalko, katere zmogljivost je na robu meje uporabnosti.

1.2 Predpostavke in omejitve

Vzdrževanje vozila je zelo obsežno in pri popravilih rabimo znanje in izkušnje, da kakovostno odstranimo pomanjkljivosti, ki z uporabo nastajajo na vozilu. Omejili smo se na osnovni pregled vozila in nadaljevali s podrobnejšim pregledom hidravlike. V podrobnosti nismo obravnavali samodejnega menjalnika, ki ima elektronsko podporo krmiljenja, in nam sam pokaže, če je prišlo do okvare, ker nam sveti opozorilna luč pri prestavni ročici.

Izpustili smo sistem za hladen zagon motorja, ki nam povzroča precej težav, vendar imamo navodila, kako lahko posamezne električne komponente preizkusimo. Če

nam sistem ne deluje pravilno, običajno ne moremo vžgati motorja. Pri hladnem motorju se pojavlja veliko belega dima.

Pojavljajo se tudi mehanske okvare ali puščanja na pestu kolesa, ki se kažejo v obliki puščanja ali neprimernih zvokov. To so komponente, na katerih nastane največ okvar in jih ne bomo posebej obravnavali, razen kolikor jih bomo omenili v pregledu vozila.

1.3 Metode dela

V diplomski nalogi smo v teoretičnih osnovah opisali vozilo v metodi deskripcije, navedli nekaj tehničnih podatkov za komponente, ki se nahajajo na vozilu.

Za pregled vozila smo uporabljali induktivno-deduktivno metodo, kjer smo sklepali iz splošno znanih podatkov, kako najlažje pridemo do napake na vozilu in iz okvare, kako jo odpravimo z vnaprej znanimi podatki.

V statistični metodi smo zbirali količine pretokov in tlakov različnih črpalk hidravlike na vozilu pri različnih temperaturah olja.

V komparativni metodi smo primerjali pretoke črpalke v različnih temperaturah. Na vozilu smo delali z analizatorjem in opravljali meritve tlaka, pretokov in primerjali podatke med novimi in starimi komponentami, ki ne zadostujejo potrebam varne vožnje. S primerjanjem podatkov smo dobili ocenjene vrednosti, ki so zadostne za varnost vozila.

2 Teoretične osnove vozila

Oddaljenost okvira od tal pri vseh tipih vozil je 39 cm. Pri tem ohranjajo nizko težišče in nizek profil. To so nujne lastnosti za varnost terenske vožnje. Vsi glavni sistemi vozil M998A2 prispevajo k veliki gibljivosti vozila. Poznavanje vsakega sistema posebej in njihovega skupnega delovanja je ključ do razumevanja velikih možnosti gibanja in možnosti lažjega vzdrževanja ter odpravljanja napak.

Vsa vozila, tipa M998A2, imajo 6,5 l turbo dizelski motor, ki zmore 190 km pri 3.400 vrtljajih na minuto in ima največji navor 42 Nm pri 1.700 vrtljajih na minuto. Motor hladi plastični ventilator z desetimi listi. Ventilator izklaplja mehanska povezava med plinom in stikalom za izklop ventilatorja. Ventilator poganja motor preko sistema jermenov. Sklopka sproži ventilator le, ko temperatura motorja doseže vrh delovnega območja. Serija vozil uporablja menjalnik GM 4L80E. Ta menjalnik ima štiri izbire za vožnjo naprej: 1, 2, D in D*, izbiro za prosti tek ter vzvratno vožnjo. Nad ohišjem prestavne ročice je opozorilna lučka menjalnika. Če se ta lučka prižge med vožnjo, je v menjalniku nastala okvara, ki jo lahko odpravi le usposobljen mehanik.

Glavni diferencial zagotavlja stalen pogon na štiri kolesa pri vseh izbirah prestavne ročice. Ima eno vstopno in dve izstopni gredi, ki ju veže diferencial. Omogoča neodvisno gibanje sprednje in zadnje pogonske gredi.

Diferenciali delijo navor glede na trenje in se samodejno prilagajajo spremembam navora in obremenitve. Omogoča, da se kolesi vrtita z različnimi hitrostmi, kot je to potrebno v ovinku.

Zobniško pesto ima togo redukcijsko razmerje 1,92 : 1 na strani kolesa. Uporaba redukcije čisto na koncu pogonskega sistema omogoča uporabo lažjih sestavnih delov.

Hidravlika zagotavlja večjo odzivnost krmilnega sistema in zahteva manjši napor voznika. Pritisk olja, ki ga zagotavlja črpalka, hidravlično pomaga pri premikih krmilnega mehanizma, zavor, omogoča nam izklop ventilatorja in pogon vitla.

Kolutne zavore so pritrjene na izstopne prirobnice diferenciala. S tem omogočimo boljše zaviranje in uporabo manjših sestavnih delov.

Vozila imajo neodvisno vzmetenje z dvojnimi prečnim vodilom na vseh štirih kolesih. Ta sistem zagotavlja mirno vožnjo in dobro kontrolo nad vozilom. Sestavlja ga močna vijačna vzmet, močan hidravlični blažilec sunkov ter zgornje in spodnje prečno vodilo pri vsakem kolesu. Na sprednjem vzmetenju je stabilizacijska gred, ki poveča stabilnost vozila v ovinku.

Okvir vozila je varjen škatlast okvir s petimi prečkami.

To so glavni deli vozila, ki jih bomo v nadaljevanju bolje opisali, ker osnova za odpravo in odkrivanje napak je dobro poznavanje vozila in poznavanje delovanja posameznih sistemov.

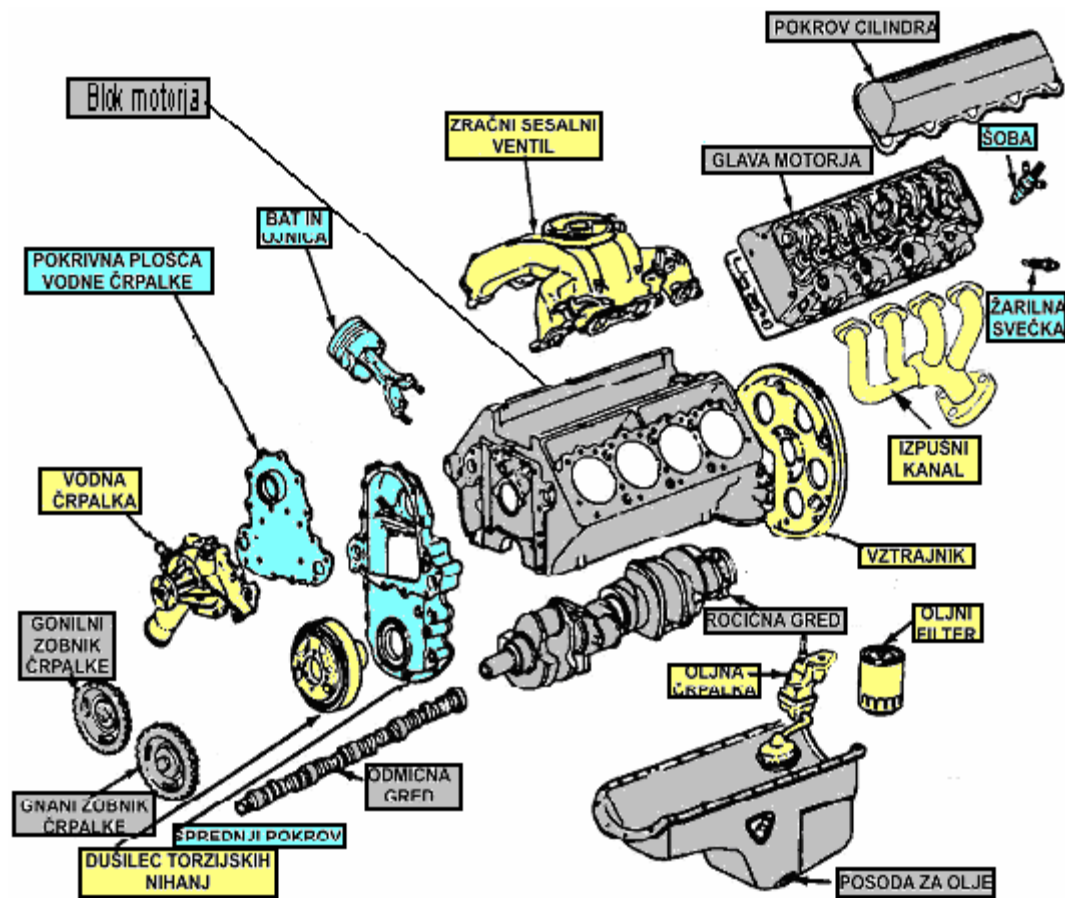
2.1 Motor

Motor vozila z gornjim oklepom ima 6,5 l turbo dizelski motor. Razvije 190 konjskih moči pri 3400 vrtljajih na minuto. Ta motor ima kompresijsko razmerje 21,5 : 1. Glava motorja je drugačna kot pri motorju z naravnim sesanjem zraka, da lahko nanjo pritrdimo turbo polnilec. Glava motorja, glavni ležaji in bati so narejeni izredno robustno, da lahko zdržijo velike pritiske, ki so potrebni za delovanje dizelskega motorja.

Glavni deli motorja:

Strojni sistem 6,5 L V8 dizelskega motorja ima:

- ♦ ohišje motorja: pokrova glav motorja, glavi motorja, valji, blok, izpušni kanal, sesalni kanal in oljno korito;
- ♦ ročni pogon: bat, ojnica in ročična gred, vztrajnik in dušilec torzijskih nihanj;
- ♦ krmiljenje motorja: ventili z vzmetmi, nihajni vzvodi, odmična gred, krmilna veriga in pogon tlačilke za vbrizgavanje goriva;
- ♦ opremo za vbrizgavanje: tlačilka za vbrizgavanje, nizkotlačna črpalka, čistilec za gorivo, visokotlačne cevi in šobe za vbrizgavanje;
- ♦ pomožne naprave: vodna črpalka, oljna črpalka, oljni filter, žarilne svečke za pomoč pri hladnem vžigu motorja, vodila za pasasti jermen, tipala, črpalka hidravlike in ventilator.



Slika 1: Deli motorja (vir: Katalog rezervnih delov 2005)

Levi in desni pokrov ventilov sta popolnoma enaka, lahko ju tudi zamenjamo. Edina razlika je nalepka Engine specification (specifikacija motorja) na levem pokrovu ventila. Pokrov ventilov je zaradi zmanjšanja glasnosti motorja na notranji strani prevlečen z gumijasto oblogo.

Blok motorja zagotavlja pritrdilne površine za dve glavi motorja, ki sta razen zunanje opreme enaki. Vsaka enodelna glava motorja je narejena iz litega železa.

Vsak cilinder ima zgorevalno komoro za učinkovito mešanje goriva in zraka, zato se izboljša zgorevanje. Vložek, izdelan iz nerjavečega jekla, sestavlja eno polovico, odprtina v glavi motorja pa drugo polovico zgorevalne komore. Oblika in velikost notranjosti vložka sta posebej prilagojeni 6.5 L V8 dizelskemu motorju, zato ga ne smemo zamenjati z vložki za druge dizelske motorje. Vsak vložek zgorevalne komore ima oznako, ki se poravnava z ustreznim utorom v glavi motorja.

Odmična gred je izdelana iz kovanega železa in ima šestnajst izboklin, ki upravljajo hidravlične dročnike osmih sesalnih in osmih izpušnih ventilov. Izboklina na sprednji strani odmične gredi upravlja mehanično dvižno črpalko za gorivo, ki dovaja gorivo pod nizkim tlakom v filter za gorivo in črpalko za vbrizgavanje goriva. Zobnik na zadnji strani odmične gredi poganja oljno črpalko in tipalo hitrosti motorja. Med servisiranjem ne smemo na nikakršen način obdelovati površine izboklin ali tečajev odmične gredi.

Na sprednji strani odmične gredi je gnani verižnik z zagozdo. Tudi pogonski zobnik črpalke za vbrizgavanje goriva je nameščen na sprednji strani odmične gredi. Verižnik in zobnik sta pritrjena z vijakom. Sinhronizacijska veriga je dvoredna členkasta s tulci. Delovanje odmične gredi in črpalke za vbrizgavanje goriva je usklajeno, ko je vodilna oznaka na verižniku odmične gredi obrnjena navzdol, proti vodilni oznaki verižnika ročične gredi.

Enodelni blok motorja, ki je ulit iz sive litine sestavljajo naslednji deli: nosilec ročične gredi, nosilec odmične gredi in hidravličnega dročnika, izvrtine v bloku za namestitve bata in ojnice, pritrtilne površine za glavo motorja, pritrtilne površine za pokrivne plošče in oljno korito, kanali mazalnega in hladilnega sistema, površine za pritrnitev prenosnika moči.

Ojnica je narejena iz kovanega jekla in ima natančno strojno izdelano medeninasto ležajno blazinico v izvrtini sornika bata. Vsaka izvrtina ročičnega tečaja ojnice je preklana in objema dvodelni tulec ležaja. Ojnični mostiček je pritrjen z vijaki in maticami.

Bat je narejen iz litega aluminija in ima naslednje značilnosti: čelna površina s posebno poglobljeno zgorevalno komoro, v glavi je odlit utor za zgornji kompresijski obroček s trapeznim presekom, utor za drugi kompresijski obroček, utor za dvodelno oljno tesnilo, izvrtine za prosto gibajoč se batni sornik, na obeh straneh pritrjen z zadrževalnim obročem.

Ročična gred je narejena iz litega železa in ima integrirane protiuteži. Glavni ležaj in tečaji glavnih ročičnih tečajev so obdelani zaradi dodatnega ojačanja. Na sprednjem koncu ročične gredi je nameščen dvovrstni verižnik za pogon odmične gredi. Pri usklajevanju ročične gredi in odmične gredi nastavimo oznako na verižniku ojnice na pozicijo 12h in odmične gredi na pozicijo 6h.

Masa vztrajnika in pretvornik navora se uporabljata za dušenje sunkov pri prenosu na gonilo. Med proizvodnjo se majhne neuravnovešenosti vztrajnika korigirajo s dodatnimi izvrtinami ali navarjanjem uteži.

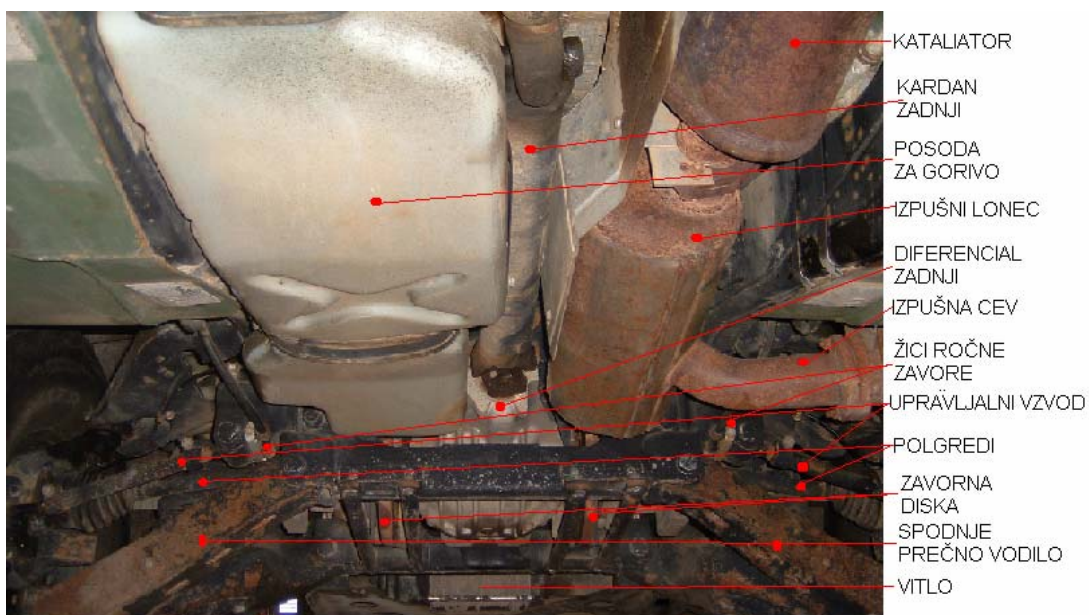
Dušilec torzijskih nihanj, nameščen na sprednjem delu ročične gredi, absorbira vrtilne sunke večvaljnega motorja. Dušilec je sestavljen iz zunanjšega in notranjšega obroča, med katera je nanosena guma. Med izdelavo motorja se dinamična

neravnovesja izravnavajo z vstavljanjem uteži v eno izmed 12 izvrtin zunanjega obroča dušilca.

Sprednji pokrov bloka je narejen iz litega aluminija in ima naslednje značilnosti: namestitvene površine za sprednje tesnilo ojnične osi, vodno črpalko, črpalko za vbrizg goriva in pomožno opremo, površine za namestitev tesnil cilindrov in oljnega korita, kanale za hlajenje motornega olja, nastavitveni nosilec za popravila, izvrtino za vgradnjo hitrostnega senzorja.

2.1.1 Izpušni sistem

Izpušni plini so speljani od motorja do leve strani zadka vozila. Izpušni sistem sestavljajo: sprednje izpušne cevi, zbiralna cev, glušnik, izpušna cev, katalizator.



Slika 2: Izpušni sistem vozila (vir: lasten posnetek)

Deli izpušnega sistema so iz nerjavečega jekla zaradi boljše zaščite pred korozijo. Zbiralna cev je z vijaki pritrjena na sprednje izpušne cevi. Glušnik z dvojnimi prehodoma in povratnim tokom je nameščen med oba vzdolžna nosilca okvira. Izpušna cev je pred levim zadnjim kolesom nameščena prečno na vozilo. Za brodenje po globoki vodi moramo na izpušno cev namestiti podaljšek. Katalizator zmanjšuje količino škodljivih snovi v izpušnih plinih vozila.

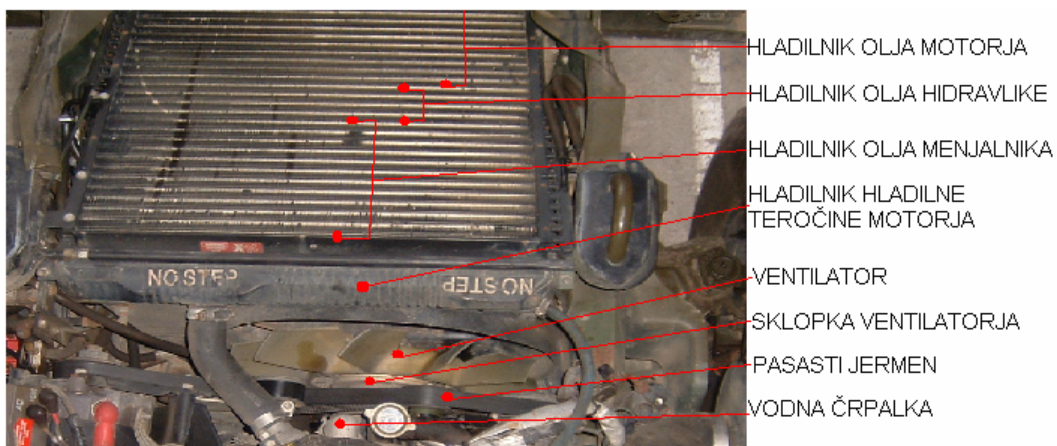
2.1.2 Dovod goriva

Mehanska črpalka na desni strani motorja črpa gorivo iz posode za gorivo. Gorivo potuje skozi filter za gorivo pod pritiskom od 0,2 do 0,5 bara. Črpalko poganja koleno na odmični gredi preko odmičnega droga. V vod je vgrajen filter goriva, ki je zasnovan tako, da deluje kot primarni in sekundarni vod goriva in se nahaja na levem zadnjem delu motorja pod pokrovom. Izločevalnik vode ločuje vodo iz goriva in jo preusmerja na dno ohišja čistilca. Izpustni ventil se nahaja na dnu ohišja čistilca, da lahko vzdrževalec redno odstranjuje vodo. Na vrhu čistilca je nameščen prezračevalni ventil za zrak. Od filtra je gorivo speljano na vstopni priključek vbrizgalne črpalke, kjer se gorivo razporedi na vbrizgalne šobe. Šobe se odprejo pri tlaku od 86 do 112 bara in razpršijo gorivo v predkomore. Namen črpalke za

vbrizgavanje goriva je dovajanje goriva v odvisnosti potrebe po moči in vbrizgavanje goriva pri visokih tlakih skozi šobo v zgorevalno komoro motorja v pravilnih časovnih intervalih. Vsak valj ima identično vbrizgalno šobo nameščeno v predzgovalni komori z navojem ter bakreno tesnilko. Posebna visokotlačna cev je povezana z vsako šobo z nastavkom in matico. Komora za predvžig pomaga vžgati gorivo. Preden zaženemo hladen motor, se prižgejo žarilne svečke in komore se segrejejo za hitrejši vžig. Tlačno stikalo naprave za hladni vžig pospeši dovod goriva, ko se motor še ogreva. Sestavljata ga elektromagnet in povratni ventil za gorivo s kroglico, ki se nahaja na okrovu krmilnika visokotlačne črpalke. Tipalo na zadnjem delu desne glave motorja elektronsko krmili delovanje elektromagneta. Večina stiskanja goriva se zgodi v komorah za predvžig. Glavna naloga šobe je razprševanje odmerkov goriva v komorah za predvžig. Visokotlačna črpalka potiska gorivo v dovodne kanale ventila. Tlak narašča, dokler ne dvigne igle ventila in dokler skozi šobo ne potisne goriva v komoro za predvžig. Ventil vbrizgava gorivo na vsaka dva obrata ročične gredi. Neizkoriščeno gorivo, ki hladi vbrizgalne šobe, se vrača v posodo za gorivo preko tretjega zapornega ventila, ki je nameščen na odtočno cev. Ko se gorivo razprši po komori za vžig, se črpalka vrti naprej in v istem trenutku zapre dotok goriva v šobo. Tlak goriva hitro pade, vzmet ventila pa z iglo zapre ventil in prekine dotok goriva v komoro za predvžig. Motor ima vgrajen regulatorja podtlaka, ki krmili vračanje plinov iz oljnega korita. Prezračevalni sistem okrova ročične gredi uporablja odprtine v bloku motorja za prenos izpušnih plinov, ki zaradi netesnosti uhajajo v okrov ročične gredi. Uhajajoči izpušni plini se vodijo v polnilno cev za olje. Ventil za regulacijo tlaka nadzira pot plinov iz polnilne cevi za olje v sesalni razdelilnik. Ventil omeji podtlak, ko pline potegne v sesalni razdelilnik skozi oljno cev in ventil.

