



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Kenéstechnikai és tribo-diagnosztikai

szakirányú továbbképzés Szak

**JÁRMŰPARK KARBANTARTÁSI RENDSZERÉNEK
FEJLESZTÉSE AZ OPTIMUS 92 KFT-NÉL**

Belső konzulens: **Dr. Keresztes Róbert, PhD**
egyetemi docens

Külső konzulens: **Dr. Eleőd András, DSc**
emeritus

Készítette: **Kalácska László**
F5GST5
Levelező tagozat

Intézet/Tanszék: MATE Műszaki Intézet
Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék

Gödöllő
2023

**MŰSZAKI INTÉZET
KENÉSTECHNIKAI ÉS TRIBO-DIAGNOSZTIKAI
SZAKMÉRNÖK**

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Kalácska László (F5GST5)

részére

A diplomadolgozat címe:

Járműpark karbantartási rendszerének fejlesztése az OPTIMUS 92 Kft-nél

Feladatkiírás:

Bevezetés, Cégbemutató, Szakirodalom feldolgozása, Probléma bemutatása, adott magyarországi fuvarozó cég karbantartási gyakorlatának felülvizsgálata, olajvizsgálatok, karbantartási mix fejlesztése, Gazdasági számítás, Összefoglalás


Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék

Külső konzulens: *Dr. Eleőd András, professor emeritus*

Belső konzulens: *Dr. Keresztes Róbert Zsolt, egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet*

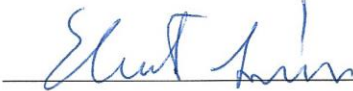
Beadási határidő: 2023. november 06.

Gödöllő, 2023. szeptember 04.

 (tanszékvezető)	Jóváhagyom  (szakfelelős)	Átvettem  (hallgató)
--	--	--

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. hó nap


(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	4
1.1.	Téma jelentősége	4
1.2.	Célkitűzés.....	4
2.	Cégbemutató	5
3.	Szakirodalom feldolgozása	7
4.	Az Optimus 92 Kft. karbantartási gyakorlatának felülvizsgálata és olajvizsgálatok alapján a karbantartási mix fejlesztése	19
5.	Gazdasági számítás	35
6.	Összefoglalás.....	37
7.	Summary	38
8.	Nyilatkozatok	39
9.	Irodalomjegyzék.....	42
10.	Mellékletek jegyzéke	44

1. Bevezetés

Minden gazdasági tevékenységet folytató cégnél az egyik legfontosabb kihívás, hogy felismerjük és meghatározzuk a tevékenységében azokat az úgynevezett gyenge pontokat, amik alapvetően befolyásolhatják a vállalkozás működését. Áruszállítással foglalkozó társaságoknál ez a szállításhoz használt gépjárművek rendelkezésre állásának biztosítása és a megfelelő műszaki állapot fenntartása.

1.1. Téma jelentősége

Napjainkban a folyamatos ipari fejlődés során eljutottunk az ipar 4.0 szintre, ami a tömegtermelés és kereskedelem olyan fokú automatizálásával jár, ahol az emberi tevékenységet kizárva gyárak, gyártósorok, raktárak, értékesítési pontok kommunikálnak egymással. A hatékonyság ezen szintjén könnyű belátni, hogy az ilyen fejlettségű gyártósorok működéséhez elengedhetetlenül fontos egy hatékony, pontos logisztikai és szállítmányozási tevékenység. Ezt az elvárt magas színvonalú szolgáltatást, csak olyan logisztikai cégek tudják biztosítani, ahol a géppark modernsége és az ahhoz tartozó karbantartási stratégiák biztosítják a pontos, zavartalan működést. A megfelelő stratégia kiválasztásánál nagy jelentőséggel bír a gép elhasználódási tartalékának (EHT) még hatékonyabb kihasználása úgy, hogy az ne menjen a megbízhatóság rovására. Ezt a célt a korábban használt reaktív stratégiákkal nem, vagy csak részlegesen lehetett megvalósítani, ezért napjainkban előtérbe kerültek a proaktív stratégiák, mint a megelőző karbantartás vagy a teljes produktív karbantartás (TPM). Felmérésekből tudjuk, hogy erős pozitív összefüggés van a proaktív karbantartási stratégiák és a gépek, berendezések, vagy akár vállalatok hatékonyságában, teljesítményében.

1.2. Célkitűzés

Szakedolgozatom célja, hogy az Optimus 92 Kft. gépjárműparjának és a jelenleg használt karbantartási gyakorlatnak a felmérése után javaslatot tegyek egy olyan új karbantartási stratégiára, ami egyidejűleg biztosítja

- a járművek megfelelő műszaki állapotának fenntartását,
- a karbantartási költségek csökkentését,
- a környezetet ért terhelés csökkentését.

2. Cégbemutató

Az Optimus 92 Kft-t egy tanár házaspár alapította 1992-ben Debrecenben. A cég azóta is ugyanazzal a tulajdonosi háttérrel működik. A kezdeti időszakban áru- és személyszállítással foglalkoztak. 1999-ben elnyerték a Shell kenőanyagok hivatalos nagykereskedője pozíciót Kelet-Magyarországon. Ezt a tevékenységüket azóta is sikeresen folytatják. A Shell kenőanyagok mellett forgalmazzák még a Sonax autóápolási termékeit, a Motip karbantartási és autótechnikai anyagait, valamint a Gunk adalékanyagait. Kiskereskedelmi üzletükben megtalálhatóak még izzók, levegő-, olaj-, és üzemanyagszűrők, ablaktörlőlapátok, szélvédőmosó folyadékok, autósamponok, fagyálló termékek.

A cég az évek során folyamatosan fejlődött és ennek megfelelően egyre nagyobb és modernebb telephelyekre költözött. Jelenlegi új telephelyükre 2023 nyarán költöztek (2.1 ábra)

A telephely 21 000 m² területű, amelyből 10 000 m² raktárépület.



2.1 ábra Optimus 92 Kft. Debrecen, Rigó utcai telephelye [saját fénykép]

Az Optimus 92 Kft. fő tevékenységei 2023-ban:

- Fuvarozás, nemzetközi szállítmányozás
- Kenőanyag kis- és nagykereskedelem
- Személyszállítás
- Ládamosás
- Raktározás

A vállalkozás elkötelezett megrendelői elégedettségének növelésében, illetve szolgáltatásaik színvonalának növelésében. Ezt biztosítják a cég ISO tanúsítványai (MSZ EN ISO 9001:2015, MSZ EN ISO 14001:2015, MSZ EN ISO 45001:2018).

Kiemelt figyelmet fordítanak a környezeti terhelés és a CO₂ kibocsátás csökkentésére, ezért az új telephelyen 60 kWp teljesítményű napelempark létesült. A járműflottát is folyamatosan fejlesztik EURO6 szabványnak megfelelő vontatókkal.

2022-ben az árbevétel elérte a 3 Mrd forintot és a dolgozók létszáma a 93 főt. Ezekkel a mutatókkal az Optimus 92 Kft. Kelet-Magyarország egyik jelentős, folyamatosan fejlődő középállalkozása.

3. Szakirodalom feldolgoása

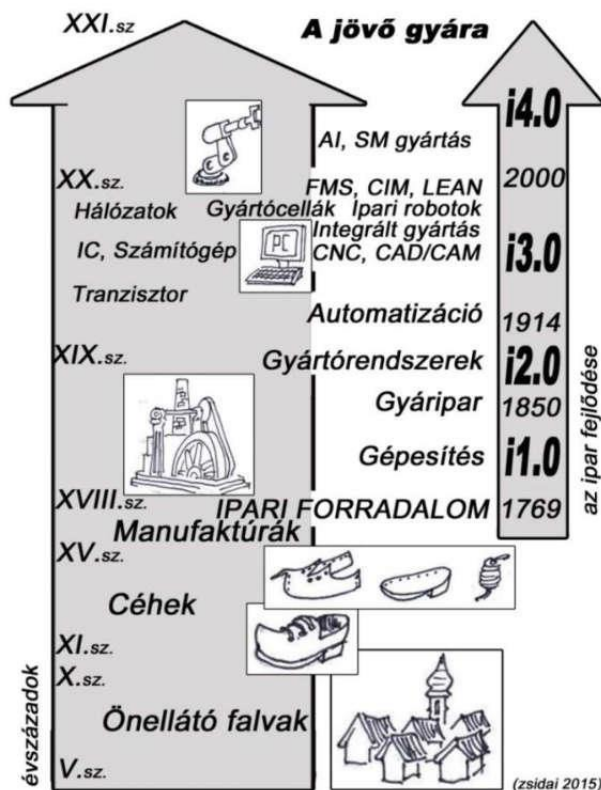
3.1 Kenéstechnika és karbantartás

A karbantartás, mint fogalom és tevékenység vizsgálata közben szinte mindig érintjük a kenéstechnikát is, hiszen a két tevékenység szoros kapcsolatban áll egymással.

A kenéstechnikát és ezen belül a kenőanyagok felhasználását az adott cég tevékenysége határozza meg. Egy ipari üzemnél ez jellemzően a hidraulika olaj és egyéb ipari kenőanyagok (hajtóműolajok, kompresszorolajok, kenőzsírok stb.) felhasználását jelenti, de egy járműparkkal rendelkező cégnél, ahol a járműpark a cég fő tevékenységéhez elengedhetetlen (személy- vagy teherszállítás), ott a motorolaj a legfontosabb a járművek folyamatos rendelkezésre állásának szempontjából. Az ilyen cégeknél a kenéstechnikai tevékenység kiemelt jelentőséggel bír a karbantartási tevékenységek között. [Kalácska, 2023]

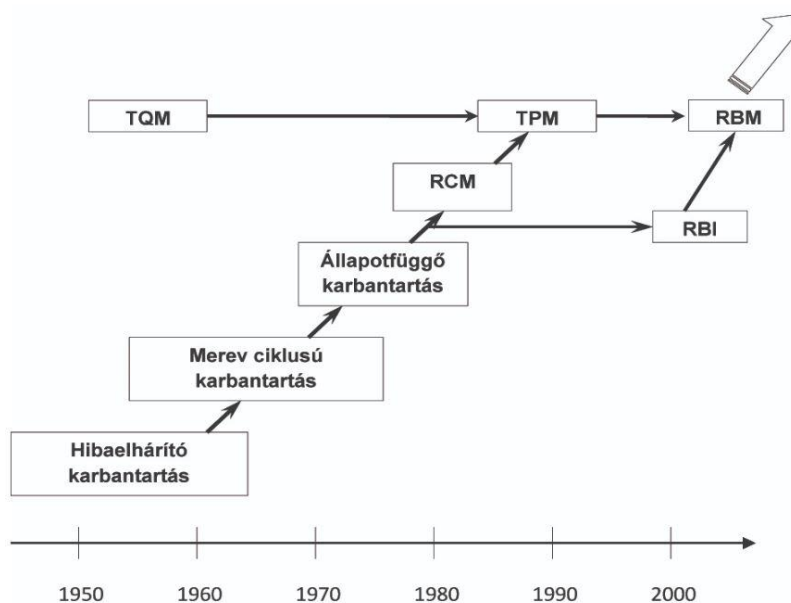
3.2 Karbantartási stratégiák

A karbantartási stratégiák fejlődése szorosan összefügg az ipari termelés és technológia fejlődésével és mint azt a 3.1 ábra mutatja, az elmúlt 60 évben gyorsult fel jelentősen.



3.1 ábra Gyártási rendszerek fejlődése [Zsidai L. 2015]

Napjainkban az elektronika és az informatika ugrásszerű fejlődése jelenti az egyik legnagyobb kihívást a különböző karbantartási stratégiákra. A 3.2 ábra mutatja be ezeknek a stratégiáknak a fejlődését.



