

SZAKDOLGOZAT

Borbély Péter Gyula
Gépészmérnök BSC

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Járműtechnika tanszék

Gépészmérnök alapképzési szak

Olajok kenőképességének vizsgálata

Belső konzulens: Dr. Pillinger György
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Műszaki Intézet, Járműtechnika
tanszék

Külső konzulens: Udvardi Béla
szervizmérnök, Valkon 2007 Kft

Készítette: **Borbély Péter Gyula**
Gépészmérnök, BSC

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖKI ALAPSZAK
Járműtechnika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Borbély Péter Gyula (DDX2U9)

részére

A szakdolgozat címe:

Olajok kenőképességének vizsgálata

Feladatkiírás:

Foglalja össze és értékelje a járművek különféle olajainak elhasználódását tribológiai ismeretei és források segítségével. Ismertesse a különféle olajvizsgálati módszereket és válasszon ki egy módszert, amellyel olajcsere intervallumot növelünk gyakorlati alkalmazásban. Számolja ki a módszer megtérülésének időtartamát.

Közreműködő tanszék: Járműtechnika Tanszék

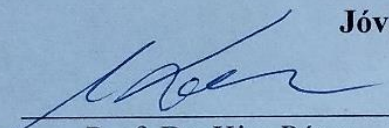
Külső konzulens: Udvardi Béla, szerviztechnikus, Valkon 2007 Kft.

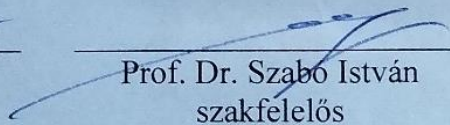
Belső konzulens: Dr. Pillinger György, *egyetemi docens*, MATE, Műszaki Intézet, Járműtechnika Tanszék

Beadási határidő: 2024. november 5. (kedd) 12.00 óra

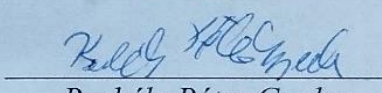
Gödöllő, 2024. június 15.

Jóváhagyom


Prof. Dr. Kiss Péter
tanszékvezető


Prof. Dr. Szabó István
szakfelelős

Átvettem

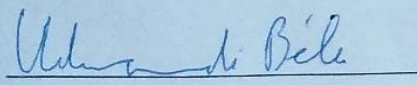

Borbély Péter Gyula
hallgató

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

Gödöllő, 2024.

hó

nap


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzés:	1
2. Kenőanyagok feladata, vizsgálati módszerei:	2
2.1 Kenőanyagok fogalma, feladata:	2
2.1.1. Kenőanyagok feladata:	2
2.2. A kenőanyagok általános osztályozása:	4
2.2.1. Ásványi kenőanyagok:	4
2.2.2. Szintetikus kenőanyagok:	6
2.2.3. A kenőanyagok osztályozása alkalmazás szerint	7
2.3. Motorolajok jellemzése:	8
2.3.1. Motorolajok hőterhelése:	8
2.3.2. Motorolajok részecskék elleni védelme:	8
2.3.3. Kenés a forgattyúsházban:	9
2.3.4. Motorolajok legfontosabb tulajdonságai:	10
2.3.6. Motorolajok szabványai:	13
2.4. Olajvizsgálat	17
2.4.1. Olajvizsgálat fontossága:	17
2.4.2. A kenőképesség fogalma és jelentősége	17
2.4.3. A kenhetőség fontossága a mechanikai rendszerekben	17
2.4.4. Az olajvizsgálat fő célkitűzései:	18
2.4.5 Olajvizsgálati módszerek:	18
3.Olajok vizsgálata, fogalmak:	20
3.1. Mérőműszer kiválasztása:	20
3.1.1. Kenőképesség vizsgálati módszerek	20
3.1.2. A megfelelő vizsgálat kiválasztása:	22
3.1.3. Eljárások leírása:	22
3.1.4. Mérés leírása:	24
3.1.5. Előkészületek:	24
3.1.6. Mérés menete:	25

3.1.7. Mérés kiértékelése:	41
3.2 Gazdasági számítás:	45
3.3. Környezeti hatások:	47
4. Összefoglalás	48
5. Summary	50
6. Irodalomjegyzék	52
7. Mellékletek:	54
8. Köszönetnyilvánítás:	55

1. Bevezetés, célkitűzés:

Dolgozatom témájának kiválasztásának során leginkább az motivált, hogy az eddigi tanulmányaim során megszerzett alapvető műszaki ismeretek használatával, a környezettudatosság és a költségcsökkentés értelmében a gépjárművekben, haszongépjárművekben, iparban a kenőolajok elhasználódását követni, értékelni tudjuk. Ezt az elhasználódást tudtam követni a családi gazdaságunkban lévő gépeken. Véleményem szerint ez nagyban hozzá fog járulni a környezeti lábnyom és a károsanyag kibocsátás csökkentéséhez.

