

Ing. Miroslav MARKO, PhD.
Lipová 521/3, Podbreziny, 03104 Liptovský Mikuláš
Certifikovaný Tribotechnik II.

Akadémia ozbrojených síl, gen. M.R.Štefánika, Liptovský Mikuláš, P.O.BOX 45.,
Katedra strojárstva,
mobil.:+421 905 319080, e-mail : mikro_makro@pobox.sk, miroslav.marko@aos.sk

Číslo: 004.BA.1-2015-L007/2011

ODBORNÝ POSUDOK

**Vplyv detergentu Liqui Moly Pro-Line na kinematickú viskozitu
nového motorového oleja Mobil 1 ESP Formula 5W-30, čistenie
vnútorných častí v dosahu mazacej sústavy motora.**

Liptovský Mikuláš

22.11.2015

Odborný posudok je spracovaný pre posúdenie vplyvu detergentného prípravku Liqui Moly Pro-Line na kinematickú viskozitu motorového oleja. **VLASTNĚ**,
pre **Ing. Marcela DŽAČOVSKÉHO**, Žitná 3/A, Bratislava
pre **Akadémiu ozbrojených síl M.R.Štefánika**, Demänová, Liptovský Mikuláš
pre **Certifikačný orgán pre certifikáciu personálu v technickej diagnostike**, COPT TD,
Vihorlatská 8, 949 01 Nitra



Miroslav Marko

V Liptovskom Mikuláši, 27.11.2015
Číslo: 004.BA.1-2015-L007/2011

© Ing. Miroslav **MARKO**, PhD., certifikovaný Tribotechnik II

Číslo certifikátu: L007/ 2011 (Príloha č.6)

Číslo certifikačného preukazu: L007/ 2011 (Príloha č.7)

Overenie spôsobilosti: Certifikačný orgán pre certifikáciu personálu v technickej diagnostike,
COPT TD, Vihorlatská 8, 949 01 Nitra

<http://www.atdsr.sk/Vzdelavanie%20COP.html>

<http://www.atdsr.sk/Certifikacia.html>

http://www.atdsr.sk/tribo_cert_prac.html

Člen výboru Slovenskej Spoločnosti pre Tribológiu a Tribotechniku (SSTT), Kocel'ova č.15, 815
94 Bratislava

Vplyv detergentu Liqui Moly Pro-Line na kinematickú viskozitu nového motorového oleja Mobil 1 ESP Formula 5W-30, čistenie vnútorných častí v dosahu mazacej sústavy motora.

(Pozn. - v ďalšom: MO-motorový olej; MS-mazacia sústava)

1. Relevantné údaje a materiál

1.1. Referenčné, porovnávacie vzorky detergentu a motorových olejov použitých pri posudzovaní :

- **Detergenty:** sú to prípravky, alebo látky (tiež prísady do motorových olejov), ktoré majú čistiace účinky a veľmi dobre v mazacích sústavách motorov rozpúšťajú vysokoteplotné a nízokoteplotné kaly („karbonizačné zložky“), alebo všeobecne - masné látky.

http://www.autodela.ru/main/top/test/Liqui-Moly-Pro-Line-Motorspulung_test
<http://aditiva.heureka.sk/liqui-moly-pro-line-preplach-motora-2427/>



Liqui Moly Pro-Line engine flush: Je prostriedok pre čistenie vnútorných plôch mazacej sústavy benzínových a dieselových spaľovacích motorov.

Obsahuje účinnú kombináciu špeciálnych látok pre čistenie olejového okruhu motora od povlakov, usadenín a nerozpustných olejových zvyškov všetkých druhov pred výmenou oleja.

Znižuje tak obsah škodlivých látok vo výfukových plynch, optimalizuje ich zloženie a znižuje tvorbu dymenia.

Optimalizuje spaľovací proces.

Vyčistením mazacej sústavy motora sa zabráni postupnému upchávaniu, prípadne upchatiu častí v mazacej sústave uvoľnenými väčšími čiastočkami nečistôt

Originálny názov: Pro-Line Motorspulung.

Použitie: Čistenie vnútra motora pred výmenou motorového oleja. Objem 500 ml stačí až pre cca 5 l motorového oleja.



Možná vizualizácia po čistení

[HTTPS://WWW.GOOGLE.SK/SEARCH?Q=LIQUI+MOLY+PROLINE&TBM=ISCH&IMGIL=5JFBABJ6HL0SM%253A%253BV8FILEOOVWFBWM%253BHTTP%25253A%25252F%25252FWWW.WEBAREAL.SK%25252FEXTRAOLEJ%25252FESHOP%25252F15-1-PRISADY-DO-PALIV-CHEMIA%25252F0%25252F5%25252F590-LIQUI-MOLY-PRO-LINE-JETCLEAN500ML&SOURCE=IU&PF=M&FIR=5JFBABJ6HL0SM%253A%252CV8FILEOOVWFBWM%252C_&BIW=1536&BIH=731&USG=__GXBCAOCFLB8FCGONW16U1XT_SK%3D&VED=0CFOQYJDQFQOTCLBD8YVTKCKCFYM4FAODBEIFZW&EI=D11IVRAEBOPXUOYELBGG#IMGDII=TCSX2L2H2ER5GM%3A%3BTCX2L2H2ER5GM%3A%3BWEDYDSOVBF7HIM%3A&IMGRC=TCSX2L2H2ER5GM%3A&USG=__GXBCAOCFLB8FCGONW16U1XT_SK%3D](https://www.google.sk/search?q=LIQUI+MOLY+PROLINE&tbm=isch&imgil=5JFBABJ6HL0SM%253A%253BV8FILEOOVWFBWM%253BHTTP%25253A%25252F%25252FWWW.WEBAREAL.SK%25252FEXTRAOLEJ%25252FESHOP%25252F15-1-PRISADY-DO-PALIV-CHEMIA%25252F0%25252F5%25252F590-LIQUI-MOLY-PRO-LINE-JETCLEAN500ML&source=iu&pf=m&fir=5JFBABJ6HL0SM%253A%252CV8FILEOOVWFBWM%252C_&biw=1536&bih=731&usg=__GXBCAOCFLB8FCGONW16U1XT_SK%3D&ved=0CFOQYJDQFQOTCLBD8YVTKCKCFYM4FAODBEIFZW&ei=D11IVRAEBOPXUOYELBGG#imgdii=TCSX2L2H2ER5GM%3A%3BTCX2L2H2ER5GM%3A%3BWEDYDSOVBF7HIM%3A&imgrc=TCSX2L2H2ER5GM%3A&usg=__GXBCAOCFLB8FCGONW16U1XT_SK%3D)



1.2. Motorové oleje použité počas porovnávania:



Referenčný(R,P1,P4) MO
MOBIL 1 ESP Formula,
5W-30



Použitý (P2) MO
Castrol Magnatec,
15W-40



Použitý (P3) MO
Castrol SLX Powerflow,
5W-30

MO Mobil 1 ESP Formula 5W-30 (označená vzorka podľa použitia a technologického poradia merania ako R,P1,P4):

<http://www.olejcentrum.sk/Mobil-1-ESP-Formula-5W-30-5Ld2579032.htm?gclid=CP3ht--JkskCFRSeGwodKmkMkQ>

Mobil 1 ESP Formula 5W-30 je moderný výkonný syntetický olej, ktorý je navrhnutý tak, aby poskytoval motoru vynikajúce čistiace schopnosti, ochranu proti opotrebeniu a celkovo zlepšoval jeho výkon. Mobil 1 ESP Formula 5W-30 bol navrhnutý a vyrobený tak, aby predlžoval životnosť a udržiaval účinnosť systémov pre zníženie emisií u vznetrových i zážihových automobilových motorov. Mobil 1 ESP Formula 5W-30 prevyšuje požiadavky najnovších

noríem popredných priemyselných i automobilových výrobcov, ktoré sú kladené na moderné vznetrové a zážihové motory.

Vlastnosti a výhody:

Mobil 1 ESP Formula 5W-30 je vyrobený na základe patentovanej kombinácie jednotlivých zložiek a plne vyhovuje k použitiu s najnovšími časticovými filtrami vznetrových motorov a s katalyzátormi zážihových motorov. Mobil 1 ESP Formula 5W-30 bol vyvinutý tak, aby motoru poskytol vynikajúci výkon a ochranu pri väčšej úspore paliva.

Špecifikácie a schválenie:

- **ACEA C2/C3, A3/B3/B4**
- **ACEA A5/B5**
- **API SM/SN**
- **API CF**
- **JASO DL-1-08**
- **BMW Longlife 04**
- **MB 229.31/229.51**
- **Chrysler MS-11106**
- **Peugeot/Citroën Automobiles (PSA) B71 2290, B71 2297**
- **Porsche C 30**
- **Volkswagen 504.00 / 507.00**
- **AvtoVAZ Group "Luxe"**
- **AAE Standard STO 003-05, Group**
- **SAE 5W-30**

Použitie:

Mobil 1 ESP Formula 5W-30 je odporúčaný pre všetky typy moderných automobilových motorov, zvlášť pre vysoko výkonné zážihové a vznetrové motory, používané v najnovších osobných automobiloch, SUV a ľahkých úžitkových vozidlách.

- Mobil 1 ESP Formula 5W-30 je obzvlášť vhodný do extrémnych podmienok, kde klasické oleje zlyhávajú.
- Mobil 1 ESP Formula 5W-30 nie je odporúčaný do dvojtaktných alebo do leteckých motorov, ak to nie je priamo schválené od výrobcu.

MO Castrol Magnatec 15W-40 (označená vzorka ako P2):

http://www.castrol.com/sk_sk/slovakia/products/cars/engine-oils/castrol-magnatec-brand/castrol-magnatec.html

Inteligentné molekuly olejov Castrol MAGNATEC priľnú k motoru a chránia ho, keď je to najdôležitejšie - počas zahrievania, keď dochádza až k 75 % opotrebenia motora. Jedinečné zloženie olejov Castrol MAGNATEC chráni motor od momentu naštartovania, výrazne znižuje* jeho opotrebovanie a zaisťuje jeho hladký chod.

Castrol MAGNATEC - okamžitá ochrana od momentu naštartovania.

*Potvrdené priemyselným testom opotrebovania Sequence IVA.

Až 75% opotrebenia motora vášho auta vzniká pri jeho zahrievaní. Keď sa motor zastaví, tak olej začne stekať z jeho kritických častí, na rozdiel od inteligentných molekúl, ktoré priľnú k motoru ako magnet, čím mu poskytnú zvláštnu vrstvu ochrany. Inteligentné molekuly oleja Castrol MAGNATEC poskytujú prvotriednu ochranu, ktorú teraz môžete vidieť, počuť i cítiť. Okamžitá ochrana od okamihu štartu.

Oleje radu Castrol MAGNATEC vás nikdy nesklamú. Chránia motor vášho auta pred škodlivým opotrebením počas kritickej fázy zahrievania, kedy vzniká až 75 % opotrebovania motora.

Výhody a špecifikácie

- Priľnú ku kritickým častiam motora, z ktorých steká olej.
- Syntetická technológia zabezpečuje zvýšenú ochranu pri vysokých i nízkych teplotách.
- Pomáha znižovať spotrebu oleja.
- Poskytuje trvalú ochranu za každých jazdných podmienok, štýlov a teplôt.

Schválenia a špecifikácie:

- **SAE 15W-40**
- **ACEA A3/B3, A3/B4**
- **API SL/CF**
- **MB-Approval 229.1**
- **Fiat 9.55535-D2**
- **VW 501 01/505 00**

Inteligentné molekuly oleja Castrol MAGNATEC priľnú na kovové povrchy motora, kde vytvoria extra ochrannú vrstvu a výrazne tak znižujú* opotrebenie motora

MO Castrol SLX Profesional Powerflow 5W-30 (označená vzorka ako P3):

<http://maziva.heureka.sk/castrol-slx-professional-powerflow-longlif-iii-5w-30/specifikace/>

CASTROL SLX PROFESSIONAL 5W-30 bol vyvinutý v spolupráci s firmou BMW pre novú generáciu motorov s filtrom pevných častíc (DPF). Motorový olej CASTROL SLX PROFESSIONAL 5W-30 zabezpečuje dlhú životnosť filtrov pevných častíc (DPF) a je možné ho používať vo všetkých vznetrových i zážihových motoroch BMW (okrem motorov rady M, kde je predpísaný CASTROL EDGE SPORT 10W-60).

Syntetické zloženie motorového oleja CASTROL SLX PROFESSIONAL 5W-30 s technológiou Clean Performance Technology pomáha predĺžiť životnosť súčasných komplexných emisných systémov a udržiavať výkon motoru po celú dobu servisného intervalu. CASTROL SLX PROFESSIONAL 5W-30 zabezpečuje dokonalé mazanie motoru i pri najnáročnejších prevádzkových podmienkach a prispieva k výraznej úspore spotreby paliva pri predĺžení výmenného intervalu.

Pozn.: Jedná sa o staršiu verziu MO Castrol EDGE 5W-30

Špecifikácie a odporúčania:

SAE 5W-30

ACEA A3/B3/B4/C3

API SL/CF

BMW LL04

1.3. Základná prevádzková špecifikácia motora a doplnkové údaje:

Údaje dodané zadávateľom:

Základná prevádzková špecifikácia motora:

Motor-Osvedčenie o evidencii:

VIN: WBAVU31080FJ36638; 204D4; 1995cm³; 120kW / 4000ot./min.; palivo-NM.

Technické údaje: BMW 320D, 2005.

Vznetrový motor bez DPF; s výkonom 120kW pri 4000 ot./min.

Označenie 320D; Mk 340Nm pri 2000 ot./min.; 4 valce; Emisie CO₂-158g/km.

Spotreba NM (EN 590) : mesto-8.1l ; mimo mesta-4.6l ; kombinovaná 5.9l; všetko/100km.

Prevodovka MP6; max. rýchlosť 223km/hod.

Hmotnosť vozidla-pohotovostná: 1580kg; max. prípustná 2045kg.

Predpísaný MO: BMW Long Life 0; , 5.5l (v skutočnosti 5.0-5.2 pri výmene).

Výmenný interval Long Life: 30.000km.

https://sk.wikipedia.org/wiki/BMW_rad_3#cite_ref-69

320d^[69]	<u>R4 2,0 l</u> (1995 cm ³), <u>DOHC</u> , <u>turbo</u>	<u>vstrekovanie</u> <u>Common rail</u>	84,00 mm × 90,00 mm	17,0:1	163 <u>koní</u> (120 kW) pri 4000 ot/min	340 <u>Nm</u> pri 2000 ot/min	8,4 s	225 km/h	5,7 l / 100 km
----------------------------	---	---	------------------------------	--------	--	-------------------------------------	----------	-------------	----------------------

^[69] 2005 BMW 320d {E90} technical specifications [online]. carfolio.com, [cit. 2010-11-11];
<http://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=125389>



1.4. Dodané vzorky MO a charakteristiky dodané zadávateľom:

Motorové oleje použité počas porovnávania:

- Motorový olej použitý pred výmenou, Mobil 1 ESP Formula 5W30, do ktorého bol aplikovaný Liqui Moly PRO-LINE Motorspulung, 5.5 litrová náplň v motore (20min. na voľnobeh).
- Motorový olej použitý ako 1. preplach, Castrol Magnatec Part Synthetic 15W-40, použité 2 litre na 10 min. prepláchnutie.
- Motorový olej použitý ako 2. preplach, zmes 2 olejov, spolu 2 litre na 10 min. prepláchnutie:
 - o Castrol SLX Professional Powerflow 0w30 (*pozn. autora: pravdepodobne 5W-30*), 1 liter.
 - o Mobil 1 ESP Formula 5W-30, 1 liter.
- Motorový olej, nový, použitý ako nová prevádzková náplň oleja v motore - Mobil 1 ESP Formula 5W30, 5.5litra.