3.2. ábra Karbantartási stratégiák fejlődése [Nagy I. - Delta 3N, 2023]

Több szakirodalom is hangsúlyozza, hogy az új gépek és berendezések által támasztott karbantartási követelményeknek önmagában már egy-egy stratégia nem megfelelő, ezért a különböző karbantartási stratégiákat úgynevezett „karbantartási mix” -ben használjuk, ami azt jelenti, hogy a különböző karbantartási igényeket, különböző karbantartási stratégiával elégítjük ki. [Janik J. 2000] [Kalácska 2023]

Minden rendszer, berendezés a működése során folyamatosan elhasználódik. Az elhasználódás mértékéről sok esetben nincsen információnk. Az állapotfigyeléssel a rendszer állapotát, változásait nagy biztonsággal megbecsülhetjük. Olyan karbantartási stratégiát érdemes választani, ami egyidejűleg tartalmazza az ellenőrzést és a folyamatos felügyeletet, csökkenti a szükségtelen tervezett karbantartások idejét a berendezés hatékonyságának növelése érdekében. [Minh Duc Lee, Cher Ming Tan 2013]

A megfelelő karbantartási stratégiák kiválasztása napjainkban elengedhetetlen azoknak a vállalkozásoknak, amelyek jelentős befektetéseket végeztek tárgyi eszközeikbe. [Albert H.C. Tsang 2002]

3.3 A közlekedési motorolaj feladatai

A gépjárművek karbantartása szempontjából a legfontosabb kenéstechnikai anyag a motorolaj. Motorolaj nélkül a járművek nem, vagy csak nagyon rövid ideig üzemeltethetők jelentős állapotromlás nélkül. Ahhoz, hogy megértsük a kenőolaj jelentőségét, egy újszerű megközelítéssel kell rágondolnunk.

A kenőolaj folyékony alkatrész, aminek van „mérete”, ez a viszkozitása, van terhelhetősége, ez a teljesítményszintje, van élettartama, ez a csereperiódus, és csereszabatosnak kell lennie, vagyis szabványosnak. [Shell 2000]

A motorolaj legfontosabb feladatai a motorban a következők:

- kenés, a súrlódás csökkentése
- védelem a kopás ellen
- védelem a korrózió ellen
- hűtés
- tisztítás
- tömítés
- habzás megakadályozása

Az előbb felsorolt sokrétű feladatból is látszik, hogy a motorolaj egy magas műszaki tartalmú termék. [Shell 2000]

3.4 A motorolaj viszkozitása

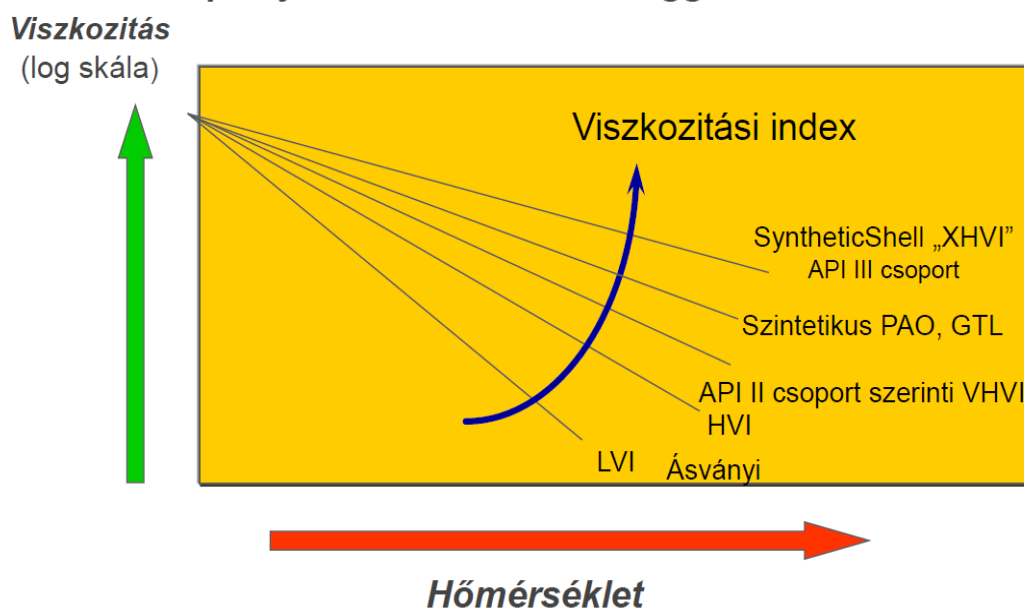
A motorolaj egyik legfontosabb tulajdonsága a viszkozitása, a „mérete”. Tulajdonképpen nem más, mint az olaj belső súrlódása. A viszkozitás határozza meg leginkább egy olaj terheléshordozó képességét. A nagyobb viszkozitású olaj nagyobb terhet képes hordozni, de a felhasználás közben figyelembe kell venni, hogy a belső súrlódási veszteségei is nagyobbak lesznek. Egy olaj viszkozitása a hőmérséklet hatására változik. Ez azt jelenti, hogy ugyanaz az olaj meleg környezetben könnyebben folyik, vagyis belső súrlódása alacsonyabb, míg hidegben nehezebben. A motorolajok fejlesztésénél az az egyik legfontosabb kihívás, hogy az olaj mind hideg mind meleg környezetben megfelelő viszkozitással rendelkezzen ahhoz, hogy a felületeket szétválassza. Leggyakrabban a kinematikai viszkozitással találkozunk, amit viszkoziméterrel mérünk, amiben gravitáció hatására folyik az olaj. Mértékegysége a mm^2/s . A dinamikai viszkozitást ritkábban használjuk, amit a kinematikai viszkozitásból számolunk úgy,

hogy a kinematikai viszkozitást megszorozzuk az adott hőmérsékleten mért sűrűséggel. Mértékegysége a mPas.

Az elmúlt időszak motorfejlesztéseihez igazodva napjainkban mérjük a motorolajok HTHS (High Temperature High Shear) viszkozitását. Ezt a mérést 150 °C-on, magas nyírófeszültség mellett mérik. Ez a viszkozitás pontosabban megmutatja működés közben a nagy terhelésű csapágyakban az olaj viselkedését.

Azt, hogy egy motorolaj mennyire változtatja a viszkozitását a hőmérséklet függvényében, az olaj viszkozitási indexe mutatja meg. A magasabb viszkozitási index azt mutatja, hogy kevésbé változik a viszkozitás, vagyis a magasabb érték a jobb. (3.3 ábra) Általánosságban elmondható, hogy az ásványi motorolajok viszkozitási indexe alacsonyabb, a szintetikusaké magasabb.

A különböző alapolajok viszkozitásának függése a hőmérséklettől



3.3 ábra [Fehér Tamás 2023]

3.5 A motorolaj összetevői

Alapvetően az összetevők azok, amik lehetővé teszik a motorolaj felhasználását. Két fő összetevőt különböztetünk meg: 1. az alapolaj, 2. adalékok.

Az alapolaj adja a motorolaj jelentős részét (75-80 %), így könnyen belátható, hogy az alapolaj döntően befolyásolja a termék tulajdonságait. Mondhatjuk, hogy az alapolaj minősége, tulajdonságai a motorolaj gyártás gyenge pontja. A nem megfelelő alapolaj tulajdonságait

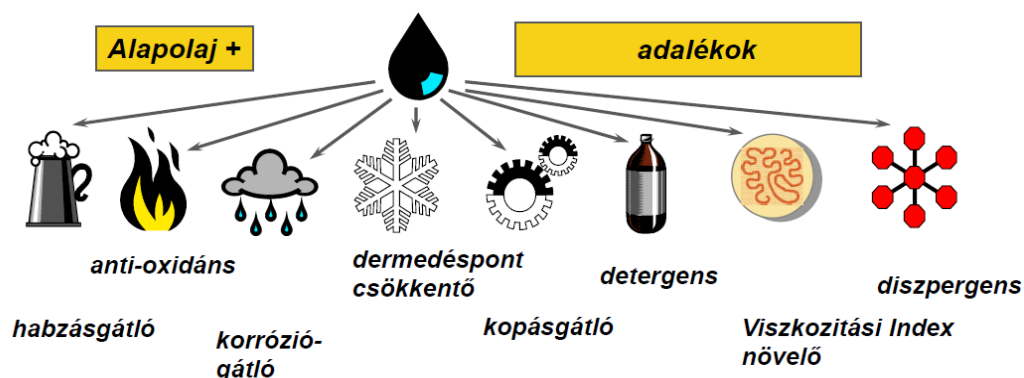
adalékokkal lehet javítani, de mindig az alapolaj lesz a késztermék tulajdonságaiért döntően felelős. (3.1.táblázat) Az alapolajok lehetnek kőolajfinomítványok, ezeket nevezzük ásványi alapolajnak, illetve lehetnek szintetikus eljárással készíttetek, amiket szintetikus alapolajnak nevezünk. E kettő együttes használatával készülnek a félszintetikus termékek. [Shell 2000]

3.1 táblázat Alapolajok összehasonlítása [Nemesnyik Ákos 2023]

	Group I	Group II	Group III	Group III+ GTL	Teljesen szintetikus
Leírás	ásványi	ásványi + hidrokrakk alapolaj	hidrokrakk alapolaj	Gas to Liquid szintetikus	PAO + észter
Viszkózitási fokozat	15W-40	10W-40	5W-40,-30	5W-30, 0W-	0W-20
Viszkózitási index	80-120	80-120	>120	>130-140	>130
Kéntartalom	magas	alacsony	mentes	mentes	mentes
Oxidációs stabilitás	jó	jobb	nagyon jó	legjobb	legjobb
Magas hőmérsékletű viselkedés	gyenge	jó	nagyon jó	legjobb	legjobb
Alacsony hőmérsékletű viselkedés	gyenge	jó	nagyon jó	legjobb	legjobb
Alkalmazhatósági hőmérséklet intervallum	szűk	szélesebb	széles	extrém széles	extrém széles
Párolgási veszteség	magas	jó	nagyon jó	legjobb	legjobb

Az adalékok adják a kész motorolaj 20-25%-át. Három fő céllal adják az alapolajhoz őket.

Javítsák az alapolaj tulajdonságait, védjék az alapolajat, és védjék a berendezést. A legfontosabb motorolaj adalékokat a 3.4 ábra mutatja.



3.4 ábra Motorolaj adalékok [Fehér Tamás 2023]

A különböző kenőolajok közül a motorolajok tartalmazzák a legtöbb adalékot, míg például a hajtóműolajok ennek csak mintegy harmadát. A modern motorolajok magas adalék tartalmát az indokolja, hogy a kis lökettérfogatú, nagy teljesítményű motorok az üzemanyag-takarékosság, környezetvédelmi, emissziós követelmények, jobb nyomaték és teljesítmény karakterisztika, jobb vezethetőség, megbízhatóság, hosszabb élettartam és kisebb karbantartási igény elérése érdekében fokozott fejlődésen mentek keresztül az utóbbi időben. [Shell 2000]

A korrózió gátló adalékok jelentőségéről írt tanulmányában Alimova Zebo professzor megállapítja, hogy a belső égésű motorokban minden feltétel adott a korrózió kialakulásához, hiszen magas hőmérsékleten üzemelnek levegő, oxigén és víz jelenlétében. [A.Zebo, A. Abduaziz, Y. Gulnora 2022]

Az adalékok jelentősége mellett nem szabad megfeledkeznünk a gyártásuk, illetve a megsemmisítésük során felmerülő környezetvédelmi problémákról. Gyártásuk során a környezetre potenciálisan káros kibocsátások (H_2S , HCL) keletkezhetnek. Megsemmisítésük módja a fáradt olajjal együtt főleg az elégetés, ami szintén veszélyes gázok (kén-oxidok) keletkezéséhez vezet. Megoldás lehet a biológiailag lebomló adalékok, alapolajok felhasználása. [J.M.Herdan 2006]

A kész motorolaj tulajdonságait döntően az alapolaj minősége határozza meg, ezért a mai modern motorolajok már szinte csak szintetikus alapolajat használnak. A szintetikus alapolajok előnyei a magasabb viszkozitási index, magasabb lobbanáspont, jobb hidegfolyási tulajdonságok, kisebb párolgási hajlam.

A motorolajok viszkozitási osztályára az Amerikai Autómérnökök Egyesülete (SAE, Society of Automotive Engineers) egy osztályozási rendszert vezetett be. E rendszer alapján ismerünk 5W, 10W, 15W, 20W jelű téli olajokat, ahol a W betű az angol winter szóra utal. A nyári olajokat csak számok jelölik, így ismerünk 20, 30, 40, 50 jelű olajokat. Ez a megközelítés régen volt helyénvaló, amikor mind télen, mind nyáron olajat cseréltek a gépjárművekben. A mai modern motorokhoz fejlesztett motorolajok futásteljesítménye már eléri a 30 000 km-t, ezért vált szükségessé az egész évben használható többfokozatú motorolajok kifejlesztése. SAE osztályok szerint ezek 15W-40, 10W-40, 5W-40 jelű motorolajok. Az ilyen termékek télen úgy viselkednek, mint a W betű előtti számmal jelölt motorolajok, de nyáron tudják a kötőjel utáni nyári olajok jó tulajdonságait is. A többfokozatú motorolajok ötvözik az olajok téli és nyári tulajdonságait. [Shell 2000]

A 3.4 ábra jól szemlélteti a különböző viszkozitású olajok használhatóságát eltérő hőmérsékletű körülmények között.