E feladat azért aktuális, mivel a Föld kőolajkészlete napról napra csökken. Ezeket a kőolajkészleteket több millió év alatt sikerült felhalmozni, melyeket most elég gyors tempóban használunk fel. A kenőanyagok ára folyamatosan emelkedik. Mivel a gépek, gyárak üzemeltetéséhez elengedhetetlenek ezek a kenőanyagok és ezekből véges mennyiség áll rendelkezésre, így érdemes a meglévő mennyiséget teljesen kihasználni, amely az olaj vizsgálatokkal érhető el.

A kenőolaj vizsgálatának jelentősége kiemelten fontos, hiszen az olaj állapota közvetlenül befolyásolja a gépek és berendezések megbízhatóságát, élettartamát és hatékonyságát. A vizsgálatok célja, hogy időben észleljék a kenőanyagok elhasználódását, szennyeződését vagy bármilyen olyan problémát, amely veszélyeztetheti a gépek működését. A gépjárművek, haszongépjárművek, gyárak környezeti terhelésének csökkentése, alacsonyabb karbantartási és fenntartási költségek mellett. Ez létrehozna egy rendszert, amely mindenkinek jó. A vállalkozások, gépjárműfelhasználók kisebb önköltség mellett tudnának ugyanannyit termelni kevesebb kenőanyagfelhasználással, így a környezeti lábnyom lényegesen csökkenthető.

A dolgozatomban a kenőolajok vizsgálatának két témakörét érintem. Az első részben bemutatom a kenőolajok legfőbb tulajdonságait, a velük szemben feltámasztott követelményeket, majd bemutatom a különböző olajmérési vizsgálatokat. A második részben részben az általam vett mintákat vizsgálom meg, értékelem ki és javaslatot teszek az olaj használhatóságáról. Ezután kiszámolom az adott mérőeszköz megtérülésének idejét.

A dolgozatom érdemi részében kiértékelem, megvizsgálom az általam vett minták tulajdonságait, összehasonlítom őket egymással, majd mérlegelek a minták alapján, hogy a mért

adatokkal használható-e az adott olaj. Kiszámolom az elnyújtott olajcsere periódussal járó költségcsökkenéseket, illetve a mérőrendszer megterülését, adott körülmények között.

Fontosnak tartom, hogy átfogó képet kapjanak arról, hogy mennyi olajat tekintünk „használtként”, miközben még az jónéhány üzemórát elment volna, így egy adott használt olajmennyiséget pazaroltunk el.

2. Kenőanyagok feladata, vizsgálati módszerei:

2.1 Kenőanyagok fogalma, feladata:

A kenőanyag olyan anyagok összessége, amelyek az egymással érintkező felületek között bejutásukkal segítik a súrlódás csökkentését, így segítik a felületek között létrejött hőmérséklet és kopás csökkenését. A kenőanyag feladata lehet erőátvitel (pl. hidraulika,), idegen részecskék elszállítása, hűtés vagy fűtés.

Bár ez egy érvényes meghatározás, nem tudatja mindazt, amit a kenés valójában elér.

(Don M. Pirro al: (2016))

2.1.1. Kenőanyagok feladata:

A mozgó alkatrészek közötti súrlódás csökkentése: A kenőanyagokat általános estében arra alkalmazzák, hogy a kenni kívánt alkatrészek között hézagot állítsanak elő. Ennek az hézagnak az az előnye, hogy csökkenti a súrlódást, a kopást és a felületi fáradást, valamint csökkenti a hőtermelést, az üzemi zajt és a rezgéseket. A kenőanyagok ezt többféle módon érik el. A leggyakoribb az, hogy fizikai határt képeznek, azaz egy vékony kenőanyagréteg választja el az elválasztani kívánt alkatrészeket. Ekkor a két felület közé kenőanyag jut be és nem engedi őket, hogy összeérjenek. Magas felületi nyomás vagy hőmérséklet esetén a folyadékréteg sokkal vékonyabb, és az erők egy része a kenőanyagon keresztül jut át a felületek között.

Súrlódás csökkentése: Általában a kenőanyag-felület között létrejövő súrlódás sokkal kisebb, mint a felület-felület közötti súrlódás egy kenőanyagot nélkülöző rendszerben. Ezáltal a kenőanyag csökkenti a kenőrendszer teljes súrlódását. A kisebb súrlódás előnye, hogy a hőtermelés sokkal kisebb lesz és a kopórészecskék kialakulásának mértéke szinte nullára redukálódik, valamint sokat javul a hatásfok. A kenőanyagok tartalmazhatnak adalékanyagokat, amelyek kötődnek a

fémfelületekhez, hogy csökkentsék a súrlódást még akkor is, ha nincs elég kenőanyag a hidrodinamikus kenéshez, például egy főtengely csap és csapágyazás védelme indításkor.