2.1.3 Hladilni sistem

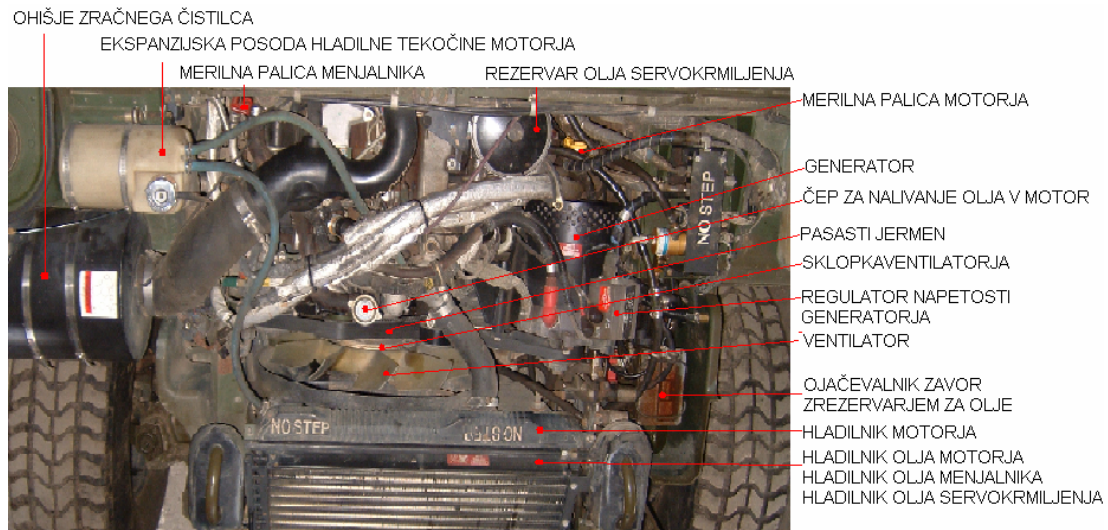
Namen hladilnega sistema je odvajanje toplote, ki nastaja pri izgorevanju goriva, in ohranjanje temperature motorja v območju, ki najbolj ustreza dani hitrosti oziroma voznim razmeram.



Slika 3: Hladilnik in ventilator (vir: lasten posnetek)

Med izgorevanjem mešanice zraka in goriva v cilindru dosežejo goreči plini temperaturo do 2190 °C. Del toplote absorbirajo stene cilindrov, blok motorja in bati. Te dele je treba hladiti, da jih prekomerno segrevanje ne poškoduje. Čeprav se motor ne sme pregrevati, je dobro, da deluje kar se da blizu kritične temperature.

Hladen motor ima slabši izkoristek, zato hladilni sistem vsebuje tudi naprave, ki preprečijo hlajenje, dokler je motor hladen. Te naprave so termostati (temperaturni ventili), ki zapirajo pretok hladilne tekočine, dokler motor ne doseže normalne delovne temperature.



Slika 4: Pogled na motor zgoraj (vir: lasten posnetek)

Črpalka hladilnega sistema je nameščena na srednjem delu motorja med glavo motorja in hladilnikom. Sestavlja jo ohišje z vstopno in izstopno odprtino za hladilno tekočino. V ohišju je vrtavka, ki potiska hladilno tekočino skozi ohišje. Črpalko sestavlja ohišje z vhodnim in izhodnim priključkom. V notranjosti se vrtil pogonsko kolo, ki potiska hladilno tekočino skozi črpalko. Vhodni priključek črpalke je preko cevi povezan z dnom hladilnika, od koder črpa hladilno tekočino. Črpalko poganja pasasti jermen. Hladilni sistem polnimo skozi posodo, ki deluje tudi kot izravnalna posoda hladilnega sistema. Termostatski ventil preprečuje vračanje hladilne tekočine v hladilnik, dokler temperatura ne doseže 88 °C. Ventil se začne odpirati pri 88 °C in se popolnoma odpre pri 100 °C. S tem omogoči vstopanje hladilne tekočine v hladilnik. Temperaturno stikalo ventilatorja je pritrjeno na zbiralno cev za hladilno tekočino. Z električnim signalom krmilni hidravlični ventil vklopi ventilator, ko temperatura motorja preseže 108 °C, in ventilator izklopi, ko temperatura pade pod 88 °C. Sklopko ventilatorja sproži hidravlični pritisk, ki ga nadzira hidravlični krmilni ventil. Ventilator črpa velike količine zraka skozi rebra hladilnika, kar pripomore k boljšemu odvajanju toplote. Vetrnica z desetimi listi je narejena iz plastike. Ventilator obdaja napa, ki usmerja tok zraka skozi motor. Ventilator je nameščen na vodno črpalko, poganja pa ga pasasti jermen.

Sklopko ventilatorja proži hidravlični pritisk, ki ga nadzirajo hidravlični krmilni ventil, temperaturno stikalo ventilatorja in zakasnitveni modul. Hidravlični pritisk zagotavlja črpalka hidravlike. Sklopka ventilatorja sproži ventilator le, ko temperatura motorja doseže vrh delovnega območja. Motor lahko tako hitro doseže optimalne delovne pogoje. Sklopka se vklopi, ko pritisk olja v hidravličnem sistemu pade. Temperaturno tipalo na zbiralniku povratne vode hidravlike električno krmili sklopko. Sklopko lahko izklopi tudi stikalo za izklop ventilatorja prek zakasnitvenega modula termostatskega

stikala ventilatorja. Ko se ventilator vrti, je pogonska moč motorja manjša za toliko, kolikor je porabi ventilator.

Hladilnik je nameščen pod kotom 45° , kar omogoča nižji profil vozila. Hladilnik ohlaja hladilno tekočino motorja. Hladilna tekočina potuje skozi niz hladilnih reber, s katerih odvajata toploto v okoliški zrak, preden se vrne v motor. Hladilnik v M998A2 ima 12 hladilnih reber na palec.

2.1.4 Sistem za dovod zraka

Ohišje filtra za zrak in dovod zraka se nahajata na desni strani vozila pred vetrobranom. Merilnik prepustnosti dovoda zraka zagotavlja hiter in natančen način za ugotavljanje prepustnosti zračnega filtra. Nahaja se na levi strani armaturne plošče. Zračni filter moramo zamenjati, preden kazalec doseže rdeči del merilne skale. Merilnik ima gumb za nastavitev na začetni položaj.

Zrak običajno potuje skozi dovodno cev za zrak in zračni filter v sesalni razdelilnik. Če delno zapremo dovod zraka ali če pa se zmanjša pretok zraka skozi filter, zmanjšamo učinkovitost motorja. Poveča se sesanje zraka skozi cev merilnika za prepustnost, ki je pritrjena na okrov filtra. Večji pretok vsesanega zraka potisne kazalec merilnika prepustnosti v rumeno ali rdeče območje skale, kar voznika opozori na težave v sistemu za dovod zraka.

Odprtina za odstranjevanje prahu se nahaja na dnu okrova zračnega filtra. Uporabimo jo, ko čistimo filter. Ujeti prah in drobce lahko preprosto odstranimo tako, da stisnemo gumijasto vrečko na odprtini za odstranjevanje prahu. Od filtra vodi cev, ki sesalni razdelilnik povezuje z regulatorjem podtlaka, in se nahaja na desni strani. Sesalni razdelilnik stoji samostojno in je narejen iz aluminija. Sestavlja ga dva dela, povezana s prečno cevjo. Opremljen je s povečano cevjo za dovod zraka, ki omogoča dotok večje količine zraka v cilindre. Razdelilnik je zasnovan tako, da ga lahko odstranimo, ne da bi odstranili hladilni sistem. Zavarovan je pred toploto iz okrova ročične gredi in hladilnega sistema.

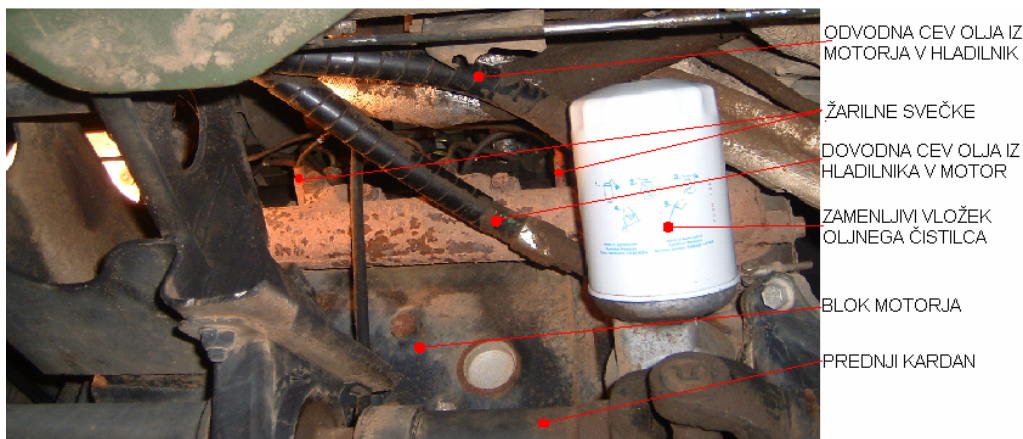
2.1.5 Električni sistem motorja

Električni sistem 6,5 L dizelskega motorja vsebuje sledeče sklope: žarilne svečke, zaganjalnik, generator, hladen zagon, elektromagnetni izklop dotoka goriva. Elektromagnet za ustvarjanje tlaka za hladen vžig pospešuje pogon motorja pri hladnem zagonu. Sestavljen je iz magneta, zaporne kroglice in se nahaja znotraj ohišja črpalke za vbrizg goriva. Električni signal, ki kontrolira delovanje magneta, se ustvari v sklopu, ki se nahaja v zadnjem delu leve glave cilindra. Pokvarjen zaganjalni mehanizem lahko prepoznamo po belem dimu in povišani glasnosti pri hladnem zagonu, dokler se motor ne segreje do 50°C . Vse črpalke dizelskih avtomobilskih motorjev sistema so opremljene z elektromagnetnim ventilom za prekinitev toka goriva. Pri odklopu električne napetosti se ročica magneta premakne navzven zaradi potisne sile vzmeti in fizično zapre ventil goriva. To prekine dotok goriva in motor se ugasne. Pravilno delovanje magneta preverimo z izmeničnim priključevanjem 24 V kontaktov na priključke elektromagnetnega ventila. Delovanje je pravilno, kadar slišimo karakteristični zvok premikanja ročice. Motor ima štiri 12 V žarilne svečke, ki so privite v glavo vsakega cilindra. Pri hladnem motorju znaša njihova upornost med 1,5 in 2,5 Ohma. Če je temperatura nad 50°C , delovanje svečke ni več potrebno.

2.1.6 Mazanje motorja

Mazalni sistem motorja deluje s tlačnim potiskom olja, s pomočjo oljne črpalke, skozi prehode do delov, ki zahtevajo mazanje. Oljna črpalka je nameščena na pokrov petega ležaja ročične gredi s pomočjo vijakov in nastavka. S pomočjo gnanih in pogonskih zobnikov potiska olje do različnih delov motorja. Motor nikoli ne sme delovati brez oljne črpalke. Sesanje olja se vrši skozi sesalno cev in se črpa skozi oljno črpalko. Oljno črpalko poganja odmična gred preko ene vmesne gredi. Olje se nato črpa skozi hladilnik olja in kjer se hladi in tako pripomore k zmanjševanju toplot motorja. Za hladilnikom se olje pretaka skozi oljni filter, ki ima obliko zamenljivega vložka. Normalni povprečni pritisk olja pri stabilnih pogojih obratovanja je približno od 2 do 4 bare pri 2000 obratih na minuto.

Ventil obtočnega kanala oljnega filtra se odpre pri 1,1 do 1,3 bara nad normalno vrednostjo štirih barov, ko poskuša črpalka črpati olje skozi zamašen oljni filter. Tako motor nemoteno dobiva zadostno količino maziva. Prekati v bloku motorja omogočajo pretok olja od črpalke skozi cevi do hladilnika in radiatorja hladilnika. Olje se vrača skozi hladilnik skozi drugo cev in znova vstopa v blok motorja. Hladilnik olja ima prav tako obtočni kanal z ventilom. Glavni namen obtočnega kanala oljnega hladilnika je, da ga zaščiti pred povečanim pritiskom olja pri hladnem zagonu, ko je viskoznost olja še posebej velika. Ventil se odpre od 0,62 do 0,75 bara nad normalnim tlakom štirih barov in predstavlja obtočno pot v primeru zamašitve hladilnika.



Slika 5: oljni čistilec (vir: lasten posnetek)

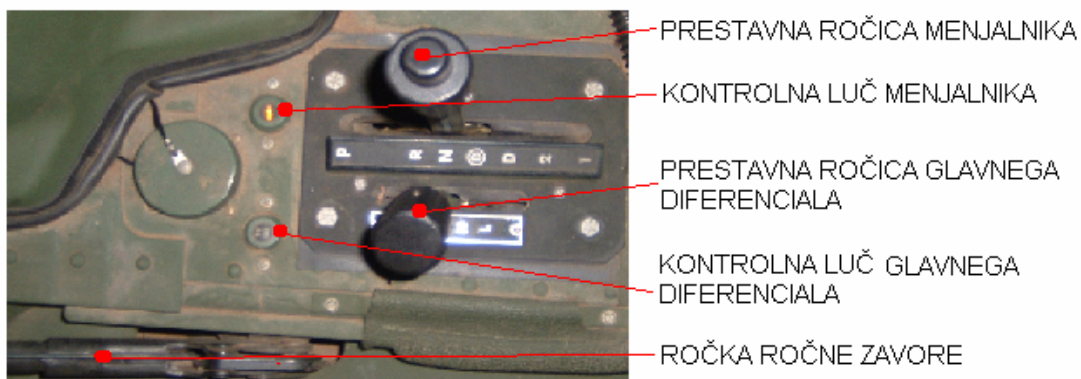
2.2 Menjalnik

Vozilo ima štiristopenjski samodejni menjalnik z elektronskim krmiljenjem za gladko prestavljanje. Ima tudi hitro prestavo za manjšo porabo goriva. Pri potovalni hitrosti se pretvornik navora samodejno izključi, kar dodatno izboljša izkoristek. Menjalnik krmilijo električni signali in elektromagnetni ventili, kar omogoča izredno tiho in gladko delovanje v primerjavi s hidravličnim krmiljenjem samodejnim menjalnikom.

Serija vozil M998A2 uporablja menjalnik GM 4L80E. Ta menjalnik ima štiri izbire za vožnjo naprej: 1, 2 D in D*, izbiro za prosti tek ter vzvratno vožnjo. Dodana je tudi izbira P (parkiranje). Izbire D* ne uporabljamo zunaj ceste. Menjalnik prilagaja moč motorja različnim voznim pogojem. Ohišje menjalnika je narejeno iz litega aluminija. Rebra povečujejo trdnost in vzdržljivost ohišja. Štiridelni pretvornik navora, ki deluje kot hidravlična sklopka in ojačevalec navora, prenaša gibanje motorja na zobnike

menjalnika. Nad ohišjem prestavne ročice je opozorilna lučka menjalnika. Če se ta lučka prižge med vožnjo, je v menjalniku nastala okvara.

Ko prižgamo motor, mora biti menjalnik v položaju P (parkiranje) ali N (prosti tek). Varnostno stikalo za prosti tek preprečuje vklop zaganjalnika, če prestavna ročica ni v položaju za parkiranje ali prosti tek. Menjalnik hladi oljni hladilnik, ki je nameščen zraven hladilnika hidravlike in motornega olja. Povečana temperatura menjalnika lahko prek izmenjevalnika navora segreje motor. Krmilni modul menjalnika je elektronska naprava, ki usmerja delovanje menjalnika glede na vstopne parametre. Krmilnik sprejema signale tipal, stikal in posameznih delov ter jih v skladu z vgrajenim programom pretvarja v signale za krmiljenje menjalnika.



Slika 6: prestavne ročice (vir: lasten posnetek)

Menjalnik deluje s pomočjo zobniške črpalke, ki vzdržuje pritisk olja v menjalniku. Pritisk olja uravnava elektromagnet za regulacijo tlaka, menjanje prestav pa nadzira krmilni modul menjalnika z dvema preklopnima elektromagnetoma. Sklopko pretvornika navora vklopi in izklopi elektromagnet.

Za povečanje pogonske moči lahko menjalnik prestavimo v nižje prestavno območje, kot ga trenutno določa prestavna ročica, tako da potisnemo pedal za plin do konca. S tem sprožimo tipalo za plin, ki se nahaja na črpalki za gorivo. Sestavni del menjalnika je tudi računalniški krmilni modul, ki je nameščen pod zadnjim levim sedežem. Računalnik analizira in snema elektronske signale tipal na motorju, zavornem pedalu in menjalniku. Kode, ki jih krmilni modul shrani, so kode okvar. Krmilni modul stalno preverja svoje delovanje. Lahko zaščiti menjalnik pred poškodbami, tako da ga zaklene v drugo prestavo pod največjim pritiskom olja, dokler ni napaka v delovanju menjalnika odpravljena.

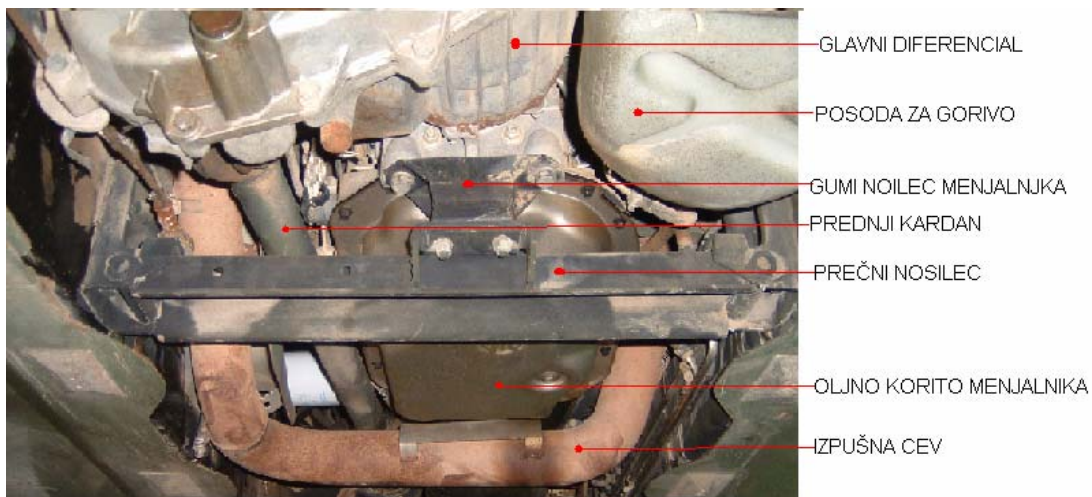
Krmilni modul menjalnika je računalnik, ki spremlja in obdeluje signale iz različnih tipal na vozilu. Izhodni signali računalnika krmilijo elektromagnete v krmilnem ventilu. Ventili uravnavajo delovni pritisk menjalnika, vzorce prestavljanja v višjo ali nižjo prestavo in delovanje sklopke pretvornika navora.

Glavni sestavni deli so: pretvornik navora in tri planetna gonila, pet lamelnih sklopok več, sklopka z zaskočkami, dve sklopki z valjčki in dve tračni zavori, ki predstavljata torne elemente, ki omogočajo zeleno delovanje planetnih gonil. Različne sisteme menjalnika upravljata hidravlična črpalka in elektronsko krmiljen krmilni ventil. Tri planetna gonila omogočajo štiri prestavna razmerja za vožnjo naprej in vzvratno

prestavo. Menjava prestavnih razmerij poteka popolnoma samodejno, predvsem glede na dodan plin in hitrost vozila.

Motor je spojen z menjalnikom preko pretvornika navora. Pretvornik navora sestavljajo: črpalno kolo, turbinsko kolo, plošče tlačne sklopke do turbinskega kolesa in enojno vodilno kolo. Pretvornik navora deluje kot hidravlično dinamična sklopka in skrbi za gladek prenos navora z motorja na menjalnik. Vklon tlačne plošče sklopke omogoča mehanski »neposreden prenos pogona« z motorja na menjalnik.

Krmilni modul menjalnika je vgrajen v računalnik, ki sprejema in obdeluje vhodne signale različnih tipal v vozilu in posreduje izhodne signale do elektromagnetov v sklopu krmilnega ventila. Elektromagneti krmilijo delovne tlake menjalnika, prestavljanja navzgor in navzdol ter nadzoruje delovanje sklopke pretvornika navora.



Slika 7: pogled na menjalnik od spodaj (vir: lasten posnetek)

Menjalnik vsebuje črpalno, ki je pritrjena na pretvornik navora in se vrti s frekvenco motorja. Z večanjem hitrosti motorja se večja tudi količina olja, ki se prečrpava v sistem. Tlačni regulator v črpalni omogoča vračanje odvečnega olja v oljno korito. Delovni tlak v dovodnih ceveh za olje določa elektromagnetni ventili, ki je nameščen v koritu menjalnika.

Tipalo položaja plina je potenciometer, ki je pritrjen na gred za plin na tlačilki za vbrizg goriva in pošilja napetost od 0,5 V do približno 5 V na krmilni modul menjalnika. Ta napetostni signal nam predstavlja gredi plina na visokotlačni črpalni. Na ohišju menjalnika imamo pritrjeni dve tipali, ki nam spremljata vhodno in izhodno hitrost. Ti napravi vsebujeta trajni magnet, obdan z žičnim navitjem, ki proizvaja magnetno polje. To polje prečkajo zobje rotorja, vrezani v zunanji obod ohišja sprednje sklopke. Ko zobje prečkajo magnetno polje, nastaja v tokokrogu izmenični tok. Naprava posreduje signal pogonske hitrosti krmilnemu modulu.

Elektromagnet za krmiljenje pritiska je električna naprava za krmiljenje delovnega tlaka olja. Elektromagnet je elektromagnetni ventil, ki je normalno zaprt, in je pritrjen v menjalniku na sprednji del jedra krmilnega ventila. Elektromagnet sklopke pretvornika navora je električna naprava za krmiljenje olja, ki deluje na ventil sklopke pretvornika navora. Ta potem dalje krmili vklon in izklop sklopke pretvornika navora.

Elektromagnet omogoča gladek vklop sklopke pretvornika navora. Pritrjen je v menjalniku, in sicer na sprednji del jedra krmilnega ventila.

Stikalo zavorne luči je stikalo za pretvornik navora. To stikalo je zgrajeno iz dveh delov. Prva stran, 24 V, skrbi za delovanje zavorne luči, medtem ko druga stran, 12 V, krmili sklopko pretvornika navora. Ta stran stikala je normalno sklenjena, ko je zavorni pedal spuščen. Ko pritisnemo zavoro, se to stikalo razklene, kar prekine električni tokokrog. Signalna napetost do krmilnega modula menjalnika se prekine, kar povzroči izklop sklopke pretvornika navora.