Hőmérséklet °C	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
	EGYFOKOZATÚ MOTOROLAJOK																			
Téli	SAE 0W																			
	SAE 5W																			
	SAE 10W																			
	SAE 15W																			
	SAE 20W-20																			
	SAE 25W																			
Nyári	SAE 30																			
	SAE 40																			
	SAE 50																			
	TÖBBFOKOZATÚ MOTOROLAJOK																			
Téli-nyári	SAE 5W-40																			
	SAE 10W-30																			
	SAE 10W-40																			
	SAE 15W-40																			
	SAE 15W-50																			
	SAE 20W-40																			

3.4 ábra Motorolajok alkalmazása a környezeti hőmérséklet függvényében [Shell 2000]

Fontos megjegyezni, hogy a mai modern motorok gyártói az itt bemutatott hőmérséklet határoktól eltérhetnek. A pontos alkalmazhatóságot a gépkönyvi adatok határozzák meg.

3.6 Motorolajok teljesítményszintjei (specifikáció)

A motorolajokat specifikációik alapján is osztályozhatjuk. A specifikáció egy követelményrendszer, aminek meg kell felelnie az olajnak. A követelményeket egy műszaki szabvány, esetleg leírás tartalmazza. Ilyen szabványokat állami, iparági szervezetek (API, ACEA), és eredeti gépgyártók (OEM) határoznak meg. Egy specifikáció teljesítése során vizsgálják a motorolaj fizikai jellemzőit, hogy a berendezésben használható legyen, képességét a berendezés védelmére, összeférhetőségét a berendezés egyéb anyagaival, és a minimálisan elfogadható teljesítmény elvárásokat az adott specifikációnak megfelelően. [Nemesnyik Ákos 2023]

A két legismertebb és legelfogadottabb iparági szervezet az amerikai API (American Petroleum Institute) és az európai ACEA (Association des Constructeurs Européens d' Automobiles). Mindkét szervezet létrehozta a saját osztályozási rendszerét, elsősorban az adott földrajzi régióra jellemző gyártói és felhasználói igények figyelembevételével.

Az API osztályozás alapvetően megkülönbözteti a benzin és dízel üzemű gépjárműveket. A benzin üzeműeket SA, SB, SC, SD, ...SP, a dízel üzeműeket CA, CB, CC, CD ...CK-4 jelzéssel látta el. Az abc-ben hátrébb található betű magasabb teljesítményszintet jelent, így egy SD magasabb teljesítményt képvisel, mint egy SC. Napjaink környezetvédelmi követelményeinek teljesítése érdekében bevezették az FA-4 teljesítmény szintet a nagy teljesítményű üzemanyag takarékos motorolajok részére.

Az európai autógyártók szövetsége az ACEA által létrehozott rendszerben „A” betű jelöli a benzin, és „B” betű a dízel üzemű gépjárműveket. „C” betűvel jelölik az alacsony hamutartalmú (Low SAPS) motorolajokat. A haszongépjárművek részére az „E” betűjelzés szolgál. Jelenleg az alábbi teljesítményszintek vannak használatban:

Benzin: A3, A5, A7

Dízel: B4, B5, B7

Low SAPS: C2, C3, C4, C5, C6

Haszongépjármű: E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E11, F8, F11

A fenti két osztályozás mellett egyre nagyobb jelentőséggel bírnak az eredeti gépgyártók által meghatározott specifikációs rendszerek. Ezek alapvetően a nemzetközi előírások által meghatározott követelményeket használják, de ki vannak egészítve más előírásokkal, tesztekkel.

A specifikációkat az alábbi módokon lehet megszerezni [Weibert Ferenc 2023]

- Saját jogon megszerzett jóváhagyás
- „Re-blend” jóváhagyás
- „Re-brand” jóváhagyás
- „Read a cross” jóváhagyás

3.7. Motorolajcsere intervalluma

Az olajcsere idejét számos tényező befolyásolja. Ezek a motor típusa, a megtett út, üzemóra, az üzemi igénybevétel körülményei, az üzemanyag minősége, az olajtöltet mennyisége stb. és a használt olaj specifikációja. A gépgyártók ezeknek a körülményeknek a figyelembevételével határozzák meg egy berendezés olajcsere intervallumát, amit általában megtett kilométerben, vagy időben határoznak meg pl. 30.000 km vagy 1 év. Amelyik feltétel előbb teljesül, akkor kell az olajcserét elvégezni. A berendezéshez adott gépkönyv tartalmazza a szükséges olajspecifikációkat és a csere intervallumot.

Egy az USA-ban készült felmérés szerint a felhasználók egy jelentős része nem tudja, hogy gépkocsiját nehéz körülmények között használja, ami a rövid stop and go utakat jelenti. Ez a körülmény az alapolaj oxidációján és az adalékok kimerülésén keresztül jelentősen befolyásolja olajcsere intervallumot. Szintetikus alapolajjal hosszabb csereperiódusok is elérhetőek. [P.I. Lacey, S. Gunsell, M.D. Ferner, M. Pozebanchuk, A Alim 2003]

A használat során az olaj öregszik, azaz nagy aszfaltos, oxidációs termékek keletkeznek, amelyek felgyorsítják a további olajmolekulák öregedését. Ez az olaj viszkozitásának és a lerakódások mennyiségének nagymértvű növekedését idézi elő. A különböző funkciójú (kopás, korrózió, öregedés, habzás gátló, detergens-diszpergens stb.) adalékok mennyisége (koncentrációja) lecsökken, így az olaj nem képes feladatait megfelelően ellátni. A szilárd szennyeződések pl. korom, kopadék, por (a levegőben) stb. felgyülemlenek az olajban és rontják annak tulajdonságait. A kenőanyagba beoldódó üzemanyag (elsősorban benzinmotorok), víz (hidegindítások) és hűtőfolyadék hígulást okoznak, így az olaj nem képes elválasztani a sűrűlő felületeket. A mechanikai igénybevételek hatására elnyíródó viszkozitási index növelő polimer adalék is jelentős hígulást okoz.

Az egyik legnagyobb igénybevételt a gyakori hidegindítás jelenti az olaj számára. A turbófeltöltős motorokban is lényegesen nagyobb az igénybevétel, mint a szívó motorokban és a nehéz üzemi körülmények (magasabb hőmérséklet), nagy terhelés tovább fokozzák a motorolajat ért stresszt.

A Texas-i egyetemen végzett kísérletek azt is bebizonyították, hogy a hidegindítás során az első két gyújtási ciklus során jelentősen magasabb az el nem égett szénhidrogének és a CO tömege, mint a későbbi ciklusokban. [Jinghu Hu, Matthew Hall, and Ron Matthews 2020]

Egy cserére való mennyiségű motorolaj ára lényegesen kevesebb egy teljes motorgenerál vagy motorcsere költségeinél, nincs értelme a csereperiódust a gépkönyvben megadottnál hosszabbra választani. Sokkal többet takaríthatunk meg azzal, ha a jármű, munkagép karbantartását előrelátóan összehangoltra tervezzük, lecsökkentve a karbantartás, meghibásodások okozta állásidőt, illetve a jövedelemtermelésből kiesés idejét. [Shell 2000]

Mint Zoran Timotijevic, Slavko Bacevac and Simona Corsi 2013-ban készült tanulmányukban írják, az eredeti gépgyártók (OEM) által előírt olajcsere periódus a garancia időn belül kötelezően betartandó. A felhasználók többsége betartja ezeket az előírásokat, de egyre nagyobb igény mutatkozik az olajcsere intervallum meghosszabbítására. Ennek egyik

alappillére a helyi üzemelési körülményeket is figyelembe vevő olajdiagnosztikai program lehet.

3.8. Olajdiagnosztika

A gépek és berendezések fejlődése abba az irányba halad, hogy egyre kompaktabb, de emellett egyre komplexebb megoldásokat alkalmazunk, ami egyre magasabb követelményeket támaszt a felhasznált kenőanyagokkal szemben. Ezeknek az új berendezéseknek az ára is folyamatosan növekszik, így a felhasználók olyan kenéstechnikai megoldásokat keresnek, amik megbízhatóan, hosszútávon biztosítják a berendezés gazdaságos üzemeltetését, kiemelten lecsökkentve az esetleges meghibásodásból eredő állásidőket. A megfelelő kenőanyag kiválasztása mellett ennek egyik fontos eleme az olajdiagnosztika.

Az olajdiagnosztika arra épül, hogy a gépelemekkel kölcsönhatásba kerülő kenőanyagok magukon viselik a különböző rendszerek üzemszerű vagy rendellenes működésének nyomait is.

Az olajvizsgálat során általában az alábbi paramétereket vizsgálják:

- fizikai jellemzők, mint viszkozitás, lobbanáspont stb.
- berendezés kopása, vas, króm, alumínium, réz, ón, ólom tartalom
- szennyeződések, mint víztartalom, szilícium, nátrium, kálium, korom tartalom
- olaj adalékok mennyisége, mint kalcium, cink, foszfor, molibdén, magnézium tartalom

Az olajvizsgálat nagy előnye, hogy nemcsak az olaj állapotáról kapunk képet, hanem az adott berendezés esetleges kezdődő meghibásodásáról is, így azokat azelőtt ismerhetjük fel, mielőtt kritikussá válnának.

Az olajdiagnosztika segítségével lehetőségünk van a karbantartási feladatok, valamint a berendezések meghibásodása miatti potenciális termelés kiesés csökkentésével pénzt és időt megtakarítani. [Shell 2020]

A gépgyártók, a fejlesztők és a felhasználók is egyre nagyobb érdeklődést mutatnak az úgynevezett valós idejű motordiagnosztikára. Egyre több érzékelő és rendszer létezik, amivel követni lehet a motorolaj öregedését. Slavomir Kardos és Alena Pietrikova a korábban említett paraméterek mellett kiemelt figyelmet fordított az olaj dielektromos állandójának és fajlagos vezetőképességének a változására. Ezek az adatok biztosították a folyamatos diagnosztika hátterét. [S. Kardos- A. Pietrikova 2016]

3.9. Közlekedési hajtóműolajok

A gépjárművek hajtásláncában a motor után valamilyen hajtómű következik, ami lehet kézi kapcsolású, automata, fokozatmentes, dupla kuplungos stb. Ezekben a berendezésekben hajtóműolajokat kell használni. A hajtóművek jellemzően különböző konstrukciójú fogaskerék rendszereket és csapágyazásokat tartalmaznak. A gépjárművek hajtóműveinek az igénybevétele dinamikus, és a terhelések széles tartományában kell megfelelő védelmet nyújtaniuk.

A hajtóműolajok fejlesztésénél figyelembe kell venni a környezeti tényezők hatásait (víz, szennyeződések), illetve a fogfelületek különböző pontjain kialakuló határkenési állapotot is.

A közlekedési hajtóműolajok legfontosabb feladatai a következők:

- súrlódás csökkentése
- kopás csökkentése
- hűtés
- korrózió gátlás
- zajcsökkentés

A hajtóműolajok hasonlóan a motorolajokhoz alapolajból és adalékokból állnak. Az alapolaj általában egy magasabb viszkozitási indexű és jó oxidációs tulajdonságokkal rendelkező kőolajfinomítvány. Az olaj viszkozitása határozza meg elsősorban a teherviselő képességét. Egy 2021-ben megjelent tanulmány is a viszkozitás jelentőségére mutatott rá a hajtóműolajokban. [Leszek Gil 2021] A mai modern hajtóművek mérete és súlya is lecsökkent, ami a fogaskereknek terhelésének növekedésével járt. Ezekben a berendezésekben az olaj viszkozitása önmagában már nem tudja elválasztani a surlódó felületeket, ezért a hajtóműolajokban úgynevezett EP- Extreme Pressure (rendkívül magas nyomás) adalékokat használunk. Ezek az adalékok az érintkezés miatt felmelegedett pontokban kialakuló hővillanás hatására aktivizálódnak, és elválasztják egymástól a surlódó felületeket. [Shell 2000]

Kézi kapcsolású váltókban előfordul, hogy motorolajat vagy automataváltóolajat ír elő a gyártó.

A gépkönyv által előírt viszkozitási osztályt és teljesítményszintet mindig be kell tartani.