Hőmérséklet átvitele: Minden halmazállapotú kenőanyag képesek hőt átadni és leadni. A folyékony kenőanyagok a nagyobb fajlagos hőkapacitásuk miatt jóval hatékonyabbak ebben. Az esetek nagyrésztében a folyékony kenőanyagot működés közben keringtetik a rendszerben, akár a hűtőkbe is, bár a kenőanyagokat hűtésre és melegítésre is lehet használni, ha meghatározott hőmérsékletre van szükség. A keringtetett áramlás által nagyobb mennyiségű hőt lehet elhasználni adott időegység alatt. A nagy áramlású rendszerek sok hőt képesek elvezetni, és további előnyük, hogy csökkentik a kenőanyag hőterhelését. Így alacsonyabb költségű folyékony kenőanyagok használhatók. Az elsődleges hátrány az, hogy a nagy áramláshoz általában nagyobb tartályok és nagyobb hűtőegységek szükségesek. Másodlagos hátrány, hogy a nagy áramlási sebességű rendszer, amely a kenőanyag hőterheléstől való védelmét az áramlási sebességre bízta, a rendszer hirtelen leállásakor hajlamos a katasztrofális meghibásodásra. A belsőégésű turbófeltöltős motorok olajhűtéses fajtái tipikus példák erre. A turbófeltöltők működés közben vörösen felforrósodnak, és az őket hűtő olaj csak azért marad életben, mert tartózkodási ideje a rendszerben nagyon rövid (azaz nagy áramlási sebességű). Ha a rendszert hirtelen leállítják (nagy sebességű hajtás után behúzódnak egy szervizbe és leállítva a motort), a turbófeltöltőben lévő olaj azonnal oxidálódik, és lerakódásokkal fogja eltömíteni az olajutakat. Idővel ezek a lerakódások teljesen elzárhatják az olaj útjait, csökkentve a hűtést, aminek következtében a turbófeltöltő teljes meghibásodást szenved, jellemzően tönkrement csapágyakkal. A nem folyós kenőanyagok, például a zsírok és paszták nem hatékonyak a hőátadásban, bár hozzájárulnak a hőtermelés csökkentéséhez.

Szennyeződések és törmelékek elszállítása: A kenőanyag-keringtető rendszerek előnye, hogy a belsőleg keletkező törmeléket és a rendszerbe kerülő külső szennyeződések egy szűrőbe szállítják, ahol eltávolíthatók. Az olyan gépek kenőanyagai, amelyek rendszeresen termelnek törmeléket vagy szennyeződések, mint például a gépjárműmotorok, általában mosó- és diszpergáló adalékanyagokat tartalmaznak, hogy segítsék a törmelék és a szennyeződések szűrőbe szállítását és eltávolítását. Idővel a szűrő eltömődik, és tisztításra vagy cserére szorul, ezért ajánlják, hogy az autó olajszűrőjét az olajcserével egy időben cseréljék. Zárt rendszerekben, például sebességváltókban a szűrő kiegészülhet egy mágnessel, amely magához vonzza a keletkező vasszemcséket.

Nyilvánvaló, hogy egy keringtető rendszerben az olaj csak annyira tiszta, amennyire a szűrő képes azt tisztává tenni, ezért sajnálatos, hogy nincsenek olyan ipari szabványok, amelyek alapján a fogyasztók könnyen megítélhetnék a különböző gépjárműszűrők szűrési képességét. A rossz autóiipari szűrők jelentősen csökkentik a gép (motor) élettartamát, valamint a rendszert gazdaságtalanná teszik.

Átviteli teljesítmény: A hidrosztatikus erőátvitelben hidraulikafolyadék néven ismert kenőanyagokat használnak munkafolyadékként. A hidraulikafolyadékok teszik ki a világon gyártott összes kenőanyag nagy részét. Az automata sebességváltók nyomatékvtó egysége másik fontos alkalmazása a kenőanyagokkal történő erőátvitelre.

Véd a kopás ellen: A kenőanyagok a két alkatrész közötti súrlódás csökkentésével megakadályozzák a kopást. A kenőanyagok tartalmazhatnak kopásgátló vagy szélsőséges nyomásra ható adalékanyagokat is, hogy növeljék a kopás és fáradás elleni teljesítményüket.

Megakadályozzák a korróziót: Sok kenőanyagot olyan adalékanyagokkal állítanak össze, amelyek kémiai kötést képeznek a felületekkel, vagy kizárják a nedvességet, hogy megakadályozzák a korróziót és a rozsdásodást. Ez csökkenti a korróziót két fémfelület között, és elkerüli az érintkezést e felületek között, hogy elkerülje a bemerülő korróziót.

Tömítés: A kenőanyagok a mozgó alkatrészek közötti hézagot a kapilláris erő révén elfoglalják a hézagot. Ez a hatás a dugattyúk és tengelyek tömítésére használható. **(http1)**

2.2. A kenőanyagok általános osztályozása:

2.2.1. Ásványi kenőanyagok:

Folyékony kenőanyagok (olajok)

Az ásványi folyékony kenőanyagok ásványi olajokon alapulnak. Az ásványi olajok (kőolajok) a nyersolaj finomításának termékei. Az ásványi olajoknak három típusa van: paraffin, naftén és aromás.