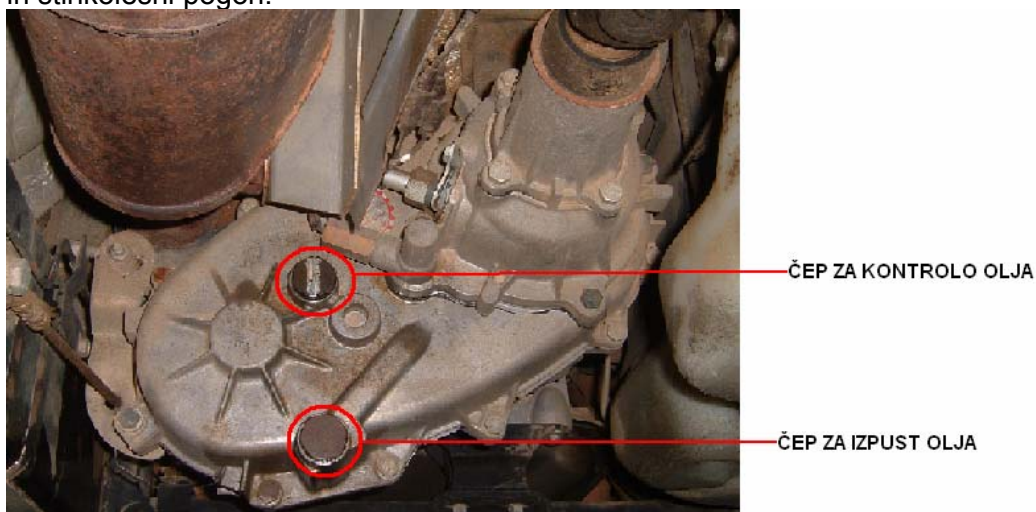
Tipalo temperature menjalnika je termični upornik, ki se uporablja za zaznavanje temperature olja menjalnika. Ko je olje menjalnika hladno, je upornost visoka, z višanjem temperature olja menjalnika pa upornost pada. Nahaja se v sklopu notranjih žic menjalnika. Krmilni modul menjalnika uporablja signal toplotnega tipala za krmiljenje vklopa sklopke pretvornika navora in kakovosti prestavljanja.

Preklopna elektromagneta nam omogočata s kombinacija vklopljenih in izklopljenih elektromagnetov prestaviti menjalnik v prvo, drugo, tretjo ali četrto prestavo. 1-2 preklopni elektromagnet omogoči krmiljenje toka olja, ki deluje na 1-2 in 3-4 preklopna ventila. Elektromagnet je pritrjen na zadnji del jedra krmilnega ventila na levi strani v menjalniku. 2-3 preklopni elektromagnet omogoča krmiljenje toka olja, ki deluje na 2-3 preklopni ventil. Elektromagnet je pritrjen na zadnji del jedra krmilnega ventila na desni strani v menjalniku.

Tlačno stikalo območja menjalnika je naprava, ki zaznava prestavno območje. Preko nje krmilni modul zaznava, katero prestavno območje je voznik vozila izbral. Tlačno stikalo se nahaja na telesu krmilnega ventila. Sestavlja ga pet tlačnih stikal, ki so združena v eno napravo. Krmilni modul dovaja sistemsko napetost do sklopa tlačnega stikala preko treh ločenih vodnikov. Ti trije tokokrogi so ali razklenjeni ali ozemljeni, odvisno od tega, katero prestavno območje je bilo izbrano in na katero kombinacijo petih stikal pritiska tlaka.

2.3 Glavni diferencial

Glavni diferencial zagotavlja stalen pogon na štiri kolesa pri vseh izbirah prestavne ročice. Ročica vozniku omogoča izbiro štirih načinov delovanja in dveh redukcijskih razmerij. Položaj H omogoča neodvisno vrtenje sprednje in zadnje pogonske gredi in štirikolesni pogon.



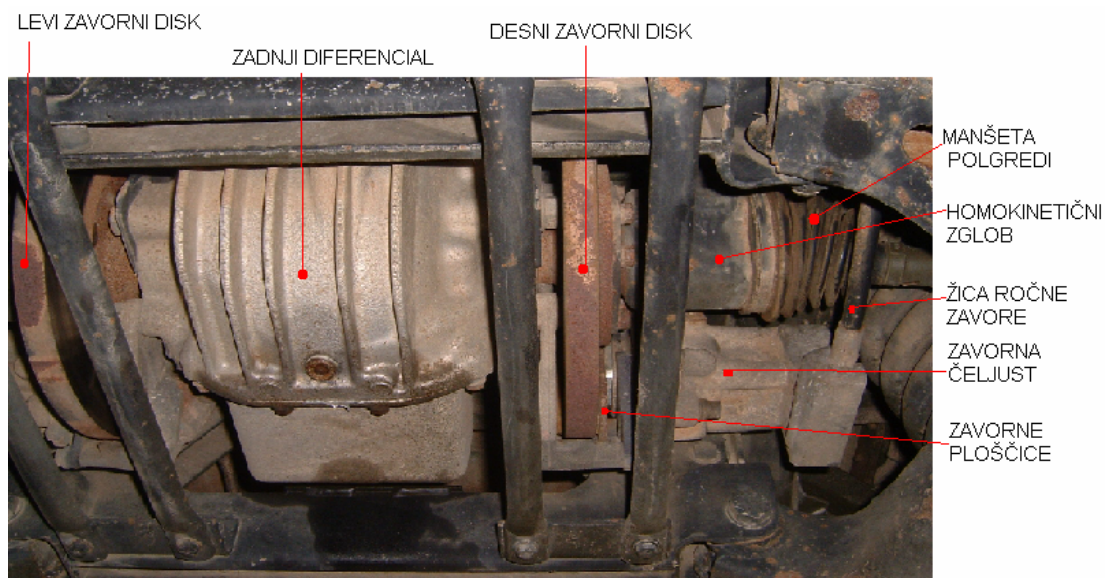
Slika 8: glavni diferencial (vir: lasten posnetek)

Položaja HL in L sklopita sprednjo in zadnjo os, tako da se vrtita skupaj in zagotavljata pogon na vsa štiri kolesa. Položaj L hkrati zmanjša redukcijsko razmerje med motorjem in pogonskim sistemom. Položaj N izklopi glavni diferencial. Omogoča stalen štirikolesni pogon s tremi načini delovanja: zgornje območje, zgornje območje s togo pogonsko osjo ter spodnje območje s togo pogonsko osjo. V zgornjem območju položaj H poganja glavni diferencial sprednjo in zadnjo pogonsko os z različnima navoroma, zobniško razmerje pa znaša 1,01 : 1. V zgornjem območju s togo sklopljenima pogonskima osema se obe osi vrtita skupaj z enakim navorom, zobniško razmerje pa je enako kot prej.

Tudi v spodnjem območju sta sprednja in zadnja pogonska os togo sklopljeni in se skupaj vrtita z enakim navorom, zobniško razmerje pa v tem območju znaša 2,72 : 1. Ima eno vstopno in dve izstopni gredi, ki ju veže diferencial. Omogoča neodvisno gibanje sprednje in zadnje pogonske gredi. Glavni diferencial hladi tekočina iz menjalnika, ki potuje skozi oljni hladilnik menjalnika in hladilnik v glavnem diferencialu nazaj v menjalnik. Indikatorska lučka glavnega diferenciala sveti, ko je krmilna ročica v položaju HL ali L. Lučka ugasne, ko ročico prestavimo nazaj v položaj H. Glavni diferencial hladi tekočina iz menjalnika, ki potuje skozi oljni hladilnik menjalnika in hladilnik v glavnem diferencialu nazaj v menjalnik.

2.4 Diferencial

Diferencial je naprava, ki prenaša navor pogonske osi na obe kolesi glede na zahteve gibanja. Omogoča, da se kolesi vrtita z različnimi hitrostmi, kot je to potrebno na primer v ovinku.



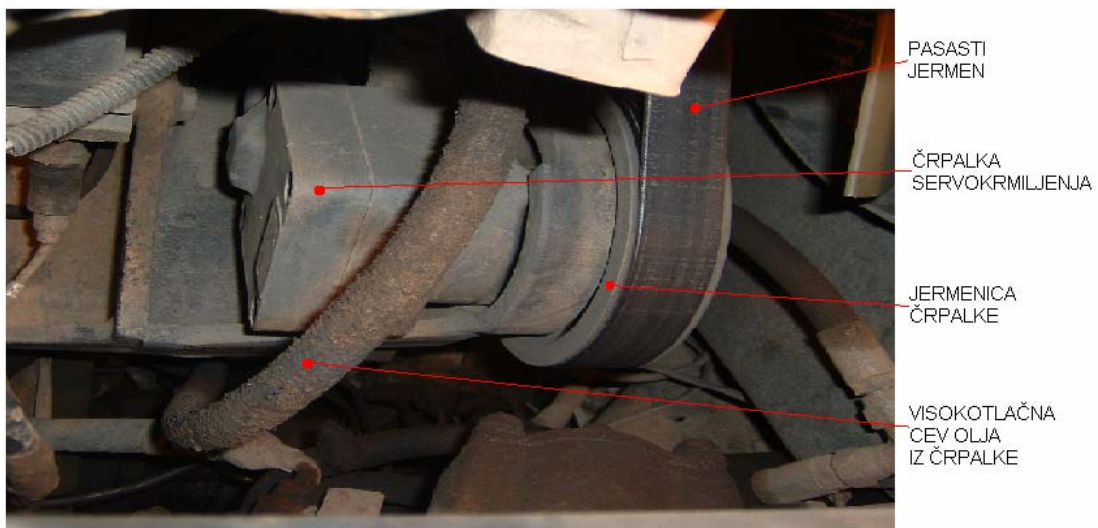
Slika 9: zadnji diferencial (vir: lasten posnetek)

Diferencial je sistem zobnikov, ki porazdeljuje navor na levo in desno kolesno gred in omogoča, da se kolesi vrtita z različnima hitrostma. Diferencial se samodejno prilagaja spremembam navora in različnim obremenitvam. Prosto vrtenje koles preprečuje tako, da prenese navor na kolo z večjim trenjem, ki se najbolje drži podlage. Sprednji in zadnji diferencial sta medsebojno zamenljiva in imata zobniško razmerje 2,73 : 1.

2.5 Hidravlika

Zagotavlja večjo odzivnost krmilnega sistema in zahteva manjši napor voznika. Črpalko hidravlike poganja pasasti jermen. Tlak olja, ki ga zagotavlja črpalka, hidravlično pomaga pri premikih krmilnega mehanizma, pri delovni zavori izklaplja ventilator motorja in jo rabimo za pogon vitla.

Zavorni sistem je izredno odziven, ker so gibi voznika hidravlično ojačani. Dvojna komora glavnega cilindra omogoča ločeno delovanje sprednjih in zadnjih zavor. Majhno tipalo zazna lahko razliko pritiskov in izgubo zavorne tekočine v sprednjem in zadnjem zavornem sistemu. Če je razlika prevelika ali pa je izteklo preveč zavorne tekočine, se prižge opozorilna lučka na kontrolni plošči. S tem opozori voznika na težave v zavornem sistemu. Valjasta posoda na hidravličnem ojačevalniku je akumulator. Tu je spravljen plinasti dušik pod pritiskom. Če črpalka hidravlike ne more zagotoviti dovolj velikega pritiska za delovanje hidravličnega ojačevalnika zavor, bo pritisk dušika v zbiralniku zadostoval za enkratno zasilno zaviranje.



Slika 10: črpalka hidravlike (vir: lasten posnetek)

Opozorilna lučka zavornega sistema se prižge v treh različnih primerih. Lučka se prižge, če potegnemo ročno zavoro in postavimo ključ v položaj za vžig. Prižgala se bo tudi med zaganjanjem motorja, ko ročna zavora ni zategnjena, da s tem pokaže pravilno delovanje celotnega tokokroga. Lučka pa se lahko prižge tudi med vožnjo, ko postane razlika pritiskov v sprednjem in zadnjem zavornem sistemu prevelika.

2.6 Zobniško pesto

Zobniško pesto ima togo redukcijsko razmerje 1,92 : 1 na strani kolesa. Uporaba redukcije čisto na koncu pogonskega sistema omogoča uporabo lažjih sestavnih delov kolesne in pogonske gredi, zavorni sistem so manj obremenjeni.

Kolesne gredi vstopajo v zobniško pesto 10 cm nad osjo kolesa, kar večja razdalja med dnom vozila in podlago. Zamenjamo lahko levo sprednje in desno zadnje zobniško pesto oziroma desno sprednje in levo zadnje pesto.



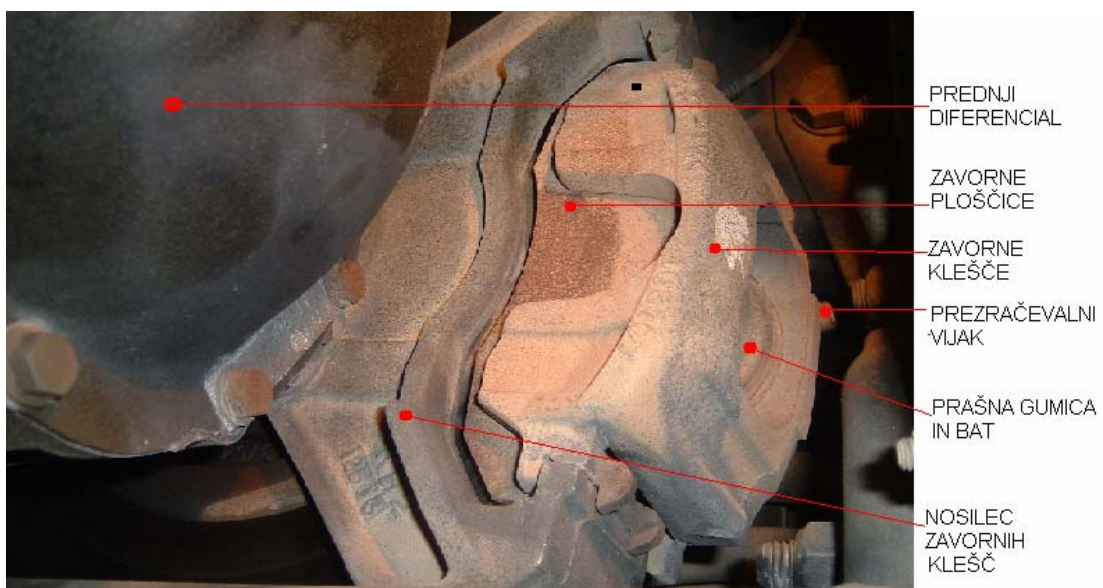
Slika 11: zobniško pesto (vir: lasten posnetek)

2.7 Kolutne zavore

Kolutne zavore so pritrjene na izstopne prirobnice diferenciala. S tem omogočimo boljše zaviranje in uporabo manjših sestavnih delov. Po terenu v splošnem ne uporabljamo zavor razen, ko želimo vozilo popolnoma ustaviti ali če rabimo pogon na vsa kolesa tako, da z zavoro naredimo blokado v diferencialu.

Če pri spustu po klancu uporabljamo zavore, pomeni, da vozimo prehitro za dane razmere. Hitrost gibanja vozila določimo s pazljivim branjem, ocenjevanjem terena in izbiro pravega prestavnega razmerja.

Vozilo ima neodvisno vzmetenje z dvojnimi prečnimi vodilom na vseh štirih kolesih. Ta sistem zagotavlja mirno vožnjo in dobro kontrolo nad vozilom. Sestavlja ga močna vijačna vzmet, močan hidravlični amortizer ter zgornje in spodnje prečno vodilo pri vsakem kolesu.



Slika 12: zavorne klešče (vir: lasten posnetek)

Amortizer krmili stiskanje in sproščanje vzmeti. Na sprednjem vzmetenju je stabilizacijska gred, ki poveča stabilnost vozila v ovinku.

2.8 Električne komponente na vozilu

Vozilo ima dve bateriji, ki oskrbujeta porabnike z 24 V napetostjo, razen menjalnika, ki za svoje delovanje uporablja 12 V (napetost). V vozilih M998A2 je električni sistem z dvema napetostma 12 in 24 V, ki lahko deluje tudi pod vodo in je sestavljen iz več tokokrogov.

Električni sistem sestavljajo:
 tokokrog zaganjalnika 24V,
 tokokrog generatorja 12 V/24 V,
 tokokrog akumulatorja 24 V,
 tokokrog menjalnika 12 V,
 tokokrog brisalcev za vetrobran 24 V,
 tokokrog luči 24 V.



Slika 13: električna stikala vozila (vir: lasten posnetek)

Generator proizvaja dve napetosti 12/24, z močjo 200 A. Zagotavlja električni tok za 12 V in 24 V sisteme vozila. Pomaga akumulatorjema zagotavljati električno energijo in ju polni med obratovanjem motorja. Pogon generatorja poteka preko pasastega jermena in jermenice na generatorju, v kateri je vgrajena sklopka.

Zaradi visokega kompresijskega razmerja potrebuje dizelski motor za začetek delovanja zaganjalnik z velikim navorom. Zaganjalnik pomaga motorju doseči minimalno hitrost vrtenja ročične gredi: 100 vrtljajev v minuti, ko je motor hladen, 180–200 vrtljajev v minuti, ko je motor vroč.

Zaganjalnik sestavljajo robusten, vodo tesen 24-voltni motor z elektromagnetom, stikalo za vžig, rele zaganjalnika in varnostno stikalo za prosti tek. Razstavljanje in sestavljanje zaganjalnika lahko opravimo z običajnim orodjem. Za odstranitev pritrdilne matice jedra motorja z osi jedra v ohišju pastorka potrebujemo posebno orodje. Če premaknemo matico na osi jedra, moramo preveriti zračnost motorja.

Vozilo napajata dve zaporedno vezani 12 V akumulatorski bateriji, ki jih lahko preizkusimo z običajnimi postopki. Preizkušamo vsako akumulatorsko baterijo

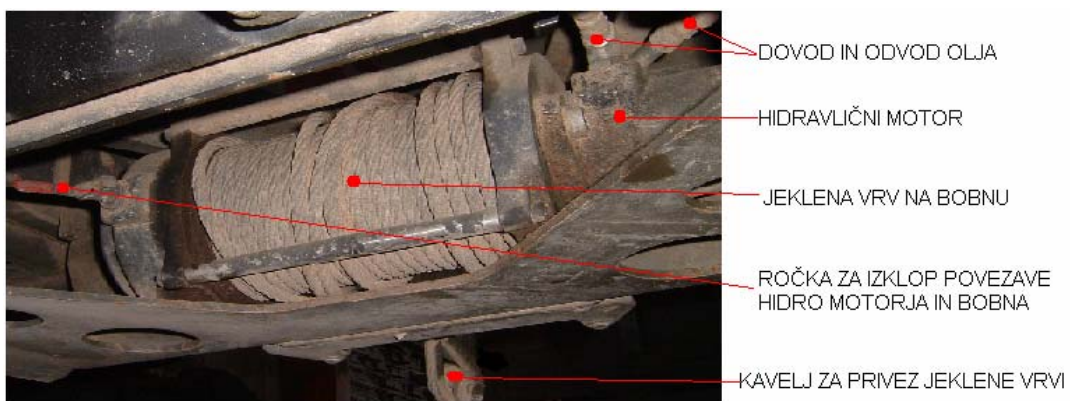
posebej. Brisalce poganja elektromotor z dvema hitrostma. Ko pritisnemo gumb za brisalce, poženemo elektromotor, ki po vetrobranu razprši čistilno raztopino.

Krožno stikalo, ko je v položaju »START«, je tokokrog med akumulatorjem in zaganjalnikom in stikalom za prosti tek sklenjen. V naslednjem položaju »ZAGON« damo motor v pogon.

Pod krožnim stikalom imamo nameščeno stikalo za vklop svetlobnih teles na vozilu. Stikalo ima nameščeno blokado, če jo ne sklopimo, stikala ne moremo premakniti in vklopiti svetlobnih teles.

2.9 Hidravlični vitel

Za pogon vitla se uporablja sistem hidravlike vozila. Med uporabo vitla mora biti vozilo v teku, da imamo zagotovljen tlak olja iz črpalke. Če med uporabo vitla pritisnemo na zavoro vozila ali zasukamo volan, to vpliva na delovanje vitla. Če motor ne deluje, lahko jekleno vrv odvijemo tako, da premaknemo prestavni ročici v položaj za prosto odvijanje, pri tem pa moramo pustiti na bobnu vsaj pet polnih ovojev jeklene vrvi. Vitel upravljamo s pomočjo elektromagnetov, ki nam regulirajo tlak olja iz hidravlične črpalke.



Slika 14: vitel (vir: lasten posnetek)

3 Postopek preventivnega pregleda vozila

Število okvar je v direktni povezavi z zanesljivostjo vozila in njegovo razpoložljivostjo. Zaradi povečanja števila okvar se na vozilu, ki so pretežno vzrok obrabe, utrujanja materiala in spontanih sprememb nastavitvev sistemov, poslabšuje zanesljivost vozil. Povečanje zanesljivosti pa dosežemo lahko le s preventivnimi posegi. Pri preventivnem vzdrževanju vozil in njihovem spremljanju ugotavljamo tudi napake, pri katerih nepravilna odprava povzroči odpoved kompletnega agregata, s tem pa praviloma nastanejo zelo veliki stroški.

Pri vzdrževanju večje skupine vozil je smiselno spremljati napake, ki se pogosto pojavljajo in povzročajo s tem velike stroške. Te ugotovljene napake potem odpravljamo in rešujemo na različne načine. Pomembno je redno beleženje in analiziranje teh napak.

Voznik mora mehanika opozoriti na nepravilnosti delovanja vozila in mu pomagati pri iskanju in odpravljanju napak ter izvajanju tehničnega pregleda. Najprej opravimo preizkusno vožnjo, ki poteka deloma na ravni asfaltirani površini in na neravninah, če nam razmere to dopuščajo.