Výmena MO a čistenie vnútorného motora:

- Tachometer vozidla: 239.739km
- Používaný MO bol v prevádzke MS: 19.739km
- Norma životnosti použitého MO Mobil 1 ESP Formula 5W-30: 30.000km
- Typ prevádzky na MO: ~10% mestský cyklus; ~90% diaľnice (150km/hod 2500ot/min)
- Pri výmene bol vykonaný preplach nasledovne:
 - o Starý olej som zohrial na prevádzkovú teplotu, vyše pol hodinovou jazdou autom. Následne som pomocou hadičky a striekačky z vrchu odsal vzorku 300ml starého oleja (Flaša označená ako #1).
 - o Potom som do starého oleja nalial čistič Liqui Moly - 500ml a nechal motor bežať na voľnoběžných otáčkach po dobu 20 minút. Následne som vypustil celú náplň a odobral 300ml vzorku - starý olej + čistič (Flaša označená ako #2).
 - o 1. Preplach som vykonal pomocou 2l MO Magnatec 15W-40, nechal motor bežať na voľnoběžných otáčkach, po dobu 10 minút. Následne som vypustil celú náplň a odobral 300ml vzorku (Flaša označená ako #3).
 - o 2. Preplach som vykonal pomocou 1l MO Castrol SLX 0W-30 + 1l MO Mobil 1 ESP Formula 5W-30, nechal motor bežať na voľnoběžných otáčkach po dobu 10 minút. Následne som vypustil celú náplň a odobral 300ml vzorku (Flaša označená ako #4).
 - o Až teraz som pristúpil k výmene olejového filtra. Motor nechal poriadne odkvapkať. Následne som do motora nalial finálnu náplň 5l MO Mobil 1 ESP Formula 5W-30. Motor som nechal bežať 1 minútu na voľnoběžných otáčkach a následne som z vrchu, pomocou hadičky odobral vzorku 300ml (Flaša označená ako #5). Na záver som do motora doplnil 300ml nového oleja.
 - o Pre porovnanie som odobral referenčnú vzorku nového oleja - Mobil 1 ESP Formula 5W30, priamo z fľaše od výrobcu (Flaša označená ako #N).

Používané palivo:

- 90% Benzinol Diesel + aditívum VIF 15ml/10l nafty.
- 10% Benzinol Super Diesel.

1.4.1 Dodané vzorky

(R) Referenčná vzorka č.N



Posudzované: 16.10.2015

Referenčný MO: MOBIL 1 ESP Formula, SAE 15W-30; v ďalšom texte tiež označovaný ako **(R;N)**.

Zmyslové vnímanie vlastností:

Vizuálne - Vzorka MO je číra-priehľadná, s odleskom proti svetlu, tmavšieho červeno-žltého sfarbenia **s miernym zhnednutím**, čo svedčí o miernej degradácii pravdepodobne oxidáciou, prípadne miernou kontamináciou, pravdepodobne vodou v prepravnom obale. Po pretrepaní s malým množstvom bubliniek do 1 mm.

Vôňa: štandardná, bez cudzorodého zápachu.

(P1) Vzorka č.1



Posudzované: 16.10.2015

Použitý MO: MOBIL 1 ESP Formula, SAE 15W-30; v ďalšom texte tiež označovaný ako **(P1)**. **Vzorka MO vypusteného z motora pred čistením.**

Zmyslové vnímanie vlastností:

Vizuálne - Vzorka MO je čierna, s odleskom voči svetlu, po pretrepaní s malým množstvom bubliniek do 1 mm.

Vôňa: štandardná, mierne cítiť po spálenine, bez cudzorodého zápachu po palive.

(P1/LM) Vzorka č.2



Posudzované: 16.10.2015

Po čistení MS:

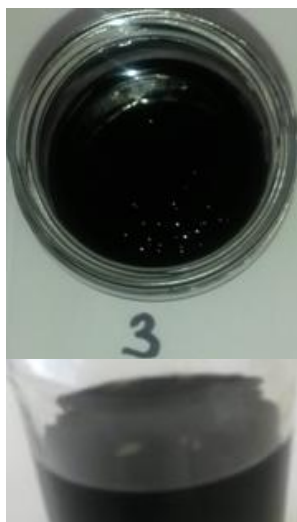
Použitá zmes MO: MOBIL 1 ESP Formula, SAE 15W-30 s detergentom Liqui Moly, v ďalšom texte tiež označovaný ako **(P1/LM)**. **Vzorka MO vypusteného z motora po čistení vnútorného motora MS.**

Zmyslové vnímanie vlastností:

Vizuálne - Vzorka MO je čierna, s odleskom voči svetlu, viditeľne stekutelá, po pretrepaní s malým množstvom bubliniek do 1 mm.

Vôňa: štandardná, mierne cítiť po spálenine, s miernou vôňou po detergente Liqui Moly.

(P2) Vzorka č.3



Posudzované: 16.10.2015

Po 1. preplachu MS:

Použitá 2 lit. MO: Castrol Magnatec 15W-40; v ďalšom texte tiež označovaný ako **(P2)**.

Vzorka MO vypusteného z motora po 1. preplachu vnútorného motora MS.

Zmyslové vnímanie vlastností:

Vizuálne - Vzorka MO je silne čierna, s odleskom voči svetlu, oproti vzorke P1/LM viditeľne viskóznejšia, po pretrepaní s malým množstvom bubliniek do 1 mm.

Vôňa: štandardná, veľmi mierne cítiť po spálenine, s miernou vôňou po novom MO.

(P1/P3) Vzorka č.4



Posudzované: 16.10.2015

Po 2. preplachu MS:

Použitá zmes 2-ch MO z každého po 1 lit., spolu 2 lit.: 1 lit. MOBIL 1 ESP Formula, SAE 5W-30 s 1 lit. Castrol SLX SAE 5W-30, v ďalšom texte tiež označovaný ako **(P1/P3)**.

Vzorka MO vypusteného z motora po 2. preplachu vnútorného motora MS.

Zmyslové vnímanie vlastností:

Vizuálne - Vzorka MO je jemne čierna, s odleskom voči svetlu, je dostatočne viskózna, po pretrepaní s výskytom malého množstva bubliniek do 1 mm.

Vôňa: štandardná, cítiť vôňu po novom MO.

(P4) Vzorka č.5



Posudzované: 16.10.2015

Nová-finálna náplň MS.

Použitý nový MO: MOBIL 1 ESP Formula, SAE 15W-30; v ďalšom texte tiež označovaný ako **(P4)**. **Vzorka MO naliata do motora ako nová olejová náplň - 5,0 lit. Po krátkej prevádzke, cca. 1 min. bola odobratá vzorka č.5.**

Zmyslové vnímanie vlastností:

Vizuálne - Vzorka MO je s jemným nádychom čiernej farby, s odleskom voči svetlu, po pretrepaní bez tvorby bubliniek.

Vôňa: štandardná, bez cudzorodého zápachu po palive, vôňa je výraznejšia po novom MO, ako po spálenine.

1.5. Prostriedok meraní:

Kinematická viskozita

Meraná veličina: Čas / T / - 0 až 1800 s (± 2 s).

Teplota / t / - 0 až 50 °C (± 1 °C)



Meracia súprava, prípravok na meranie kinematickej viskozity

Celkové znečistenie

Meraná veličina: Prírastok kapacity d - 0 až 100 dielikov, možno stanoviť len pri negatívnom výsledku testu na prítomnosť vody

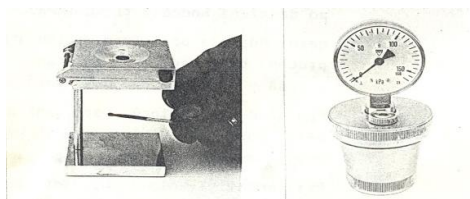
Prípravok na meranie prietoku I v μA



Obsah vody (paliva)

Meraná veličina: Tlak / p / - 0 až 160 kPa (± 3 kPa)

Alebo kontrola tzv. prskacím testom a porovnaním so štandardom-kontrolným etalonom.



Prípravky na zisťovanie prítomnosti vody (paliva)

Detergentno - disperzné vlastnosti a stupeň znečistenia

Informatívna skúška: Vizualne hodnotenie tvaru, veľkosti a intenzity stmavnutia separačného filtra po nanosení kvapky oleja - porovnanie so štandardom-kontrolným etalonom.

Celkový pohľad na obsah súpravy TRIBO I



Stupeň znečistenia

Informatívna skúška:

Vizualne hodnotenie tvaru, veľkosti a intenzity stmavnutia chromatografického papiera (membrány), po nanosení kvapky oleja - porovnanie so štandardom.



V ľavo-separačný filter; uprostred-separačná membrána; v pravo-termoteplomer FLIR

2. Meranie vybraných vlastností MO:

2.1. Priebeh kinematických viskozít jednotlivých vzoriek R(N), P1, P1;LM, P2, P1;P3, P4:

Viskozita je vlastnosť vyplývajúca z kontaktov medzi susednými časticami v tekutine, ktoré sa pohybujú v rôznych rýchlostiach. Keď je tekutina nútená pretekať cez rúrku, častice z ktorých sa skladá tekutina, sa pohybujú rýchlejšie v blízkosti osi rúrky a pomalšie v blízkosti jej stien. V zúženom prostredí rúrky vzniká napätie medzi obidvoma koncami rúrky, ktoré musí kvapalina prekonávať. Toto napätie je potrebné na prekonanie trenia a udržanie kvapaliny v pohybe. Táto vlastnosť je úmerná viskozite kvapaliny.

Z tohto pohľadu poznáme dva druhy viskozít:

- Dynamická viskozita $[\tau]$ (nazývaná tiež šmyková), meriame ju v mPa.
- Kinematická viskozita $[\nu]$ (nazývaná tiež tekutosť-hybnosť-difuzivita), meriame ju v cSt ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$), pozn.: cSt-centistokes.

Pre potreby týchto meraní MO bude využitá kinematická viskozita. Z pohľadu konštrukcie motora s vratným pohybom piestu je viskozita (ν ; τ) rozhodujúca vlastnosť pre posúdenie použiteľnosti MO.

Kinematická viskozita je primárna a základná vlastnosť pre použiteľnosť motorového oleja v hydrodynamickom systéme mazania v motore vozidla. **Motorový olej je vyhovujúci v rozmedzí viskozity $\pm 20\%$ od hodnoty referenčnej vzorky a údajov výrobcu motorového oleja.** Jej hodnoty budú udávané v cSt

2.1.1. Kinematická viskozita referenčnej vzorky č.N (R;N) (Príloha 1):

Tabuľka č.1 Kinematika vzorky R(N)

Referenčný MO / R (N) Mobil 1 ESP Formula 5W-30		
P.č.	t [°C]	T [cSt]
1.	21,5	77,8
2.	21,6	77,4
3.	21,9	77,0
4.	22,1	76,7
5.	22,4	76,4
Ø	21,90	77,06
Pozn.: 16.10.2014		
t=22,5°C (laboratórium)		
Legenda: t - teplota meraného MO; T - čas prietoku cez Ø3 mm kalibrovanú trysku		

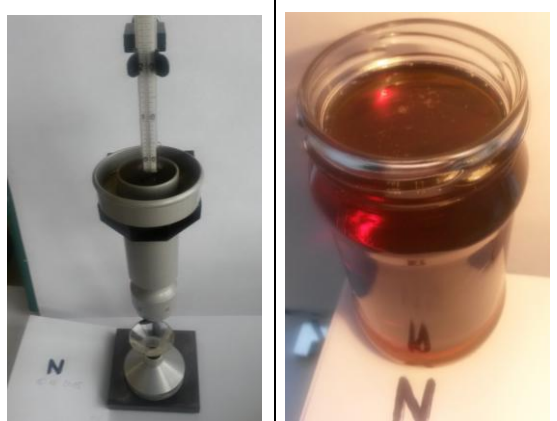
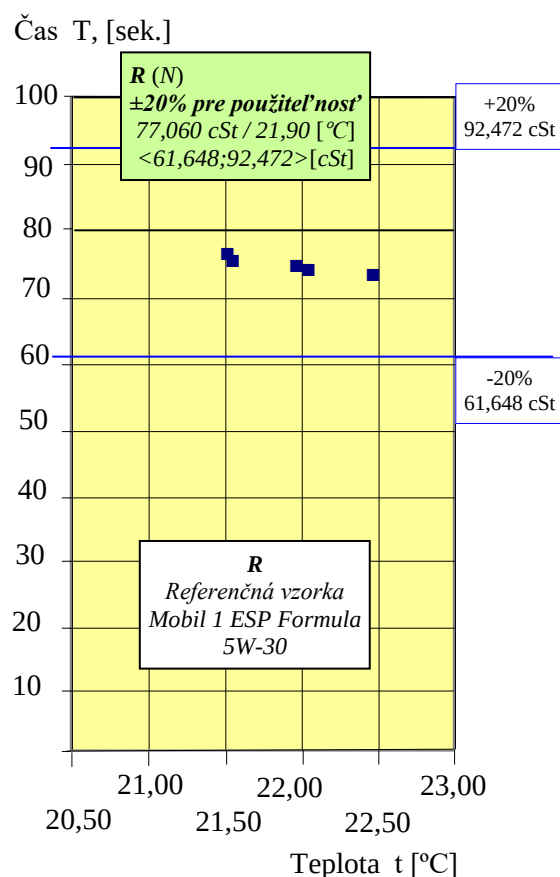
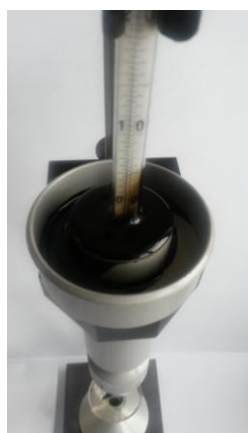


Diagram „ka“ hodnotenia kinematickej viskozity
(priemer kalibračnej konštanty - prietokovej dýzy = 3 mm²)



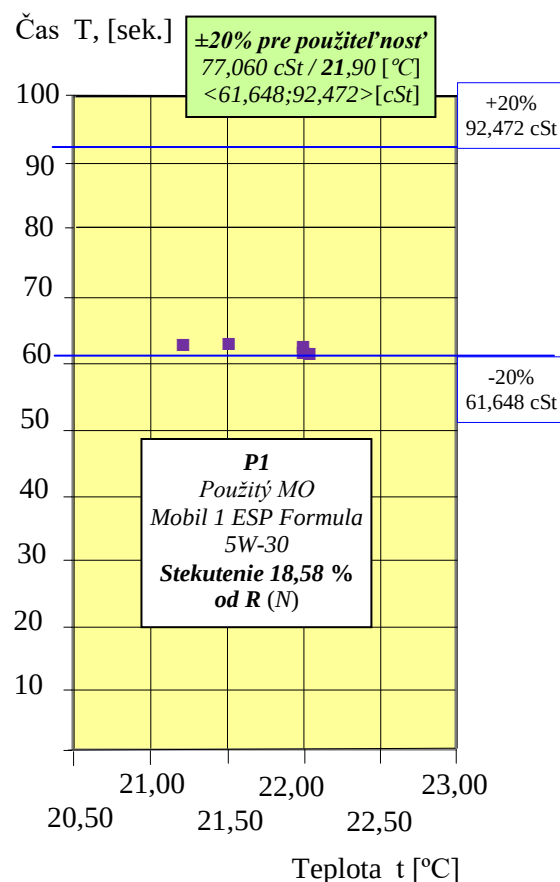
2.1.2. Kinematická viskozita vzorky č.1 (P1):

Použitý pred preplachom MO / P1		
Mobil 1 ESP Formula 5W-30		
P.č.	t [°C]	T [cSt]
1.	21,5	63,3
2.	22,0	62,4
3.	22,0	62,6
4.	21,3	63,1
5.	22,1	62,3
ø	21,78	62,74
Pozn.: 16.10.2014		
t=22,5°C (laboratórium)		
Legenda: t - teplota meraného MO; T - čas prietoku cez ø3 mm kalibrovanú trysku		



Približné percento zníženia kinematickej viskozity (stekutenia) oproti referenčnej vzorke N:
o **18,58 %**; ø **21,84 °C** od vzorky R(N).