A hajtóműolajoknál használt legjellemzőbb SAE viszkozitási osztályok a következők: SAE 75W; SAE 80W; téli, valamint SAE 90; SAE 140 nyári egyfokozatú, és SAE 75W-90; SAE 80-W-90, SAE 80W-140; SAE 85W-140.

Az egyes viszkozitási osztályok környezeti hőmérséklet szerinti alkalmazhatóságát a 3.5. ábra mutatja

A hajtóműolajok teljesítmény osztályozásánál a legismertebb az API (American Petroleum Institute) besorolás. Öt osztálya van a GL 1, GL 2, GL 3, GL 4, GL 5. A magasabb szám nagyobb védelmet jelent a kopás és berágódás ellen. W. Tuszynski 2008-ban a különböző teljesítményszintű hajtóműolajok öregedésének hatásait vizsgálta, a fáradásos kopás elleni védelem szempontjából szennyezők (por, víz) jelenlétében. Az eredmény egyértelműen kimutatta, hogy a GL 5 szintű olaj sokkal kevésbé érzékeny az öregedésre és a szennyeződésekre, mint a GL 3-as. Napjainkban a GL 4 és GL 5 szint használatos. Az API osztályozás mellett nagyon sok a gyártói (ZF, Voith, MB stb.) jóváhagyás. A hajtóműolajok olajcsere periódusát, hasonlóan a teljesítményhez, a gépkönyv tartalmazza. Egyes hajtóműveket a gyártó úgynevezett élettartam-kenéssel gyártja, de ennek megvalósításához a megfelelően öregedésálló és kitűnő korróziógátló hatású olaj mellett a váltómű megfelelő kialakítása is szükséges.

Hőmérséklet °C	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
	Hajtóműolajok																	
Téli	SAE 75W																	
	SAE 80W																	
	SAE 85W																	
Téli - nyári	SAE 75W-90																	
	SAE 80W-90																	
	SAE 85W-140																	
Nyári	SAE 90																	
	SAE 140																	

3.5 ábra hajtóműolajok alkalmazhatósága a hőmérséklet függvényében [Shell 2000]

4. Az Optimus 92 Kft. karbantartási gyakorlatának felülvizsgálata és olajvizsgálatok alapján a karbantartási mix fejlesztése

Az Optimus 92 Kft. tevékenységei közül árbevétel szempontjából a legjelentősebb a nemzetközi fuvarozás és szállítmányozás. Ez adja a cég árbevételének mintegy 75%-át. Karbantartás szempontjából is ez a legjelentősebb és egyben legkritikusabb tevékenység, ezért esett a választásom ennek a vizsgálatára.

A géppark 3 részre osztható [4.1 táblázat]

4.1 táblázat Optimus 92 Kft gépjármű állomány 2023 júniusában

KATEGÓRIA	db	ÖSSZ. ÉVES FUTÁSTELJESÍTMÉNY (km)	ÁTLAGOS FUTÁSTELJESÍTMÉNY (km)
Furgon össz.	51	7 655 000	150 098
Nyerges össz.	31	4 020 000	129 677
Busz össz.	9	510 000	56 667
Teljes géppark	91	12 185 000	133 901

A táblázatból látszik, hogy a furgonok mennek a legtöbbet, belőlük van a legtöbb, így a szállítmányozás szempontjából ezek karbantartási gyakorlata a legfontosabb, ezért esett a választásom a furgonok karbantartásának részletesebb vizsgálatára. A nyerges vontatók és a buszok karbantartását is felmértem, de azok esetében vagy a felhasználás mértéke (buszok), vagy a karbantartási gyakorlat (nyerges vontatók) miatt nem került sor részletes vizsgálatra, azonban a dolgozatomban a teljes karbantartási mix feltérképezése miatt ezekkel a gépjárművekkel is foglalkozom.

4.1 Nyerges vontatók karbantartása

A 4.1 táblázatból látszik, hogy a nyerges vontatók mind darabszámban, mind a futott kilométerek tekintetében a második legnagyobb kategória. Az összes éves futásteljesítmény 33%-át adják, ami jelentős, de a karbantartási stratégiájuk miatt nem képezik tárgyát dolgozatomnak. A 4.2 táblázat tartalmazza a nyerges vontatók adatait.

4.2 táblázat Optimus 92 Kft. nyerges vontatói 2023 júniusában

KATEGÓRIA	db	GYÁRTMÁNY	TÍPUS	GYÁRTÁSI ÉV	ÉVES FUTÁSTELJESÍTMÉNY (km)
Nyerges	15	MAN	TGX 18.470	2022	132 000
Nyerges	1	VOLVO	FH A3C	2011	60 000
Nyerges	1	VOLVO	FH 4	2019	132 000
Nyerges	10	MAN	TGX 18.510	2020	132 000
Nyerges	2	DAF	XF 480 FT	2020	132 000
Nyerges	2	MAN	TGX 18.470	2021	132 000
Nyerges össz.	31				

A fenti táblázatból látszik, hogy a flotta viszonylag egységes, főleg MAN [4.1 kép] típusú vontatókat tartalmaz, és a két régi Volvo-n kívül mind viszonylag új gépjármű. Ezeket a nyergeseket az Optimus 92 Kft lízingeli 3 évig, majd visszaadja és újakat lízingel. Ez alatt az idő alatt a gépek garanciálisak és a lízingszerződés tartalmazza a karbantartási gyakorlatot. Ezek a vontatók a garancia feltételeknek megfelelően márkaszervízbe mennek karbantartásra, ahol minden, a karbantartáshoz szükséges anyagot a márkaszervíz biztosít. A karbantartás idejét a vontatók saját belső kijelzője alapján határozzák meg, ami MAN esetében 90 000 km, DAF esetében 120 000 km futásteljesítmény. Ez egy üzemidő alapú karbantartás, amit viszont a fent leírt tényezők miatt nem lehet módosítani vagy megváltoztatni.



4.1 Optimus 92 Kft MAN vontatója [saját fotó]

4.2. Buszok karbantartása

A 4.1 táblázat adatai alapján a buszok jelentősége a másik két kategóriához képest elenyésző, az éves futásteljesítmény csak mintegy 4%-át adják. A 4.3 táblázat tartalmazza a buszok adatait.

4.3 táblázat Optimus 92 Kft. busz gépparkja 2023 júniusában

KATEGÓRIA	db	GYÁRTMÁNY	TÍPUS	GYÁRTÁSI ÉV	ÉVES FUTÁSTELJESÍTMÉNY (km)
Busz	1	MB	TOURISMO	2007	40 000
Busz	1	VW	CRAFTER	2014	34 000
Busz	1	SETRA	S 315 GT	2001	10 000
Busz	2	SETRA	S 315 UL	2002	78 000
Busz	2	SETRA	S 416 GT	2008	50 000
Busz	1	SETRA	S 415 H	2011	95 000
Busz	1	SETRA	S 415 UL	2009	75 000
Busz össz.	9				

A buszok [4.2 kép] gyártási éveik alapján már mind túl vannak a garanciális időtartamon, és egy független magánszervízben szervizelik őket. Mivel jelentőségük kicsi, így nem vizsgáltam meg részletesen a karbantartási gyakorlatukat, ami üzemidő alapú.



4.2 kép Optimus 92 Kft. busza [Optimus kép]

4.3 Furgonok karbantartása

Az Optimus 92 Kft. szállítványozó gépparkjából a legjelentősebb részt a furgonok teszik ki mind darabszámuk, mind az éves futásteljesítményük alapján, ami a teljes futásteljesítmény

63%-át teszi ki. Ezek az adatok alátámasztják, hogy miért ezt a kategóriát vizsgálok részletesen. A furgonok adatait a 4.4 táblázat tartalmazza.

4.4 táblázat Optimus 92 Kft. furgonjai 2023 júniusában

KATEGÓRIA	db	GYÁRTMÁNY	TÍPUS	GYÁRTÁSI ÉV	ÉVES FUTÁSTELJESÍTMÉNY (km) ÁTLAG
Furgon	3	RENAULT	MASTER	2006	10 000
Furgon	4	RENAULT	MASTER	2016	25 000
Furgon	5	RENAULT	MASTER	2017	25 000
Furgon	4	RENAULT	MASTER	2018	25 000
Furgon	4	RENAULT	MASTER	2019	120 000
Furgon	5	RENAULT	MASTER	2020	220 000
Furgon	8	RENAULT	MASTER	2021	220 000
Furgon	2	FIAT	DUCATO	2021	220 000
Furgon	10	RENAULT	MASTER	2022	220 000
Furgon	4	RENAULT	MASTER	2023	220 000
Furgon	2	VW	CRAFTER	2023	220 000
Furgon össz.	51				

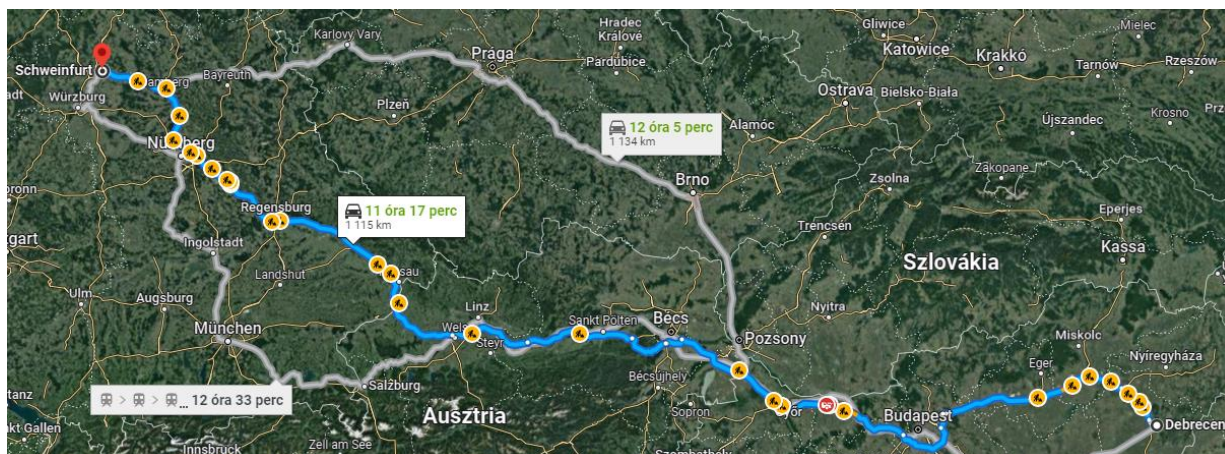
A táblázat adatai alapján elmondhatjuk, hogy a flotta egységes döntően Renault Master 2.3 dci típusú furgonokra korlátozódik, amiknek az életkora is alacsony. [4.3 kép] A furgonokat 3 évig lízingelik, ez alatt átlag 500 000 km futnak, majd igény szerint visszaadják, vagy megvásárolják őket. A megvásárolt járműveket kb. 700-800 000 km futásig használják, majd eladásra kerülnek.



4.3 kép Optimus 92 Kft. furgonjai [saját fotó]

4.3.1 Furgonok üzemi körülményei

A furgonok döntő többségben egy multinacionális vállalat Debrecen-i gyára, és az anyacég németországi telephelye közötti útvonalon közlekednek. Az út végig autópályán vezet és egy irányban 1130-1150 km megtételét jelenti. Amennyiben a visszaútra is van rakomány, akkor azzal jönnek haza, ha pár órán belül nincs, akkor üresen jönnek haza, mert itthon már várja őket a következő szállítás. A 4.4 kép mutatja az útvonalat.



4.4 kép Debrecen-Schweinfurt útvonal [Google Map]

A furgonok rakományának a tömege átlagosan 1300-1400 kg, ami összhangban van a teherbírásukkal, ami 1400-1450 kg. Minden egyes furgonnak egy sofőrje van. Ez a felállás biztosítja azt, hogy minden sofőr gondoskodjon a saját furgonjáról, és indulás előtt elvégezze a szükséges ellenőrzéseket, mint fék-világítás-folyadék szintje. A javasolt menetsebesség 120 km/h. Az ennél gyorsabban közlekedőknek a magasabb sebességből adódó többletfogyasztást meg kell téríteniük a cégnek, kivéve, ha sürgős gyors fuvarban vannak. A tapasztalatok azt mutatják, hogy 120 km/h sebességnél a fogyasztás átlag 9-10 liter gázolaj 100 km alatt.