Pozorni smo na naslednje:

- ♦ Opazujemo, ali zaganjalnik gladko starta in obrne motor z normalnimi vrtljaji ob zagonu. Pozorni smo, če zaganjalnik ne deluje oziroma povzroča glasen, škrtajoč zvok.
- ♦ Poslušamo, ali slišimo nenavadne zvoke ob prostem teku, pri delovnih vrtljajih in pri pospeševanju. Pazimo na pretirane vibracije in vonj po olju, gorivu ali izpušnih plinih, če motor tolče, ropota ali dimi.
- ♦ Pregledamo, kako se menjalnik odziva na prestavljanje in kako gladko deluje v vseh prestavnih območjih. Pozorni moramo biti na nenavadne zvoke in težavno prestavljanje v kateremkoli prestavnem območju. Menjalnik ne prestavlja pravilno, sploh ne prestavlja ali proizvaja preglasne zvoke. Če ne moremo izbrati zelenega prestavnega območja menjalnika, moramo ugasniti motor, izbrati prestavno območje in ponovno zagnati motor.
- ♦ Pregledamo, kako se razdelilni menjalnik odziva na prestavljanje in kako gladko deluje v vseh prestavnih območjih. Pozorni moramo biti na vse nenavadne zvoke in težavno prestavljanje v kateremkoli prestavnem območju, če razdelilni menjalnik preskakuje ali proizvaja preglasne zvoke.
- ♦ Pri hitrosti vozila približno 8 km/h obrnemo volan levo in desno, da tako opazimo trdo krmiljenje, prazni hod ali opletanje koles. Vozilo se mora odzivati trenutno. Ko se vozilo premika naravnost po ravnem terenu, popustimo prijem na volanu in pregledamo, ali vozilo vleče v eno stran. Pozorni smo, če se krmilo zatika, vleče, deluje trdo ali ima prevelik prazni kot.
- ♦ Enakomerno pritisnemo na pedal zavore. Vozilo mora upočasniti in ustaviti brez vlečenja na stran ali trzanja. Spustimo pedal zavore. Zavore morajo takoj in brez težav popustiti. Pozorni smo, če zavore škripajo, vlečejo na eno stran ali ne delujejo. Zavore morajo takoj, ko spustimo stopalko zavore, sprostiti vozilo.
- ♦ Vozilo ustavimo. Zategnemo ročno zavoro, ko je menjalnik še vedno v položaju D in vozilo mora ostati na mestu.
- ♦ Opazujemo odziv vozila na neravnine na vozišču. Zibanje na stran ali nenehno poskakovanje pomeni okvaro.

Po končani preizkusni vožnji poskrbimo, da je s podvozja, zunanosti in kabine vozila očistimo blato, pesek in ostale nečistoče, ki se nahajajo na vozilu. Pregledamo, ali najdemo razmajane kovice, razpoke, odvite ali manjkajoče vijake in splošne poškodbe podvozja. Ko imamo to opravljeno, vozilo zapeljemo v delavnico, priložimo spisek napak, ki smo jih odkrili na preizkusni vožnji in med pranjem vozila. Tako vozilo je pripravljeno za izvajanje servisa.

3.1 Motor

Pregledamo, ali so na motorju poškodbe ali puščanja, ki bi lahko povzročile okvaro motorja. Olje moramo zamenjati na vsakih 5000 prevoženih kilometrov ali na pol leta. Pri izpustu olja moramo biti pozorni na magnet, ki se nahaja na čepu za izpust, če so na njem kovinski drobci, ki bi bili lahko vzrok za prekomerno obrabo ali okvaro v motorju. Filter za olje moramo vedno zamenjati, ko izpustimo olje iz oljnega korita. V oljno korito gredi natočimo 7,6 litra motornega olja. Volumen oljnega korita je 6,6 litra, volumen filtra pa 1 liter.

3.1.1 Sistem za dovod goriva

Pregledamo, ali je so na čistilcu za gorivo (izločevalnik) udrtine ali razpoke, ki bi lahko povzročile puščanje. Če so na črpalki za vbrizgavanje goriva, ceveh šob ali priključkih sledi puščanja ali poškodbe. Na zadnji strani šob za vbrizgavanje goriva mora biti prisoten gumijast pokrov. Pregledamo vse cevi za gorivo. Vsakih 10.000 km ali enkrat na leto zamenjamo filterni vložek. Če je izločevalnik vode neuporaben, ga zamenjamo.

3.1.2 Pasasti jermen

Pregledamo, ali je pasasti jermen raztrgan, razpokan, scefran. Pasasti jermen zamenjamo, če je raztrgan ali če ima tkanina jermena več kot eno razpoko, globoko 3,2 mm oziroma 50 % debeline jermena oziroma so scefrani deli daljši kot 5 cm.

3.1.3 Sistem hlajenja

Če je vozilo delovalo, moramo zelo paziti, da se ne opečemo pri snemanju pokrovčka s hladilnika. Roke zaščitimo z debelo krpo ali rokavicami. Pokrovček hladilnika obrnemo samo za pol obrata proti smeri urinega kazalca in sprostimo pritisk, preden ga do konca odstranimo. Pregledamo stanje hladilne tekočine. Testiramo hladilno tekočino, da vidimo, če je potrebna zamenjava. Če je hladilna tekočina starejša od treh let, jo je potrebno zamenjati. Pregledamo izenačevalno posodo, napo hladilnika, hladilnik servo krmila, hladilnik za olje, vse cevi, priključke za hitro snemanje in ostale priključke, če so dobro pritrjeni, če puščajo ali če so prepereli. Po potrebi očistimo satje hladilnika za vodo in hladilnika za olje in poravnamo s posebnim orodjem.

3.1.4 Sistem za dovod zraka

Pregledamo in očistimo vložek in ohišje zračnega čistilca in po potrebi zamenjamo. Pregledamo nabiranje olja v podtlačnem regulatorju. Odklopimo cev prezračevalnega voda tlačnega regulatorja z regulatorja in pregledamo. Majhna količina olja v tlačnem regulatorju je sprejemljiva. Pravilnost delovanja preverimo z meritvijo vakuma z vodnim manometrom. Odstranimo tlačni regulator in cevi ter jih obrišemo s krpo. Če imamo v ohišju zračnega čistilca znake oljnih madežev, moramo preveriti prezračevalno cev, če je pravilno naravnana, ker lahko s pomočjo pod tlaka sesa olje iz ostalih sklopov.

3.1.5 Izpušni sistem

Pregledamo, ali so cevi, glušniki ali pritrdilni deli razpokani ali slabo pritrjeni. Preverimo tesnost izpušnega sistema. Pozorni moramo biti na pločevine, ki preprečujejo prenašanje toplote iz izpušnega sistema na karoserijo, njihovo privitje, ker so v mnogih primerih vzrok za nepričakovan ropot.

3.1.6 Žarilne svečke

Odklopimo žice z vseh žarilnih svečk in pregledamo električni stik med priključkom žarilne svečke in maso. Električni stik mora biti. Pregledamo, ali je katera žarilna svečka razmajana ali poškodovana. Če električni stik ne obstaja in če se vidijo vidne poškodbe, svečko zamenjamo. Zategnemo vse žarilne svečke na 11–16 Nm. Svečke lahko preizkusimo z preizkuševalcem napetosti (z volt-amper metrom ali s tokovnimi kleščami).

3.1.7 Zaganjalnik

Kontroliramo, če je zaganjalnik dobro pritrjen. Zategnemo pritrdilne vijake na 54 Nm in če so na kablkih ali zatičnih vijakih poškodbe ali odtegnjene matice. Sam preizkus delovanja zaganjalnika moramo opraviti že na preizkusni vožnji. Pozorni moramo biti na zvok, ki se sliši pri zagonu motorja.

3.1.8 Pregled generatorja

Pregledamo, v kakšnem stanju sta generator in krmilnik napetosti, ali sta pravilno nameščena in ali sta dobro pritrjena. V električnem kablju pogledamo, da niso potrgani vodniki, da ni scefrana, razpokana ali obrabljena izolacija. Stiki morajo biti dobri. Vijaki, ki pritrjujejo generator, morajo biti dobro priviti. Zategnemo vijake na 54 Nm. Jermenica ne sme biti poškodovana ali odvita matica, ki pritrjuje jermenico. Sklopko na jermenici preizkusimo, ko imamo motor v prostem teku in mu zvišujemo obrate. Ko pridemo do maksimalnih obratov motorja, naenkrat spustimo stopalko plina. Mora se slišati zvok, ko se generator vrti hitreje od motorja.

3.1.9 Akumulator

Pregledamo, ali je škatla akumulatorja korodirana oziroma ali so v njej nečistoče in če so kabli akumulatorja scefrani, prekinjeni ali slabo pritrjeni. Očistimo priključke in jih namažemo z sredstvom proti koroziji. Kontroliramo nivo kisline in zabeležimo specifično težo vsake celice. Specifična teža celice mora biti nad 1,225, če je manj, moramo akumulator zamenjati ali poizkusimo zvišati specifično težo z dodatnim polnjenjem.

3.2 Nosilca motorja in menjalnika

Pregledamo, ali so vijaki in varovalne matice nosilcev motorja odviti oziroma ali manjkajo ali so nosilci ali gumijasti nosilci motorja razpokani, razmajani, obrabljeni ali poškodovani. S pomočjo nastavka za momentni ključ zategnemo dva vijaka, ki pritrjujeta nosilec menjalnika na menjalnik na 88 Nm in dve varovalni matici, ki pritrjujeta nosilec menjalnika na prečni nosilec na 38 Nm. S specialnim ključem preizkusimo še zategnjenost vijakov na prednjima nosilcema.

3.3 Vzmetenje in krmiljenje

Odstranimo kolo in pregledamo pritrditev sprednjega in zadnjega kroglastega zgloba. Zategnemo varovalne matice, ki pritrjujejo spodnji kroglasti zglob na spodnje

prečno vodilo, na 81 Nm. Zategnemo kronsko matico kroglastega zgloba, na 99 Nm, in preverimo, ali je razcepka na svojem mestu. Pregledamo pritrnitev sprednjega in zadnjega zgornjega kroglastega zgloba. Zategnemo varovalne matice, ki pritrjujejo zgornji kroglasti zglob na zgornje prečno vodilo, na 50 Nm. Zategnemo varovalne matice, ki pritrjujejo zgornje prečno vodilo na nosilec, na 353 Nm, in kronsko matico kroglastega zgloba, na 88 Nm. Namažemo sprednje in zadnje, spodnje in zgornje kroglaste zglobe z mastjo. Pregledamo, ali so prečna vodila, puše prečnih vodil, vzmeti, amortizerji ali nosilci poškodovani. Zvita prečna vodila, obrabljena puše ali vidne poškodbe, ki bi ovirale vožnjo ali zmanjšale zanesljivost vozila, zamenjamo. Pregledamo, ali so na kardanskih zgibi, v volanskem drogu, jarmovih drogovi, upravljalnih vzvodih, vzvodu krmila ali vmesnem vzvodu razpoke in ali so zlomljeni ali obrabljeni. Pregledamo, ali je gonilo krmila dobro pritrjeno. Zategnemo vijake, ki ga pritrjujejo, na 81 Nm. Pozorni moramo biti na črpalko hidravlike, gonilo krmila, hidravlični krmilni ventil, cevi, vodi ali priključke.

3.4 Zavorni sistem

Pregledamo glavni cilinder, hidravlični ojačevalnik, regulacijski ventil, zadrževalni tlačni ventil, cevi in priključke. Preverimo njihovo puščanje in poškodbe. Če opazimo kakršnokoli puščanje, počene ali poškodovane cevi, zamašene ali preveč na hitro upognjene, potem to odpravimo. Priključki morajo biti primerno priviti. Pred odpiranjem pokrova zavornega cilindra moramo zunanost pokrova temeljito očistiti. Umazanija, voda ali olje onesnažijo zavorno tekočino in povzročijo poškodbe zavornega sistema. Pri odstranjevanju pokrova ne smemo uporabljati izvijača, ker lahko poškodujemo pritrtilni žici. Pokrov odstranimo tako, da odmaknemo pritrtilno žico in uporabljamo samo prste. Da ne pride do prehudega izlivanja zavorne tekočine, moramo poskrbeti, da gumijasta membrana do konca sede na svoje mesto pred namestitvijo pokrova na glavni cilinder. Za polnjenje glavnega cilindra uporabljamo zavorno tekočino DOT 5.

Če ne uporabimo zavorne tekočine DOT 5, lahko pride do poškodbe zavornega cilindra. Gladina zavorne tekočine mora biti 3,2 mm pod vrhom posode glavnega cilindra. Pregledamo, če so prednje zavorne ploščice ali zavorni koluti obrabljeni in če so ploščice tanjše od 3,2 mm, jih zamenjamo. Pregledamo zavorne ploščice in kolute (zadnje nožno). Predvideno je, da naj bi debelina ploščic 3,2 mm bila dovolj do naslednjega servisa. Preizkusimo ročno zavoro in ali se pri žici ročne zavore, sponki žice, vzvodu, vzmeti ali potisnem vodilnem drogu pojavlja zatikanje oziroma ali so deli razmajani. Pozorni smo, ali sta žici zadnjih ročnih zavor poškodovani ali odrgnjeni v področju prečnih vodil. Če sta žici poškodovani, ju zamenjamo. Posebno pozornost moramo dati zavornim čeljustim, če so dobro pritrjene na nosilec, na sledi puščanja zavorne tekočine in zaščitne prašne membrane in da niso poškodovane, ker so izpostavljene zelo težkim razmeram na terenu.

3.5 Menjalnik

Samo funkcijo menjalnika moramo preizkusiti na preizkusni vožnji. Pregledamo, ali so oddušne cevi in priključki dobro pritrjeni, ali so razpokani ali prepereli, ali so drogovi za izbiranje prestav zviti, imajo zračnost ali imajo razpoke oziroma druge poškodbe, ki bi lahko povzročile odpoved.

Olje v menjalniku moramo zamenjati vsakih 20.000 km ali vsaki dve leti. Pregledamo, ali so na izpustnem čepu menjalnika kovinski drobci. Oljni čistilec menjalnika moramo zamenjati vedno, ko izpraznimo menjalnik. Za polnjenje

menjalnika moramo uporabljati olje Dexron III ali kompatibilno olje ATF-B. Olje mora imeti specifikacijo, da ne poškoduje električne izolacije, ker imamo v menjalniku žice za vklop elektromagnetov. Ko menjamo čistilec, moramo posebno pozornost dati na čistočo, ker je menjalnik zelo občutljiv na razne nečistoče. Pozorni smo na mastne madeže, posebno pri vходу merilne palice za kontrolo olja v menjalnik. Masten madež je običajno na izpušni cevi, če pušča pri merilni palici. Če sumimo na nepravilnosti delovanja, naredimo test in menjalnik nam s svetlobnimi znaki pokaže pravilnost delovanja.

3.6 Razdelilni menjalnik

Pregledamo, ali so drogovi za prestavljanje razdelilnega menjalnika zviti, imajo preveliko zračnost in ali imajo razpoke ali druge poškodbe, ki bi lahko povzročile odpoved, in ali so prezračevalne cevi in priključki razdelilnega menjalnika dobro pritrjeni, ali so razpokani ali prepereli, ali cevi hladilnika za olje puščajo. Kontroliramo, če so matice cevi hladilnika za olje odvite. Če so odvite, držimo cev hladilnika za olje pri miru in s primernim moment ključem zategnemo matice cevi na 22–24 Nm. Nivo olja v razdelilnem menjalniku moramo pregledati vsakih 5000 km ali na pol leta.

Odstranimo čep za polnjenje in tesnilko. Gladina mora biti do 12,7 mm od odprtine za polnjenje, ko je vozilo na ravni podlagi. Namestimo čep za polnjenje in tesnilko ter zategnemo na 47 Nm. Lahko se zgodi, da imamo v razdelilnem menjalniku preveliko količino olja. To pomeni, da nam olje prihaja iz menjalnika, ker imamo v razdelilnem menjalniku hladilnik, ki je iz aluminija in je povezan z menjalnikom. To pomeni, da nam pušča hladilnik, v obeh sklopih pa imamo enako olje ATF-B. Olje moramo zamenjati vsakih 20.000 km ali vsaki dve leti.

3.7 Transmisija

Vsi deli pogonskega sistema, in sicer menjalnik, glavni diferencial, pogonske osi in zobniško pesto, so mehanski. V vseh mehanskih napravah je prisotno trenje. Izboljšana maziva so trenje zmanjšala na minimum. Pravilno in pravočasno mazanje zagotavlja minimalno trenje. Povečano trenje med deli pogonskega sistema zmanjšuje dejanski navor na kolesih, kar zmanjšuje splošno zmogljivost vozila. Navor, ki ga razvije motor v večini avtomobilov, ne zadostuje niti za vrtenje koles. Navor se poveča zaradi redukcijskih razmerij in zobniških prenosov v pogonskem sistemu (menjalnik, glavni diferencial itd.). Ko manjši zobnik poganja večjega, je hitrost vrtenja večjega zobnika manjša, zato pa je večji navor zobnika. Razmerje navorov med zobnikoma je razmerje med velikostjo gonilnega zobnika in velikostjo gnanega zobnika. Če zobnik z 12 zobmi poganja zobnik s 24 zobmi, se navor podvoji oziroma je navor večjega zobnika dvakrat večji od navora manjšega zobnika. Največje razmerje moči pri vozilu znaša 35, 36 : 1. Menjalnik mora biti v prvi prestavi (1), glavni diferencial pa v položaju L.

Med dele transmisije poleg menjalnika in razdelilnega menjalnika spadajo še kardanske gredi, diferenciala, kolesne gredi in kolesna predležja. To so sklopi, ki nam prenesejo vrtilni moment iz motorja na kolesa.

Olje v diferencialih je potrebno zamenjati vsakih 5000 km, ko to zahteva vzdrževalno popravilo, ali ko je onesnaženo z vodo ali nečistočami. Odstranimo čep za polnjenje. Gladina bi morala biti do 6 mm od odprtine za polnjenje, ko je mazivo hladno, oziroma do odprtine za polnjenje, ko je vroče. Namestimo čep za polnjenje in ga

zategnemo na 47 Nm. V vsak diferencial je potrebno naliti 1,9 l olja za diferenciale. Pregledamo, ali so oddušne cevi diferenciala in priključki dobro pritrjeni ter če so razpokani in prepereli. Kontroliramo sledi puščanja tesnila na diferencialu in če je razpokan ali drugače poškodovan. Preverimo vijake, s katerimi je privit na okvir vozila.

Zategnemo pritrtilne vijake sprednje kardanske gredi na 18–24 Nm in vijake sredinskega nosilca na 81 Nm. Zategnemo vijake zadnje kardanske gredi na 41–47 Nm in matice sprednjega vijaka na 18–24 Nm. Pregledamo, ali so kardanski sklepi poškodovani, če je nastala zračnost v ležajih in če mazalke ne delujejo oziroma manjkajo ter namažemo vse mazalke z mastjo.

Pregledamo, ali na okrovu predležja puščajo tesnila oziroma ali je poškodovano. Posebno moramo biti pozorni na žice, ki se navijejo okoli kolesne gredi in so vzrok za puščanje oljnega tesnila na kolesu. Kontroliramo oddušne cevi in priključke predležja kolesa, če so dobro pritrjeni, preverimo njihovo razpokanost. Nastavimo ležaj pesta kolesa, da dobi pravilno zračnost, če se je ta povečala. Pri vsakem pregledu zaradi težkih pogojev vožnje zamenjamo olje v predležjih. V vsako predležje kolesa moramo naliti 0,5 l olja za diferencial. Zategnemo pritrtilne vijake kolesne gredi na 65 Nm, na zavornem disku in v pestu kolesa.

3.8 Pnevmatike

Izmerimo globino profila pnevmatik z pomičnim merilom. Če je globina profila manj kot 1,6 mm, pnevmatiko zamenjamo. Pregledamo, ali so pnevmatike uravnotežene in enakomerno obrabljene. Za normalno obrabo pnevmatik jih moramo rotirati, to pomeni, da pnevmatiki, ki sta bili na zadnjih kolesih, prestavimo na prednja kolesa, in pnevmatiki, ki sta bili na prednjih kolesih, prestavimo križno na zadnjo os. Nastavitev koles vozila je optimalno nastavljena za bojno opremljeno vozilo.

Uporaba neobteženega vozila lahko povzroči pretirano obrabo na zunanji strani profila. Če se to zgodi, moramo obrniti pnevmatike na platiščih. Pregledamo, ali so zatični vijaki ali varovalne matice kolesa zlomljeni, odtegnjeni oziroma manjkajo. Kolesne matice zategnemo na 122–149 Nm v križnem načinu zategovanja.

Preverimo nastavitev stekanja sprednjih in zadnjih koles, posebej pozorni moramo biti, če niso pnevmatike enakomerno obrabljene. Če je vozilo novo in je prevozilo manj kot 5000 km, ni potrebno nastavljanje koles, razen če so opažene nenormalne vozne lastnosti vozila.

3.9 Okvir in prečni nosilci

Pregledamo, ali sta vzdolžna nosilca okvirja razpokana, zlomljena, zvita, obrabljena, korodirana, ali jim manjkajo spojni elementi oziroma če so ti slabo pritrjeni. Pregledamo tudi prečne nosilce.

3.9.1 Pokrov motorja

Pregledamo nastavitev pokrova motorja, da ne prihaja do stikov med pokrovom motorja in karoserijo. Lahko ga nastavljamo vzdolžno po vozilu ali prečno. Pokrov je

iz poliesterskih smol in je pri naleganju na okvir blažen z gumijastimi blažilniki. Če prihaja pokrov v stik s karoserijo, nam pomeni nevarnost loma pokrova motorja.

3.9.2 Zadnja vrata prtljažnika

Pregledamo, ali zadnja vrata prtljažnika pravilno delujejo, to pomeni, da se normalno odpirajo v obe smeri naprej in nazaj. Vsakih šest mesecev moramo obrniti plinske vzmeti za 180° in premakniti levo vzmet na desno stran in desno vzmet na levo stran.

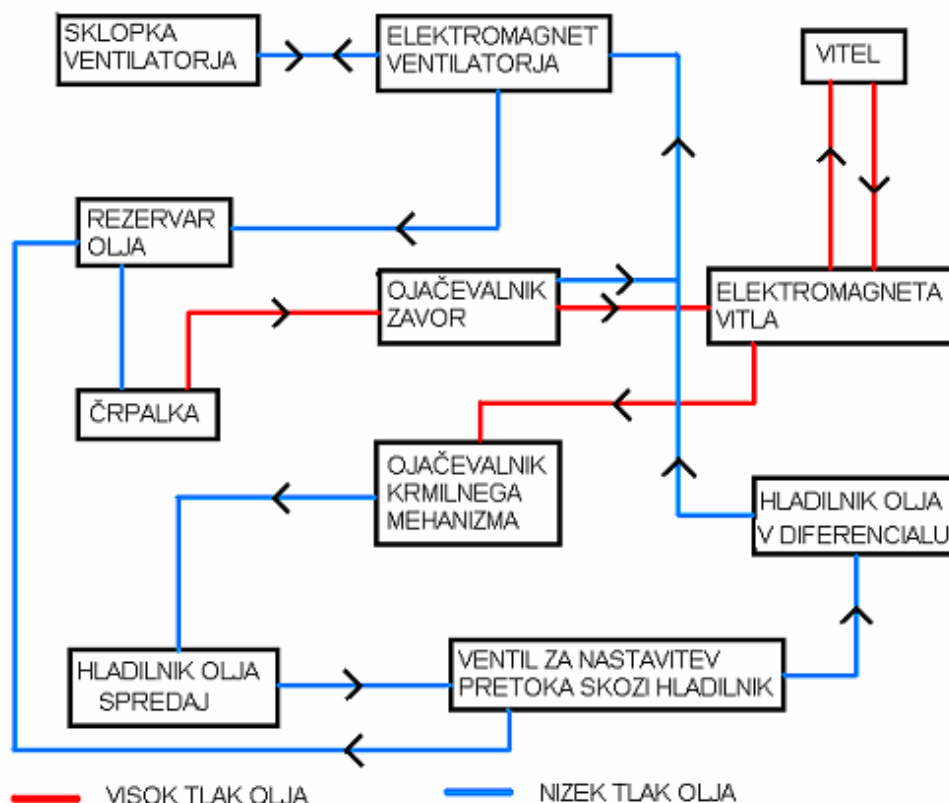
3.10 Zaključna preizkusna vožnja

Pregledamo, ali vozilo pravilno in učinkovito deluje. Ko se menjalnik segreje na delovno temperaturo, še enkrat preverimo nivo olja. Pozorni smo na napake, ki smo jih odkrili na preizkusni vožnji, če so odpravljene v celoti. Največ najtežje odkritih napak se pojavi na sistemu, ki je povezan z hidravliko vozila in jih zelo težko odkrijemo, ker je v sistemu povezano več sklopov skupaj, ki za svoje delovanje uporabljajo tipala in elektromagnete in tlak olja. Med sklope pri katerih najtežje odkrijemo nepravilno delovanje, so: menjalnik, hidravlična črpalka, ojačevalnik zavor, krmilni mehanizem, ventilator motorja in vitel. Nepravilno delovanje prej naštetih sklopov ali njihova delna odpoved je lahko vzrok večjih okvar, zato moramo biti zelo pozorni na njihovo pravilno delovanje. Če nismo prepričani v pravilnost njihovega delovanja, se moramo prepričati z meritvami in preizkusi posameznih sklopov.