Diagram „ka“ hodnotenia kinematickej viskozity
(priemer kalibračnej konštanty - prietokovej dýzy = 3 mm²)



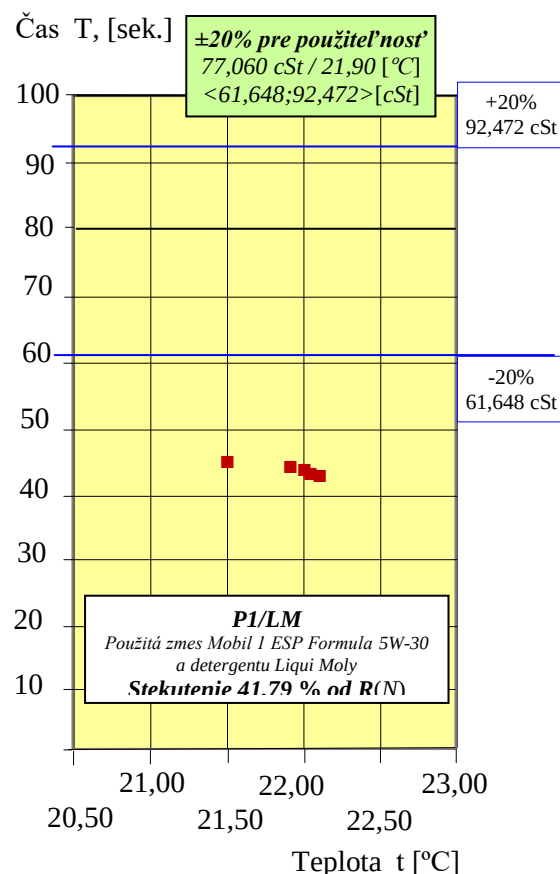
2.1.3. Kinematická viskozita vzorky č.2 (P1/LM):

Čistiaca zmes MO + detergent		
Zmes / P1; LM		
Mobil 1 ESP Formula 5W-30 Liqui Moly PRO-LINE		
P.č.	t [°C]	T [cSt]
1.	21,5	45,4
2.	21,8	45,0
3.	22,0	44,8
4.	22,1	44,7
5.	22,3	44,4
ø	21,94	44,86
Pozn.: 16.10.2014		
t=22,5°C (laboratórium)		
Legenda: t - teplota meraného MO; T - čas prietoku cez ø3 mm kalibrovanú trysku		



Približné percento zníženia kinematickej viskozity (stekutenia) oproti referenčnej vzorke N:
o **41,79 %**; ø **21,92 °C** od vzorky R(N).
O 23,21 % ø 21,86 °C od vzorky P1.

Diagram „ka“ hodnotenia kinematickej viskozity
(priemer kalibračnej konštanty - prietokovej dýzy = 3 mm²)



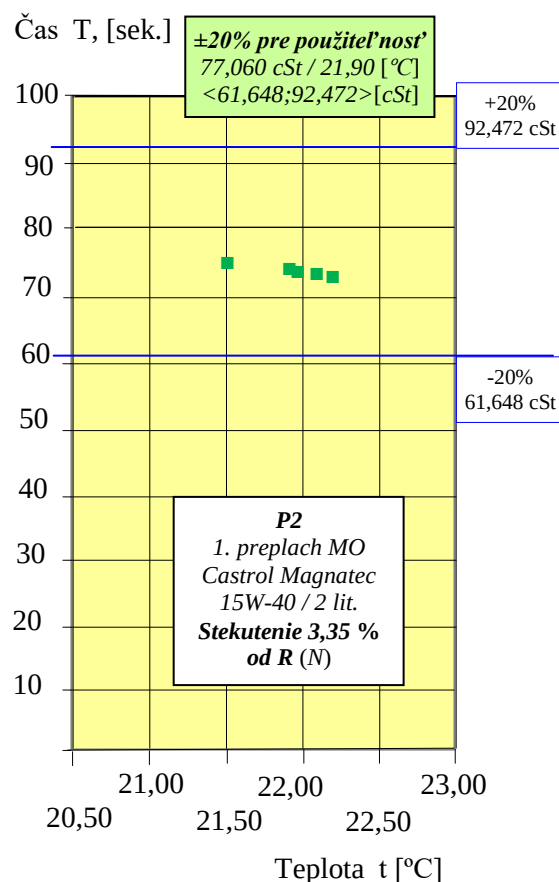
2.1.4. Kinematická viskozita vzorky č.3 (P2):

Po 1. preplachu MO / P2 Castrol Magnatec 15W-40		
P.č.	t [°C]	T [cSt]
1.	21,5	75,2
2.	21,8	74,7
3.	21,9	74,6
4.	22,2	74,0
5.	22,4	73,9
Ø	21,96	74,48
Pozn.: 16.10.2014 t=22,5°C (laboratórium)		
Legenda: t - teplota meraného MO; T - čas prietoku cez Ø3 mm kalibrovanú trysku		



Približné percento zníženia kinematickej viskozity (stekutenia) oproti referenčnej vzorke N:
o 3,35 %; Ø 21,93 °C od vzorky R(N).

Diagram „ka“ hodnotenia kinematickej viskozity
(priemer kalibračnej konštanty - prietokovej dýzy = 3 mm²)



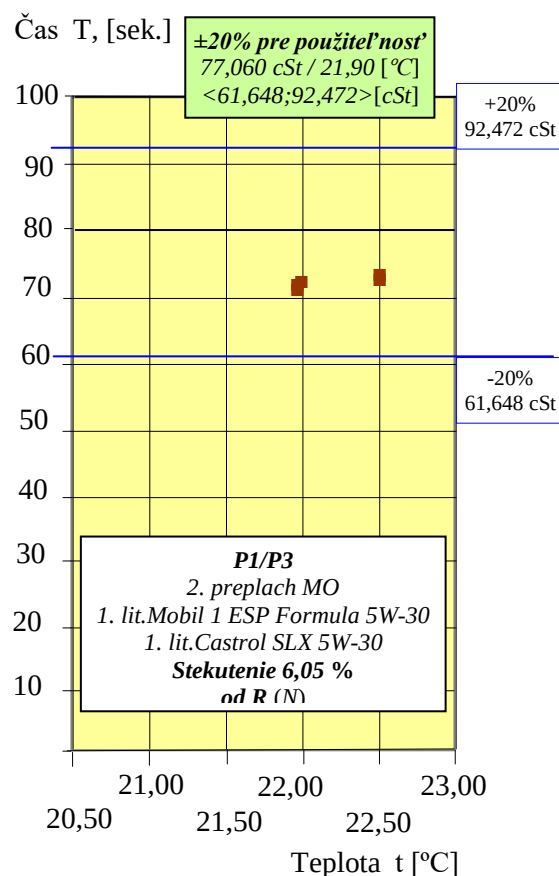
2.1.5. Kinematická viskozita vzorky č.4 (P1/P3):

Po 2. preplachu Zmes / P1; P3 1. lit. Mobil 1 ESP Formu 5W-30 1. lit. Castrol SLX 5W-30		
P.č.	t [°C]	T [cSt]
1.	21,9	72,0
2.	21,9	71,9
3.	22,0	72,1
4.	22,5	72,9
5.	22,5	73,1
Ø	22,16	72,40
Pozn.: 16.10.2014 t=22,5°C (laboratórium)		
Legenda: t - teplota meraného MO; T - čas prietoku cez Ø3 mm kalibrovanú trysku		



Približné percento zníženia kinematickej viskozity (stekutenia) oproti referenčnej vzorke N:
o 6,05 %; Ø 22,03 °C od vzorky R(N).

Diagram „ka“ hodnotenia kinematickej viskozity
(priemer kalibračnej konštanty - prietokovej dýzy = 3 mm²)



2.1.6. Kinematická viskozita vzorky č.5 (P4):

Nová finálna náplň MS MO / P4 Mobil 1 ESP Formula 5W-30		
P.č.	t [°C]	T [cSt]
1.	21,9	74,1
2.	22,1	74,0
3.	22,4	73,9
4.	22,4	73,7
5.	22,5	73,6
Ø	22,26	73,86
Pozn.: 16.10.2014 t=22,5°C (laboratórium)		
Legenda: t - teplota meraného MO; T - čas prietoku cez Ø3 mm kalibrovanú trysku		

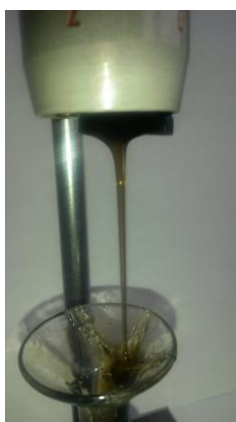
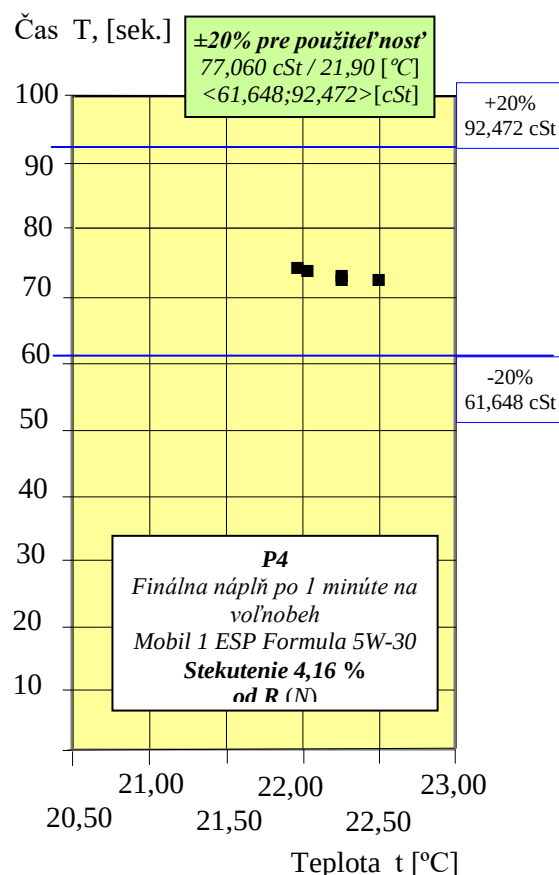


Diagram „ka“ hodnotenia kinematickej viskozity
(priemer kalibračnej konštanty - prietokovej dýzy = 3 mm²)



Približné percento zníženia kinematickej viskozity (stekutenia) oproti referenčnej vzorke N:
o **4,16 %**; Ø **22,08 °C** od vzorky R(N).

Čiastkový záver ku kinematickej viskozite vzoriek číslo R (N); 1; 2; 3; 4; 5.

Vzorka č. N, označená ako R (N):

Nameraná kinematická viskozita nepoužitého-referenčného MO je v rozsahu <76,4;77,8> [cSt], pri teplote v intervale <21,5;22,4> [°C], **priemerné hodnoty sú 77,06 cSt/21,90 °C**. Výpočet intervalu ±20% pre porovnávanie rozpätie je počítané z strednej hodnoty referenčnej vzorky: 77,06 cSt/21,90 °C (100%=77,06 cSt; 1%=0,7706 cSt; 20%=15,412 cSt) **+20%=92,472 cSt; stred=77,06 cSt; -20%=61,448 cSt**. Je použité pre porovnávanie, pre všetky ostatné merané vzorky **P1+; P1/LM; P2; P1/P3 a P4**. Pozn.: Referenčná vzorka javí náznaky jemnej degradácie, pravdepodobne oxidom (O₂), prípadne je kontaminovaná malým množstvom H₂O - vzhľadom k jemne hnedému stmavnutiu.

Vzorka č. 1, označená ako P1:

Nameraná kinematická viskozita je v rozsahu <62,3; 63,3> [cSt], pri teplote v intervale <21,3;22,1> [°C], **priemerné hodnoty sú 62,74 cSt / 21,78 °C**. Tak ako i z grafu vidieť, nachádza sa na spodnom okraji rozsahu, kde veľkosť zníženia viskozity-stekutenia je **18,58%** pri priemere teplôt **21,84 °C** (R-21,90 °C; P1-21,78 °C) od stredu referenčnej hodnoty. Je teda na **spodnej hranici pre odporúčanú použiteľnosť**.

Stredná **norma životnosti** MO Mobil 1 ESP Formula 5W30 je **30.000 km/3 roky** (chýbajú údaje o dátume plnenia MO do obalu a dátum plnenia MO do motora vozidla). Na MO bolo najazdené **19.739 km** pri stave tachometra **239.739 km**. **Priemerný typ prevádzky** zadávateľ udáva: “~10% mestský cyklus; ~90% diaľnice (150km/hod 2500ot/min)”.

Z pohľadu kinematickej viskozity a hore nameraných hodnôt je motorový olej stekutený o 18,58% / Ø 21,84 °C, **je na spodnej hranici jeho správnej prevádzkovej použiteľnosti ±20%**, pri dvoch tretinách svojej teoretickej normy životnosti. Vzhľadom k hore uvedenému

typu prevádzky je jeho stekutenie príliš vysoké. Toto mohlo byť spôsobené technickým stavom motora, vzhľadom k stavu počtu nabehnutých km, čo je približne v teoretickej rovine cez 50% (teoretický priemer normy životnosti-vysokotlaké diesely-Common Rail - cca. 450.000 km), alebo dynamickejším spôsobom prevádzky, alebo zvýšenou váhovou záťažnosťou nákladom, alebo použitím paliva/palivových zmesí, ktoré majú vyššiu záťaž na MO. Zadávateľ udáva:

“ Používané palivo:

90% **Benzinol Diesel + aditívum VIF 15ml/10l nafty.**

10% **Benzinol Super Diesel.** „

*Pozn.: Aby sa depresant, detergent, zvyšovač cetanového čísla typu VIF dobre rozpustil, je potrebné aby malo palivo približnú teplotu cca. 30 °C, čo je v amatérskych podmienkach ťažko splniteľné. A najmä v zimných podmienkach. Preto je ďaleko výhodnejšie pre motor tankovať vylepšenú NM 55 CČ predávanú od výrobcu, v konkrétnom prípade: Pohonná hmota **Super Diesel** s jej korporátnym názvom nafta prémiová, 55 cetanová, značky **Benzinol** Slovakia.*

Samozrejme, záťažových situácií, pri ktorých sa MO stekuje je viac, ... studené štarty, zimná prevádzka s dlhšou jazdou so studeným motorom, vysoká záťaž nákladom, jazda v hornatom a členitom teréne, jazda v meste, dynamická jazda, jazda na najvyššom výkone, pulzácia otáčok

V prípade MO-vzorka-P1-Mobil 1 ESP Formula 5W30, jeho stav z pohľadu kinematickej viskozity je síce VYHOVUJÚCI, no na hranici životnosti, pri rovnakom type prevádzky, technickom stave a použití rovnakého typu paliva.

Vzorka č. 2, označená ako P1/LM:

Nameraná kinematická viskozita je v rozsahu <44,4; 45,4> [cSt], pri teplote v intervale <21,5; 22,3> [°C], **priemerné hodnoty sú 44,86 cSt / 21,94 °C.** Tak ako i z grafu vidieť, **miera stekutenia tejto zmesi je veľmi vysoká**, kde veľkosť zníženia viskozity-stekutenia je **41,79%** pri priemere teplôt **21,92 °C (R-21,90 °C; P1/LM-21,94 °C)** od stredu referenčnej hodnoty. Je teda **hlboko pod odporúčanou použiteľnosťou.**

Použitelnosť tejto zmesi je len po dobu čistenia a na voľnobežných otáčkach.
NEVHODNÁ NA BEŽNÚ PREVÁDZKU VOZIDLA!