A paraffinolajokat hidrokrakkolással vagy oldószeres extrakciós eljárással állítják elő. A paraffinolajok legtöbb szénhidrogénmolekulája nem gyűrűs, hosszú láncú szerkezetű. A paraffinolajok viszonylag viszkozusak és ellenállnak az oxidációnak. Magas lobbanásponttal és magas dermedésponttal rendelkeznek.

A paraffinolajokat motorolajok, ipari kenőanyagok és feldolgozóolajok előállítására használják a gumi, textil- és papíriparban. A nafténolajokat nyersolaj-desztillátumokból állítják elő. A nafténes olajok legtöbb szénhidrogénmolekulája telített gyűrűs szerkezetű. A nafténolajok alacsony viszkozitással, alacsony lobbanásponttal, alacsony dermedésponttal és alacsony oxidációs ellenállással rendelkeznek. A nafténolajokat mérsékelt hőmérsékletű alkalmazásokban használják, főként transzformátorolajok és fémmegmunkáló folyadékok gyártására.

Az aromás olajok a paraffinolajok előállítása során végzett finomítási folyamat termékei. A legtöbb szénhidrogénmolekulája nem telített gyűrűs szerkezetű. Sötétek és magas lobbanáspontúak. Tömítőanyagok, ragasztók, valamint a gumi és aszfaltgyártás során plasztizáló anyagként használják.

Félfolyékony kenőanyagok (zsírok)

A félig folyékony kenőanyagokat (zsírokat) olajok vagy zsírok fémszappannal és vízzel történő emulgeálásával állítják elő 400-600°F (204-316°C) hőmérsékleten.

Tipikus ásványiolaj-alapú zsír a vazelin.

A zsírok tulajdonságait az olaj típusa (ásványi, szintetikus, növényi, állati zsírok), a szappan típusa (hosszú láncú zsírsavak lítium, nátrium, kalcium stb. sói) és az adalékanyagok (extra nyomás, korrózióvédelem, oxidációgátlás stb.) határozzák meg.

A félig folyékony kenőanyagokat (zsírokat) különféle alkalmazásokban használják, ahol a folyékony olaj nem alkalmazható, és ahol vastag kenőfilmre van szükség: vasúti kocsik kerekeinek görgőcsapágyainak kenése, gördülőművek csapágyai, gőzturbinák, orsók, sugárhajtóművek csapágyai és más különféle gépcsapágyak.

Szilárd kenőanyagok

A szilárd kenőanyagok lamellás szerkezettel rendelkeznek, amely még nagy terhelés esetén is megakadályozza a csúszófelületek közötti közvetlen érintkezést. A grafit és a molibdén-diszulfid részecskék gyakori szilárd kenőanyagok. A bór-nitrid, a volfrám-diszulfid és a politetrafluoretilén (PTFE) egyéb szilárd kenőanyagok. A szilárd kenőanyagokat elsősorban olajok és zsírok adalékaként használják. A szilárd kenőanyagokat száraz por formájában vagy bevonatok alkotórészeként is használják.

2.2.2. Szintetikus kenőanyagok:

Polialfa-olefinek (PAO)

A polialfaoleinek a legnépszerűbb szintetikus kenőanyagok. A PAO kémiai szerkezete és tulajdonságai megegyeznek az ásványi olajokéval.

A polialfaoleinek (szintetikus szénhidrogének) szénhidrogénmolekulák (alfaoleinek) polimerizációjával készülnek. A folyamat etiléngáz reakciójában, fémkatalizátor jelenlétében történik.

Poliglikolok (PAG)

A poliglikolokat etilén és propilén oxidációjával állítják elő. Az oxidok ezután polimerizálódnak, ami poliglikol képződését eredményezi.

A poliglikolok vízben oldódnak.

A poliglikolokat nagyon alacsony súrlódási együttható jellemzi. EP (extrém nyomás) adalékok nélkül is képesek ellenállni a nagy nyomásnak.

Eszterolajok

Az észterolajokat savak és alkoholok vízzel való reakciója során állítják elő.

Az észterolajokat nagyon jó magas és alacsony hőmérsékleti ellenállás jellemzi.

Szilikonok

A szilikonok a szervesetlen polimerek egy csoportja, amelyek molekulái Si=O részeket tartalmazó, ismétlődő kémiai egységekből (monomerek) felépülő gerincszerkezetet képviselnek. Minden Si=O részhez két szerves csoport kapcsolódik: pl. metil+metil (CH_3), metil+fenil ($\text{CH}_3 + \text{C}_6\text{H}_5$), fenil+fenil (C_6H_5). A legnépszerűbb szilikon a polidimetil-sziloxán (PDMS). Monomerje $(\text{CH}_3)_2\text{SiO}$. A PDMS-t szilíciumból és metilkloridból állítják elő.