4 Hidravlika na vozilu

Pri pregledu vozila hidravličnega sistema skoraj nismo omenili, razen preverjanja puščanja na vodih, ki so razporejeni na vozilu. Preverjanje pravilnosti delovanja imamo samo na preizkusni vožnji, ki je zelo odvisna od usposobljenosti mehanika, ki jo opravlja. Hidravlika je eden od najpomembnejših sistemov na vozilu, ker je od nje odvisno delovanje zavor in krmilnega sistema vozila. Odpoved ali nepravilno delovanje pomeni, da ostanemo brez zavor, krmilni mehanizem je skoraj nemogoče premakniti, predvsem v primeru, če vozilo stoji. Poleg uporabnikov imamo na vozilu tudi dva hladilnika hidravličnega olja, ki nam povečata možnost puščanja. Naša varianta vozila, ki smo jo predstavili, je ena od variant, ki so nameščene in ima na hidravliki nameščenih največ uporabnikov. Obstajajo vozila, ki uporabljajo tlak hidravličnega olja samo za krmilni mehanizem in zavore. Problem nastane pri uporabi vitla, ker nam vitel ne deluje, če uporabljamo zavore.

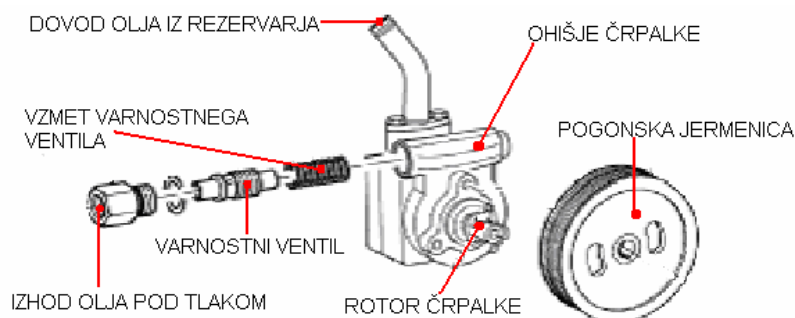
Problemi nastanejo, če nam komponente, ki so nameščene v sistem, samo delno odpovedo ali se napake pojavijo občasno. Poskusili smo razjasniti princip delovanja, spoznali smo sisteme, ki so povezani s hidravliko in princip odkrivanja napak, kako jih najlažje odkrijemo, če nam posamezne komponente ne delujejo pravilno. Posledica nepravilnega delovanja je lahko skrita in se nam ne pokaže na hidravliki, temveč na drugih sistemih, ker se zaradi nepravilnega delovanja ventilatorja pregreje motorja.



Slika 15: shema hidravlične vezave (vir: lasten izdelek)

4.1 Hidravlična črpalka

Hidravlična črpalka je nameščena na prednji levi strani motorja pod generatorjem. Gnana je s pasastim jermenom iz ročične gredi motorja preko jermenice z utori. Poleg črpalke jermen poganja še generator, ventilator z vodno črpalko, kompresor klime in je voden preko treh vodilnih koles in kolesa, ki stalno preko vzmeti drži jermen v napetosti. Na rotorju črpalke so lamele, ki nam dajo pritisk do 90 barov pri pretoku do 7,5 litrov/minuto. Da v črpalki ne more nastati previsok tlak, imamo vgrajen varnostni ventil, ki dopušča maksimalen tlak 95 barov. Uporabljamo olje ATF-B, ki je shranjen v rezervoarju, v katerem je nameščen tudi čistilec in se nahaja nad črpalko. Tlak, ki ga nam stalno zagotavlja črpalka, uporabljamo za pomoč pri zaviranju, lažje obračanje volana, za izklop ventilatorja ter za pogon vitla. Na vodu so vgrajeni še trije elektromagnetni ventili ter dva hladilnika, od katerih je prvi vgrajen spredaj nad hladilnikom za motor, drugega pa imamo v ohišju zadnjega diferenciala. Pretok olja skozi hladilnik v diferencialu uravnava poseben nastavljiv ventil, ki se nahaja pri hidravličnem ojačevalniku zavor.

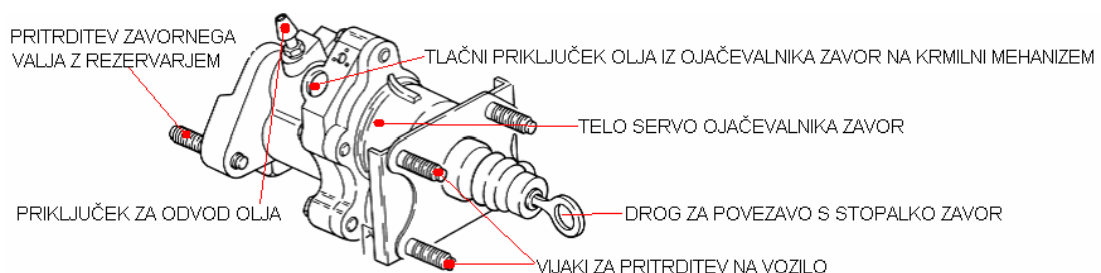


Slika 16: hidravlična črpalka (vir: Katalog rezervnih delov 2005)

4.2 Hidravlični ojačevalnik zavor

Hidravlični ojačevalnik je servomehanizem na hidravlični pogon, ki se uporablja za povečevanje tlaka tekočine v zavornem sistemu pri manjši sili na pedal. Ta enota ima enako funkcijo kot podtladni ojačevalnik zavorne sile in je tudi precej podobno priključena na zavorni sistem.

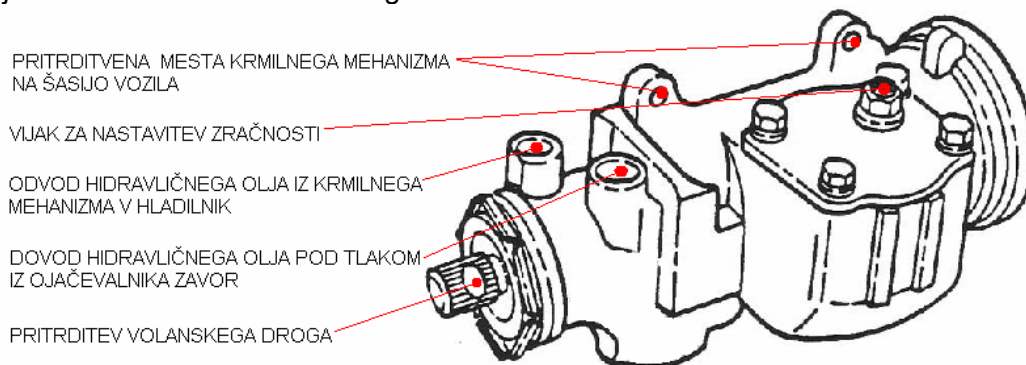
Glavna razlika med njima je v tem, da hidravlični ojačevalnik uporablja za pridobivanje dodatne moči olje pod tlakom, ki ga dobimo iz hidravlične črpalke, medtem ko je vakumska enota pri tem odvisna od podtlaka v sesalnem razdelilniku in atmosferskega tlaka. Manjša velikost enote omogoča lažjo namestitev v prostor za motor. Na ojačevalniku zavor imamo vgrajen akumulator, ki nam omogoča najmanj enkratno zaviranje, ko nimamo več tlaka v sistemu (če nam ugasne motor).



Slika 17: ojačevalnik zavor (vir: Katalog rezervnih delov 2005)

4.3 Krmilni mehanizem

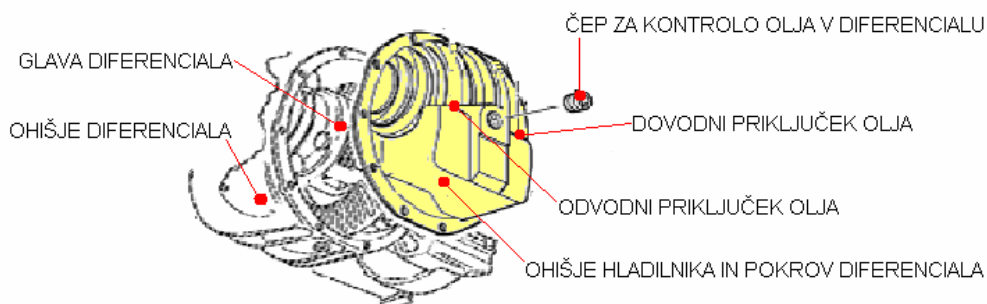
Hidravlično ojačeno gibanje volana se prenaša na sprednja kolesa preko krmilnega drogovja. S pomočjo tlaka nam omogoča lažje premikanje volanskega obroča. Olje pod tlakom največ 95 barov potuje od črpalke do hidravličnega ojačevalnika zavornega sistema. V krmilni mehanizem vstopa pod istim tlakom kot v hidravlični ojačevalnik zavor. Olje se nato pod nizkim pritiskom vrne v oljni hladilnik, kjer se ohladi in pot nadaljuje skozi hidravlični krmilni ventil do rezervoarja. V končnih položajih volana dobimo maksimalne vrednosti tlaka, ki ga izmerimo in analiziramo pravilnost delovanja. Preverimo najvišjo vrednost tlaka in pretoka olja skozi krmilni mehanizem, ko se nahaja v enem od končnih položajev. Volanski obroč zavrtimo rahlo levo in desno, nakar ga hitro sprostimo in medtem opazujemo manometer. Kazalec mora v trenutku pasti. Če se vrača počasi, zamenjamo krmilni mehanizem. Če sta vrednosti tlaka ali pretoka prenizki, preverimo prepustnost tlačne cevi od črpalke. Če je tlak previsok, preverimo prepustnost tlačne cevi od hidravličnega ojačevalnika učinka do krmilnega mehanizma.



Slika 18: krmilni mehanizem (vir: Katalog rezervnih delov 2005)

4.4 Hladilnik hidravličnega olja

Hidravlična tekočina v sistemu krmiljenja potuje skozi rebra hladilnika, kjer jo kroženje okoliškega zraka ohladi, preden se vrne nazaj v sistem. Sistem ima dva hladilnika. Prvi je nad hladilnikom motorja in je prisilno hlajen s pomočjo ventilatorja. Drugi hladilnik je nameščen v zadnjem diferencialu in pretok se regulira in nastavlja na posebnem nastavljivem ventilu, ki je nameščen poleg hidravličnega ojačevalnika zavor. Tlak olja v hladilniku znaša od 2 do 10 bara, ki je odvisen od viskoznosti olja, katera se povečuje z zviševanjem temperature.

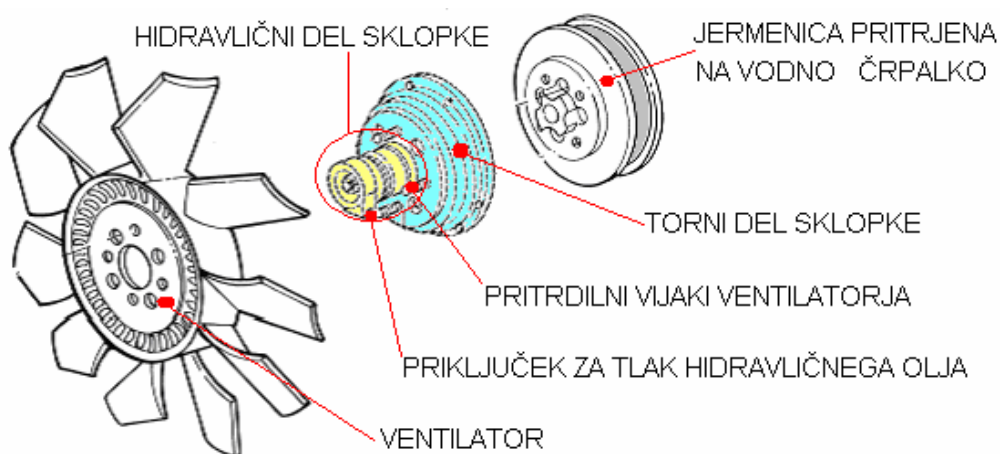


Slika 19: zadnji diferencial (vir: Katalog rezervnih delov 2005)

4.5 Ventilator

S hidravličnim sistemom je posredno povezan ventilator motorja s sklopko ventilatorja. Njegovo delovanje je odvisno od tlaka, ki ga imamo v hidravličnem sistemu. Tlak nam uravnava elektromagnet, ki je povezan s stikali na motorju, menjalniku in visokotlačni črpalki. Sklopko krmili hidravlični ventil, ki se odpira pod pritiskom hidravlične tekočine, ki ga vzdržuje črpalka. Ko je hidravlični krmilni ventil odprt, teče olje skozi sklopko ventilatorja pod nizkim pritiskom od 2 do 10 barov, kar izklopi sklopko in ustavi ventilator.

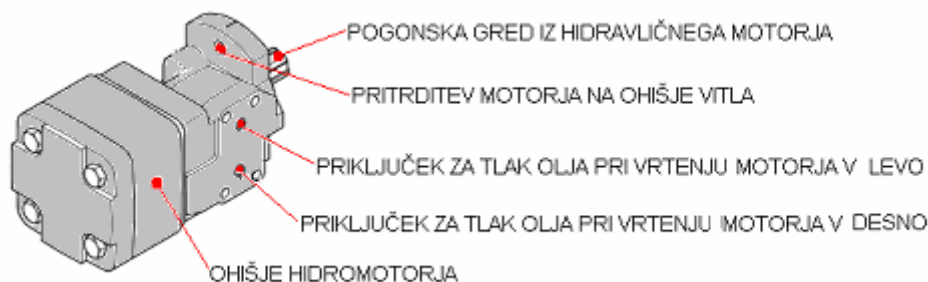
Torni del sklopke lahko preizkusimo pri izklopljenem motorju, ko skušamo z roko zavrteti ventilator. Če ga lahko zavrtimo, je sklopka pokvarjena, zato jo je potrebno popraviti ali zamenjati.



Slika 20: ventilator s sklopko (vir: Katalog rezervnih delov 2005)

4.6 Vitel

Vitel je nameščen na zadnji del vozila med vzdolžna nosilca okvirja. Za pogon vitla se uporablja sistem hidravlike vozila. Med uporabo vitla mora biti vozilo v teku. Če med uporabo vitla pritisnemo na zavoro vozila ali zasukamo volan, to vpliva na delovanje vitla. Če motor ne deluje, lahko jekleno vrv odvijemo tako, da premaknemo prestavni ročici in v položaj za prosto odvijanje, pri tem pa moramo pustiti na bobnu vsaj pet polnih ovojev jeklene vrvi. Vrv se odvija, ker smo izklopili povezavo med hidravličnim motorjem in bobnom, na katerega se navija jeklena vrv.



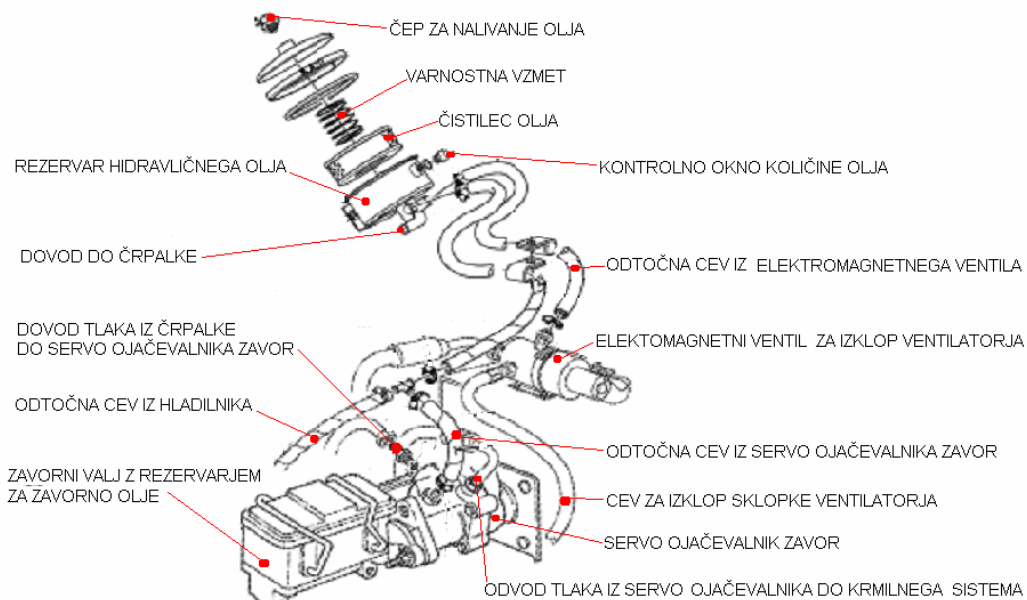
Slika 21: hidravlični motor vitla (vir: Katalog rezervnih delov 2005)

Napaka, ki se na vitlu najpogosteje pojavi pri vlečenju v stran, je, da se bo jeklena vrvi nakopičila na enem koncu bobna. Možno je, da je nakopičene vrvi toliko, da povzroči poškodbo vozila. Pri pogonu hidravličnega motorja prihaja do napake, ki se kaže v pomanjkanju olja, ker pri zelo majhni netesnosti sistema in pri majhni zalogi olja, ki se nahaja v rezervoarju, hitro pride do pomanjkanja in slabega delovanja.

4.7 Diagnoza napak na hidravličnem sistemu

Hidravlični ojačevalnik zavor je mehanizem na hidravlični pogon, ki se uporablja za povečevanje tlaka tekočine v zavornem sistemu pri manjši sili na pedal. Je del nekega drugega podsistema v vozilu, in sicer krmilnega mehanizma. Napake oziroma motnje v delovanju krmilnega sistema vozila lahko vplivajo tudi na delovanje ojačevalnika, prav tako kot problem v ojačevalniku lahko prizadene tudi krmilni sistem. Spodaj našteje vrste hrupa so povezane s hidravličnim ojačevalnikom in so lahko ali pa tudi ne razlog za reklamacije. Nekatere so normalne in večinoma začasne narave. Druge so lahko znak prevelike obrabe ali prisotnosti zraka, bodisi v ojačevalniku bodisi v krmilnem sistemu. Pri parkirnih ali drugih manevrih z zelo nizko hitrostjo lahko opazimo ječanje ali nizkofrekvenčno brenčanje, ki ga navadno spremlja tresenje pedala ali krmilnega droga. Razlog za to je lahko nizek nivo hidravlične tekočine v črpalki hidravlike ali zrak v hidravlični tekočini za krmilni mehanizem, kamor pride, če črpalka predolgo črpa olje skozi razbremenilni ventil, če je volanski obroč ves čas v končni legi. Preverimo nivo hidravlične tekočine in jo dodamo do oznake. Sistem mora eno uro počivati, da se zrak odstrani. Če stanje ostaja nespremenjeno, je to verjetno znak prevelike obrabe črpalke, zato je treba črpalko pregledati.

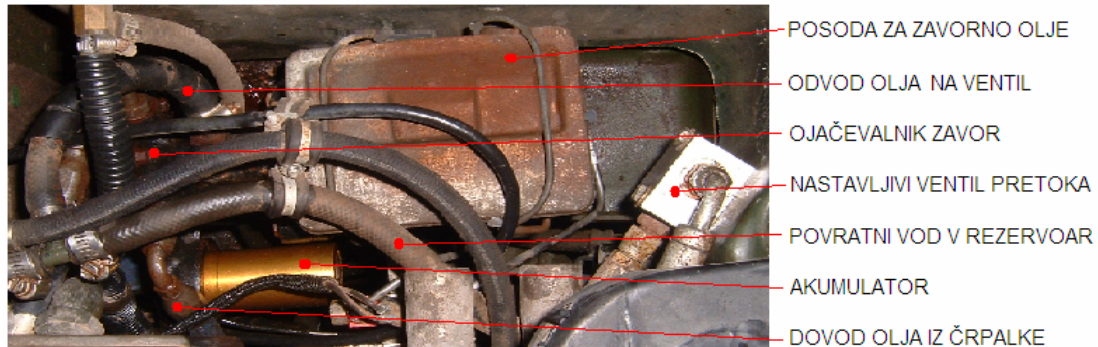
Pri ali pred ustavitvijo, ko je zavorni pedal skoraj pritisnjen do konca, se sliši hitro pretakanje hidravlične tekočine. To ni običajno stanje in se ne sliši, razen pri nujnem zaviranju.



Slika 22: rezervoar, ojačevalnik zavor in elektromagnet za vklop ventilatorja (vir: Katalog rezervnih delov 2005)

Kadarkoli se uporabi tlak akumulatorja hidravlične tekočine, lahko pride do rahlega žvižganja. To je zvok hidravlične tekočine, ki izhaja skozi akumulatorski ventil, in je

popolnoma normalen. Ko je akumulator hidravlične tekočine izpraznjen, motor pa se ponovno vključi, se lahko pri prvi uporabi zavore ali prvem krmilnem manevru sliši drugačen žvižgajoč zvok. Povzroča ga pretok hidravlične tekočine skozi polnilno odprtino akumulatorja. Je normalen in se sliši samo enkrat po izpraznitvi akumulatorja. Če pa se nadaljuje, čeprav ni bilo izvedene nobene očitne porabe tlaka, bi lahko bil znak, da akumulator ne drži tlaka in ga je treba pregledati.