A fentiekből látható, hogy a furgonok üzemi körülményei ideálisnak mondhatók, nincsenek túlterhelve, a tulajdonosi gondoskodást is igyekeznek biztosítani nekik, és nem engedik „széthajtani” őket. Ezek a körülmények jó alapot nyújtanak ahhoz, hogy a karbantartási gyakorlat megismerése után a gyakorlatban is használható fejlesztési javaslatot tegyék.

4.3.2 Furgonok karbantartási gyakorlata

A furgonoknál az évjárattól függően kétféle gyakorlatot követ a cég:

- garanciális járművek karbantartása
- garancia időn túli járművek karbantartása

Garanciális járművek esetében a gépkönyv által meghatározott futásteljesítmény alapján végzik a karbantartást márkaszervízben. Ez az intervallum motorolaj esetén 40 000 km. A szervízhez az Optimus 92 Kft biztosítja a kenőanyagot (Shell), és a szűrőket (MANN), az egyéb anyagokat a szervíz. Emellett 20 000 km futás után Optimus elvégeztet egy közbenső olaj és olajszűrő cserét egy szerződött magán szervízzel.

Garancia időn túli járművek a szerződött magán szervízbe járnak karbantartásra 20 000 km futásteljesítmény után, és itt is az Optimus 92 Kft biztosítja a kenőanyagot és a szűrőket.

Ezen felül 140 000 km megtétele után a 6 fokozatú manuális váltóban is olajat cseréltetnek. A gyártó alapján a váltók élettartam-kenésre vannak tervezve, de a tapasztalatok alapján az olajcsere segít az élettartamukat növelni. Több márkaszervíz megkérdezése, és tapasztalata alapján elmondható, hogy a váltó a konstrukció egyik érzékeny pontja, aminek a kenésére kellő figyelmet kell fordítani.

Az előbb leírt karbantartási gyakorlat mellett komolyabb meghibásodás nem történt. 1 esetben fordult elő dugattyúgyűrű törés egy 750 000 km-t futott járműben, illetve a váltók közül sokat 300 000 km után fel kell újítani, jellemzően a csapágyak kopása miatt. Mivel a dolgozat írásakor nem állt rendelkezésre felújítás alatt lévő váltó, így ezt a problémát nem tudtam részletesen megvizsgálni.

A 4.5 táblázat mutatja a gépkönyv által előírt karbantartási gyakorlatot, összehasonlítva az Optimus 92 Kft. által alkalmazottal. Sárgával kiemeltem az eltéréseket.

4.5 táblázat. Karbantartási gyakorlat összehasonlítása

	Gépkönyvi ajánlás (km)	Optimus 92 Kft gyakorlata (km)
Motorolaj specifikáció	RN 0720, RN17	RN 0720, RN17
Motorolaj viszkozitás	5W-30	5W-30
Renault karbantartás	40 000	40 000
Motorolaj csere	40 000	20 000
Olajszűrő csere	40 000	20 000
Pollenszűrő csere	40 000	40 000
Üzemanyagszűrő csere	80 000	80 000
Fékfolyadék csere	120 000	120 000
Légszűrő csere	120 000	40 000
Hűtőfolyadék csere	160 000	160 000
Ékszij és görgő csere	160 000	160 000
Váltóolaj csere	nincs	140 000

Általánosságban elmondható, hogy a cég betartja a gyártó előírásait, mind a felhasznált anyagok minősége, teljesítménye, mind az előírt csereperiódus szempontjából. A motorolaj, olajszűrő, légszűrő és váltóolaj esetében lényegesen rövidebb szervízintervallumot alkalmaznak. Ennek alapvetően az az oka, hogy így próbálják a járművek jó műszaki állapotát a lehető legtovább fenntartani, és az elhasználódási tartalékot minél jobban kihasználni.

Ez túlzott óvatosságnak tűnik, főleg annak ismeretében, hogy a gyártó által előírt specifikációjú és viszkozitású motorolajat használják, ami a gyártó saját tesztjein teljesítette az általa meghatározott specifikációhoz tartozó értékeket. Ez a körülmény adta a lehetőséget arra, hogy motorolaj vizsgálatok eredményei alapján javaslatot tegyék a karbantartási gyakorlat változtatására.

4.4 Motorolaj vizsgálat

A megvizsgált karbantartási gyakorlat alapján elmondható, hogy az Optimus 92 Kft. nem használja ki a motorolaj által biztosított olajcsereintervallum adta lehetőségeket. Ez egyrészt többletköltséget jelent a cégnek (olajköltség, leállási idő), másrészt nagyobb környezeti

terhelést (fáradtolaj, olajsűrű, olajos flakon). E kettő tényező hatásának a csökkentése céljából javasoltam, hogy motorolaj vizsgálatok eredményei alapján növeljük meg az olajcsereperiódust 50% -al, ami a jelenlegi 20 000 km helyett 30 000 km csereintervallumot jelentene. A cég elfogadta a javaslatomat, így elkezdhattük az olajminták levételét.

Mintavétel: az első feladat a mintavételek idejének a meghatározása volt. Mivel 10 000 km-es növelést javasoltam az olajcsereperiódusban, így célszerű volt ennek a növelésnek a kezdeténél, a növelés felénél, és végénél mintát venni. Így a mintákat 20 000-25 000-30 000 km futás után vették le. Az olaj és gép állapotának megalapozott értékeléséhez olyan mintára van szükség, ami reprezentálja a teljes töltet állapotát. Az Optimus 92 Kft. műszaki ügyintézőjének elmondtam a helyes mintavétel szabályait, és biztosítottam részükre zárt, tiszta mintavevő edényeket. Mivel minden mintavételnél olajcsere is történt, így a mintákat a leeresztő csavaron keresztül kifolyó motorolajból vették, a motor leállása után úgy, hogy hagyták kifolyni a töltet felét.

A vizsgálni kívánt furgonok kiválasztásánál célszerű volt olyanokat választani, amik mind életkorukkal, mind futásteljesítményükkel reprezentálni tudják a flottát. Ezért esett a választás az alábbi 3 furgonra:

- 1-es jármű: 2019-es évjáratú, eddig összesen 380 000 km-t futott Renault Master 2.3 dci járműre,
- 2-es jármű: 2021-es 290 000 km -t futott Renault Master 2.3 dci,
- 3-mas jármű: 2022-es 180 000 km-t futott Renault Master 2.3 dci.

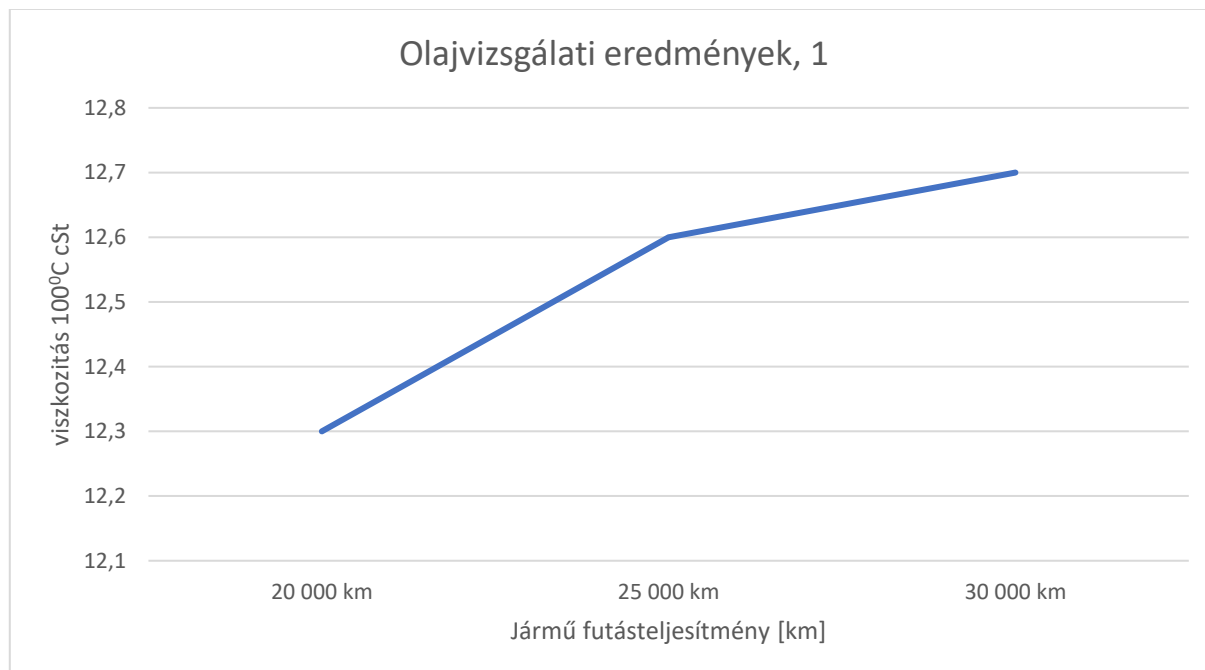
A levett mintákat az SGS France Vernolab laboratóriumában vizsgálták. A labor 40 éves tapasztalattal rendelkezik az olajminta vizsgálatok terén és naponta mintegy 800 mintát vizsgál. Ez a szakmai tapasztalat adja az alapját az olajvizsgálat eredményeinek megbízhatóságához. A 4.6 táblázat tartalmazza a vizsgálat legfontosabb átlagos mérési eredményeit. Zárójelben a figyelmeztetési határértékeket írtam be.

4.6 táblázat Motorolaj átlagos vizsgálati eredmények

	1 – 3 járművek olajdiagnosztikai eredményeinek átlaga	1 – 3 járművek olajdiagnosztikai eredményeinek átlaga	1 – 3 járművek olajdiagnosztikai eredményeinek átlaga
Olajállapot	figyelmeztetés	figyelmeztetés	figyelmeztetés
Használt kenőanyag	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30
Motorolaj élettartam	20000 Km	25000 KM	30000 KM
Fizikai jellemzők			
Viszkozitás 100°C cSt	12,3 (13,7)	12,6 (13,7)	12,7 (13,7)
Lobbanáspont °C	>180	>180	>180
TBN (D 4739) mg KOH/g	3,50	3,4	3,4
Kopás			
Vas (Fe) ppm	78 (100)	86 (100)	91 (100)
Réz (Cu) ppm	7 (20)	9 (20)	12 (20)
Aluminium (Al) ppm	11 (18)	11 (18)	13 (18)
Kopási index (PQ)	12 (55)	12 (55)	14 (55)
Mangán (Mn) ppm	1	1	1
Szennyeződés			
Víztartalom (Aquatest) %	0.00	0.00	0.00
szennyezettségi index (IC) %	0.5 (2)	0.8 (2)	0.9 (2)
Nátrium (Na) ppm	1	2	2
Szilícium (Si) ppm	22 (20)	24 (20)	24 (20)
Kálium (K) ppm	1	2	2
Adalékok			
Kalcium (Ca) ppm	1823	1687	1567
Cink (Zn) ppm	935	834	716
Foszfor (P) ppm	733	672	613
Magnézium (Mg) ppm	7	6	6

A laborban a fizikai jellemzők mellett ICP-OES vizsgálattal mérték meg a kopásfémek, szennyezők és adalékok mennyiségét.

A fizikai jellemzők: a motorolaj állapotáról adnak tájékoztatást. Ezek közül az egyik legfontosabb a viszkozitás változása a futásteljesítmény függvényében. A 4.4 ábra mutatja a viszkozitás változást.