Más példák a szilikonokra a polimetilfenilsziloxán és a polidifenilsziloxán.

A szilikonok viszkozitása a polimer molekulák hosszától és a térhálósodásuk mértékétől függ. A rövid, nem térhálósodott molekulák folyékony szilikont alkotnak. A hosszú keresztkötésű molekulák elasztomer szilikont eredményeznek.

A szilikon kenőanyagokat (olajok és zsírok) széles hőmérsékleti tartomány jellemzi: -73°C és 300°C között.

Növényi kenőanyagok:

A növényi kenőanyagok szója-, kukorica-, ricinus-, repce-, gyapotmag- és repceolajon alapulnak.

A növényi olajok környezetbarát alternatívái az ásványi olajoknak, mivel biológiailag lebomlóak. A növényi alapolajok kenési tulajdonságai megegyeznek az ásványi olajokéval.

A növényi kenőanyagok fő hátránya az alacsony oxidációs és hőmérsékleti stabilitásuk.

Állati kenőanyagok

Az állati kenőanyagokat az állatok zsírából állítják elő. Két fő állati zsíradék létezik: kemény zsírok (sztearin) és lágy zsírok (sertészsír). Az állati zsírokat elsősorban zsírok előállítására használják. (**http2**)

2.2.3. A kenőanyagok osztályozása alkalmazás szerint

- motorolajok,
- hajtóműolajok,
- hidraulikaolajok,
- vágófolyadékok (hűtőfolyadékok),
- csavaroldó kenőanyagok,
- kompresszorolajok,
- olvasztási és hűtőolajok,
- rozsdavédelmi olajok,
- transzformátorolajok (szigetelőolajok),
- turbinaolajok,
- láncok kenőanyagai.

- huzalkötél kenőanyagok

2.3. Motorolajok jellemzése:

A motorolaj a belső égésű motorok kenésére használt különböző anyagok. Általában különböző adalékanyagokkal, különösen kopásgátló adalékokkal, mosószerekkel, diszpergálószerekkel, és többféle minőségű olajok esetében viszkozitási index javítókkal feljavított alapolajokból állnak. A motorolaj fő funkciója a mozgó alkatrészek súrlódásának és kopásának csökkentése, valamint a motor tisztítása az iszaptól (a diszpergálószerek egyik funkciója) és a lakkozástól (mosószerek). Emellett semlegesíti az üzemanyagból és a kenőanyag oxidációjából származó savakat (mosószerek), javítja a dugattyúgyűrűk tömítését, és hűti a motort azáltal, hogy elvezeti a hőt a mozgó alkatrészekről. A motorokban olyan alkatrészek vannak, amelyek egymás ellen mozognak, és az alkatrészek közötti súrlódás a mozgási energia hővé alakításával elpazarolja az egyébként hasznos energiát. Emellett el is koptatja ezeket az alkatrészeket, ami a motor hatékonyságának csökkenéséhez és romlásához vezethet. A megfelelő kenés csökkenti az üzemanyag-fogyasztást, csökkenti a pazarolt teljesítményt, és növeli a motor élettartamát. A kenőolaj elválasztó filmet hoz létre a szomszédos mozgó alkatrészek felületei között, hogy minimalizálja a közvetlen érintkezést közöttük, csökkentve a súrlódási hőt és csökkentve a kopást, így védve a motort. Használat közben a motorolaj vezetés útján adja át a hőt, ahogy a motoron keresztül áramlik. Egy keringtető olajszivattyúval ellátott motorban ez a hő az olajteknő külső felületén átáramló levegő, az olajhűtőn átáramló levegő és a forgattyúház-szellőztető (PCV) rendszer által elszívott olajgázok révén kerül átadásra.

2.3.1. Motorolajok hőterhelése:

A benzinmotorokban a felső dugattyúgyűrű 160 °C-os (320 °F) hőmérsékletnek teheti ki a motorolajat. Dízelmotorokban a felső gyűrű 315 °C (600 °F) feletti hőmérsékletnek teheti ki az olajat. A magasabb viszkozitási indexű motorolajok ezeken a magasabb hőmérsékleteken kevésbé hígulnak.

2.3.2. Motorolajok részecskék elleni védelme:

A fém alkatrészek olajjal való bevonása megakadályozza, hogy azok oxigénnek legyenek kitéve, így meggátolja az oxidációt a magas üzemi hőmérsékleten, megelőzve a rozsdásodást vagy a korróziót.

A motorolajhoz korróziógátlók is adhatók. Sok motorolajhoz mosó- és diszpergálószeret is adnak, hogy segítsenek tisztán tartani a motort és minimalizálni az olajiszap-képződést.

Az olaj képes az égésből származó kormot magában megkötni, ahelyett, hogy az a belső felületeken lerakódva maradna. Ennek és némi perzselődésnek a kombinációja az, ami miatt a használt olaj némi futás után feketévé válik.