Slika 23: ojačevalnik zavor (vir: lasten posnetek)

Preden izvedemo preizkus delovanja ojačevalnika ali preizkus tesnosti akumulatorja, preverimo naslednje:

- ♦ Preverimo tesnost in prepustnost cevi ter priključkov ojačevalnika zavor in krmilnega mehanizma.
- ♦ Pregledamo in napolnimo glavni zavorni valj z zavorno tekočino.
- ♦ Pregledamo in napolnimo rezervoar s hidravlično tekočino in zagotovimo, da v tekočini ni zraka.
- ♦ Preverimo vrtilno frekvenco prostega teka motorja in jo po potrebi nastavimo.
- ♦ Preverimo tlak črpalke krmilnega sistema.

Napake, ki se najpogosteje pojavijo, so:

- ♦ prevelika sila potiska na zavornem pedalu,
- ♦ počasno vračanje zavornega pedala,
- ♦ zavore držijo,
- ♦ ropotanje ojačevalnika in tresenje stopalke zavor,
- ♦ sistem ne ostane pod tlakom.

Vzrok za preveliko silo potiska na zavornem pedalu dobimo:

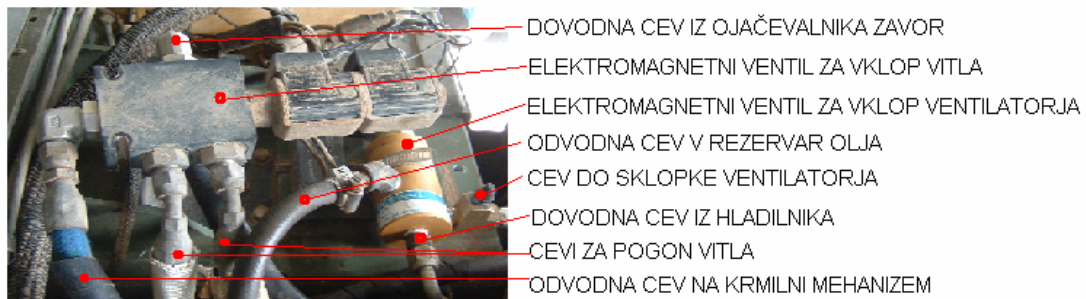
- ♦ Če je strgan jermen črpalke hidravlike.
- ♦ Če v posodi črpalke hidravlike ni hidravlične tekočine. Dolijemo hidravlično tekočino do višine, ki jo imamo označeno na posodi. Če hidravlični ojačevalnik ne tesni, zamenjamo poškodovane dele ali pritegnemo priključke cevi.

Slabo tesnilo bata ojačevalnika povzroča puščanje pri prezračevalni odprtini prirobnice ojačevalnika. Poškodba tesnila delovnega bata se pokaže kot uhajanje hidravlične tekočine pri skupni prezračevalni odprtini ojačevalnika zavorne sile glavnega zavornega valja in zmanjšanju zavornega učinka. Ojačevalnik zavorne sile odstranimo z vozila in ga razstavimo. Pregledamo bat, če ima praske, ki bi lahko povzročile netesnost. Zamenjamo tesnilo ali delovni akumulator.

Slabo tesnilo vstopnega droga ojačevalnika s puščanjem pri vstopnem koncu droga. Poškodba tesnila se pokaže kot uhajanje hidravlične tekočine iz oddušne odprtine pritrdilnega nosilca v lovilno posodo. V tem primeru je najbolje, da ga zamenjamo z novim.

Slabo tesnilo pokrova ojačevalnika s puščanjem med ohišjem in pokrovom povzroči, da uhaja hidravlično olje izmed obeh ohišij v lovilno posodo. Ojačevalnik zavorne sile odstranimo z vozila in ga razstavimo. Namestimo nov komplet tesnil.

Če je slabo tesnilo čepa povratnega ventila, tesnilo čepa zamenjamo. Poškodba tega tesnila se kaže v uhajanju hidravličnega olja za čepom. Glavni zavorni valj moramo odstraniti z ojačevalnika zavorne sile. V odprtino na prednjem ohišju vstavimo majhno prebijalo in odstranimo z izvrtine varovalni obroček. Nekateri modeli nimajo luknje na sprednjem ohišju. V tem primeru odstranimo varovalni obroček z majhnim izvijačem. S kleščami izvlečemo čep iz luknje. S čepa odstranimo tesnilni obroč in ga nadomestimo z novim. S čisto tekočino za hidravliko odstranimo iz luknje za čep vso umazanijo in rjo. Pazimo, da umazanija ali rja ne pride v ojačevalnik. Čep potisnemo nazaj v luknjo in ga pritrdimo z novim varovalnim obročkom.



Slika 24: elektromagnetni ventili (vir: lasten posnetek)

Za počasno vračanje zavornega pedala je najpogosteje vzrok preveliko trenje tesnil v ojačevalniku. Pri nenamernem mešanju hidravlične in zavorne tekočine pride do poškodovanja tesnil, ki nabreknejo. Tesnila moramo zamenjati z novimi.

Napačno delovanje povratne vzmeti zaradi nesnage v sistemu izgubi svoj prvoten namen. Razstavimo in očistimo krmilni sistem in hidravlični ojačevalnik. Neprepustna povratna cev od ojačevalnika do posode črpalke moramo zamenjati. Če je poškodovan konec vstopnega droga, ga zamenjamo z novim.

Napačno delovanje povratne vzmeti zaradi umazanije v sistemu je lahko vzrok, da zavore držijo. Razstavimo in očistimo krmilni sistem in hidravlični ojačevalnik.

Ojačevalnik ropota in tresenje pedal pomeni, da imamo nizek nivo tekočine v posodi črpalke hidravlike.

Akumulator pušča in sistem ne ostane pod tlakom je vzrok, da je v krmilnem sistemu umazanija. Napačno delovanje povratne vzmeti je posledica umazanije v sistemu, zato moramo sistem očistiti. Tesnila bata akumulatorja, tesnilni obroč tlačnega bata, tesnilni obroč proti povratnega ventila – poškodba kateregakoli od navedenih tesnil povzroča notranjo netesnost. Do slabšega zaviranja pride zaradi puščanja akumulatorja. Zaradi netesnosti znotraj akumulatorskega sistema moramo zamenjati akumulator oziroma ga poskusimo zatesniti. Poškodovano tesnilo povzroča uhajanje hidravlične tekočine za vzmetnim pokrovom akumulatorja.

4.8 Preizkusi delovanja ojačevalnika zavorne sile

Na zavorni pedal pritisnemo s srednjo silo pritiska od 11 do 16 kg in zaženemo motor. Če ojačevalnik pravilno deluje, zavorni pedal rahlo pade, potem pa potisne nazaj proti voznikovemu stopalu in ostane v približno istem položaju. Če ojačevalnik ne deluje pravilno, je razlog eden izmed naštetih v nadaljevanju.

Ni ojačitve, trd pedal:

- ♦ nepravilno speljane hidravlične cevi,
- ♦ umazanija v hidravlični tekočini hidravlike,
- ♦ netesnost znotraj ojačevalnika,
- ♦ poškodovano tesnilo čepa povratnega ventila ojačevalnika,
- ♦ poškodovano tesnilo pokrova ojačevalnika s puščanjem med ohišjem in pokrovom,
- ♦ poškodovano tesnilo potisnega droga ojačevalnika s puščanjem pri vstopnem koncu droga,
- ♦ poškodovano tesnilo bata ojačevalnika, kar povzroča uhajanje pri prezračevalni odprtini prirobnice ojačevalnika,
- ♦ puščanje na zunanji strani akumulatorja,
- ♦ puščanje pri priključkih, krmilnem mehanizmu, ojačevalniku ali akumulatorju,
- ♦ netesnost cevi hidravlike, ojačevalnika ali akumulatorja,
- ♦ puščanje pri priključkih, krmilnem mehanizmu, ojačevalniku ali akumulatorju,
- ♦ netesnost cevi hidravlike, ojačevalnika ali akumulatorja,
- ♦ strgan jermen črpalke hidravlike,
- ♦ v posodi rezervoarju ni hidravlične tekočine.

Počasno vračanje zavornega pedala:

- ♦ preveliko trenje tečaja pedala,
- ♦ zlomljena povratna vzmet,
- ♦ neprepustnost povratne cevi iz ojačevalnika v posodo črpalke,
- ♦ zlomljena povratna vzmet bata,
- ♦ napačno delovanje povratnega mehanizma,
- ♦ preveliko trenje tesnil v ojačevalniku.

Zavora drži:

- ♦ zlomljena povratna vzmet,
- ♦ povratni mehanizem nepravilno deluje zaradi umazanije v sistemu.

Ojačevalnik ropota, pedal se trese:

- ♦ zrak v hidravlični tekočini hidravlike,
- ♦ preveč umazanije v hidravlični tekočini hidravlike,
- ♦ napačno delovanje povratnega mehanizma zaradi umazanije v sistemu,
- ♦ nizek nivo tekočine v rezervoarju.

Pri zaviranju glasna črpalke hidravlike:

- ♦ Premalo tekočine v posodi črpalke. Napolnimo do ustreznega nivoja. Če se hidravlično olje peni, pustimo vozilo stati kakšno uro. Potem odzračimo hidravlični sistem krmilnega mehanizma.

Zavorni pedal pri zagonu motorja rahlo vleče navzdol:

- ♦ nepropustne povratne cevi pogona ali ojačevalnika,
- ♦ akumulator pušča, sistem ne drži tlaka.

4.9 Preizkus tesnosti

Vklopimo motor in obračamo volanski obroč, dokler se kolesa rahlo ne dotaknejo kolesnih skrajnih položajev. Ta položaj ohranimo največ pet sekund, nato volanski obroč sprostimo in ugasnemo motor. Pritiskamo in popuščamo zavorni pedal. Preden dosežemo trd pedal, je treba ojačevalnik zavor vsaj trikrat stisniti.

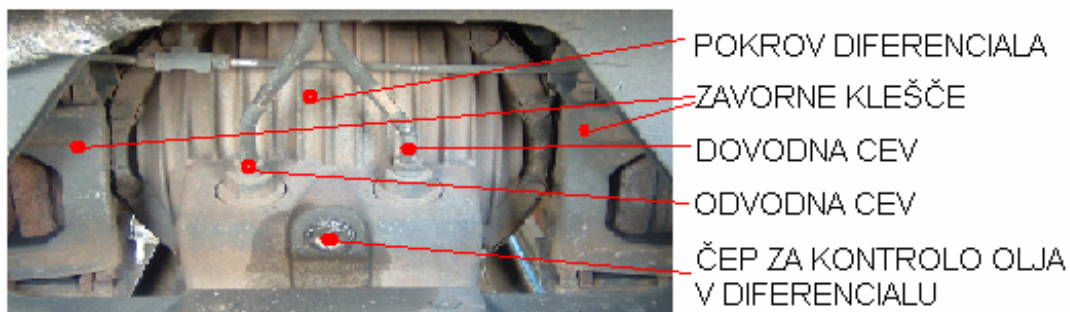
Ponovno zaženemo motor in obračamo volanski obroč, dokler se kolesa rahlo ne dotaknejo kolesnih skrajnih položajev. Slišati se mora rahel žvižgajoč zvok, ker se akumulator polni. Volanski obroč največ pet sekund rahlo držimo v končni legi. Potem volanski obroč sprostimo in ugasnemo motor.

Počakamo eno uro in pritisnemo na zavoro motorja, da dobimo normalno stanje akumulatorja. Preden dosežemo trd pedal, je še vedno potreben vsaj en pritisk na zavoro.

4.10 Prezračevanje hidravličnega ojačevalnega sistema

Rezervoar olja napolnimo do ustreznega nivoja in pustimo, da olje najmanj dve minuti miruje v posodi.

- ♦ Vklopimo motor in ga za trenutek zaženemo. Po potrebi dodamo olje.
- ♦ To ponavljamo, dokler nivo olja po zagonu motorja ne ostane nespremenjen.
- ♦ Prednji del vozila dvignemo, da so kolesa dvignjena od tal.
- ♦ Vozilo varno podpremo.
- ♦ Kolesa obračamo od ene skrajne lege do druge, pri čemer se narahlo dotaknemo skrajne točke.
- ♦ Vozilo spustimo na tla.
- ♦ Zaženemo motor in večkrat pritisnemo pedal zavore, medtem pa vrtimo volan iz ene skrajne lege v drugo.
- ♦ Motor izklopimo in štiri do petkrat pritisnemo zavorni pedal.
- ♦ Preverimo nivo zavornega olja. Po potrebi olje dodamo.
- ♦ Če se olje zelo peni, naj vozilo nekaj minut stoji, motor pa naj teče. To pomeni, da imamo zrak v sistemu. Ponovimo operacije od takrat, ko smo vozilo spustili na tla.
- ♦ Preverimo, ali je v zavornem olju zrak. Zrak v zavornem olju daje olju bel videz. Poleg tega zrak v sistemu povzroča, da se nivo olja v črpalki dvigne, kadar motor izklopimo.



Slika 25: hladilnik v diferencialu (vir: lasten posnetek)

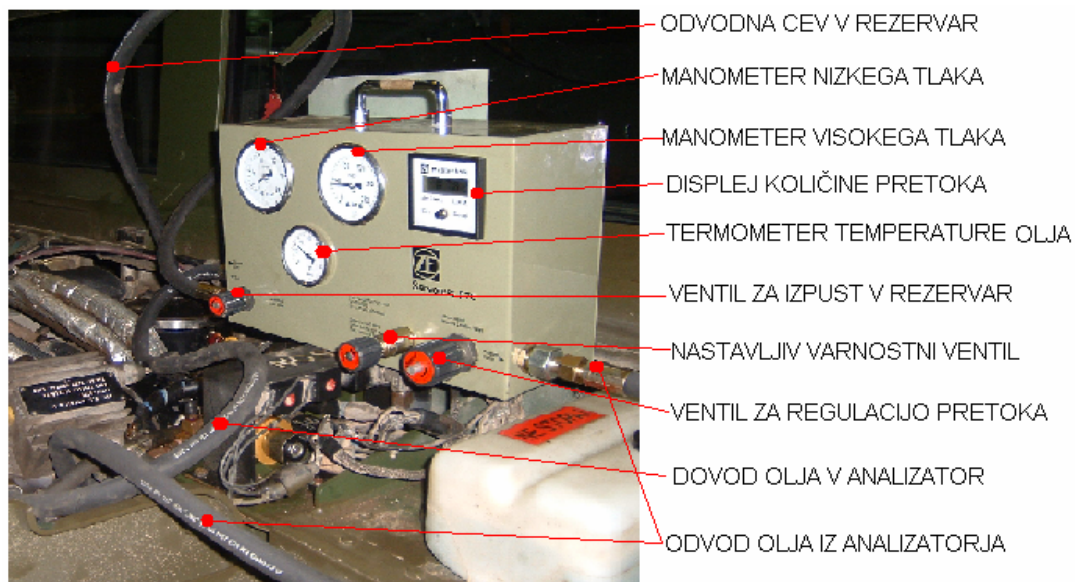
4.11 Preizkus in meritve črpalke

Hidravlično črpalko lahko preverjamo z različnimi analizatorji. Uporabljali bomo napravo proizvajalca ZF, ki je vodilni proizvajalec volanskih mehanizmov, menjalnikov in diferencialov. Naprava ima oznako SERVOTEST 570 ter vse meritve tlakov so podane v barih in pretoki v litrih na minuto. Obstaja tudi namenski analizator, ki se je pokazal premalo kvaliteten za ta tip vozila. Opisali bomo postopek, kako naj bi se meritev izvajala.

S hidravličnega ojačevalnika odklopimo visokotlačno cev, ki vodi od črpalke hidravlike na ojačevalnik zavor. Priključimo cev iz črpalke na dovodni priključek analizatorja in odvodni priključek spojimo z ojačevalnikom zavor. Analizator ima še tretji priključek, ki deluje v primeru preobremenitve sistema, če prihaja do prevelikih tlakov spusti olje in ga povežemo z rezervoarjem. Ko imamo analizator priključen na vozilo, odklopimo kabelski priključek pri elektromagnetu pogona ventilatorja, da dobimo realno sliko meritve. Preverimo nivo olja v rezervoarju in olje po potrebi dodamo, ker izgubimo nekoliko olja pri priključevanju analizatorja. Zaženemo motor in ga pustimo teči v prostem teku. Preverimo tesnost priključkov.

Zabeležimo tlak in hitrost pretoka v črpalci. Tlak mora biti od 30 do 35 barov, hitrost pretoka pa 7 litrov/min. Če sta vrednosti tlaka ali pretoka prenizki, preverimo prepustnost tlačne cevi od črpalke. Če je tlak previsok, preverimo prepustnost tlačne cevi od hidravličnega ojačevalnika učinka do krmilnega gonila. Če sta obe cevi prepustni, zamenjamo črpalko.

Trikrat zaporedoma zapremo in delno odpremo ventil na analizatorju in vsakokrat zabeležimo najvišjo vrednost tlaka. Vse tri vrednosti morajo biti najmanj 90 barov. V nasprotnem primeru zamenjamo črpalko.



Slika 26: analizator servotest 570 (vir: lasten posnetek)

Odpremo ventil na analizatorju in povečamo vrtilno frekvenco motorja na 1500 vrt/min. Zabeležimo hitrost pretoka. Če se ta za več kot 1 l/min razlikuje, ko večkrat povečamo vrtilno frekvenco motorja, zamenjamo črpalko.

Volanski obroč zavrtimo skrajno levo in desno in zabeležimo hitrost pretoka na vsakem naslonu. Hitrost pretoka se mora zmanjšati na 0,5 l/min do 1,5 l/min ali manj. V nasprotnem primeru zamenjamo krmilno gonilo.

Zavorni pedal pritisnemo do konca in zadržimo. Pri tem se mora hitrost pretoka zmanjšati od 0,5 l/min do 1,5 l/min. V nasprotnem primeru zamenjamo hidravlični ojačevalnik zavor.

Volanski obroč zavrtimo rahlo levo in desno, nato ga hitro sprostimo in medtem opazujemo manometer. Kazalec mora v trenutku pasti. Če se vrača počasi, zamenjamo krmilno gonilo.

Zavorni pedal pritisnemo in ga hitro spustimo, pri čemer opazujemo manometer. Kazalec mora v trenutku pasti. Če se vrača počasi, zamenjamo hidravlični ojačevalnik zavor.

Podatke, ki so navedeni zgoraj, smo pridobili z meritvami in primerjavami tlakov na več vozilih, ki so delovala dobro in še zadovoljivo potrebam. Uporabniki so najprej opazili pomanjkljivosti delovanja pri vitlu, ker je hidravlični motor največji porabnik. Na vitlu je zelo težko oceniti moč brez meritev, razen če na enak način izvlečemo dve vozili in primerjamo čase vleka med seboj. Pri tem je pomembno, da je vrtilna frekvenca motorjev enaka, da dobimo realne rezultate.

4.12 Meritve nove hidravlične črpalke

Da bi pridobili realne podatke o zmogljivosti črpalke, smo na vozilo vgradili novo črpalko. Vgradili smo na vozilo, ki je delovalo normalno, tako smo bili prepričani, da krmilni in zavorni ojačevalnik delujeta pravilno. Meritve smo opravljali s analizatorjem tipa servotest 570 in smo vhodni priključek v analizator spojili s tlačnim vodom črpalke, izhodni priključek smo priključili na ojačevalnik zavor. Ko smo opravljali meritve, smo prispeli do nove pomanjkljivosti, ki se je pokazala v segrevanju olja. Tako smo opravili meritve pri več temperaturah olja.

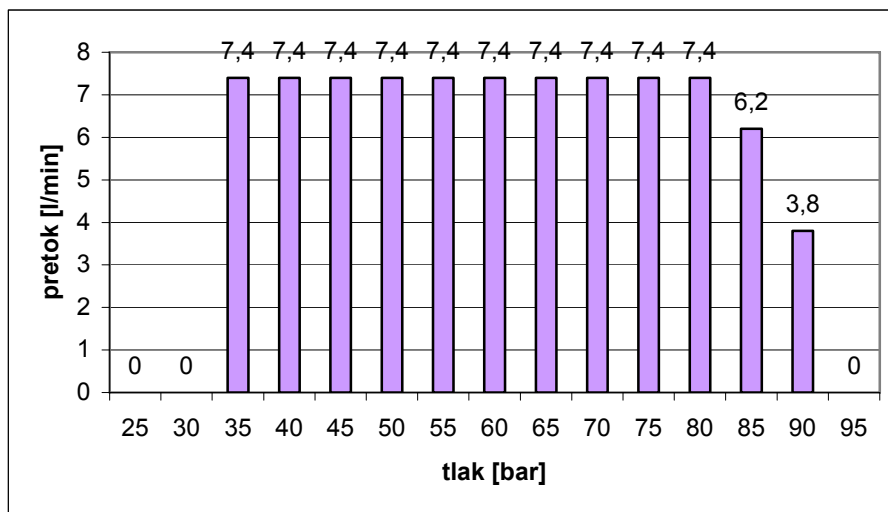


Diagram 1: količine pretokov nove črpalke pri 30 °C

Na diagramu so vidne količine pretoka pri tlaku od 30 do 90 barov. Diagrama 1 in 2 imata vrednosti pretokov enake, razliko vidimo pri višjem tlaku, ko se začne odpirati varnostni ventil. Od 85 do 90 barov se viskoznost olja že nekoliko poveča in zaradi lažjega pretoka skozi sistem dobimo nekoliko višji tlak v diagramu 2 pri temperaturi olja 40 °C.

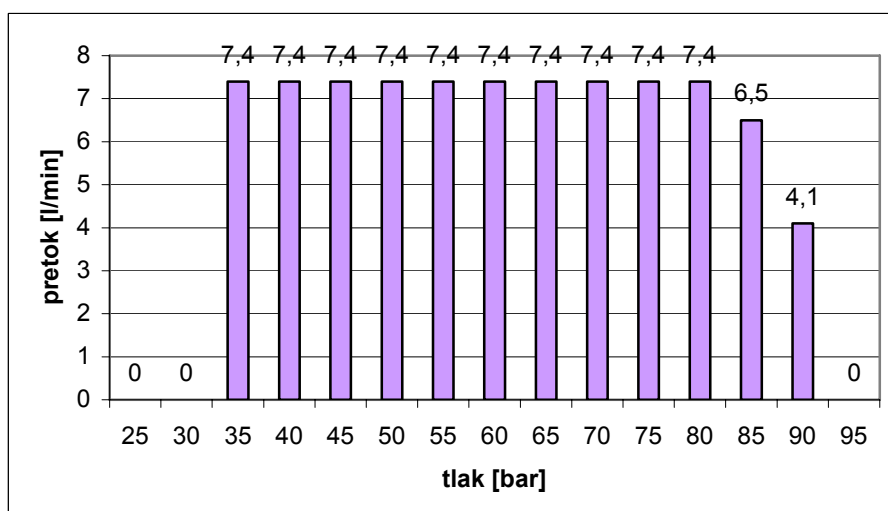


Diagram 2: količine pretokov nove črpalke pri 40 °C

Z povečevanjem temperature se nam začne nekoliko povečevati pretok. Zaradi lažje prehodnosti olja skozi hidravlični sistem vozila se pri prostem teku motorja začetni tlak spusti s 35 na 30 barov. Prehodnost olja lahko nekoliko reguliramo z nastavljivim varnostnim ventilom, ki je nameščen pri ojačevalniku zavor. Nastavljivi varnostni ventil je nameščen na povratnem vodu iz hladilnika, ki je v sklopu hladilnika olja motorja in olja menjalnika ter je nameščen na prednjem delu vozila nad hladilnikom hladilne tekočine motorja. Iz ventila olje potuje v hladilnik, ki se nahaja v zadnjem diferencialu. Varnostni ventil nam preprečuje, da bi pri nizkih temperaturah olja v hladilniku, ki se nahaja v diferencialu, nastal previsok tlak in bi prišlo do poškodb in puščanja hladilnika.