Detergentný prípravok Liqui Moly PRO-Line je prípravok na čistenie tzv. vnútorného motora, aplikuje sa do MS motora tesne pred vypustením MO pred výmenou za nový MO. Dĺžka jeho aplikácie je 15 až 20 minút. **Jeho čistiace účinky sú veľmi dobré.** Vzhľadom k tomu, že pri jeho aplikácii **dochádza k silnému stekutiu MO v MS motora (v konkrétnom prípade o 41,79 % !!)**, čo preukázali horeuvedené merania kinematickej viskozity, je dôležité **aby sa s vozidlom počas aplikácie Liqui Moly PRO-LINE nejazdilo, aby vozidlo stálo s naštartovaným motorom na voľnobehu (cca.850 až 1.000 ot./min.).** U vozidiel, ktoré majú konštrukčné riešenie ovládania ventilov cez hydraulické vymedzenie tolerancií ovládacieho ústrojenstva ovládaného MO (tak, ako je to i v tomto prípade), **je nutné vykonať viacnásobný preplach MS motora**, pretože v MS motora zostáva cca. 1 liter MO, ktorý sa nedá vypustiť. **Preplach je dôležitý, aby sa kinematická viskozita MO, nového zostávajúceho pre ďalšiu prevádzku, zásadne nelíšila od nového nepoužitého MO (± 7%), za rovnakej teploty meraných vzoriek!** Každý preplach vykonávať po dobu cca. 5 minút. Aplikácia Liqui Moly Pro Line, alebo iného detergentu, sa odporúča každých 30.000 až 40.000 km. Udržiavanie čistoty vnútorných častí motora (oblasť krúžkov, ventilov, vstrekačov, ... všetkých vnútorných kinematických-kontaktných častí ...) má za následok znižovanie spotreby paliva, predlžovanie životnosti motora a udržanie celkovej veľmi dobrej kondície motora (P; M_k).

Vzorka č. 3, označená ako P2:

Nameraná kinematická viskozita je v rozsahu $<73,9; 75,2>$ [cSt], pri teplote v intervale $<21,5; 22,4>$ [°C], **priemerné hodnoty sú 74,48 cSt / 21,96 °C**. Tak ako i z grafu vidieť, **miera stekutenia tejto zmesi je veľmi nízka**, kde veľkosť zníženia viskozity-stekutenia je **3,35%** pri priemere teplôt **21,93 °C** ($R-21,90$ °C; $P2-21,96$ °C) od stredu referenčnej hodnoty. Je teda **v odporúčanom rozpätí pre použiteľnosť**.

VZHLADOM K MNOŽSTVU MO naliateho do MS motora (+2 lit. nového MO+ nevytečené zbytky MO) JE NEVHODNÁ NA BEŽNÚ PREVÁDZKU VOZIDLA! Náplň slúžila ako 1. preplach MS motora.

Vzorka č. 4, označená ako P1/P3:

Nameraná kinematická viskozita je v rozsahu $<72,0; 73,1>$ [cSt], pri teplote v intervale $<21,9; 22,5>$ [°C], **priemerné hodnoty sú 72,40 cSt / 22,16 °C**. Tak ako i z grafu vidieť, **miera stekutenia tejto zmesi 2-ch MO je veľmi nízka**, kde veľkosť zníženia viskozity-stekutenia je **6,05%** pri priemere teplôt **22,03 °C** ($R-21,90$ °C; $P1/P3-22,16$ °C) od stredu referenčnej hodnoty. Je teda **v odporúčanom rozpätí pre použiteľnosť**.

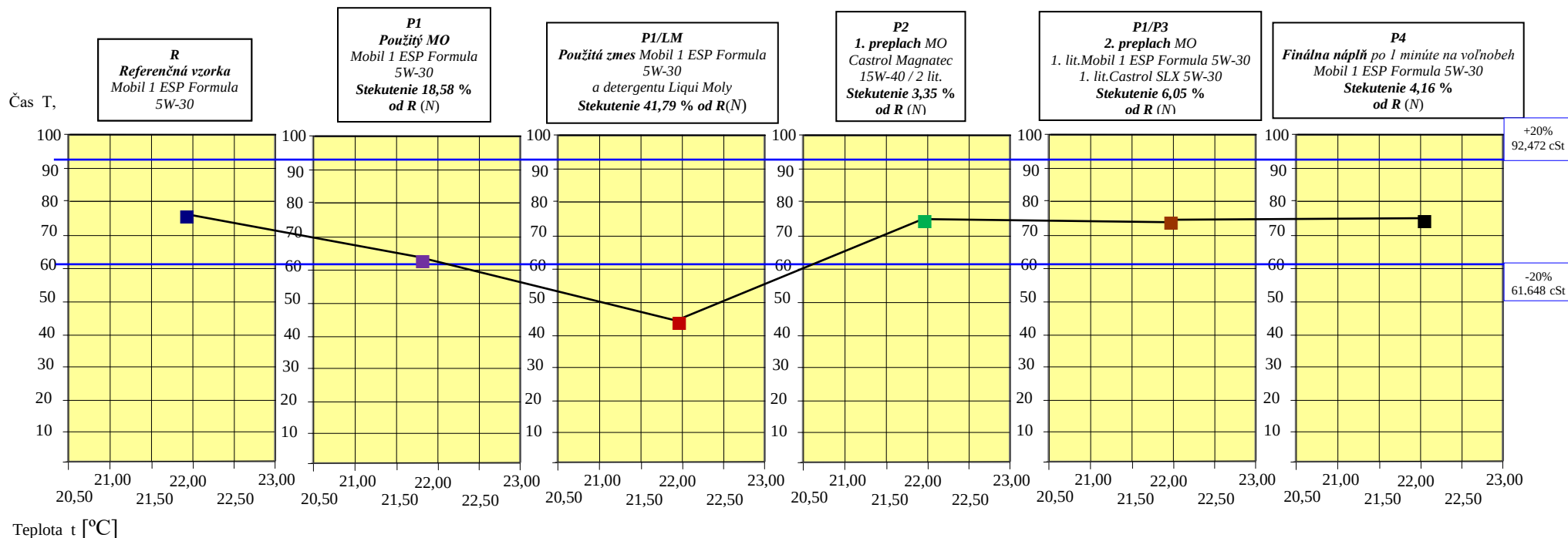
VZHLADOM K MNOŽSTVU MO naliateho do MS motora (+2 lit. nového MO+ nevytečené zbytky MO) JE NEVHODNÁ NA BEŽNÚ PREVÁDZKU VOZIDLA! Náplň slúžila ako 2. preplach MS motora. Pokles kinematickej viskozity oproti vzorke č. 3 je daný použitím tekutejších MO pri 2. preplachu ako u vzorky č.3.

Vzorka č. 5, označená ako P4, finálna náplň MS:

Nameraná kinematická viskozita je v rozsahu $<73,6; 74,1>$ [cSt], pri teplote v intervale $<21,9; 22,5>$ [°C], **priemerné hodnoty sú 73,86 cSt / 22,26 °C**. Tak ako i z grafu vidieť, **miera stekutenia novej náplne MO je veľmi nízka**, kde veľkosť zníženia viskozity-stekutenia je **4,16%** pri priemere teplôt **22,08 °C** ($R-21,90$ °C; $P4-22,26$ °C) od stredu referenčnej hodnoty. Je teda **v odporúčanom rozpätí pre použiteľnosť**.

Motorový olej je plne použiteľný na ďalšiu prevádzku.

Diagram „ka“ PRIEBEH PRIEMERNÝCH HODNÔT KINEMATICKEJ VSKOZITY jednotlivých vzoriek
(priemer kalibračnej konštanty - prietokovej dýzy = 3 mm²)



Referenčný MO / R (N) Mobil 1 ESP Formula 5W-30			Použitý pred preplachom MO / P1 Mobil 1 ESP Formula 5W-30			Čistiaca zmes MO + detergent Zmes / P1; LM Mobil 1 ESP Formula 5W-30 Liqui Moly PRO-LINE			Po 1. preplachu MO / P2 Castrol Magnatec 15W-40			Po 2. preplachu Zmes / P1; P3 1. lit. Mobil 1 ESP Formula 5W-30 1. lit. Castrol SLX 5W-30			Nová finálna náplň MS MO / P4 Mobil 1 ESP Formula 5W-30		
P.č.	t [°C]	T [cSt]	P.č.	P.č.	P.č.	P.č.	t [°C]	T [cSt]	P.č.	t [°C]	T [cSt]	P.č.	t [°C]	T [cSt]	P.č.	t [°C]	T [cSt]
1.	21,5	77,8	1.	t [°C]	T [cSt]	1.	21,5	45,4	1.	21,5	75,2	1.	21,9	72,0	1.	21,9	74,1
2.	21,6	77,4	2.	21,5	63,3	2.	21,8	45,0	2.	21,8	74,7	2.	21,9	71,9	2.	22,1	74,0
3.	21,9	77,0	3.	22,0	62,4	3.	22,0	44,8	3.	21,9	74,6	3.	22,0	72,1	3.	22,4	73,9
4.	22,1	76,7	4.	22,0	62,6	4.	22,1	44,7	4.	22,2	74,0	4.	22,5	72,9	4.	22,4	73,7
5.	22,4	76,4	5.	21,3	63,1	5.	22,3	44,4	5.	22,4	73,9	5.	22,5	73,1	5.	22,5	73,6
Ø	21,90	77,06	Ø	22,1	62,3	Ø	21,94	44,86	Ø	21,96	74,48	Ø	22,16	72,40	Ø	22,26	73,86

Vektor zmeny kinematickej viskozity

2.2. Priebeh celkového znečistenia jednotlivých vzoriek R(N), P1, P1;LM, P2, P1;P3, P4: Doplnková skúška ku kinematickej viskozite.



Pri práci mazaného uzla dochádza u oleja k termooxidačným reakciám, ktoré sú ovplyvňované radou faktorov. Vznikajú netaviteľné látky, ktoré sa usádzajú na súčiastiach mechanizmu a môžu byť príčinou zvýšeného opotrebenia trecích ústrojenstiev a ďalších negatívnych dôsledkov. Merací prístroj celkového znečistenia oleja je priamo ukazujúci ručičkový merací prístroj. Pracuje na princípe merania dielektrických vlastností oleja. Meraný olej tvorí dielektrikum špeciálneho kapacitného snímača, ktorého kapacita sa meria pomocou mostového obvodu porovnaním so vstavaným kapacitným normálom. Z nameraných odchýliek kapacity snímača od normálu je možno vyhodnotiť zmeny v obsahu znečistení oleja.

Celkové znečistenie (Príloha 2).

Doplnková skúška ku kinematickej viskozite. Prevádzkový limit: max. 65 μA .



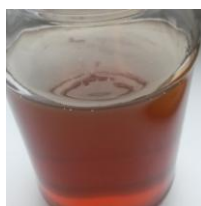
Kontrola prístroja pred meraním



Vzorkovanie referenčného a použitého MO do prístroja



Meranie



Vzorky referenčného a použitého MO

Merané 22.11.2015.

Prevádzkový limit: **max. 65 μA .**

Pozn.: Rozdiely sú porovnávané vždy s rovnakým poradovým číslom.

(1. s 1.; ... ; 4. s 4. ...)

Referenčný MO / R (N) Mobil 1 ESP Formula 5W-30	t [°C]	I [μA]
1.	21,0	46
2.		47
3.		46
4.		46
priemer		46,25

Použitý pred preplachom MO / P1 Mobil 1 ESP Formula 5W-30	t [°C]	I [μA]	Rozdiel I [μA]
1.	21,0	95	49
2.		94	47
3.		94	48
4.		95	49
priemer		94,5	48,25

Čistiaca zmes MO + detergent Zmes / P1; LM Mobil 1 ESP Formula 5W-30 Liqui Moly PRO-LINE	t [°C]	I [μA]	Rozdiel I [μA]
1.	21,0	106	60
2.		108	61
3.		107	61
4.		107	61
priemer		107,00	60,75

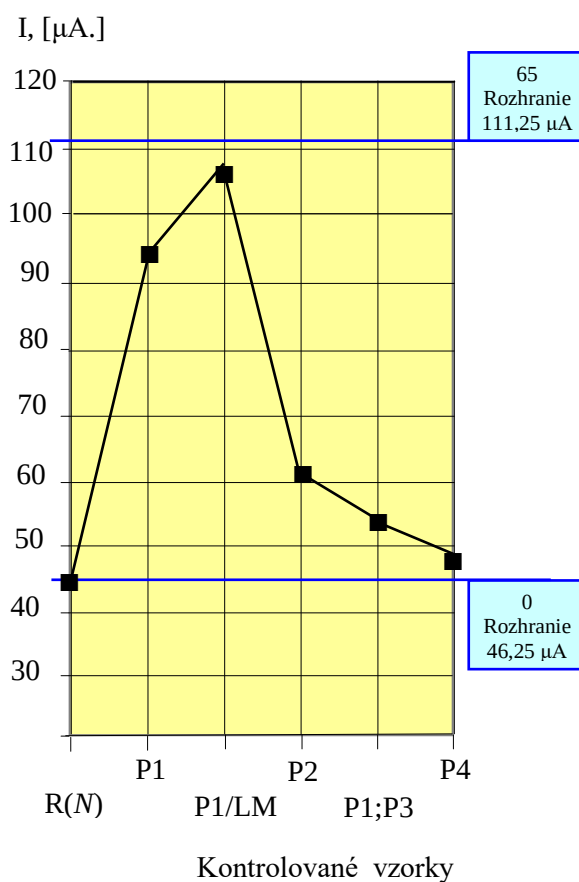
Po 1. preplachu MO / P2 Castrol Magnatec 15W-40	t [°C]	I [μA]	Rozdiel I [μA]
1.	21,0	62	16
2.		62	15
3.		61	15
4.		62	16
priemer		61,75	15,5

Po 2. preplachu Zmes / P1; P3 1. lit. Mobil 1 ESP Formula 5W-30 1. lit. Castrol SLX 5W-30	t [°C]	I [μA]	Rozdiel I [μA]
1.	21,0	55	9
2.		54	7
3.		54	8
4.		54	8
priemer		54,25	8

Nová finálna náplň MS MO / P4 Mobil 1 ESP Formula 5W-30	t [°C]	I [μA]	Rozdiel I [μA]
1.	21,0	49	3
2.		48	1
3.		49	3
4.		49	3
priemer		48,75	2,50

Vzorka R(N) : Porovnávací.
Vzorka P1 : **VYHOVUJE.**
Vzorka P1;LM : **VYHOVUJE**-hraničná.
Vzorka P2 : **VYHOVUJE.**
Vzorka P1;P3 : **VYHOVUJE.**
Vzorka P4 : **VYHOVUJE.**

Priebeh CELKOVÉHO ZNEČISTENIA
jednotlivých vzoriek
počas čistenia vnútorného motora



2.3. Skúška na vodu / palivo vzoriek R(N), P1, P1;LM, P2, P1;P3, P4:

Doplnková skúška ku kinematickej viskozite.

Prítomnosť vody, paliva sa zisťuje informatívnym „prskacím“ testom pôsobením vyššej teploty na olej. Táto skúška informuje, či olej obsahuje, či neobsahuje vodu.

Skúšku vykonávame v prípravku uvedenom na obrázku 5. Po rozložení prípravku (odklopení vrchnej časti) sa do strednej časti plochy hliníkovej fólie kvapnú asi tri kvapky dobre rozmiešaného oleja. Fólia sa zo spodnej časti po dobu cca 10 až 15 sekúnd zahrieva priamym plameňom (zápalky, zapaľovač). Obsah vody má vplyv najmä na koróziu a penenie. Motorový olej je nevyhovujúci, keď sa hodnota obsahu vody zvýši na viac ako 0,5% objemu.

Kontaminácia MO palivom

V praxi je hranicou pre posudzovanie poškodenia motorového oleja 2% až 5% obj. Platí zásada, že do 2% obj. paliva v motorovom oleji sa dá tolerovať. Od 2% do 5% obj. paliva v motorovom oleji, sa jedná o rizikovú hladinu. Nad 5% je motorový olej pre ďalšiu prevádzku v motore vozidla nepoužiteľný.