A fém motoralkatrészek egymáson való súrlódása elkerülhetetlenül termel néhány mikroszkopikus fémrészecskét a felületek kopása miatt. Ezek a részecskék keringhetnek az olajban, és a mozgó alkatrészekhez csiszolódhatnak, kopást okozva. Mivel a részecskék felhalmozódnak az olajban, azt általában olajszűrőn keresztül keringetik, hogy eltávolítsák a káros részecskéket. Az olajszivattyú egy, a motor által működtetett lapát- vagy fogaskerekes szivattyú, ez pumpálja az olajat az egész motorban, beleértve az olajszűrőt is.

2.3.3. Kenés a forgattyúházban:

A motorok forgattyúházában a motorolaj a forgattyús tengely csapágiai (főcsapágys és nagycsapágys) és a dugattyúkat a forgattyús tengellyel összekötő rudak közötti forgó vagy csúszó felületeket kenik. Az olaj a forgattyúház alján lévő olajteknőben vagy olajteknőben gyűlik össze. Egyes kismotoroknál, például fűnyírómotoroknál, a csatlakozó rudak alján lévő merítőkanalak belemerülnek az alján lévő olajba, és szükség szerint szétfröcskölnek azt a forgattyúházban, hogy a benne lévő alkatrészeket kenjék. A modern járműmotorokban az olajszivattyú veszi az olajat az olajteknőből, és az olajszűrőn keresztül az olajcsatornába küldi, ahonnan az olaj a főtengelyt a főcsapágynál tartó főcsapágys és a szelepeket működtető vezérműtengelycsapágysat kenik. A tipikus modern járművekben az olajcsatornákból a főcsapágysokhoz nyomás alatt vezetett olaj a forgattyús tengely főcsapágysain lévő furatokon keresztül jut be. A főtengelycsapágysokban lévő furatokból az olaj a forgattyústengelyen belüli járatokon keresztül a rúdcapágysokban lévő furatokba jut, hogy kenje a rúdcapágysokat és a csatlakozó rudakat. Egyes egyszerűbb konstrukciók ezekre a gyorsan mozgó alkatrészekre támaszkodtak, hogy a dugattyúgyűrűk és a hengerek belső felületei közötti érintkező felületeket fröcsköljék és kenjék. A modern konstrukciókban azonban a rudakon átmenő csatornák is vannak, amelyek a rúdcapágysokból olajat vezetnek a rúd-dugattyú kapcsolatokhoz, és kenik a dugattyúgyűrűk és a hengerek belső felületei közötti érintkező felületeket. Ez az olajfilm tömítésként is szolgál a dugattyúgyűrűk és a hengerfalak között, hogy

elválassza a hengerfejen lévő égéstermet a forgattyúháztól. Az olaj ezután visszacsöpög az olajteknőbe.

A motorolaj hűtőközegként is szolgálhat. Egyes motorokban az olajat a forgattyúház belsejében lévő fűvókán keresztül a dugattyúra permetezik, hogy a magas hőmérsékletű igénybevételnek kitett részek hűtését biztosítsák. Másrészt az olajteknő hőkapacitását ki kell tölteni, azaz az olajnak el kell érnie a tervezett hőmérsékleti tartományt, mielőtt nagy terhelés alatt megvédi a motort. Ez jellemzően hosszabb időt vesz igénybe, mint a fő hűtőközeg - víz vagy annak keveréke - üzemi hőmérsékletre való felmelegítése. Annak érdekében, hogy a vezető tájékoztatást kapjon az olaj hőmérsékletéről, néhány régebbi és a legtöbb nagy teljesítményű vagy versenymotoron olajhőmérő található.

A belső égésű motorok folyamatos üzemeltetése megfelelő motorolaj nélkül károsíthatja a motort, először kopás és elhasználódás, majd szélsőséges esetben összeragadás következik be a kenendő helyeknél.

2.3.4. Motorolajok legfontosabb tulajdonságai:

A legtöbb motorolaj a nyersolajból származó nehezebb, vastagabb kőolaj-szénhidrogén alapanyagból készül, amelyhez bizonyos tulajdonságokat javító adalékanyagokat adnak. A tipikus motorolajok nagy része szénhidrogénekből áll, amelyek molekulánként 18 és 34 szénatom közötti szénatomszámmal rendelkeznek. A motorolaj egyik legfontosabb tulajdonsága a mozgó alkatrészek közötti kenőfilm fenntartásában a viszkozitás. Egy folyadék viszkozitása úgy is felfogható, mint a „vastagsága”, vagy az áramlási ellenállásának mértékegysége. A viszkozitásnak elég magasnak kell lennie ahhoz, hogy a kenőfilmet fenntartsa, de elég alacsonynak ahhoz, hogy a szivattyú minden körülmények között körbe tudja áramoltatni a rendszeren. A viszkozitási index azt méri, hogy az olaj viszkozitása mennyit változik a hőmérséklet változásával.