4.4 ábra Viszkozitás változás

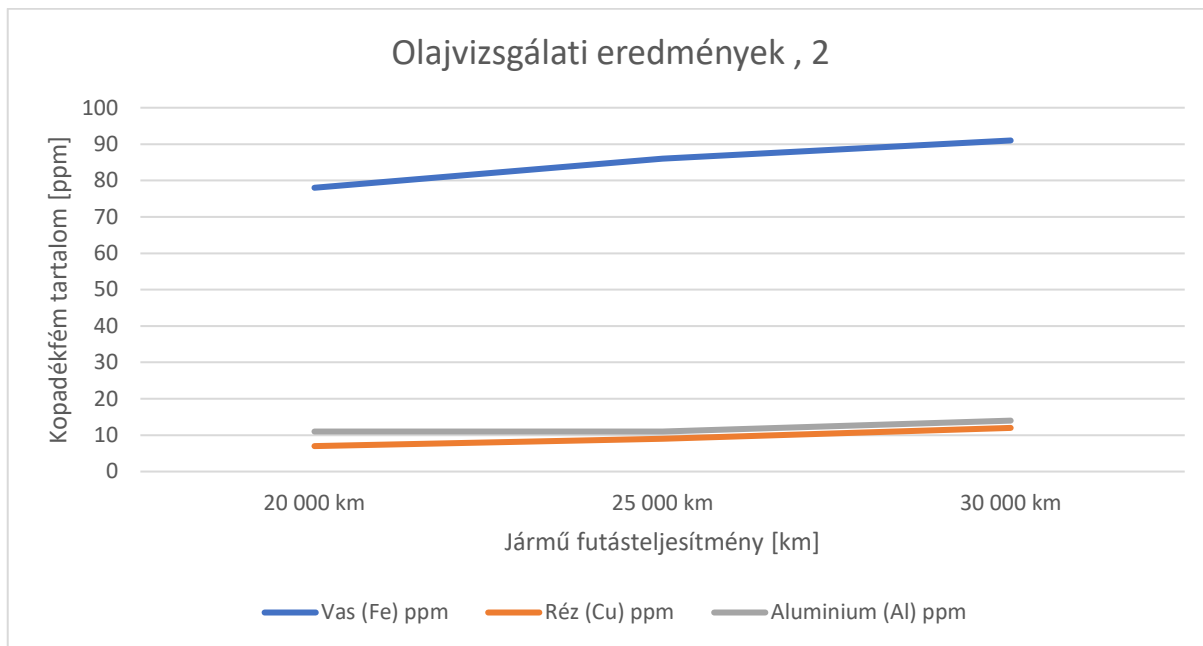
A motorolajok viszkozitása a futásteljesítménnyel jellemzően kismértékben emelkedik, köszönhetően az olaj öregedésével, oxidációjával, illetve az olajban található szennyezők (korom) mennyiségének növekedésével. Ez a folyamat normálisnak tekinthető, amíg egy meghatározott határérték alatt marad. Esetünkben ez a határérték 13,7 100⁰C cSt. Az adatokból kiolvasható, hogy mindhárom futásteljesítménynél a határérték alatt maradt a viszkozitás, így az olaj viszkozitás szempontjából megfelel a növelt olajcsereperiódus lehetőségének. A vizsgált fizikai jellemzők közül a TBN (összes bázikus tartalék) a futásteljesítmény függvényében csökken, mivel az olaj öregedésével az adalékok kimerülnek. A TBN szám az olaj detergens és korróziógátló adalékainak a kimerülését mutatja, vagyis mennyire képes a savas szennyeződések közömbösíteni. Mindhárom minta esetében a mért fizikai értékek az adott olajhoz tartozó intervallumon belül találhatóak.

A kopadék elemek a berendezés állapotát elsősorban kopás szempontjából mutatják meg. A legfontosabb vizsgált elemek a következők:

- **vas**: elsősorban a hengerblokk, hengerfej, vezérmű lánckerék, szelepek, főtengely, vezérműtengely kopásából kerül a motorba.

- **réz:** olajszivattyú, hajtórúdcsapágyak, dugattyúcsapszeg-csapágyak kopásából, illetve az olajhűtő és csővezetékek korróziójából származhat.
- **alumínium:** dugattyúból, hengerfejből, olajhűtőből, siklócsapágyakból kerül az olajba.
- **mangán:** elsősorban ötvözőelem, a szelepekben, gördülőcsapágyakban.
- **ón, ólom, nikkel:** a minták nem tartalmazták ezeket az elemeket

A 4.5 ábra mutatja a legfontosabb kopadék elemek változását

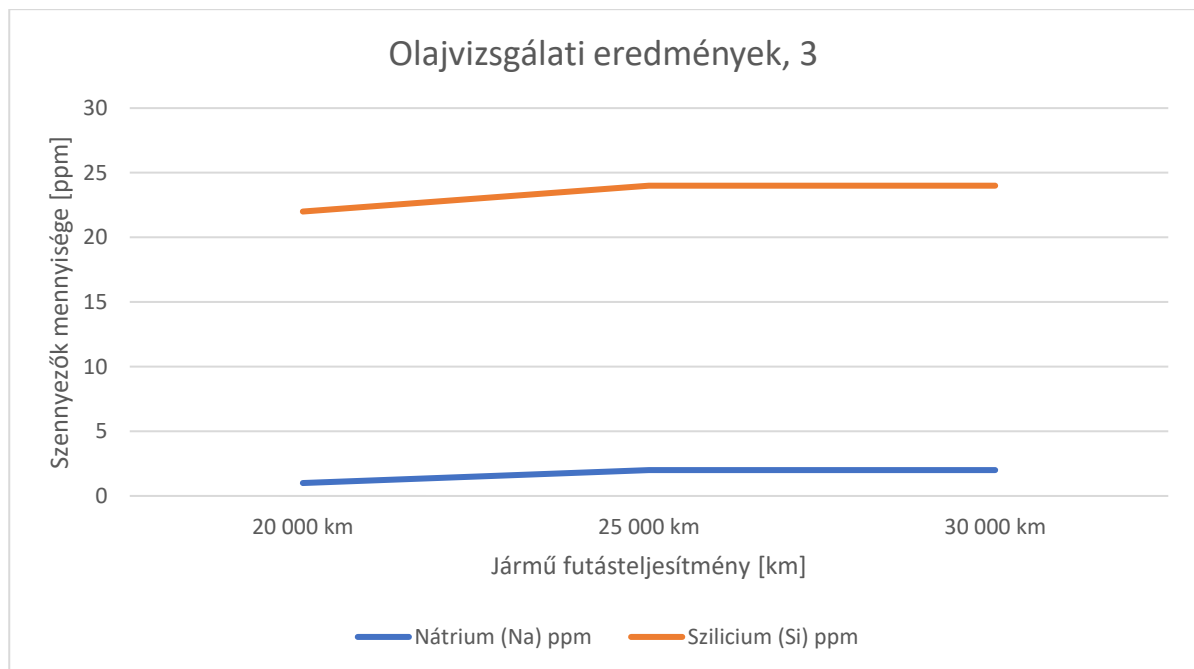


4.5 ábra Kopadékfém tartalom

A 4.5 ábrán jól látszik, hogy a legfontosabb kopadékfémek mennyisége kismértékben növekszik a futásteljesítmény függvényében, de ez a motor üzemelése során természetes jelenség, gondoljunk bele a hidegindítás során kialakuló határ majd vegyes kenési állapotra. A hirtelen megugró kopadékfém mennyisége jelezne megnövekedett kopást, és ebből kifolyólag az olajtöltet cseréjét és a berendezés vizsgálatát vonná maga után. Esetünkben az értékekből a motor rendeltetésszerű kopása állapítható meg, amit a használt motorolaj súrlódás módosító és kopásgátló adalékai segítenek elő. A vizsgált motorolaj e szempontból is megfelel a növelt csereperiódus feltételeinek. A kopadék elemek között találjuk a PQ (Particle Quantifier) indexet is, ami a mágnesezhető részecsketartalom mennyiségére jellemző mértékegység nélküli indexszám. Figyelmeztetési határértéke 55.

A szennyeződés részben az olajban található külső vagy belső szennyezők jelenlétét, illetve mennyiségét vizsgálják. [4.6 ábra]

- **víztartalom:** a kenőolajok egyik legjellemzőbb folyékony szennyezője a víz. Csökkenti az olaj terhelésfelvévőképességét, növeli a kopást, korróziót okoz, illetve 80°C felett a gőzképződés miatt elősegíti a kavitációs kopás kialakulását.
- **szennyezettségi index:** az olajban található korom mennyiségét mutatja meg. 2% alatt jó az érték, a motor égésképe jó.
- **nátrium:** fagyálló folyadék vagy hűtővíz adalékanyaga, ásványi só a csapvízben
- **kálium:** vizes közegek adalékanyaga, ásványi só a csapvízben
- **szilícium:** porban, habzástgátló adalékban, tömítésekben, szerelési segédanyagokban



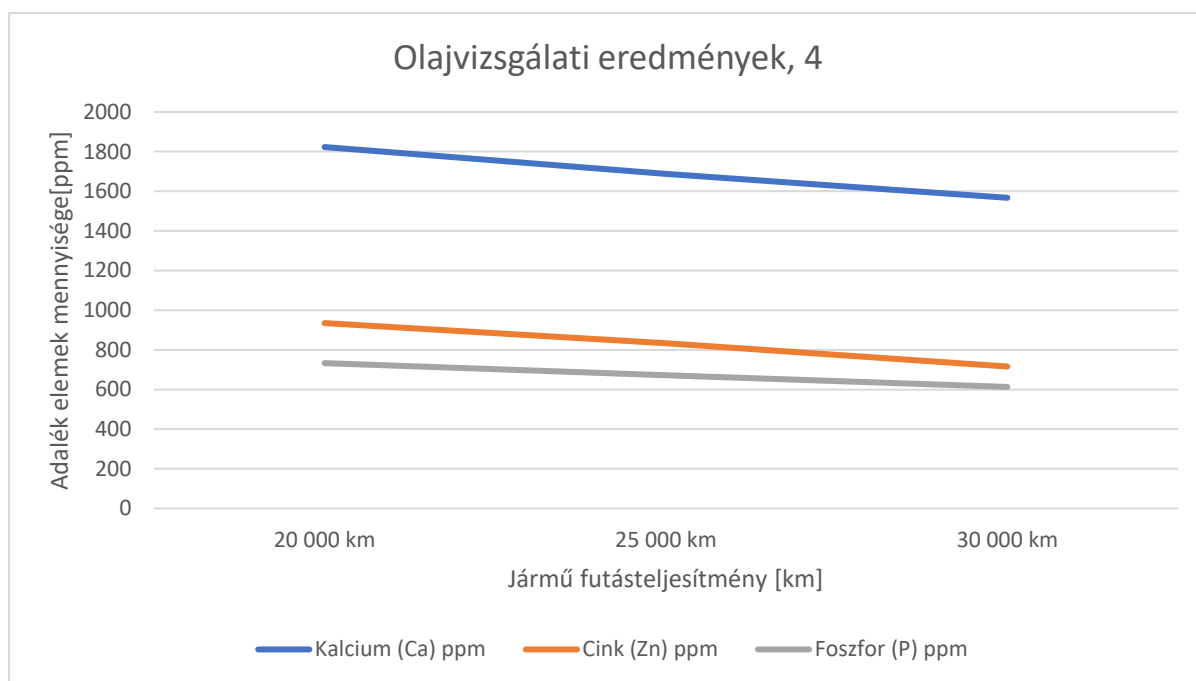
4.6 ábra Szennyezők mennyisége

A szennyezők közül a kálium és nátrium mennyisége elenyésző, ami jó eredmény, mert arra utal, hogy nem történt fagyálló, vagy hűtővíz szennyeződés. Erre utal a víztartalom 0,00%-os mennyisége is. A szilícium mennyiségével és lehetséges forrásával a későbbiekben részletesen foglalkozom.

A negyedik vizsgálati csoport az adalékok mennyiségét vizsgálja, így alapvetően az olaj öregedésére, az adalékok kimerülésére tudunk belőlük információhoz jutni.

- **kalcium:** detergens-diszpergens olajadalék
- **cink:** növeli a kopás elleni védelmet
- **foszfor:** a nagy nyomásállóságot (EP) növeli, csökkenti a kopást, javítja az olaj korróziógátló képességét
- **magnézium:** javítja a korrózió elleni védelmet, az olaj termikus stabilitását, és a diszpergáló képességét.

Az adalékok mennyiségének változását a 4.7 ábra szemlélteti.