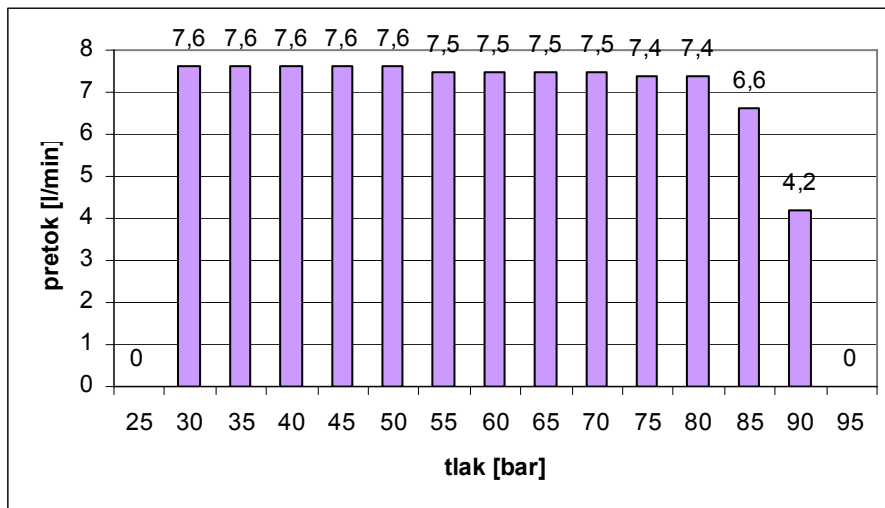


Diagram 3: količine pretokov nove črpalke pri 50 °C

Količina pretoka se nam do 60 °C zvišuje. Pri novi črpalke se je pokazalo, da bi bila temperatura od 60 do 70 °C najbolj idealna za novo črpalke. Pri tej temperaturi dobimo najvišje vrednosti pretoka in tlaka. Pri zviševanju temperature nad 70 °C začnejo količine pretoka počasi padati. Razlike so predvsem pri tlaku med 85 in 90 bari, takrat je črpalke polno obremenjena in nekaj olja že spušča skozi varnostni ventil, ki je nameščen pri izhodu olja iz črpalke.

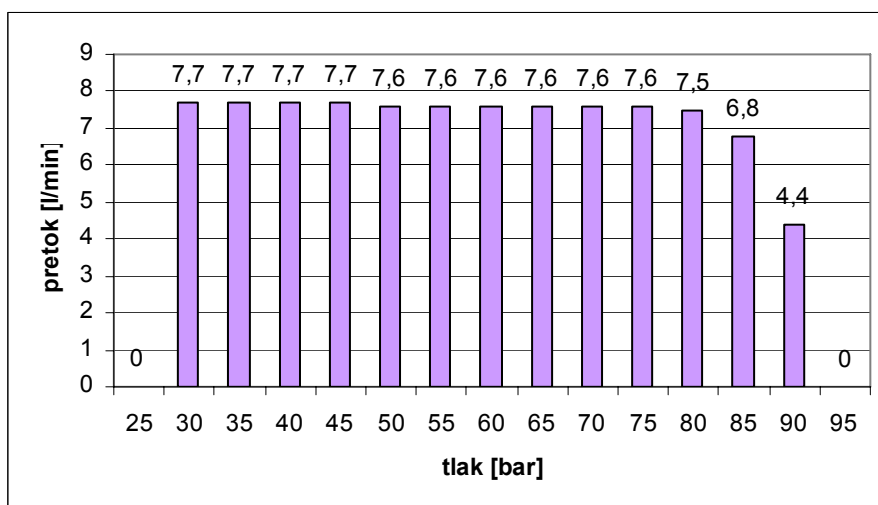


Diagram 4: količine pretokov nove črpalke pri 60 °C

4.13 Primerjava nove in še zadovoljive črpalke

Primerjali bomo pretoke nove črpalke, ki je na diagramu rdeče barve in črpalke, katere zmogljivost je na spodnji meji uporabnosti. Na diagramu vidimo, da pri nižjih tlakih dosega enak pretok kakor nova črpalka. Razlika se pojavi pri tlaku 80 barov, ko se prične zmanjševati pretok. Ko prične pretok padati, zelo hitro pade, tako da črpalka ne doseže tlaka 90 barov. Nova črpalka ima pri tlaku 90 barov še 3,8 l/min pretoka. Razlika se pokaže, ko je hidravlični sistem vozila polno obremenjen, takrat sistem za svoje delovanje uporablja najvišji tlak, ki ga je sposobna zagotavljati črpalka. Pri diagramu 5 imamo temperaturo olja 30 °C in podatki nam pokažejo samo primerjavo. Realno stanje delovanja dobimo pri višjih temperaturah, ko se spremeni viskoznost olja.

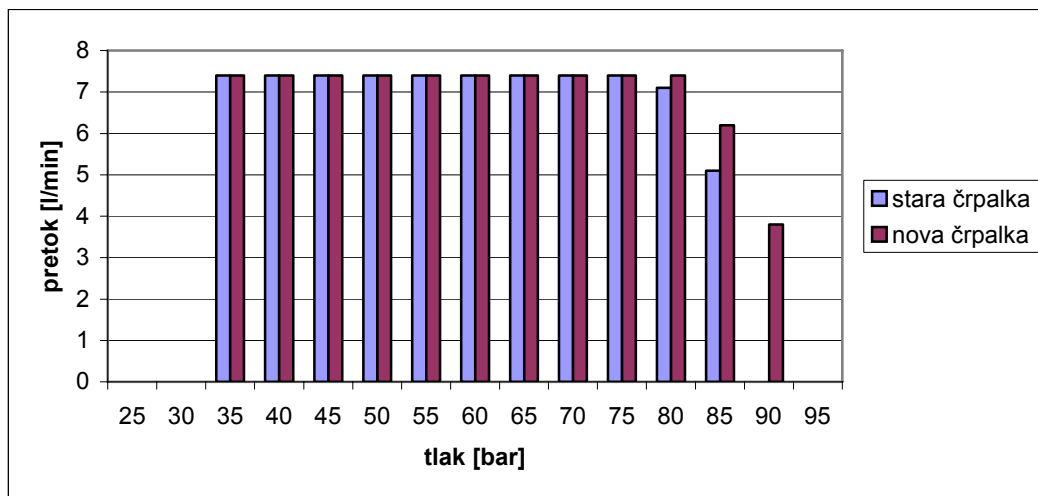


Diagram 5: primerjava količine pretokov črpalke pri 30 °C

Pri diagramu 6 smo nekoliko drugače nastavili pretok olja skozi hladilnik. Zaradi lažjega prehoda olja pri nizkih tlakih dobimo višje količine pretoka kot pri novi črpalci. Ventil smo nastavili, da je pri temperaturi 30 °C minimalni tlak pod 30 barov, pri normalni nastavitvi mora biti pri tej temperaturi še nad 30 barov. Pri tlaku 60 barov se pretoka izenačita, pri zviševanju tlaka pa nižja nastavitve posledica hitreje padajoč pretok in posledično manjšo zmogljivost črpalke.

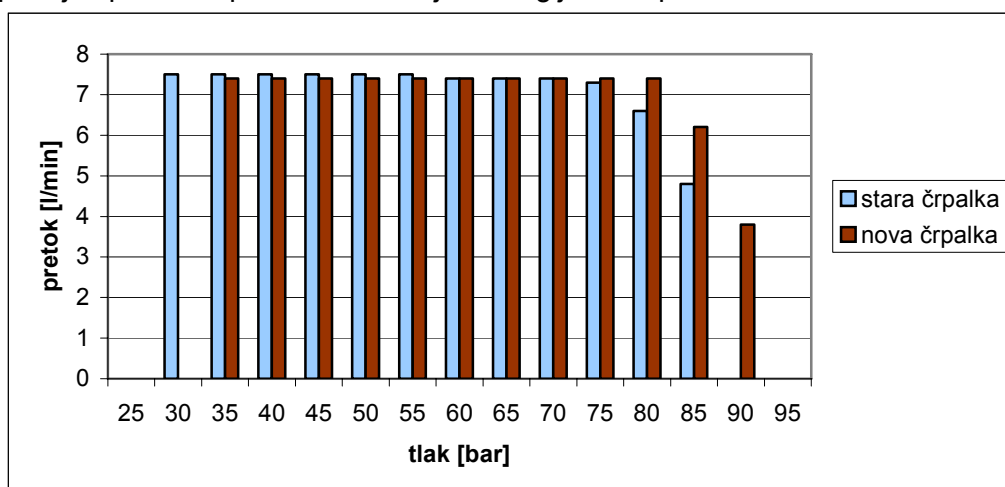


Diagram 6: primerjava količine pretokov črpalke drugače nastavljen pri 30 °C

Pri naslednjem diagramu vidimo količine pretoka pri 30 °C in zvišanju vrtilne frekvence motorja na 1500 vrtljajev/minuto. Nastavitev spodnje meje tlaka je enaka kot pri diagramu 5, ki se je pokazala kot boljša. Z diagrama 7 je razvidno, da so se količine pretoka nove črpalke, ki so označene v rdeči barvi, povečale za skoraj 3 litre/minuto. Modre količine črpalke, ki je v meji še zadovoljiva, so nižje, če primerjamo z diagramom 5, ko so bile količine pretoka do 75 barov tlaka enake. Minimalni tlak se nam zaradi povečane frekvence motorja dvigne s 35 na 50 barov. Največja razlika se pokaže pri tlaku 90 barov, kjer nam stara črpalka še vedno zagotavlja določen pretok, ko pri prostem teku motorja tega ni bilo več. Vrtilna frekvenca motorja je najprimernejša za vožnjo po terenu in za uporabo vitla. Za ta namen uporabe vitla ima vozilo ročni plin, ki se fiksira, da lahko reguliramo vrtilno frekvenco motorja in dobimo optimalni pretok in tlak črpalke za pogon vitla. Pri polni obremenitvi vitla so tlaki hidravličnega sistema maksimalni in tukaj se pokaže največja razlika med pretoki, ki jih zagotavlja nova črpalka v primerjavi s črpalko, ki še zagotavlja popolno sposobnost vozila, vendar njene kapacitete niso več maksimalne. Pri zvišani frekvenci motorja nam tudi v primeru nekoliko slabše črpalke ojačevalnik zavor in krmilni mehanizem delujeta normalno, ker sta manjša porabnika pretoka olja, pomembno je, da imata zagotovljen tlak olja 90 barov.

Vitel oziroma hidravlični motor, ki poganja preko zobnikov boben vitla, za svoje delovanje uporablja razmerje med pretokom in tlakom olja. Hidravlični motor se prične vrteti, ko je sila vrtenja v motorju večja kakor sila z katero vrtimo boben vitla. Če uporabljamo za vrtenje motorja tlak 90 barov, imamo manjši pretok in posledično manjšo vrtilno frekvenco motorja v vitlu. Pri višjem tlaku izkoristimo večji pretok za hitrejše vrtenje hidravličnega motorja. Ko uporabljamo vitel samo za odvijanje in navijanje jeklene vrvi, delamo v prostem teku motorja, ker uporabljamo minimalno vlečno silo, ki jo nam motor zagotavlja v prostem teku. Če nam vozilo zagotavlja, da lahko držimo temperaturo olja na 60 °C, dobimo največje izkoristke. Pri hladnem olju imamo zaradi manjše viskoznosti olja manjše izgube pri puščanju znotraj sklopov, vendar imamo manjše pretoke zaradi uporov, ki jih mora premagovati bolj gosto olje. Pri temperaturi nad 70 °C postane olje preveč tekoče in upori v ceveh ter sklopih so manjši, vendar končni izkoristek je manjši, ker se v črpalki in sklopih pojavijo večje netesnosti zaradi že prevelike viskoznosti olja.

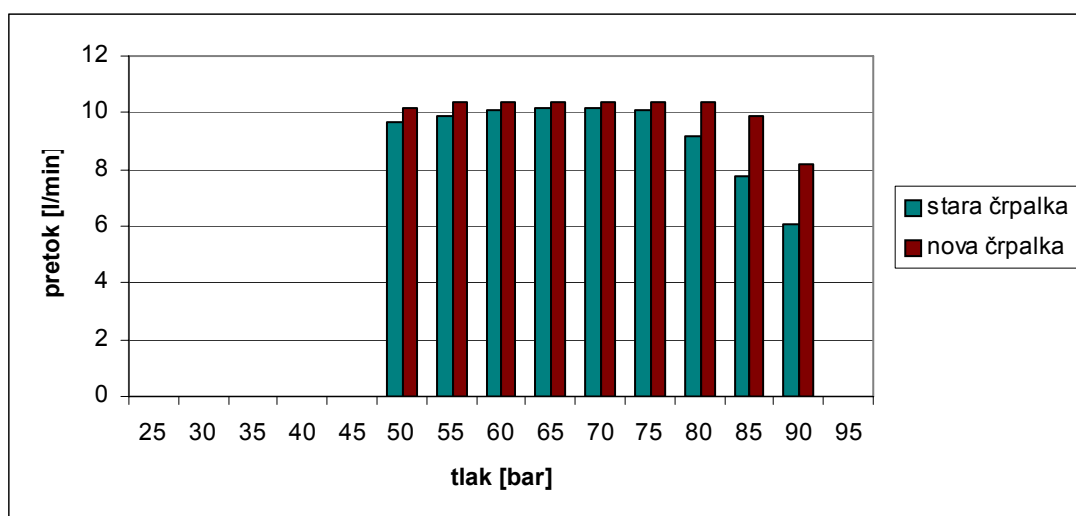


Diagram 7: primerjava količine pretokov črpalk pri 1500 vrtljajih motorja in 30 °C

V diagramu 8 primerjamo v modrem pretok črpalke, ki smo jo nastavili na višjo minimalno vrednost tlaka od normalne. Pri temperaturi olja 60 °C in motor teče v prostem teku se je pokazala večja razlika kot pri nižjih temperaturah, posebno pri nižjem tlaku kljub višji nastavitvi minimalnega tlaka. Če primerjamo med diagramoma 8 ter 9, vidimo, da tudi pri višjem tlaku skoraj ni razlike v pretoku, saj pri vrednosti pretoka od 70 do 85 barov skoraj ni razlike. Zaradi višje nastavitve minimalnega tlaka imamo kot posledico hitrejšo naraščanje temperature olja kot pri diagramu 9, ko je minimalni tlak normalno nastavljen.

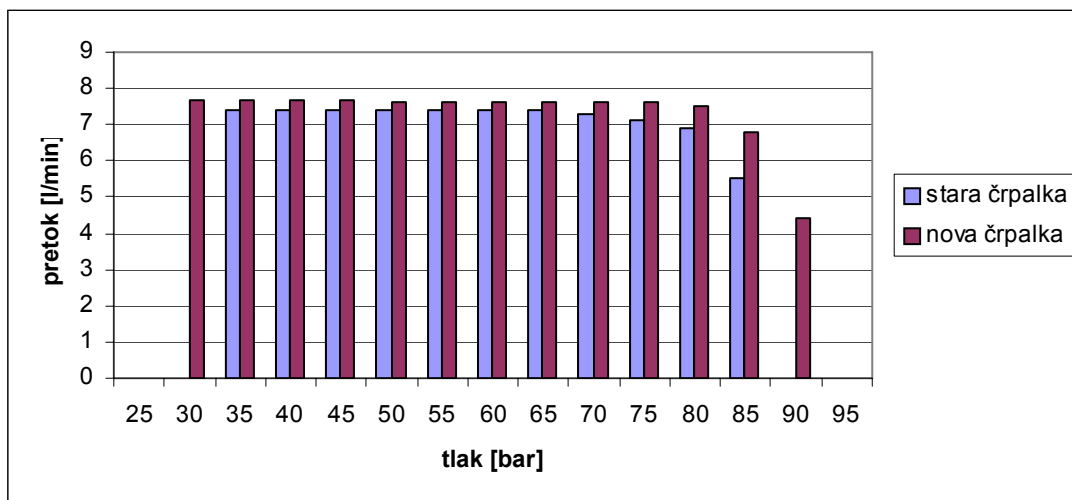


Diagram 8: primerjava količine pretokov črpalk višje nastavljenih pri 60 °C

Hitrejši dvig temperature dobimo, ker samo del olja, ki se vrača v rezervoar potuje skozi hladilnik v diferencialu. Celotna količina olja potuje skozi prednji hladilnik, vendar to ne zadošča, da bi se olje dovolj ohladilo. Iz diagrama vidimo primerjavo, da ni priporočljivo nastavljati previsok minimalni tlak, ker imamo pozneje problem z pregrevanjem sistema.

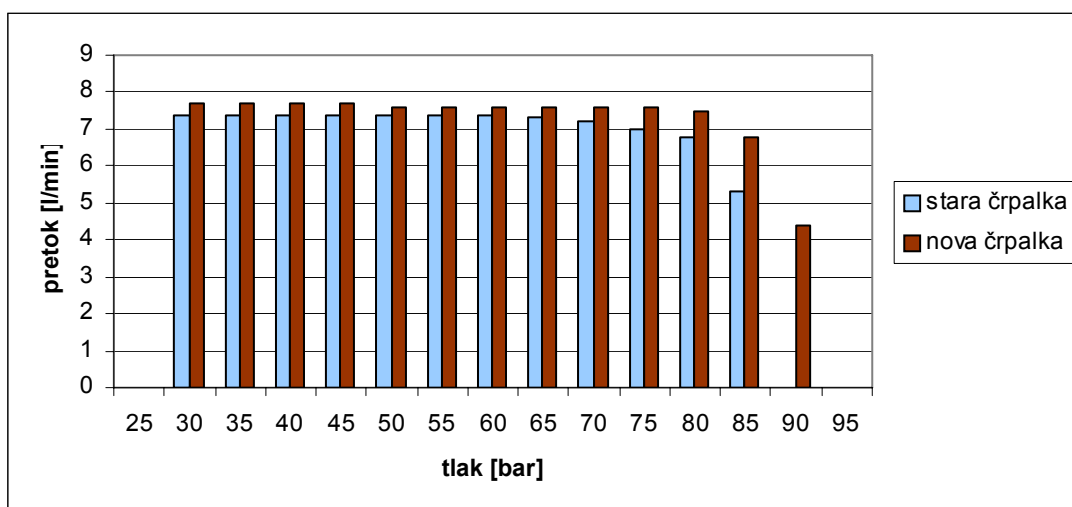


Diagram 9: primerjava količine pretokov črpalk normalno nastavljenih pri 60 °C

Na diagramu 10 in 11 nam prikazuje pretok pri frekvenci motorja 1500 obratov na minuto. Modro je označen pretok črpalke, ki še omogoča normalne vozne lastnosti. Razlika v zmogljivosti se pokaže pri tlaku nad 75 barov. Nova črpalka, ki je označena rdeče, nam pri tlaku 90 barov zagotavlja 2 l/min več pretoka. Če imamo dlje časa pritisnjeno stopalko zavore do konca ali krmilni mehanizem v enem od skrajnih položajev, nam temperatura olja naglo naraste in z večjo viskoznostjo se nam zmanjša pretok pri visokih tlakih olja in nam črpalka omogoča manjši izkoristek kot pri nižjih temperaturah.

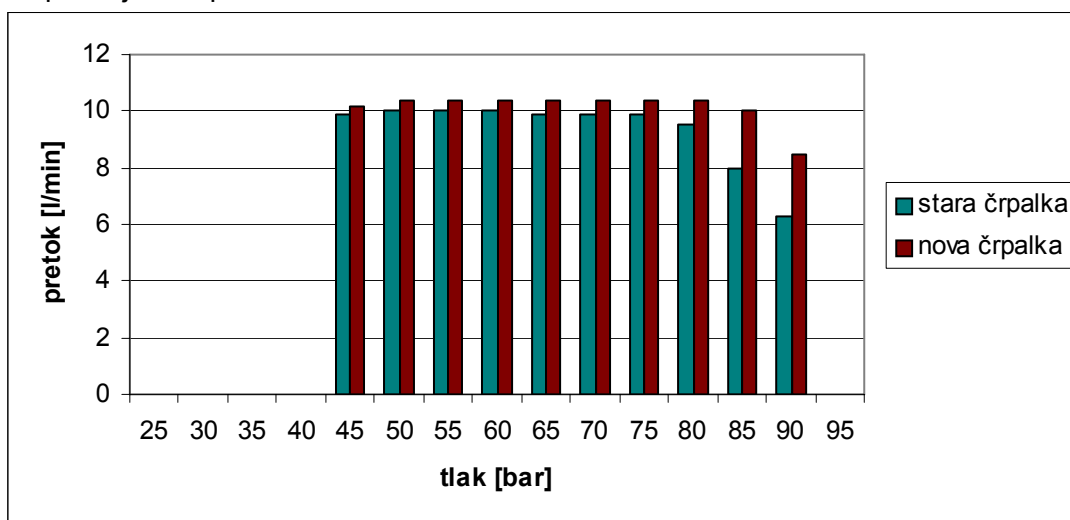


Diagram 10: primerjava količine pretokov črpalok pri 1500 vrtljajih motorja in 60 °C

To lahko opazimo pri naslednjem diagramu, ko se pri zvišanju temperature za 25 °C zmanjša pretok olja, pri 90 barih tlaka za 0,4 l/min. Hladilnika, ki sta vgrajena v sistem, nam ne zagotavljata zadostne količine odvajanja toplote. Posledica hitrega dviga temperature olja je tudi v zelo majhni količini, ki je v hidravličnem sistemu. Olje lahko tudi do petkrat v minuti gre skozi črpalko in se pri tlačenju segreva. Del olja ne gre skozi hladilnik, ki je nameščen v zadnjem diferencialu, ampak se iz hladilnika v prednjem delu vozila vrača preko nastavljivega varnostnega ventila nazaj v rezervoar.