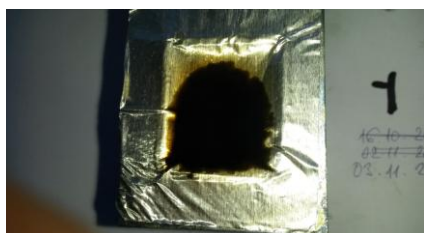
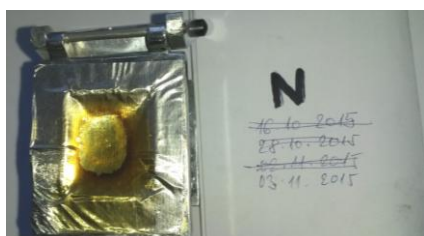
- Kontaminácia motorového oleja palivom sa prejavuje značným stekutením MO, jeho napeňovaním a odpovedajúcim znížením bodu vzplanutia.
- Nebezpečenstvo spočíva najmä v tom, že vizuálna zmena je minimálna (olej je stmavnutý po karbonizačných zvyškoch).
- Motorový olej značne cítiť po benzíne, respektívne naftě, citelne táto vôňa prevláda nad vôňou po karbonizačných zvyškoch. Nariedovanie motorového oleja palivom môže znížiť viskozitnú charakteristiku o jednu, alebo i o viac tried.



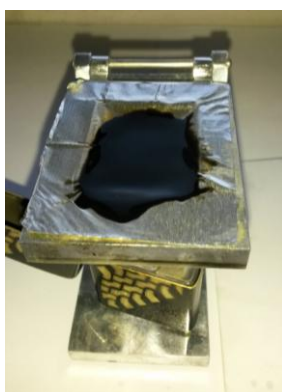
Prevádzkový limit pre vodu je : max. 0,5% (Príloha 3).

Merané 03.11.2015.

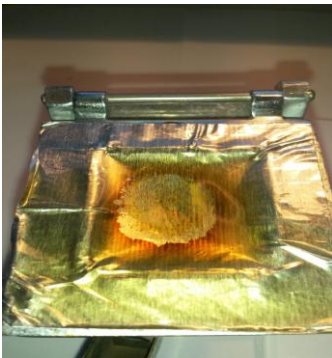
P.č.	Vizuálne a sluchové prejavy vzorky P1	~ % vody paliva
Referenčná vzorka - R (N) bola bez prejavov penenia a prskania.		
Vzorka referenčného oleja veľmi mierne degradovaná, pravdepodobne oxidom.		
Vzorka použitého MO - P1		
1.	1 bublinka ~1 mm, bez bieleho dymu a zvukových prejavov.	0,1 %
2.	1 bublinka ~1 mm, bez bieleho dymu a zvukových prejavov.	0,1 %
	Kontrola správnosti meraní - vzorka P1 MO kontaminovaná vodou v pomere 1:1, silné prskanie, tvorba bublín väčších ako 6-9 mm po celú dobu merania.	cez 50 %

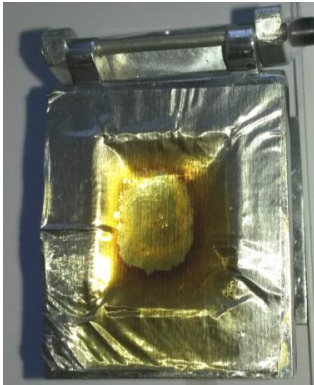
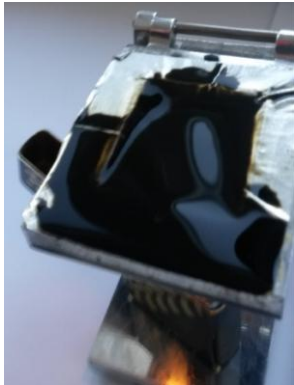


Vzorka P1: VYHOVUJE

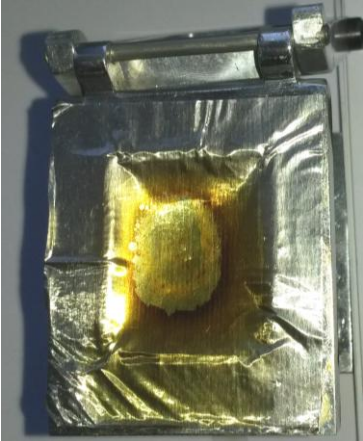
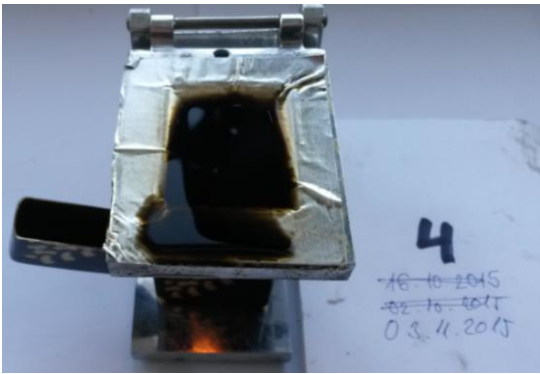
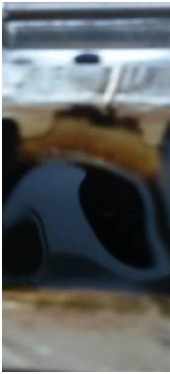


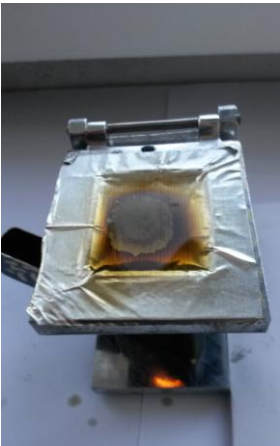
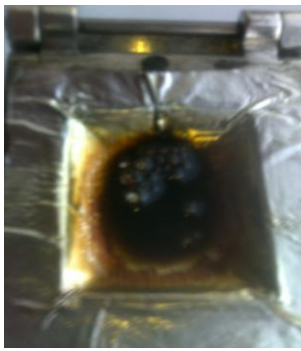
Prevádzkový limit pre vodu je : max. 0,5%.
Merané 03.11.2015.

P.č.	Vizuálne a sluchové prejavy vzorky P1;LM	~ % vody paliva
Referenčná vzorka - R (N) bola bez prejavov penenia a prskania. Vzorka referenčného oleja veľmi mierne degradovaná, pravdepodobne oxidom.		
Vzorka použitého MO - P1;LM		
1.	1-2 bublinky ~do1 mm po dobu 6-8 sek. jemný biely dym, bez zvukových prejavov.	0,2 %
2.	1-2 bublinky ~do1 mm po dobu 6-8 sek. jemný biely dym, bez zvukových prejavov.	0,2 %
  Vzorka P1;LM: VYHOVUJE 		

P.č.	Vizuálne a sluchové prejavy vzorky P2	~ % vody paliva
Referenčná vzorka - R (N) bola bez prejavov penenia a prskania. Vzorka referenčného oleja veľmi mierne degradovaná, pravdepodobne oxidom.		
Vzorka použitého MO - P2		
1.	Bez prejavov penenia, jemný biely dym.	0 %
2.	Bez prejavov penenia, jemný biely dym.	0 %
	Kontrola správnosti meraní - vzorka P1 MO kontaminovaná vodou v pomere 1:1, silné prskanie, tvorba bublín väčších ako 6-9 mm po celú dobu merania.	cez 50 %
 Vzorka P2: VYHOVUJE  		

Prevádzkový limit pre vodu je : max. 0,5%.
Merané 03.11.2015.

P.č.	Vizuálne a sluchové prejavy vzorky P1;P3	~ % vody paliva
Referenčná vzorka - R (N) bola bez prejavov penenia a prskania. Vzorka referenčného oleja veľmi mierne degradovaná, pravdepodobne oxidom.		
Vzorka použitého MO - P1;P3		
1.	Bez prejavov penenia, jemný biely dym.	0 %
2.	Bez prejavov penenia, jemný biely dym.	0 %
Vzorka P1;P3: VYHOVUJE   		

P.č.	Vizuálne a sluchové prejavy vzorky P4	~ % vody paliva
Referenčná vzorka - R (N) bola bez prejavov penenia a prskania. Vzorka referenčného oleja veľmi mierne degradovaná, pravdepodobne oxidom.		
Vzorka použitého MO - P4		
1.	Bez prejavov penenia, jemný biely dym.	0 %
2.	Bez prejavov penenia, jemný biely dym.	0 %
	Kontrola správnosti meraní - vzorka P1 MO kontaminovaná vodou v pomere 1:1, silné prskanie, tvorba bublín väčších ako 6-9 mm po celú dobu merania.	cez 50 %
Vzorka P4: VYHOVUJE   		

2.4. Separačný filter R(N), P1, P1;LM, P2, P1;P3, P4 (Príloha 4,5):

Doplnková skúška ku kinematickej viskozite.

Kvapková skúška na chromatografickom papieri je jednoduchým testom, poskytuje informatívny obraz o kvalite oleja. Poskytuje informáciu o veľkosti znečistenia oleja, o jeho detergentno-disperzných vlastnostiach a prítomnosti vody. Pri hodnotení výsledkov je nutné prihliadnuť k orientačnému charakteru tohoto testu.

Princíp skúšky: Kvapková skúška sa vykonáva nanosením kvapky oleja na chromatografický papier. Základom metódy je sledovanie intenzity stmavnutia, rozsahu vsiaknutia oleja a charakteru vytvoreného okraja škvŕny. Po skvapnutí oleja na papier dochádza k rozvrstveniu nečistôt - v centrálnej zóne (*uprostred*) sa sústreďujú najväčšie častice a jej nepriesvitnosť charakterizuje znečistenie maziva v priamom vzťahu k obsahu karbónových látok a ostatných nerozpustných nečistôt. Ak má sledovaný olej ešte dobrú detergentnú účinnosť, dochádza k vytvoreniu ďalších, menej tmavých, kruhových sústredených zón, v ktorých sa usadzujú menšie častice nečistôt. Posledná vonkajšia priesvitná zóna už neobsahuje nečistoty a jej obvyklé žltkasté zafarbenie súvisí s pôvodnou farbou maziva alebo s prítomnosťou oxidačne narušených frakcií paliva.

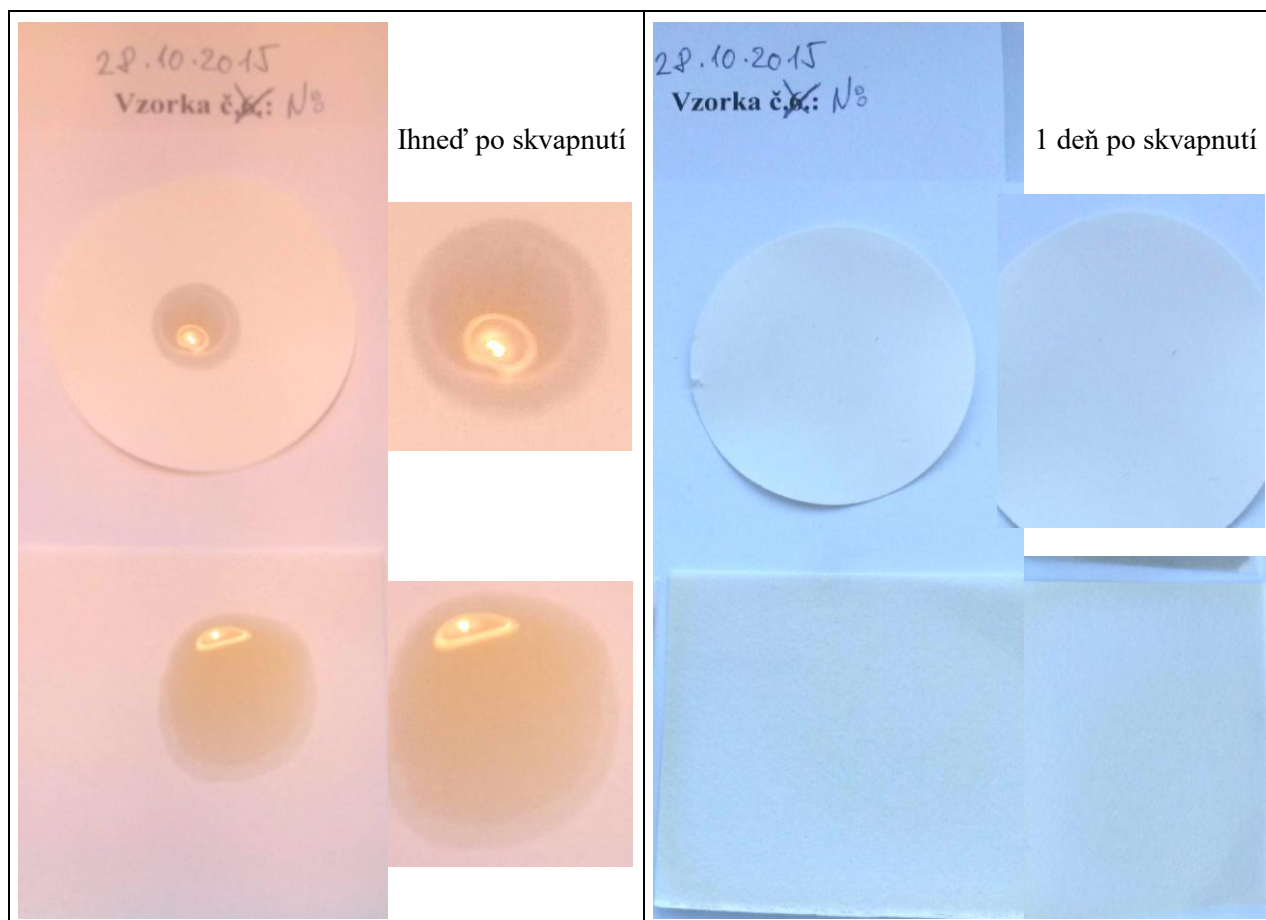
Stupeň znečistenia.

Doplnková skúška ku kinematickej viskozite.

Prevádzkový limit vid'. vzorová stupnica: **nevyhovuje stupeň 6, 8, 9 (Príloha č.4).**

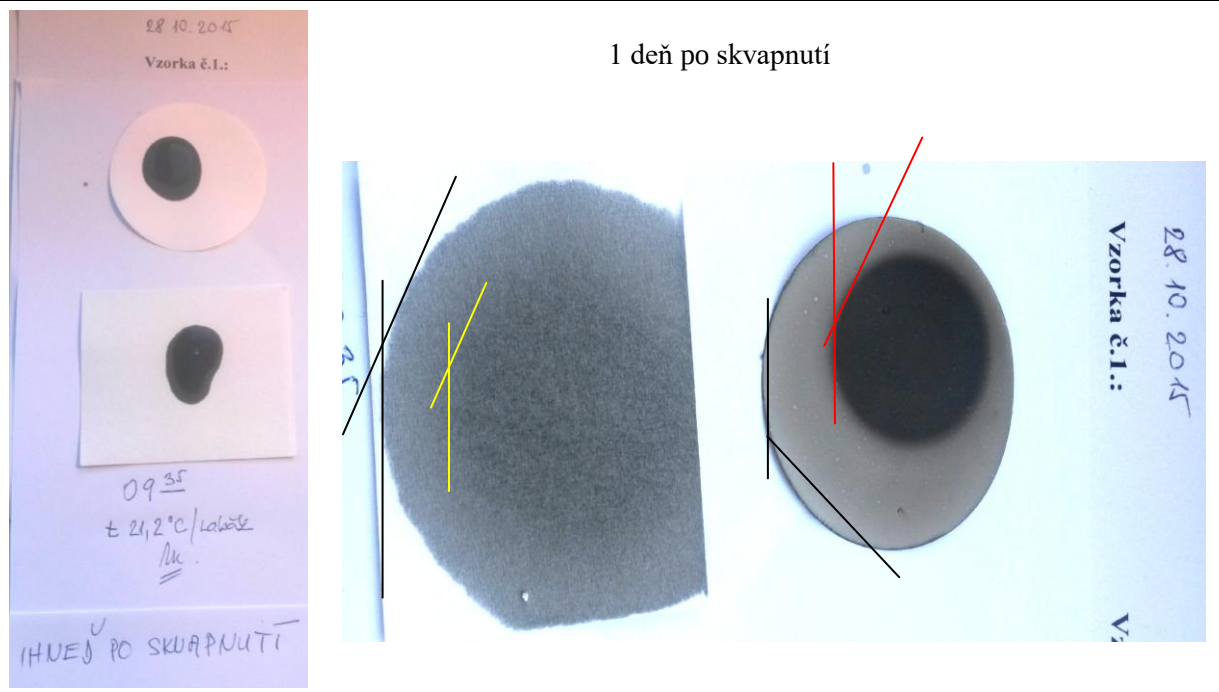
Merané 28.10.2015.