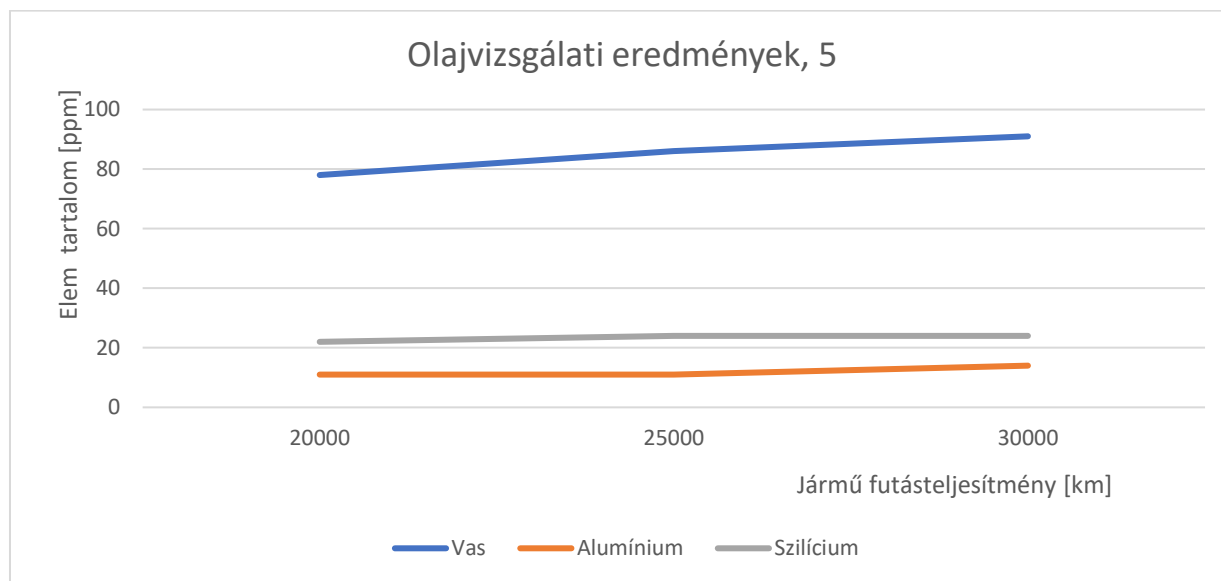


4.7 ábra Adalékok mennyiségének változása

Az adalékok mennyisége az adalék elemek mennyiségén keresztül követhető. A motorolaj működése közben az adalékok mennyisége csökken, az adalékok kimerülnek. Mivel az adalékok jelenléte elengedhetetlen a motor és a motorolaj megfelelő működéséhez, ezért mennyiségüknek az olajcsere intervallum alatt mindvégig egy, a motorolaj gyártó által meghatározott érték felett kell maradniuk. A vizsgált minták esetében egyik esetben sem értük el még a figyelmeztetési határértéket sem, ami arra utal, hogy a motorolajban az adalékok mennyisége még a növelt csereperiódus esetében is megfelelő volt.

Mivel a motorolaj egyik legfontosabb feladata a kopás csökkentése, érdemes külön is megvizsgálni a kopással összefüggésben lévő kopadék elemek és szennyezők mennyiségének változását a mintákban. Ezek az elemek a vas és az alumínium, mint kopadékfém, illetve a szilícium, mint szennyező.

A 4.5 ábra mutatja a kopással összefüggésben lévő 3 legfontosabb elem mennyiségének változását.



4.5 ábra. Szennyező és kopadék elemek aránya a futásteljesítménnyel

A 4.5. ábrából látszik, hogy egyik elem mennyisége sem ugrott meg a teszt alatt, sőt jelentős emelkedést sem látunk. A vas és az alumínium esetében az eredmények mindvégig a figyelmeztető határérték alatt maradtak. Vas esetében ez 100 ppm, míg alumíniumnál 18 ppm.

Szilícium esetében elértük a figyelmeztetési határértéket, ezért ennek az elemnek a lehetséges forrását részletesebben is megvizsgáltam.

A szilícium az univerzum 8. leggyakoribb eleme, de a földkéreg második leggyakoribb eleme az oxigén után. Ez a gyakori előfordulás az egyik lehetséges oka a motorolajok szilícium tartalmának. Részletesen megvizsgáltam a lehetséges forrásokat és a következő megállapításokra jutottam.

Az olajvizsgálat során, ha szilíciumot találunk az olajban elsősorban arra gondolunk, hogy ez a levegővel bejutott por, pizok, ami az elégtelen légszűrés, vagy a légbevezető rendszer tömítetlensége miatt jutott be a motor égésterébe és onnan a motorolajba. A por döntően szilícium-dioxid (SiO_2), de egy másik gyakori komponense a pornak az alumínium-trioxid

(Al_2O_3), aminek következtében, ha por kerül a motorolajba, akkor a szilícium mellett az alumínium is megjelenik a vizsgálati eredmények között. Ennél jelentősebb probléma, hogy a por abrazív anyag, jelentősen megnöveli a kopás mértékét, így, ha a mintában mind a szilícium, mind az alumínium mennyisége megemelkedik, nagy a valószínűsége a por okozta abrazív kopásnak. Ez főleg akkor jellemző, ha a szilícium:alumínium arány 3:1 körüli a mintában. Ebben az esetben más kopadékfémek mennyisége is megnövekszik, mint a vasé, ólomé, krómé. Ha a szilícium mennyisége növekszik, de az alumíniumé nem, akkor kicsi a valószínűsége, hogy a szilícium forrása a por. Természetesen figyelembe kell venni az üzemelési körülményeket, mert pl. ipari üzemek, bányák környezetében más összetételű porral találkozhatunk. Az üzemelési körülmények és a minták eredményei alapján arra jutottam, hogy nem a por okozta a szilícium mennyiségét a motorolajban.

Egy másik lehetséges szilícium forrás, ha hűtőfolyadék kerül a motorolajba. A hűtőfolyadékok adalékai tartalmazzak szilíciumot és más elemeket is, elsősorban nátriumot. Ha a minta eredményei nem mutatják egy hűtőfolyadék (víz) szennyeződés jeleit, nincs víztartalom, nem emelkedett a nátrium tartalom, akkor nem ez lesz a szilícium forrása. Az eredmények alapján valószínűtlen a hűtőfolyadék szennyeződés miatti magasabb szilícium jelenlét.

A motorolajokban található habzsgátló adalékok tartalmazzak szilíciumot, de ennek mennyisége alacsony, általában 5-10 ppm körüli. Ez a mennyiség a használatlan olajban is benne van, hiszen benne is kell lennie a habzsgátlás miatt. Ez a mennyiség az olaj használatával, az adalékok kimerülésével csökken, így a motorolaj saját adaléksomagja sem lehet a 20 ppm feletti szilícium mennyiség oka.

Néhány speciális ipari alapolajban is megtalálható a szilícium, de ezekben több ezer ppm mennyiségben. A tesztben vizsgált motorolaj nem ilyen termék, nem az alapolaj tartalmazta a szilíciumot.

A karbantartás során, beleértve az autószerelést, számos olyan szerelési segédanyagot használnak, amik szilíciumot (szilikont) tartalmazzak. Ezek elsősorban különböző tömítések, tömítő paszták, ragasztók, sprayk. Ezek az anyagok kapcsolatba kerülnek az olajjal és néhány komponensük átszűrődik az olajba, mint például a szilícium. Ez akár több száz ppm mennyiséget is jelenthet a mintában, de ez nem jelenti azt, hogy a tömítések feloldódnak. Amennyiben nincsen porra, megnövekedett kopásra utaló jel a mintában, és a víz és nátrium mennyisége is nulla vagy 10 ppm alatti, a megnövekedett szilícium forrása a szerelés közben használt segédanyagokban keresendő. Az Optimus 92 Kft. szerződött magánszervizével történt

egyeztetés alapján kiderült, hogy a szervízben előszeretettel használják a szilikont tartalmazó anyagokat, sokszor indokolatlanul, vagy túl nagy mennyiségben. A mintákban nagy valószínűséggel a szervíz által felhasznált szerelési segédanyagok a forrásai a magasabb szilícium tartalomnak.

4.5 Olajvizsgálati eredmények értékelése

Az SGS France Vernolab laboratóriumában vizsgált olajminták eredményei alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le.

1. a vizsgált motorolajok fizikai jellemzői minden esetben megfeleltek az előírt értékeknek
2. a kopadékfémek és a kopási index is minden esetben megfelelt a határértékeknek
3. a szennyezők mennyisége a figyelmeztetési határérték alatt maradt, kivéve a szilíciumét, aminek a forrása a szilícium tartalmú szerelési segédanyagok használata
4. az adalékok mennyisége minden mintában megfelelő volt, nem volt jele adalékok kimerülésének

Az olajvizsgálati eredmények alapján kijelenthető, hogy mind a vizsgált motorok, mind a vizsgált motorolajok további használatra (növelt olajcsere periódus) alkalmas állapotban voltak, így ezekre az eredményekre hivatkozva a jelenlegi 20 000 km futás teljesítményű motorolaj olajcsere periódusát 30 000 km futásra lehet növelni a Renault Master furgonok esetében.

5. Gazdasági számítás

A gazdasági számításhoz az alapadatokat az Optimus 92 Kft. szolgáltatta. A számítás a dolgozat készítésének időpontjában vett költségekkel számol. Az 5.1 táblázat tartalmazza a számítás alapadatait, az 5.2 táblázat pedig a számolást.

5.1 táblázat Alapadatok

ALAPADATOK	
Furgon db	47
Összes éves futásteljesítmény km	7 000 000
Motorolaj töltet liter	8
Nettó motorolaj ár Ft/L	1 900
Nettó olajszűrő ár Ft/db	3 500
Olajszűrő tömege kg	0,4
Szervíz nettó rezsiradíja Ft/óra	15 000
Egy olajcsere munkaideje óra	1
Fáradtolaj kezelési díj Ft/kg	83
Használt olajszűrő kezelési díj Ft/kg	103
Olajos flakon kezelési díj Ft/kg	177
1 óra állásidő netto költsége Ft/óra	8 000
Olajos flakon tömege kg	0,4

5.2 táblázat Gazdasági számolás

	20 000 km olajcsereintervallum	30 000 km olajcsereintervallum	Megtakarítás nettó Ft
Olajcserék száma db/év	350	233	
Éves olajköltség Ft	5 320 000	3 541 600	-1 778 400
Éves olajszűrő költség Ft	1 225 000	815 500	-409 500
Éves szervízdíj Ft	5 250 000	3 495 000	-1 755 000
Éves szűrő kezelési díj Ft	14 420	9 599	-4 821
Fáradtolaj kezelési díj Ft	232 400	154 712	-77 688
Olajos flakon kezelési díj Ft	198 240	131 971	-66 269
Állásidő költsége Ft	2 800 000	1 864 000	-936 000
Összesen	15 040 060	10 012 382	-5 027 678
Fáradtolaj mennyisége kg	2 520	1 678	-842
Olajjal szennyezett hulladék kg	280	186	-94

A javaslatom alapján az Optimus 92 Kft. évente megtakarítana **nettó 5 027 678 forintot**, továbbá **842 kg**-al kevesebb fáradtolajjal, illetve mintegy **94 kg**-al kevesebb olajjal szennyezett veszélyes hulladékkal terhelné a környezetet.

6. Összefoglalás

Dolgozatomban az Optimus 92 Kft. szállítmányozási tevékenysége során használt karbantartási stratégia felmérése, és hibakutatása után tettem javaslatot, egy új megközelítésű karbantartásra.

Munkám során az alábbi folyamat eredményeként tettem meg javaslatomat.

- 1.: hibafeltárás A gépgyártó és vizsgált cég alkalmazott karbantartási gyakorlatát felmértem. A kapott adatok összehasonlításából meg tudtam határozni, hogy a karbantartás mely elemei azok, amik eltérnek gépgyártó által meghatározottól.
- 2.: mérés a cég flottájából 3 reprezentatív furgont választottam ki futásteljesítmény és gyártási év alapján. Ezekből a furgonokból 20-25-30 000 km futásteljesítmény után vett motorolaj mintákat egy független labor vizsgálta meg. A beérkezett mérési eredményeket grafikonon ábrázolva trendszerűen láthatóvá vált az adott motor, illetve motorolaj állapotát jellemző legfontosabb, fizikai jellemzők, kopadékfém,-szennyezőanyagok,-adalékok mennyisége.
- 3.: következtetés a vizsgálati eredmények alapján mind a motorok, mind a motorolajok alkalmasnak bizonyultak a növelt csereperiódusú motorolaj cserére, de a szerződött szerviz által eddig alkalmazott szerelési segédanyagok felhasználásán változtatni szükséges.
- 4.: javaslat az olajvizsgálati eredményekre alapozva, az olajcsere periódus a jelenlegi 20 000 km-ről 30 000 km-re növelhető. A szerződött szervíznél el kell érni, hogy csak a kellő helyeken és a szükséges mennyiségben használja karbantartási segédanyagokat kiemelten figyelve a szilíciumot tartalmazó anyagokra.

A jelenleg használt üzemidő alapú karbantartási gyakorlat nem változik, de egy állapotfüggő karbantartási stratégia felhasználásával az olajcsereperiódust 50%-kal lehet növelni.

7. Summary

In my thesis, after assessing the maintenance strategy and troubleshooting used by Optimus 92 Kft. during its transport activities, I proposed a new approach of maintenance.

During my work, I made my proposal as a result of the following process.