A motorolajnak a várható legalacsonyabb hőmérsékleten is megfelelően kell tudnia folyni, hogy a motor indításakor a lehető legkisebbre csökkentse a mozgó alkatrészek fém-fém érintkezését. Az ASTM D97 által meghatározott, a motorolajnak ezt a tulajdonságát először a dermedéspont határozta meg, amely a legalacsonyabb hőmérsékletű felhasználhatóságának mutatója egy adott alkalmazáshoz, de a hidegindítás szimulátor (CCS) és a mini-rotációs

viszkóziméter (MRV), ma már a motorolaj specifikációjában előírt tulajdonságok, és meghatározzák a Society of Automotive Engineers (SAE) osztályozását.

Az olaj nagyrészt szénhidrogénekből áll, amelyek gyulladás esetén eléghetnek. A motorolaj másik fontos tulajdonsága a lobbanáspontja, vagyis az a legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen az olajból gyúlékony gőzök szabadulnak fel. Veszélyes, ha a motorban lévő olaj meggyullad és elég, ezért a magas lobbanáspont kívánatos. A kőolaj-finomítóban a frakcionált desztilláció során a motorolaj-frakciót elválasztják a többi nyersolajfrakciótól, eltávolítva az illékonyabb összetevőket, és így növelik az olaj lobbanáspontját (csökkentve az égési hajlamot).

A motorolaj egy másik tulajdonsága a teljes bázisszám (TBN), amely az olaj lúgosságának mérése, vagyis a savak semlegesítésére való képességének mérése. Az így kapott mennyiséget mg KOH/ (gramm kenőanyag) értékben határozzák meg. Ezzel analóg módon az összes savszám (TAN) a kenőanyag savasságának mérőszáma. Egyéb vizsgálatok közé tartozik a cink-, foszfor- vagy kéntartalom, valamint a túlzott habzás vizsgálata. (A.R. Lansdown(1982))

2.3.5. Motorolaj karbantartása:

Az olajat és az olajszűrőt rendszeresen cserélni kell; a folyamatot olajcserének nevezik. Bár a rendszeres olajcserét és karbantartást egy egész iparág veszi körül, az olajcsere viszonylag egyszerű karbantartási művelet, amelyet sok autótulajdonos maga is elvégezhet. Ez magában foglalja az olaj leeresztését a motorból egy csepegtetőtálba, a szűrő cseréjét és friss olaj hozzáadását.

A motorokban az olaj némileg ki van téve a belső égés termékeinek, és a fekete koromból származó mikroszkopikus kokszerészecskék felhalmozódnak az olajban a működés során. A motor fém alkatrészeinek súrlódása során is keletkezik néhány mikroszkopikus fémrészecske a felületek kopásából. Ezek a részecskék keringhetnek az olajban, és az alkatrészfelületeken csiszolódva kopást okozhatnak. Az olajszűrő sok részecskét és iszapot eltávolít, de idővel az olajszűrő eltömődhet, ha rendkívül hosszú ideig használják.

A motorolaj és különösen az adalékanyagok hő- és mechanikai lebomláson is átesnek, ami csökkenti az olaj viszkozitását és tartalék lúgosságát. Csökkent viszkozitás esetén az olaj kevésbé képes a motor kenésére, így növekszik a kopás és a túlmelegedés esélye. A tartalék lúgosság az

olaj azon képessége, hogy ellenáll a savak képződésének. Ha a tartalék lúgosság nullára csökken, ezek a savak képződnek és korrodálják a motort.

Egyes motorgyártók megadják, hogy a Society of Automotive Engineers (SAE) milyen viszkozitási fokozatú olajat kell használni, de a különböző viszkozitású motorolajok az üzemeltetési környezet függvényében jobban teljesíthetnek. Számos gyártó eltérő követelményeket támaszt, és megnevezésekkel rendelkezik az általuk megkövetelt motorolajra vonatkozóan. Ennek hátterében az EPA követelménye áll, amely szerint az MPG-teszt során használt olajnak ugyanazt a viszkozitási fokozatot kell ajánlani a vásárlónak. Ez a kizárólagos ajánlás ahhoz vezetett, hogy megszűntek az éghajlati hőmérséklettartományt ábrázoló informatív táblázatok, valamint a javasolt több megfelelő olaj viszkozitási fokozat.

Általánosságban elmondható, hogy ha csak a gyártó nem írja elő, a vastagabb olajok nem feltétlenül jobbak, mint a vékonyabbak; a nehéz olajok hajlamosak tovább tapadni a két mozgó felület közötti alkatrészekhez, és ez gyorsabban lebontja az olajat, mint a könnyebb olaj, amely jobban folyik, így hamarabb friss olaj kerülhet a helyére. A hideg időjárás sűrítő hatással van a hagyományos olajra, és ez az egyik oka annak, hogy a gyártók hideg téllal rendelkező helyeken a hígabb olajokat ajánlják.