Vzorka R(N): Porovnávacia.

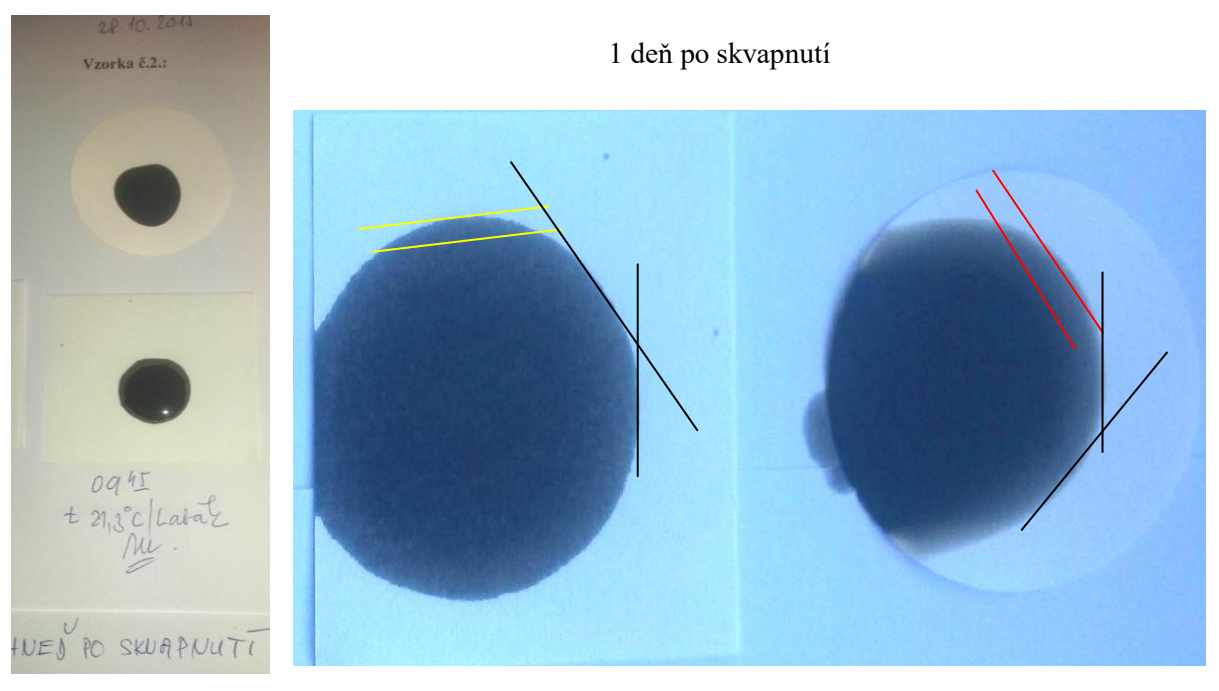


Vzorka P1:

MO	Stupeň znečistenia P1	Vzor číslo
Referenčná vzorka bola čistá, číra, bez známok denzity.		
1. skúška	Stredné znečistenie	5
2. skúška	Stredné znečistenie	7

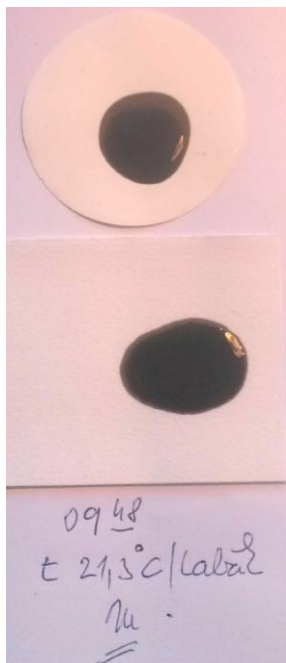
**Vzorka P1;LM:**

MO	Stupeň znečistenia P1;LM	Vzor číslo
Referenčná vzorka bola čistá, číra, bez známok denzity.		
1. skúška	Veľké znečistenie	6
2. skúška	Veľké znečistenie	8

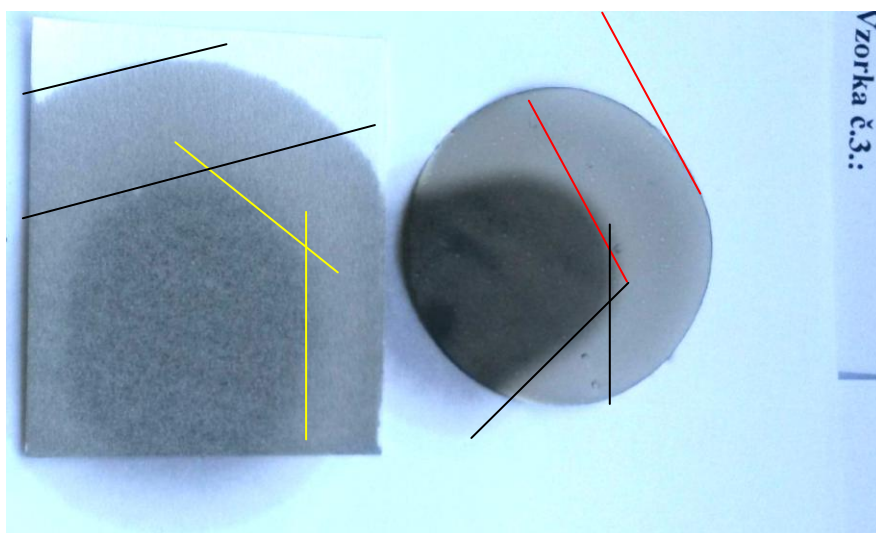


Vzorka P2:

MO	Stupeň znečistenia P2	Vzor číslo
Referenčná vzorka bola čistá, číra, bez známok denzity.		
1. skúška	Stredné znečistenie	3-4
2. skúška	Stredné znečistenie	4



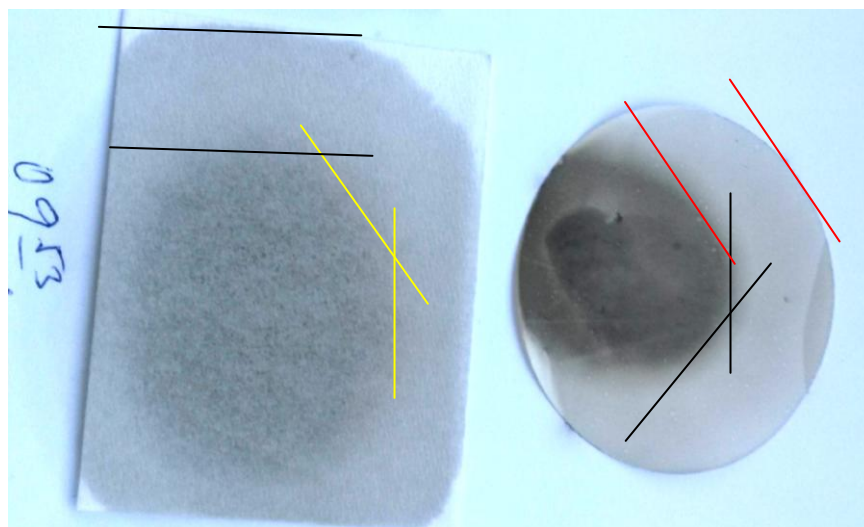
1 deň po skvapnutí

**Vzorka P1;P3:**

MO	Stupeň znečistenia P1;P3	Vzor číslo
Referenčná vzorka bola čistá, číra, bez známok denzity.		
1. skúška	Mierne znečistenie	3
2. skúška	Mierne znečistenie	3



1 deň po skvapnutí

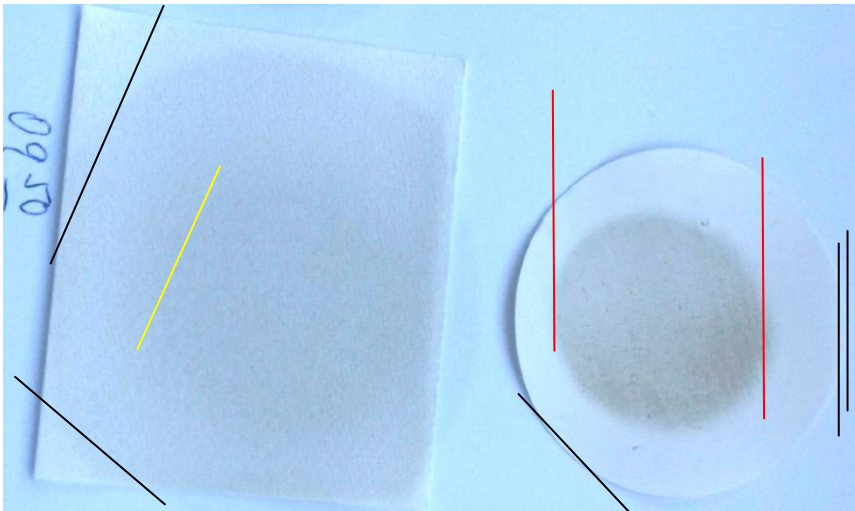


Vzorka P4:

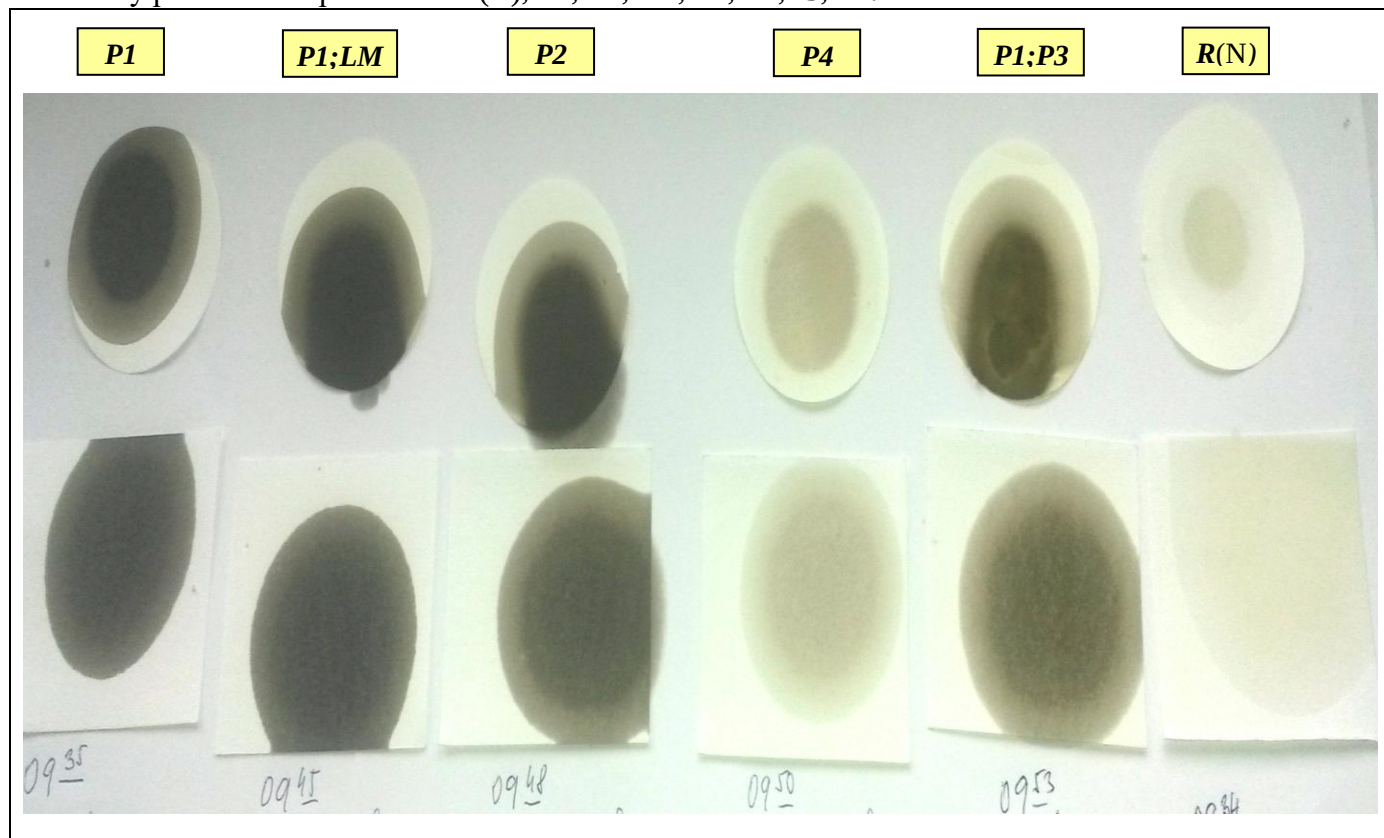
MO	Stupeň znečistenia P4	Vzor číslo
Referenčná vzorka bola čistá, číra, bez známok denzity.		
1. skúška	Veľmi mierne znečistenie	2
2. skúška	Veľmi mierne znečistenie	2



1 deň po skvapnutí



Celkový porovnávací pohľad na R(N), P1, P1;LM, P2, P1;P3, P4:



3. ZÁVER:

3.1. Tribodiagnostický prostriedok, ktorým bola skúška vykonaná.

Merania boli vykonané na jednotlivých prvkoch a prístrojoch súpravy TRIBO-I. Súprava TRIBO -1 (ďalej v texte skrátené „súprava“) je určená na hodnotenie zmien vybraných kvalitatívnych parametrov motorových a iných olejov typu M 6 AD, M 6 ADX, M 6 ADXS II, M7AD, M6W/20D, vo svojich dôsledkoch sa na nej môžu diagnostikovať motorové oleje základných viskozitných rád typu : M6, M7, M8 a monográdných olejov rady M6. Súpravu je možné použiť i pri hodnotení akýchkoľvek iných mazacích olejov za predpokladu, že meranými parametrami možno kvalitu oleja ohodnotiť a že merané parametre sú pre daný druh oleja a typ motora alebo prevodového ústrojenstva špecifikované v ich medzných hodnotách. Výsledky získané meraním súboru parametrov informujú o zásadných zmenách vlastností maziva, ktoré súvisia so zmenami technického stavu príslušných mazacích ústrojenstiev a podmienkami prevádzky (tribotechnická diagnostika, tribológia - mazanie, trenie, opotrebenie). Výsledky získané meraním parametrov informujú o kvalite oleja - či je použiteľný pre ďalšiu prevádzku alebo je nutné olejovú náplň vymeniť a zabrániť tak ďalšej prevádzke za zhoršených alebo kritických podmienok mazania a ďalej o zmenách technického stavu niektorého z ústrojenstiev motora. Pri systematickom hodnotení kvality oleja sú výsledky podkladom k efektívnemu využívaniu mazív a na vykonávaní výmen olejovej náplne podľa skutočnej potreby. Pomôcky, prípravky a merací prístroj, ktoré sú predmetom súpravy umožňujú stanoviť kinematickú viskozitu, obsah látok nerozpustných v n-Hexáne, prítomnosť a obsah vody, celkové znečistenie a detergentno - disperzné vlastnosti. Uvedené parametre informujú o zásadných zmenách technického stavu palivovej a chladiacej sústavy, čističov oleja a ďalej o výrazných zmenách podmienok prevádzky motora (zvýšené tepelné a oxidačné namáhanie oleja - prehrievanie motora).