- 1.: error detection: I assessed the maintenance practices used by the machine manufacturer and the examined company. From the comparison of the received data, I was able to determine which elements of maintenance differ from those specified by the machine manufacturer.
- 2.: measurement: I selected 3 representative vans from the company's fleet based on mileage and year of manufacture. Engine oil samples taken from these vans after a mileage of 20-25-30,000 km were analyzed by an independent laboratory. By plotting the received measurement results on a graph, the most important physical characteristics characterizing the condition of the given engine and engine oil, the amount of wear metal, contaminants, and additives became visible.
- 3.: conclusion: Based on the test results, both the engines and the engine oils proved to be suitable for changing the engine oil with an increased oil change period, but it is necessary to change the use of assembly materials used by the contracted service until now.
- 4.: recommendation: Based on the oil test results, the oil change period can be increased from the current 20,000 km to 30,000 km. The contracted service must ensure that maintenance materials are used only in the right places and in the necessary quantities, paying particular attention to materials containing silicon.

The current operating time-based maintenance practice will not change, but using a condition-dependent maintenance strategy, the oil change interval can be increased by 50%

8. Nyilatkozatok

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Kalácska László (név) (hallgató Neptun azonosítója: F5GST5) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023 év október hó 30 nap



Belső konzulens

NYILATKOZAT

Alulírott Kalácska László, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Menésstudományi és tróbo-dignontikai szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Gödöllő 2023 év október hó 30 nap


Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekinttem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Gödöllő 2023 év október hó 30 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kalácska László
A Hallgató Neptun kódja: F5GST5
A dolgozat címe: Járműpark szabványosított rendszerrel fejlesztése az Optimus 92 Kft.-nél
A megjelenés éve: 2023
A tanszék neve: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatos Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év október hó 30 nap

[Handwritten Signature]

Hallgató aláírása

9. Irodalomjegyzék

- [1] Kalácska Gábor (2023): Kenéstechnika és karbantartás. Egyetemi szakmérnöki jegyzet, MATE Műszaki intézet.
- [2] Zsidai László (2023): Tribológia alapfogalmak, ipari környezeti kapcsolódások. Egyetemi szakmérnöki jegyzet, MATE Műszaki intézet.
- [3] Minh Duc Lee, Cher Ming Tan (2013): Optimal maintenance strategy of deteriorating system under imperfect maintenance and inspection using mixed inspectionscheduling. Reliability Engineering & System Safety. Volume 113, pages 21-29.
- [4] Albert H.C. Tsang (2002): Strategic dimensions of maintenance management. Journal of Quality Maintenance Engineering
- [5] Shell (2000): Néhány hasznos tudnivaló a kenőanyagokról.
- [6] Fehér Tamás (2023): Új alapokon GTL (Gas to Liquid) földgázból készült szintetikus alapolaj.
- [7] Nemesnyik Ákos (2023): Motorolajok fejlesztése.
- [8] Weibert Ferenc (2023): Motorolajok.
- [9] Zoran Timotijevic, Slavko Bacevac and Simona Corsi (2013): Evaluation of oil drain interval for buses in urban traffic with respect to local operating conditions. World Tribology Congress Torino, Italy
- [10] Slavomir Kardos, Alena Pietrikova (2016): Evaluation of motor oil characteristics and degradation factors for possibilities of continuous diagnostics. Acta Electrotechnica et Informatica Vol.16, No.2. pg 20-24
- [11] Lacey, P., Gonsel, S., Ferner, M., Pozebanchuk, M. et al.(2003), "Effect of Oil Drain Interval on Crankcase Lubricant Quality," SAE Technical Paper 2003-01-1957,
- [12] Jinghu Hu, Matthew Hall, and Ron Matthews (2020): A Novel Technique for Measuring Cycle-Resolved Cold Start Emissions Applied to a Gasoline Turbocharged Direct Injection Engine. SAE World Congress Experience
- [13] J.M.Herdan (2006): Lubricating oil additives and the environment. — an overview, Lubrication Science

- [14] L Gil, K Przystupa, D Pieniak, E Kozłowski, K Antosz, K Gauda, P Izdebski (2021): Influence of Contamination of Gear Oils in Relation to Time of Operation on Their Lubricity. Systems Engineering . Availability and Reliability
- [15] Waldemar Tuszynski, Remigiusz Michalczewski, Witold Piekoszewski, Marian Szczerek (2008): Effect of ageing automotive gear oils on scuffing and pitting. Tribology International Volume 41, Issue 9-10
- [16] Nagy I. -Delta 3N (2023): Karbantartási stratégiák fejlődése
- [17] Janik et. al. (2000): Gépüzemfenntartás I. Dunaújváros, Főiskolai kiadó.

10. Mellékletek jegyzéke

1. sz. melléklet: Shell Helix Ultra Professional AR-L 5W-30 motorolaj műszaki adatlapja
2. sz. melléklet: 20 000 km futásteljesítmény utáni teszteredmények
3. sz. melléklet: 25 000 km futásteljesítmény utáni teszteredmények
4. sz. melléklet: 30 000 km futásteljesítmény utáni teszteredmények

1. sz. melléklet


Muszaki adatlap

Shell Helix Ultra Professional AR-L 5W-30

Teljesen szintetikus motorolaj - A motorgyártók speciális követelményeihez szabva

A termék arra lett tervezve, hogy a különösen magas teljesítményű személygépjármű dízelmotorok kihívást jelentő követelményeinek, a Renault és az ACEA C4 előírásait is beleértve, megfeleljen.

Proud Drivers Choose Shell Helix

Tulajdonságok és előnyök

- **Üzemanyag hatékonyság**
Teljesíti az ACEA üzemanyag-takarékosságra vonatkozó M111FE (CEC-L-54-T-96) tesztet.
- **Renault házi tesztek**
Teljesíti az olaj oxidációra, dugattyú lerakódásra és dugattyúgyűrű-beragadásra vonatkozó "LLR" tesztet.
- **Motorkopás és tartósság**
Teljesíti a Sequence IVB (ASTM D8350) szelepevezérlés kopásra vonatkozó kopásteztet.
- **Motortisztaság**
Teljesíti a VW TDI dugattyútisztaságra, dugattyúgyűrű-beragadásra és a TBN/TAN értékeket a teszt végén vizsgáló (CEC L-117-20) dugattyútisztaság-tesztet.
Teljesíti az olajiszap-képződésre és gyantásodásra vonatkozó Sequence VG (ASTM D6593) iszaptesztet.
- **Koromkezelés**
Teljesíti a DV6C (CEC L-106-16) olaj diszpergens tulajdonság tesztet közepes hőmérsékleten.

Alkalmazások

- A dízelmotorok részére szolgáló Shell Helix Ultra Professional AR-L 5W-30 rendelkezik a műszaki kihívást jelentő ACEA C4 és a Renault 0720 szerinti jóváhagyással.
- Kifejezetten dízel részecskeszűrővel (DPF) rendelkező dízel járművek részére fejlesztették.
- Alacsony szulfáthamu-, foszfor- és kéntartalma (low-SAPS) elősegíti a DPF rendszerek eltömődés elleni védelmét.

Specifikációk és jóváhagyások

- ACEA C4
- Renault RN 0720
- MB 226.51
- Megfelel az FCA 9.55535 S4 követelményeinek
Kérjük, hogy az Ön járművéhez és berendezéséhez a megfelelő Shell Helix termékekkel kapcsolatosan keresse a Shell LubeMatch honlapját: <http://lubematch.shell.com>
A termékek jelen leírásban nem említett felhasználása tekintetében szíveskedjék keresni az Ön Shell kenőanyag disztribútor képviselőjét vagy annak műszaki tanácsadóját.

Fizikai jellemzők

Tulajdonságok			Szabvány	Shell Helix Ultra Professional AR-L 5W-30
Kinematikai viszkozitás	@100°C	cSt	ASTM D445	12
Kinematikai viszkozitás	@40°C	cSt	ASTM D445	67,1
Viszkozitási index			ASTM D2270	178
MRV	@-35°C	cP	ASTM D4684	28800
Sűrűség	@15°C	kg/m ³	ASTM D4052	847
Lobbanáspont		°C	ASTM D92	230
Dermedéspont		°C	ASTM D97	-39

A fenti adatok a jelenleg gyártott termékre jellemzőek. Tekintettel arra, hogy ezen jellemzőknek a jövőben is a Shell mindenkor érvényes specifikációinak kell megfelelniük, ezek változása lehetséges.

2. sz. melléklet

Cég	Optimus 92 Kft	Optimus 92 Kft	Optimus 92 Kft
Gépgyártó	Renault	Renault	Renault
Model	Master 2.3 DCi	Master 2.3 DCi	Master 2.3 DCi
Olajállapot	figyelmeztetés	figyelmeztetés	figyelmeztetés
Használt kenőanyag	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30
Motorolaj élettartam	20000 Km	20000 KM	20000 KM
Fizikai jellemzők			
Viszkozitás 100°C cSt	12,1	12,4	12,5
Lobbanáspont °C	>180	>180	>180
TBN (D 4739) mg KOH/g	3,50	3,4	3,5
Kopás			
Vas (Fe) ppm	74	79	82
Réz (Cu) ppm	7	8	7
Alumínium (Al) ppm	11	11	12
Kopási index (PQ)	12	12	13
Mangán (Mn) ppm	1	1	1
Szennyeződés			
Víztartalom (Aquatest) %	0.00	0.00	0.00
Szennyezettségi index (IC) %	0,5	0,5	0,6
Nátrium (Na) ppm	1	2	1
Szilícium (Si) ppm	20	23	24
Kálium (K) ppm	1	2	1
Adalékok			
Kalcium (Ca) ppm	1892	1765	1812
Cink (Zn) ppm	975	881	948
Foszfor (P) ppm	786	712	701
Magnézium (Mg) ppm	7	7	6

3. sz. melléklet

Cég	Optimus 92 Kft	Optimus 92 Kft	Optimus 92 Kft
Gépgyártó	Renault	Renault	Renault
Model	Master 2.3 DCi	Master 2.3 DCi	Master 2.3 DCi
Olajállapot	figyelmeztetés	figyelmeztetés	figyelmeztetés
Használt kenőanyag	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30
Motorolaj élettartam	25000 KM	25000 KM	25000 KM
Fizikai jellemzők			
Viszkozitás 100°C cSt	12,4	12,7	12,7
Lobbanáspont °C	>180	>180	>180
TBN (D 4739) mg KOH/g	3,50	3,4	3,4
Kopás			
Vas (Fe) ppm	80	86	91
Réz (Cu) ppm	7	9	10
Alumínium (Al) ppm	11	12	12
Kopási index (PQ)	12	12	13
Mangán (Mn) ppm	1	1	1
Szennyeződés			
Víztartalom (Aquatest) %	0.00	0.00	0.00
Szennyezettségi index (IC) %	0,7	0,8	0,8
Nátrium (Na) ppm	1	2	2
Szilícium (Si) ppm	21	25	24
Kálium (K) ppm	1	2	2
Adalékok			
Kalcium (Ca) ppm	1811	1657	1594
Cink (Zn) ppm	894	820	789
Foszfor (P) ppm	708	664	643
Magnézium (Mg) ppm	6	7	6

4. sz. melléklet

Cég	Optimus 92 Kft	Optimus 92 Kft	Optimus 92 Kft
Gépgyártó	Renault	Renault	Renault
Model	Master 2.3 DCi	Master 2.3 DCi	Master 2.3 DCi
Olajállapot	figyelmeztetés	figyelmeztetés	figyelmeztetés
Használt kenőanyag	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30	Helix Ultra Prof. AR-L 5W-30
Motorolaj élettartam	30000 KM	30000 KM	30000 KM
Fizikai jellemzők			
Viszkozitás 100°C cSt	12,5	12,7	12,8
Lobbanáspont °C	>180	>180	>180
TBN (D 4739) mg KOH/g	3,40	3,4	3,3
Kopás			
Vas (Fe) ppm	85	92	95
Réz (Cu) ppm	9	12	14
Alumínium (Al) ppm	13	12	16
Kopási index (PQ)	13	12	17
Mangán (Mn) ppm	1	1	1
Szennyeződés			
Víztartalom (Aquatest) %	0.00	0.00	0.00
Szennyezettségi index (IC) %	0,8	0,8	1
Nátrium (Na) ppm	2	2	2
Szilícium (Si) ppm	22	25	25
Kálium (K) ppm	1	2	2
Adalékok			
Kalcium (Ca) ppm	1708	1538	1455
Cink (Zn) ppm	760	714	673
Foszfor (P) ppm	650	611	579
Magnézium (Mg) ppm	6	6	6