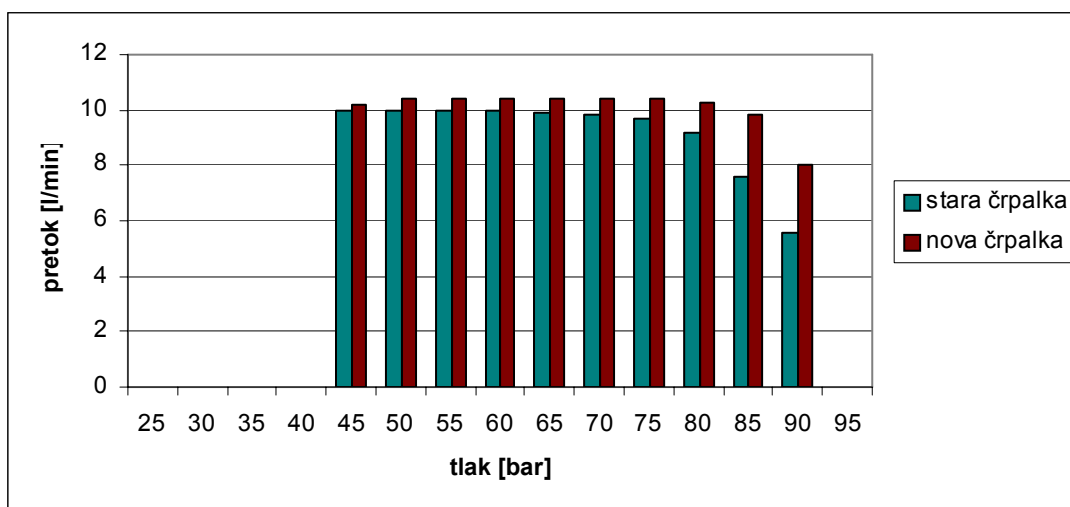


Diagram 11: primerjava količine pretokov črpalok pri 1500 vrtljajih motorja in 85 °C

4.14 Mejna vrednost

Z meritvami smo prišli do rezultatov, ki nam prikazujejo minimalne vrednosti pretokov, pri katerih še niso okrnjene sposobnosti vozila za normalno delovanje. Primerjali smo meritve na več črpalkah in preizkusili delovanje. Nastavitev pretoka do določene meje deluje pozitivno, vendar ne smemo iti v skrajnost, ker dobimo povratni učinek in to je prehitro segrevanje olja v sistemu. To so podatki, ki nam zagotovijo nemoteno delovanje sistema, če ojačevalnik zavor in krmilni mehanizem delujeta normalno. V primeru nepravilnosti delovanja ene od komponent v hidravličnem sistemu nam količine pretoka v diagramu 12 in 13 ne zadoščajo več za normalno delovanje sistema. To nepravilnost delovanja lahko iščemo v netesnosti krmilnega mehanizma ali ojačevalnika zavor.

Mejne vrednosti smo določili z meritvami na enem vozilu, tako smo izključili nepravilnosti delovanja ostalih komponent, ki so na vozilu. Na vozilu smo imeli črpalko, ki je še zagotavljala normalne vozne lastnosti, ter opravili meritve, nato smo vgradili na isto vozilo novo črpalko in potem še črpalko, ki je bila izgrajena iz vozila, ker ni več zadovoljevala potreb vozila. Na vseh treh črpalkah smo opravili meritve in v razmerju med njimi določili vrednosti pretokov, ki bi morale še zagotavljati normalne vozne lastnosti vozilu.

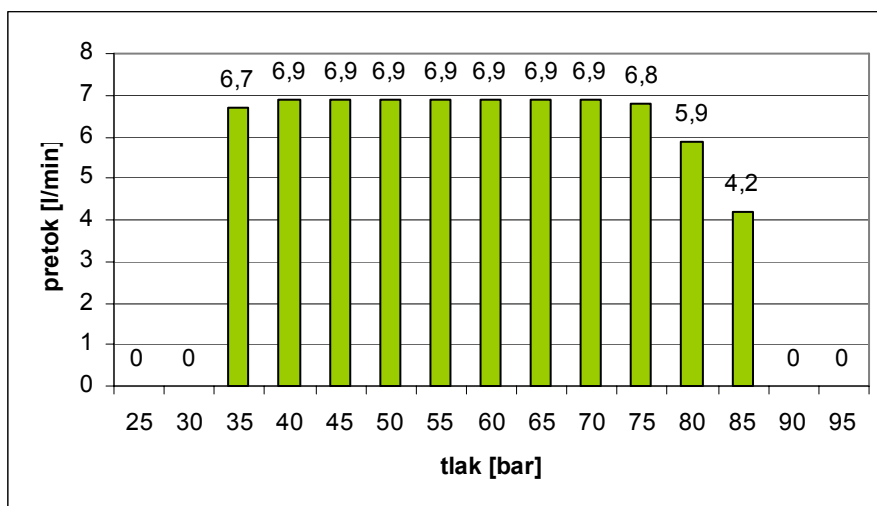


Diagram 12: količine pretokov črpalke na meji uporabnosti pri 30 °C

Naredili smo meritve pri različnih temperaturah, ker običajno merimo pri hladnem motorju, kot prikazuje diagram 12, da nam hidravličnega sistema ni potrebno segrevati. Če se količine pretokov približajo mejnim vrednostim, ki smo jih določili, je priporočljivo, da segrejemo vozilo in ponovimo meritve pri temperaturi olja 60 °C, kot nam prikazuje diagram 13. Po primerjavah pretokov pri 30 in 60 °C lahko ocenimo kvaliteto črpalke. V določenih primerih pri temperaturi 30 °C je kapaciteta pretoka črpalke še zadovoljiva, s povečevanjem temperature se karakteristike črpalke naglo zmanjšujejo.

Pred menjavo črpalke moramo narediti hitri test ojačevalnika zavor. To naredimo s pritiskom na stopalko zavore in jo pritisnemo do konca. Na analizatorju vidimo tlak olja, ki mora znašati od 85 do 95 barov. Pri tej višini tlaka moramo imeti pretok olja skozi ojačevalnik zavor od 0,5 do 1,5 l/min. Ko stopalko zavore spustimo, mora tlak

v trenutku pasti na vrednost od 30 do 35 barov pri prostem teku motorja. Če dobimo vrednost tlakov in pretoka znotraj navedenih vrednosti, lahko izključimo nepravilnost delovanja ojačevalnika zavor.

Preizkusiti moramo še krmilni mehanizem, tako da volanski obroč zavrtimo skrajno levo, ga držimo in zabeležimo vrednosti na analizatorju. Nato ponovimo še v skrajno desnem položaju in vrednosti tlaka na analizatorju se morajo gibati med 85 in 95 bari. Količina pretoka se mora gibati med 0,5 in 1,5 l/min. Volanski obroč zavrtimo desno. Tlak, ki je povečan, mora v trenutku pasti. To ponovimo še z vrtenjem volanskega obroča v desno stran. To je hitri test krmilnega mehanizma in če so vrednosti v mejah, krmilni mehanizem deluje pravilno.

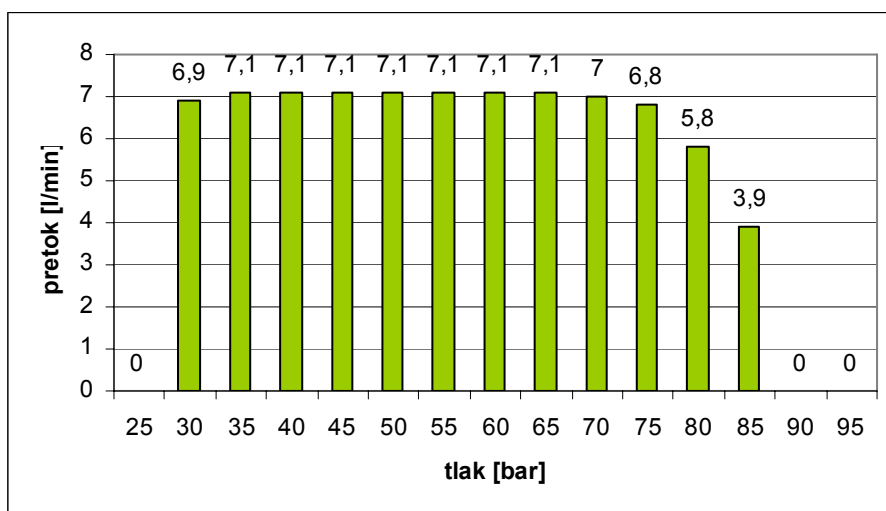


Diagram 13: količine pretokov črpalke na meji uporabnosti pri 60 °C

Pri meritvah moramo paziti, pri kateri temperaturi meritev opravljamo. Pri zaprtju ventila na analizatorju nam temperatura v trenutku naraste, zato moramo biti pozorni, da ga zapremo samo za nekaj sekund. Največje količine pretoka dobimo z meritvami pri temperaturi olja med 60 in 70 °C in so realne, ker vozilo v normalnih razmerah vožnje deluje v temperaturnem območju okrog 60 °C.

5 Zaključek

5.1 Ocena učinkov

Zahteve po kvalitetnejši opremi in kakovosti vozil zahtevajo od vzdrževalcev vozil nenehno dopolnjevanje znanja na področju vzdrževanja. Zanesljivost je v direktni povezavi z številom okvar oziroma z intenzivnostjo okvar. Da vozilu povečamo zanesljivost, moramo zmanjšati število okvar, ki imajo za posledico odpoved ali delno odpoved vozila. Da bi to preprečili, moramo opravljati preglede vozila in s pravilnim pristopom odkriti napake, ki se lahko v kasnejšem obdobju pokažejo kot hude okvare in posledicam te okvare sledi odpoved vozila.

Pri nekaterih komponentah na vozilu je priporočljivo sodelovanje mehanika in elektrika, ker nam sodelovanje pomaga pri hitrejši in bolj učinkoviti diagnozi ter hitrejši odpravi okvare.

Pri pregledu vozila smo posebej opozorili pri vsaki komponenti, na katere dele moramo biti posebej pozorni, ker nam njihove spremembe nakažejo prve nepravilnosti delovanja in so v večini primerov vzrok za kasnejšo odpoved dela ali v najslabšem primeru celega sklopa. Da imamo pravilen pristop do pregledovanja določenih komponent, moramo vozilo v celoti dobro poznati in vedeti kako delujejo posamezne komponente na vozilu. Pri hidravliki, menjalniku in motorju ni dovolj poznavanje samo posameznega dela. Moramo se zavedati, da so med seboj odvisni. Največja odvisnost delov med seboj se pokaže pri hidravliki, ko ima pri napaki na eni od komponent v večini primerov za posledico odpoved celotnega sistema hidravlike.

Na hidravličnem sistemu se je pokazalo že s številom že zamenjanih črpalk, da je črpalka šibka točka v sistemu. Ker nimamo podatkov za ta način izvedbe in tip črpalke, smo z meritvami in preizkušanjem vozila dobili podatke, ki smo jih imenovali mejne vrednosti, pri katerih je vozilo še popolnoma zanesljivo in sposobno za uporabo. Mejne vrednosti meritev bo vzdrževalec imel za primerjavo, da bo ocenil, če hidravlični sistem ne zadošča več potrebam vozila. Dobro poznavanje delovanja hidravličnega sistema pomeni poznavanje odvisnosti črpalke, krmilnega mehanizma, ojačevalnika zavor, sklopke ventilatorja, elektromagnetnega ventila za izklop ventilatorja, vitel, elektromagnetnega ventila vitla, hladilnika na prednjem delu vozila, hladilnika v zadnjem diferencialu in nastavljivega varnostnega ventila ter medsebojno odvisnost. Nepravilno delovanje črpalke, na kateri smo opravljali meritve, je prvi vzrok, da nam sistem ne deluje v celoti. Delna odpoved je v primeru, če je črpalka obrabljena in ne zagotavlja vozilu več zadostne količine olja pri določenem tlaku.

Pri opravljanju meritev smo opravljali meritve na enem vozilu, da smo izključili nepravilnost delovanja ostalih komponent hidravlike. Na vozilu smo zamenjali črpalko z novo ter opravili meritve, nato smo namestili črpalko, ki ni več omogočala normalnih vozniških razmer, in še črpalko, ki je že dlje časa na vozilu in še omogoča normalno delovanje vozila, ter opravljali meritve pri različnih frekvencah motorja in temperaturah olja.

Pri meritvah smo prišli tudi do določenih rešitev, kako izboljšati hidravlični sistem, da bi bila možnost okvare manjša in izkoristek že obstoječe črpalke večji. Večji

izkoristek črpalke dobimo z boljšim ohlajanjem olja in večjo količino. Pri meritvah so se pokazali najboljši rezultati tlaka in pretokov, ko je bilo olje segreto na temperaturo okrog 60 °C.

Drugo rešitev smo videli v razbremenitvi črpalke, ki jo lahko izvedemo na dva načina. Imamo možnost, da bi namestili dodatno črpalko in razdelili hidravlični sistem na dva dela, ki bi bila neodvisna, da bi razdelili ojačevalnik zavor in krmilni mehanizem. Drugi način je v zmanjšanju števila komponent, to pomeni odstranitev hidravličnega vitla iz vozila in ga nadomestiti z vitlom na električni pogon.

5.2 Pogoji za uvedbo

V zadnjih letih je bilo izšolano večje število mehanikov, ki so dobro osvojili znanja vzdrževalnih del na vozilu, predvsem na mehanskih sklopih in sistemih. Slabše pa je poznavanje elektronskega krmiljenja motorja, menjalnika in hidravličnega sistema, predvsem pri iskanju napak in diagnostike.

Sedanji sistem vzdrževanja vozil je smiselno nadgraditi, da bi se povečala zanesljivost vozil in učinkovitost sistema vzdrževanja ter zmanjšali oziroma racionalizirali stroški. Sistem bomo nadgradili s podatki, do katerih smo prišli z meritvami hidravličnega sistema, da bo vzdrževalec vozila lahko ocenil kvaliteto črpalke na vozilu na osnovi meritev in podatkov o mejni vrednosti, ki jih mora zagotoviti črpalka, da zadostuje potrebam vozila za popolno delovanje.

Podatke o meritvah hidravlične črpalke bi bilo priporočljivo preizkusiti še na katerem vozilu, ker smo pri naših meritvah imeli premajhen vzorec, ker smo opravljali meritve samo na štirih črpalkah. Če bi nam meritve na večjem vzorcu vozil pokazale enake rezultate, kot so naše meritve, ki smo jih imenovali mejna vrednost pretoka, bi morali podatke navesti v literaturi vozila. Dokler ne bomo opravili meritev na več črpalkah, ki ne bodo zagotavljale vozilu normalnih voznih razmer in primerjali meritve z našimi, bomo podatke meritev uporabljali interno v naši delavnici.

Pri pregledu smo pri vsaki komponenti, ki je na vozilu, opozorili, na katere dele moramo biti posebej pozorni. Pri določenih spremembah, na katere smo opozorili pri pregledu vozila, nam pokažejo, da še deluje normalno, vendar se že kažejo prvi znaki, da bo prišlo do okvare. Tako lahko odpravimo izvor napake, preden pride do okvare. Pri pregledu lahko z napačno diagnozo okvare zavedeš mehanika, da opravi popravilo ali menja sklop, ki nima okvare. V največjo pomoč pri postopkih servisiranja in pregledovanja vozila je voznik, ker vozilo dobro pozna in opazi vsako nepravilno delovanje. Če voznik pravilno opiše napako in skupaj z tehnologom, ki vozilo prevzema, opravita preizkusno vožnjo, je lažje postaviti pravilno diagnozo okvare, če je na vozilu opaženo nepravilno delovanje. Pri nekaterih komponentah na vozilu je priporočljivo sodelovanje mehanika in električarja, ker nam sodelovanje pomaga pri hitrejši in bolj učinkoviti diagnozi ter hitrejši odpravi okvare.

Rezultate odkrivanja napak in sprememb na vozilu, ki nam nakažejo prve znake odpovedovanja sklopa, smo pridobili z delom na vozilu in vodenju evidence, na katerih delih je bilo največ okvar. Te dele smo pričeli bolj temeljito pregledovati in rezultat je pokazal, da smo veliko napak odpravili, še preden je prišlo do okvare.

Za pregled vozila imamo kontrolni list in na njem vpisano, kaj moramo pregledati. Ker vsi mehaniki ne poznajo vseh hib vozila in delajo po kontrolnem listu, bi ga

morali dopolniti z zaznamki, ki opozorijo mehanika in električarja, na katere dele vozila in dele sklopov mora biti posebej pozoren, da prepreči okvaro, še preden ta nastane.

5.3 Možnosti nadaljnjega razvoja

AM General izdeluje različne izvedbe, ki so zasnovane na osnovi modela M1097A2, razlike so v nadgradnji, komponentah in sistemih, ki so vgrajeni v določen tip. Z meritvami hidravlike smo prišli do določenih rešitev, kako bi zmanjšali občutljivost sistema in povečali zanesljivost opisanega tipa vozila.

Vozilo je brez dodatkov sposoben brodirati po vodi ali blatu do 90 cm. To pomeni, da je več kot polovica motorja pod vodo in tudi pasasti jermen, preko katerega je pogon hidravlične črpalke. V ekstremnih pogojih vožnje imamo veliko možnost, da pride predmet med pasasti jermen in jermenico ter nam jermen pade iz jermenice. Brez pasastega jermena nimamo pogona črpalke in ostanemo brez tlaka v hidravličnem sistemu in posredno brez hlajenja motorja, zavor, volana in vitla. Najcenejša in najbolj enostavna rešitev je, da fizično zaščitimo pasasti jermen.

Rešitev bi lahko poiskali v razdelitvi enega sistema hidravlike na dva neodvisna sistema. Tako bi lahko medsebojno razdelili krmilni mehanizem in ojačevalnik zavor. Na obstoječo črpalko bi spojili krmilni mehanizem in vitel. Drugo črpalko, ki bi jo bilo mogoče vgraditi poleg že obstoječe in jo povezati z glavno gredjo motorja s svojim jermenom, bi nam zagotavljala tlak olja na ojačevalniku zavor in sklopki ventilatorja. Dodatno vgrajena črpalka bi bila manjša, ker ojačevalnik zavor ne potrebuje velike količine pretoka, sklopka ventilatorja pa potrebuje samo stalen tlak. Zagotovila bi nam večjo varnost, ker v primeru odpovedi enega sistema bi nam drugi še vedno deloval. V nalogi smo predstavili, da se delovanje vitla in krmilnega mehanizma prekine, ko pritisnemo stopalko zavore do konca. To je zelo neprijetno, ker ne smemo uporabljati nožne zavore pri vlečenju vozila z vitlom, in krmilni mehanizem nam deluje samo mehansko brez ojačitve. Z dodatno črpalko bi delno odpravili to pomanjkljivost, ker bi krmilni mehanizem deloval neodvisno.

Stroški so minimalni, ker bi potrebovali samo črpalko, katere zmogljivost bi bila minimalna, nosilec črpalke, ki bi ga lahko naredili sami, in jermen za povezavo črpalke z glavno gredjo.

Z novo črpalko bi razbremenili obstoječo črpalko in s pretokom olja samo skozi krmilni mehanizem bi zmanjšali segrevanje olja in povečali zmogljivost, kar je razvidno z diagramov, in pokazali, da bi zmogljivost črpalke pri temperaturi olja nad 70 °C pričela padati.

Če ostanemo pri eni črpalki, bi lahko nekoliko nadgradili sistem, da bi preprečili prekomerno segrevanje olja in posledično večjo zmogljivost črpalke, ker so bile največje količine pretoka izmerjene pri temperaturi okrog 60 °C. Hidravlični sistem lahko nadgradimo na dva načina.

Prvi način je, da vgradimo v sistem večji hladilnik, da imamo večjo površino izmenjave toplote. Rešitev je tehnično skoraj neizvedljiva, ker ima vozilo zapolnjene vse dele, koder bi bilo mogoče namestiti hladilnik, da ga preveč ne izpostavimo nečistočam in poškodbam.

Druga možnost je, da povečamo količino olja v sistemu. Na vozilo bi morali namestiti večji rezervoar za hidravlično olje. Večja količina olja bi omogočila manj prehodov istega olja skozi črpalko. Posledica je manjše segrevanje in boljši izkoristek črpalke pri nižji temperaturi. Menjava rezervoarja, ki se nahaja na motorju bi bila mogoča z zelo nizkimi stroški z nakupom novega večjega rezervoarja.

Hidravliko vozila bi lahko zelo razbremenili, če bi zamenjali hidravlični vitel z vitlom na električni pogon. To bi zelo razbremenilo sistem hidravlike, ker bi nam odpadli najmanj trije deli, tudi če nam ostane hladilnik, ki se nahaja v zadnjem diferencialu. Odpadli bi nam elektromagnet za vklop vitla, hidravlični motor na vitlu in nastavljeni varnostni ventil, kar bi precej razbremenilo hidravlični sistem vozila. Za delovanje hidravličnega vitla je pogoj, da motor deluje, kar pa ni obvezen pogoj za vitel na električni pogon, ker imamo v vozilu dve bateriji, ki imata dovolj energije, da izvlečemo vozilo. Vozilo z vitlom na električni pogon je lažje za upravljanje, omogoča delovanje v vse razmerah, tudi če motor ne deluje, ter lažje za vzdrževanje, ker deluje kot samostojna enota.

6 Literatura

TECHNICAL MANUAL VOLUME 1 OF 2 HEADQUARTERS DEPARTMENTS OF THE ARMY AND THE AIR FORCE WASHINGTON, D. C., 31 December 1997

TECHNICAL MANUAL VOLUME 2 OF 2 HEADQUARTERS DEPARTMENTS OF THE ARMY AND THE AIR FORCE WASHINGTON, D. C., 31 December 1997

TECHNICAL MANUAL HEADQUARTERS DEPARTMENTS OF THE ARMY, AND THE AIR FORCE WASHINGTON, D. C., 1 September 1998

TECHNICAL MANUAL HEADQUARTERS DEPARTMENTS OF THE ARMY, AND THE AIR FORCE WASHINGTON, D. C., 31 January 1996

OPERATOR'S MANUAL HEADQUARTERS DEPARTMENTS OF THE ARMY, AND THE AIR FORCE WASHINGTON, D. C., 17 October 1997

DOKUMENTACIJA ZA USPOSABLJANJE, Ljubljana 2001
Priročnik za vožnjo s povečano gibljivostjo
Delovanje in konstrukcija 6,5 L dizelskega motorja
Uvod v sisteme vozila
Preizkušanje sestavnih delov in odpravljanje napak
Avtomatski menjalnik 4L80E, odkrivanje in odpravljanje napak

KATALOG REZERVNIH DELOV 2005, Ljubljana 2005