Súprava je diagnostickým prostriedkom. Je určená do prevádzkových podmienok a opráv techniky. Vlastná činnosť súvisiaca s meraním parametrov a vyhodnocovanie dosiahnutých výsledkov sa vykonáva bez nárokov na zdroj energie pri pracovnej teplote prostredia od +15 až do +40 °C.

Merané parametre:

Kinematická viskozita

Meraná veličina: Čas / T / - 0 až 1800 s (± 2 s)
Teplota / t / - 0 až 50 °C (± 1 °C)

Celkové znečistenie

Meraná veličina : Prírastok kapacity d - 0 až 100 dielikov, možno stanoviť len pri negatívnom výsledku testu na prítomnosť vody.

Obsah vody

Meraná veličina: Tlak / p / - 0 až 160 kPa (± 3 kPa).

Obsah látok nerozpustných v n-hexáne

Informatívne skúška: Vizuálne hodnotenie intenzity stmavnutia membránového filtra - porovnanie so štandardom.

Detergentno - disperzné vlastnosti a stupeň znečistenia

Informatívna skúška: Vizuálne hodnotenie tvaru, veľkosti a intenzity stmavnutia chromatografického papiera po nanesení kvapky oleja - porovnanie so štandardom.

Prítomnosť vody

Informatívna skúška: a) Vizuálne hodnotenie veľkosti a tvaru škvŕny na chromatografickom papieri po nanesení kvapky oleja - porovnanie so štandardom.
b) „Prskací test“ - pôsobenie zvýšenej teploty.

Stupeň znečistenia

Informatívna skúška: Vizuálne hodnotenie tvaru, veľkosti a intenzity stmavnutia chromatografického papiera po nanesení kvapky oleja - porovnanie so štandardom.

3.2. Súhrn.

(R) Referenčná vzorka č.N, MOBIL 1 ESP Formula, SAE 15W-30:

Braná ako porovnávací k ostatným vzorkám P1, P1;LM, P2, P1;P3, P4. Vzorka MO je číra-priehľadná, s odleskom proti svetlu, tmavšieho červeno-žltého sfarbenia **s miernym zhnednutím**, čo svedčí o miernej degradácii pravdepodobne oxidáciou, prípadne miernou kontamináciou, pravdepodobne vodou v prepravnom obale. Po pretrepaní s malým množstvom bubliniek do 1 mm.

(P1) Vzorka č.1, MO vypustený z motora pred čistením, MOBIL 1 ESP Formula, SAE 15W-30:

Vzorka MO je čierna, s odleskom voči svetlu, po pretrepaní s malým množstvom bubliniek do 1 mm.

- Približné percento zníženia kinematickej viskozity (*stekutenia*) oproti referenčnej vzorke N: 18,58 %; $\varnothing$ 21,84 °C od vzorky R(N). VYHOVUJE.
- Meranie celkového znečistenia: VYHOVUJE.
- Množstvo vody/paliva je do 0,1%: VYHOVUJE.
- Separačný filter/membrána-kvapková skúška: Stredné znečistenie (5,7) - VYHOVUJE.

Stredná norma životnosti MO Mobil 1 ESP Formula 5W30 je 30.000 km/3 roky (*chýbajú údaje o dátume plnenia MO do obalu a dátum plnenia MO do motora vozidla*). Na MO bolo najazdené 19.739 km pri stave tachometra 239.739 km. Priemerný typ prevádzky zadávateľ udáva: “~10% mestský cyklus; ~90% diaľnice (150km/hod 2500ot/min)”.

Použitelnosť MO v motore za rovnakých podmienok typu prevádzky, zaťaženia a rovnakého typu paliva **možno odhadovať na 22.000 km až 25.000 km**, pri tribodiagnostickej kontrole po 22.000 km a prípadne 25.000 km.

(P1;LM) Vzorka č.2, Použitá na čistenie vnútorného motora v zmesi MO MOBIL 1 ESP Formula, SAE 15W-30 s detergentom Liqui Moly:

Vzorka zmesi vypustenej z motora po čistení vnútorného motora MS, je čierna, s odleskom voči svetlu, viditeľne stekutelá, po pretrepaní s malým množstvom bubliniek do 1 mm.

- Približné percento zníženia kinematickej viskozity (*stekutenia*) oproti referenčnej vzorke N: 41,79 %; $\varnothing$ 21,92 °C. Od vzorky P1 23,21 % $\varnothing$ 21,86 °C. NEVYHOVUJE.
- Meranie celkového znečistenia: VYHOVUJE-hraničná hodnota k intervalu nevyhovuje.
- Množstvo vody/paliva je do 0,2%: VYHOVUJE.
- Separačný filter/membrána-kvapková skúška: Veľké znečistenie (6,8) - NEVYHOVUJE.

Vzorka **NEPOUŽITELNÁ k prevádzke vozidla** vzhľadom k množstvu (2 lit.) a kinematickej viskozite. Slúžila len na čistenie.

(P2) Vzorka č.3, MO Castrol Magnatec, 15W-40 použitý ako 1. preplach MS v množstve 2 lit. :

Vzorka MO je silne čierna, s odleskom voči svetlu, oproti vzorke P1/LM viditeľne viskóznejšia, po pretrepaní s malým množstvom bubliniek do 1 mm.

- Približné percento zníženia kinematickej viskozity (*stekutenia*) oproti referenčnej vzorke N: 3,35 %; $\varnothing$ 21,93 °C. Je v rozpätí $\pm 20^{\circ}\text{C}$ - VYHOVUJE.
- Meranie celkového znečistenia: VYHOVUJE.
- Množstvo vody/paliva je do 0%: VYHOVUJE.
- Separačný filter/membrána-kvapková skúška: Stredné znečistenie (3-4) - VYHOVUJE.

Vzorka **NEPOUŽITEĽNÁ k prevádzke vozidla** vzhľadom k množstvu (2 lit.). Slúžila len ako 1. preplach MS motora.

(P1;P3) Vzorka č.4, MO použitý na 2. preplach vnútorného motora v zmesi 1 lit. MO MOBIL 1 ESP Formula, SAE 15W-30 s 1 lit. MO Castrol SLX SAE 5W-30:

Vzorka MO je jemne čierna, s odleskom voči svetlu, je dostatočne viskózna, po pretrepaní s výskytom malého množstva bubliniek do 1 mm.

- Približné percento zníženia kinematickej viskozity (*stekutenia*) oproti referenčnej vzorke N: 6,05 %; $\varnothing$ 22,03 °C. Je v rozpätí $\pm 20^{\circ}\text{C}$ - VYHOVUJE.
- Meranie celkového znečistenia: VYHOVUJE.
- Množstvo vody/paliva je do 0%: VYHOVUJE.
- Separačný filter/membrána-kvapková skúška: Mierne znečistenie (3) - VYHOVUJE.

Vzorka **NEPOUŽITEĽNÁ k prevádzke vozidla** vzhľadom k množstvu (2 lit.). Slúžila len ako 2. preplach MS motora.

(P4) Vzorka č.5, nová náplň MS motora, použitý MO Mobil ESP Formula, SAE 5W-30 v objeme 5 lit.

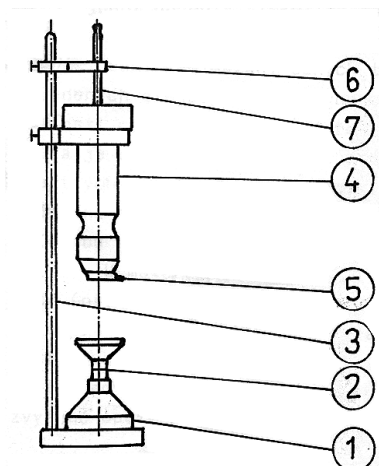
Vzorka MO je s jemným nádychom čiernej farby, číra, s odleskom voči svetlu, po pretrepaní bez tvorby bubliniek.

- Približné percento zníženia kinematickej viskozity (*stekutenia*) oproti referenčnej vzorke N: 4,16 %; $\varnothing$ 22,08 °C. Je v rozpätí $\pm 20^{\circ}\text{C}$ - VYHOVUJE.
- Meranie celkového znečistenia: VYHOVUJE.
- Množstvo vody/paliva je do 0%: VYHOVUJE.
- Separačný filter/membrána-kvapková skúška: Veľmi mierne znečistenie (2) - VYHOVUJE.

MO je **PLNE POUŽITEĽNÝ** pre ďalšiu prevádzku v motore vozidla.



Miroslav Maletz

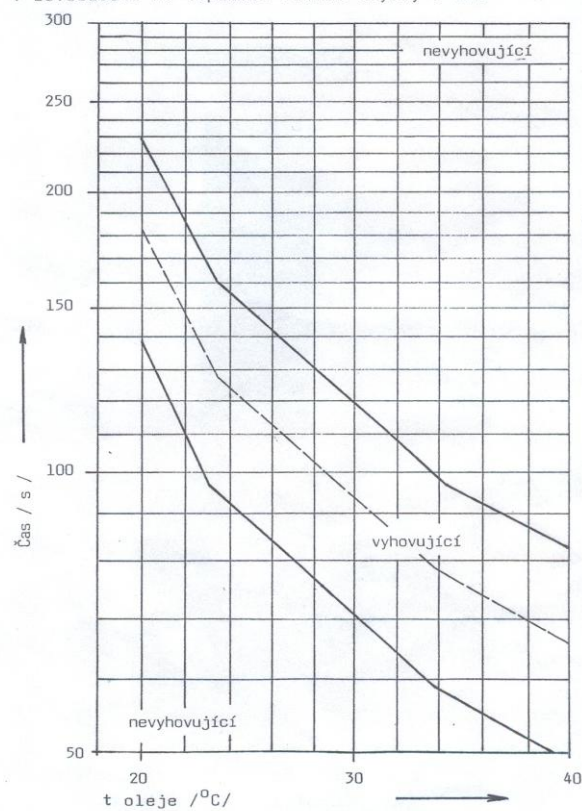


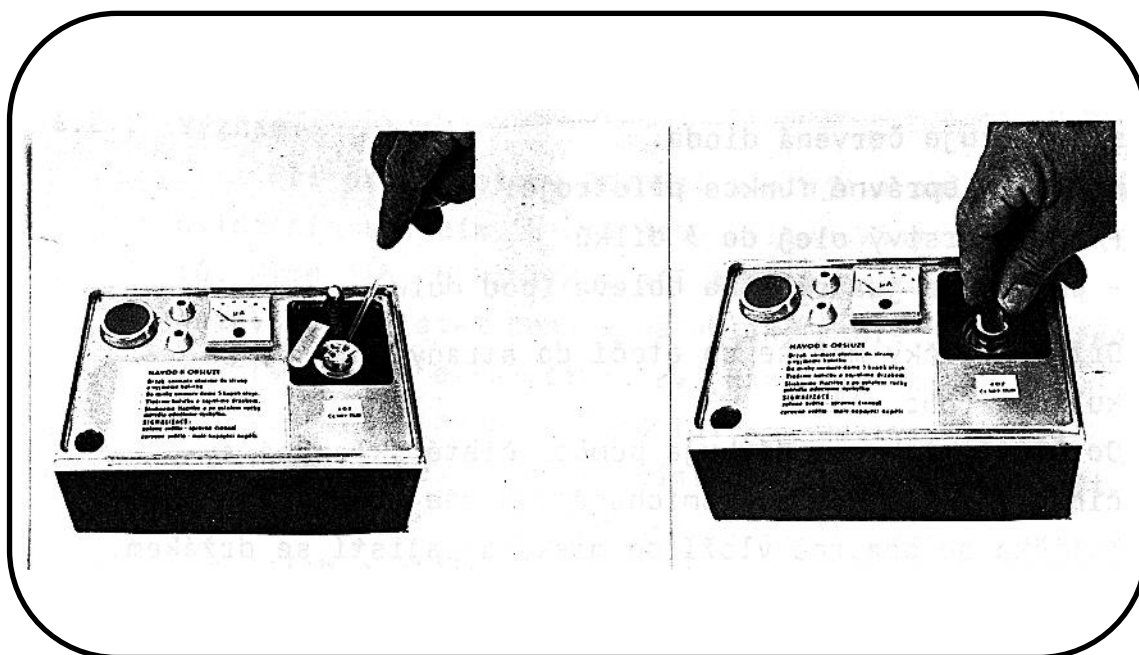
Obr.:Schéma viskozimetra

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 1 - Nádobka s ryskou 60 ml | 5 - Záver dýzy |
| 2 - Značka | 6 - Svorka teploměra |
| 3 - Stojan | 7 - Teplomer |

Diagram ká hodnocení viskozity oleje M 7 ADX

Měřený parametr: Doba průtoku 60 ± 1 ml oleje /s/ v závislosti na teplotě. Průměr trysky 3 mm.





6.2.4 Vyhodnocení, mezní hodnoty.

Vyhodnocení se provede odečtením počtu dílků na stupnici měřicího přístroje.

Mezní hodnoty dílků jsou určeny v tabulce. Olej, který vykazuje počet dílků vyšší než je hodnota mezní, je pro další provoz nevyhovující a olejová náplň musí být vyměněna.

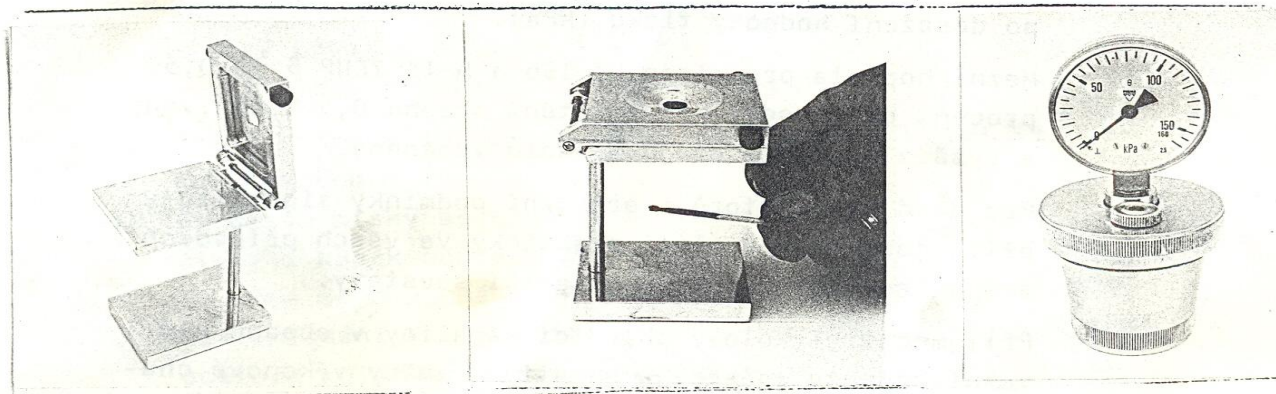
Druh oleje	Mezní počet dílků
MT-16p	70
M-16 ICHP 3	70
M6 AD	75
M6 ADS II	95
M7 ADX	65

Úroveň výsledků měření je zpravidla v relaci s výsledky měření obsahu látek nerozpustných v hexanu a testem na znečištění oleje (kapková zkouška na chromatografickém papíru).

Pomůcka pro vyhodnocení zkoušky na přítomnost vody v oleji - "prskací test"
--

Vizuální znaky	sluchové vjemy	obsah vody
olej beze změny žádné pění, jen lehký dým	bez jakýchkoliv projevů	bez vody, 0,1 % vody
vznik drobných bub- linek o průměru asi 1 mm po dobu asi 3 s, nepění	bez jakýchkoliv projevů	0,2 % vody
vyvíjí se shluk drobných bublinek do 2 mm s možností tvo- ření větších bublinek do průměru 5mm	slabý praskot 2 - 4x během zahřívání	0,5 % vody
rychlý vývoj bubli- nek se sklonem k mír- nému pění, bublinky se shlukují do vět- ších o průměru 5 mm	tvorbu pěny vždy provází praskot nižší úrovně	1,0 % vody
tvorba velmi četných bublinek provázená pě- něním, drobné bublin- ky se spojují ve shluky o průměru 10 mm a velké bubliny	středně silný praskot	2,0 % vody
velmi silné pění ihned po nanesení ole- je do misky, splývá- ní bublinek do velkých bublin překrývajících okraj misky	velmi silný praskot	5,0 % vody

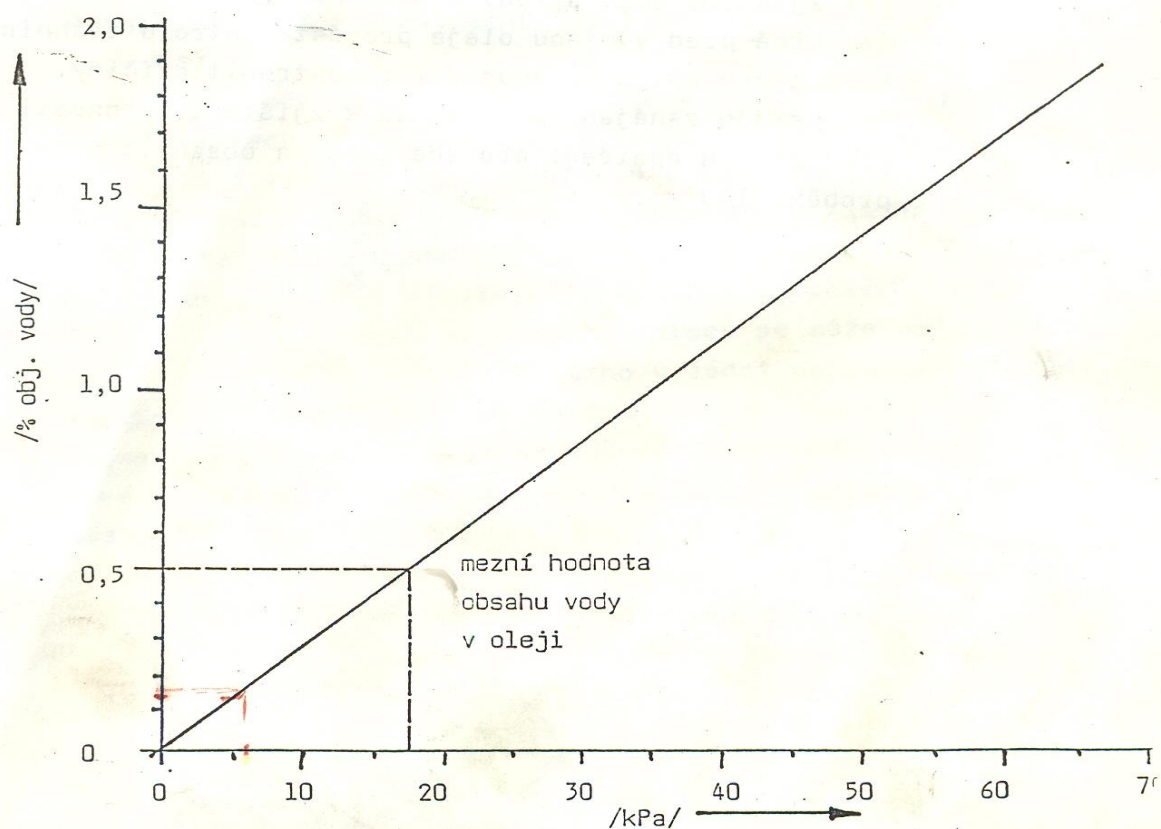
- 27 -



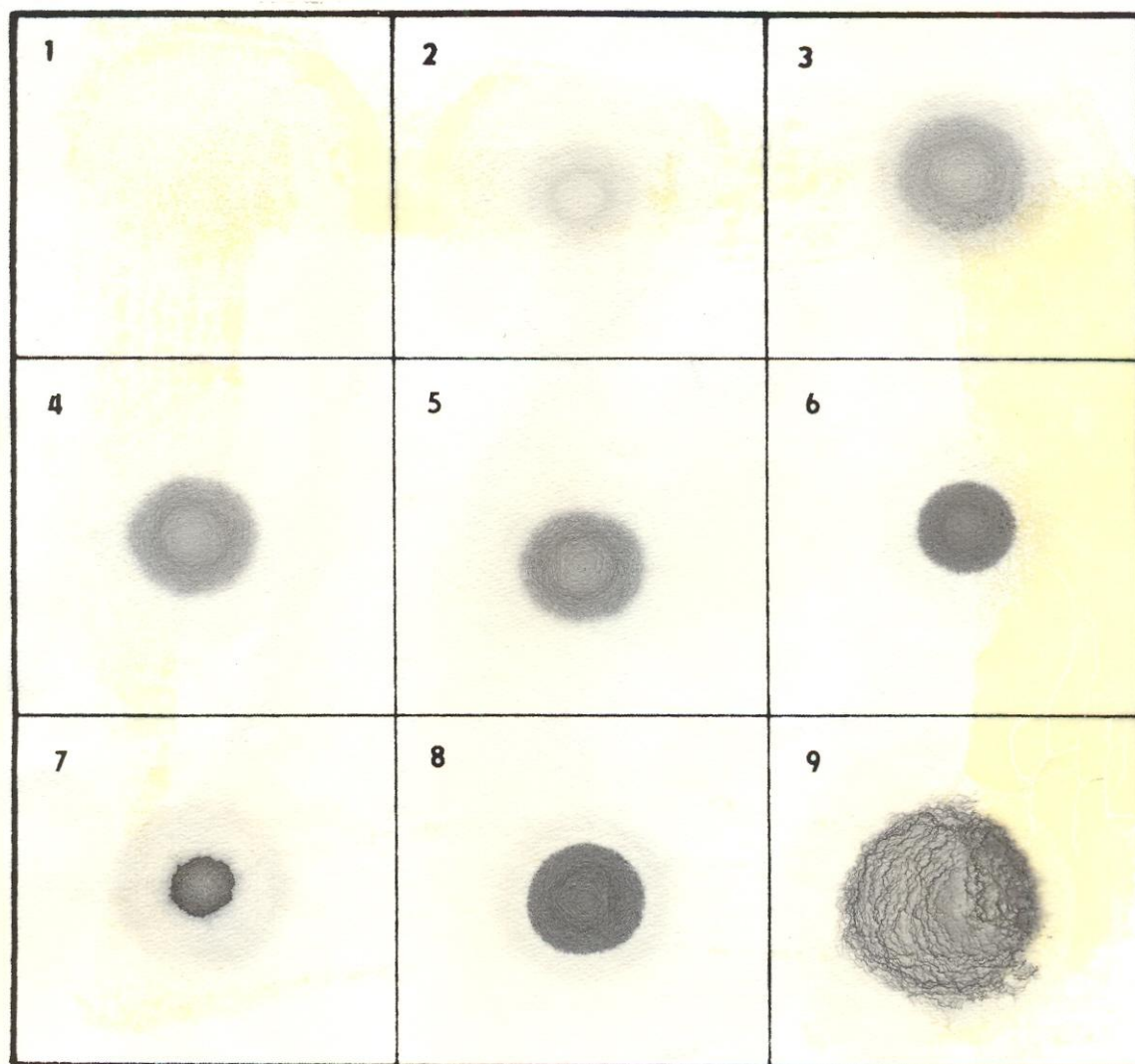
Obr. 17

Obr. 18

Obr. 19



Obr. 20



Pozn.:

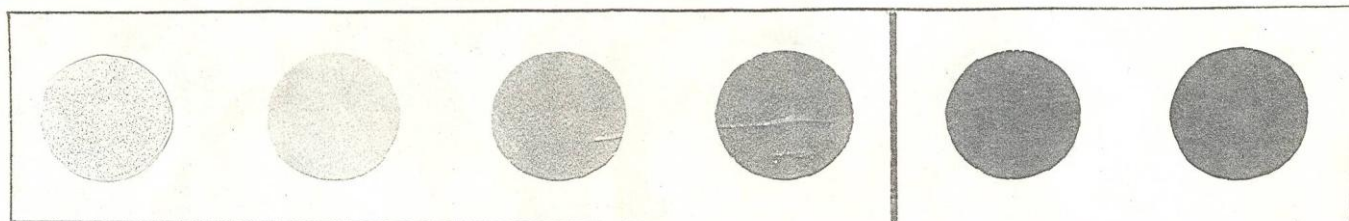
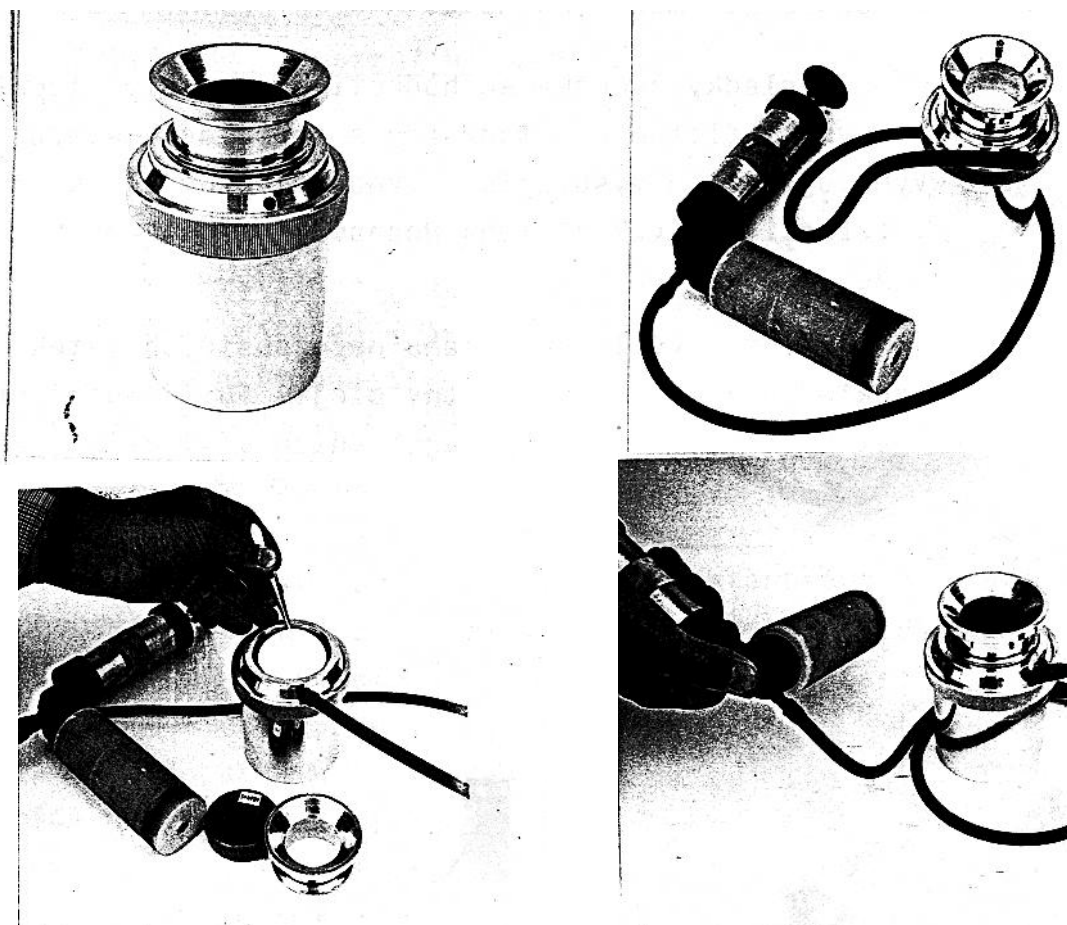
Mierne znečistenie - 1,2 a 4

Stredné znečistenie - 3,5 a 7

Veľké znečistenie - 6,8 a 9

č.7. tiež, pokiaľ vzorka obsahuje H₂O, je vonkajší okraj vzorky rozstrapkaný-rozpitý

Příloha
Vzorová stupnice pro hodnocení stupně znečištění



Hustota netransparentného materiálu (DENZITA)-[D]
Hmotnosť nečistôt vzorku [g]

0 - 0,10	0,10 - 0,30	0,30 - 0,50	0,50 - 0,70	0,70 - 1,00	1,00 - 1,30
0 - 0,0003	0,0003 - 0,0008	0,0008 - 0,0016	0,0016 - 0,0024	0,0024 - 0,0030	0,0030 <

Overenie spôsobilosti: Certifikačný orgán pre certifikáciu personálu v technickej diagnostike
<http://www.atdsr.sk/Vzdelavanie%20COP.html>
<http://www.atdsr.sk/Certifikacia.html>
http://www.atdsr.sk/tribo_cert_prac.html

	CERTIFICATION BODY FOR CERTIFICATION OF PERSONNEL IN TECHNICAL DIAGNOSTICS	
COP TD, VIHORLATSKA 8, 949 01 NITRA ACCREDITED BY SLOVAK NATIONAL ACCREDITATION SERVICE under the number O 007 / 2003 in accordance with STN EN ISO/IEC 17024		
CERTIFICATE		
THIS IS TO CERTIFY THAT		
Ing. Miroslav Marko, PhD.		
Date of birth: 25 th September 1954 Permanent address: : Lipová 521/3, Podbreziny, 031 04 Liptovský Mikuláš		
IS QUALIFIED FOR ACTIVITIES IN TECHNICAL DIAGNOSTICS AS:		
Tribotechnician II		
TD Methods: Lubricant analysis TD Objects: TTS, BGS, RMS		
Validity of certificate until: 20 th May 2016 Number certificate: L007 / 2011 Certification card Number: L007 / 2011		
Symbols in according with COP-03-10 directive:		
TD Methods : LDA - Lubric.diagn.analys. WDA - Wear debris analys.	TD Objects: TTS - Torque transmission systems BGS - Bearing guide systems RMS - Reciprocal motion systems	
20. May 2011 Date of certification		Ing. Viera Petková, PhD. Head of Certification Body

Overenie spôsobilosti: Certifikačný orgán pre certifikáciu personálu v technickej diagnostike
<http://www.atdsr.sk/Vzdelavanie%20COP.html>
<http://www.atdsr.sk/Certifikacia.html>
http://www.atdsr.sk/tribo_cert_prac.html

CERTIFIKAČNÝ ORGÁN PERSONÁLU V TECHNICKEJ DIAGNOSTIKE



CERTIFIKAČNÝ PREUKAZ

Číslo preukazu: L007 / 2010

Ing. Miroslav Marko, PhD.

Certifikovaný ako tribotechnik

<i>Kategória:</i>	<i>Kategória II.</i>
<i>Metódy TD:</i>	<i>LDA</i>
<i>Objekty TD:</i>	<i>TTS, BGS, RMS</i>

Dátum certifikácie: 20.05.2011



SNAS
CERTIFIKÁCIA
OSÔB
Z-0007

Platnosť preukazu do: 20.05.2016

CERTIFIKAČNÝ ORGÁN PERSONÁLU V TECHNICKEJ DIAGNOSTIKE



Vihorlatská 8, 949 01 Nitra

dátum narodenia:
25. september 1954

adresa:
Lipová 521/3, Podbreziny
031 04 Liptovský Mikuláš

Metódy TD:
LDA – Analýza mazív
WDA – Analýza častíc opotrebenia

Objekty TD:
TTS – Sústavy strojov na prenos krútiaceho momentu
BGS – Sústavy strojov s klznými a valivými uloženíami
RMS – Sústavy strojov s vratným pohybom





Ing. Viera Pet'ková, PhD.

.....
vedúci COP TD