A motorolajcserét általában az üzemidő vagy a jármű által megtett távolság alapján ütemezik. Ezek durva jelzések a valódi tényezőkről, amelyek meghatározzák, hogy mikor van szükség olajcserére, és amelyek közé tartozik, hogy mennyi ideig üzemelt az olaj magas hőmérsékleten, hány felmelegedési cikluson ment keresztül a motor, és milyen keményen dolgozott a motor. A járműtávolság a magas hőmérsékleten töltött időt hivatott megbecsülni, míg az üzemidőnek a járművel megtett utak számával kell korrelálnia, és a fűtési ciklusok számát kell megragadnia. Az olaj nem romlik jelentősen, ha csak hideg motorban áll. Másrészt, ha egy autót csak nagyon rövid távokon vezetnek, az olaj nem melegszik fel teljesen, és felhalmozódnak benne szennyeződések, például víz, mivel nem áll rendelkezésre elegendő hő a víz kiforrálásához. Az ilyen állapotban lévő, csak a motorban lévő olaj problémákat okozhat.

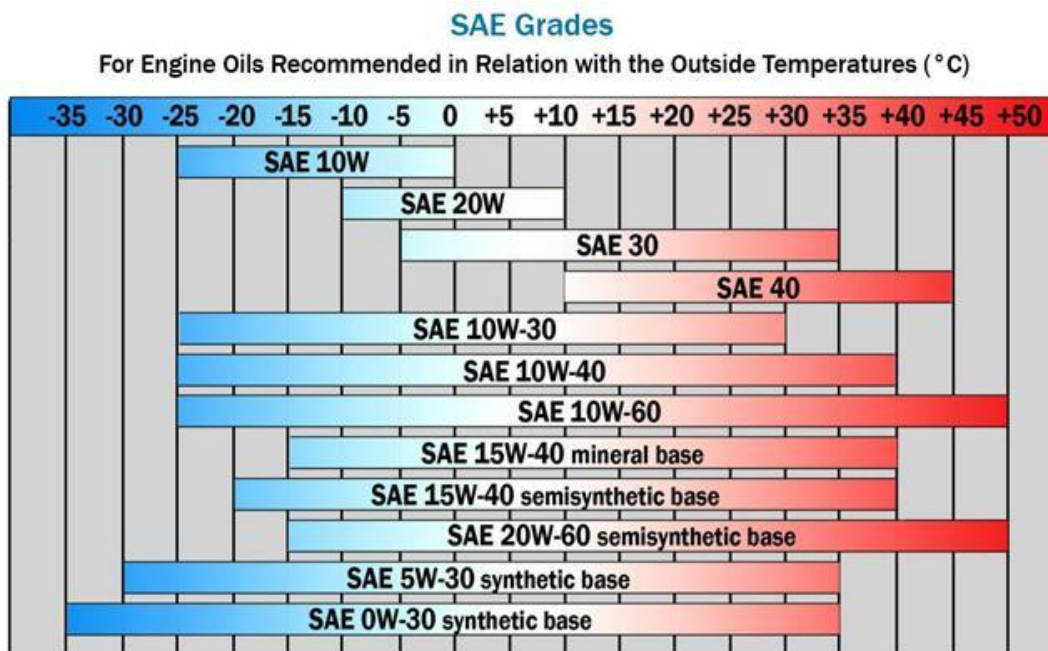
Szintén fontos a felhasznált olaj minősége, különösen a szintetikus olajok esetében (a szintetikus olajok stabilabbak, mint a hagyományos olajok). Egyes gyártók foglalkoznak ezzel például a BMW és a VW a vonatkozó hosszú élettartamú szabványaikkal.

Az időalapú intervallumok figyelembe veszik a rövid utakat megtévő járművezetőket, akik rövid távolságokat tesznek meg, amelyek során több szennyezőanyag halmozódik fel. A gyártók azt tanácsolják, hogy ne lépje túl az idő- vagy távolságfüggő motorolajcsere-intervallumot. Sok modern autóban ma már valamivel nagyobb intervallumokat írnak fel az olaj- és szűrőcserére, azzal a megkötéssel, hogy a „súlyos” szervizek gyakoribb cserét követelnek meg a kevésbé ideális vezetés mellett. Ez a 15 kilométer alatti rövid utakra vonatkozik, ahol az olaj nem éri el a teljes üzemi hőmérsékletet elég sokáig ahhoz, hogy a kondenzvíz, a felesleges üzemanyag és egyéb szennyeződések kiforrjanak, amelyek „iszapot”, „lakkot”, „savakat” vagy egyéb lerakódásokat eredményeznek. Sok gyártó rendelkezik motorszámítógépes számításokkal, amelyek az olaj állapotát az azt rontó tényezők, például a fordulatszám, a hőmérséklet és az út hossza alapján becsülik meg; az egyik rendszer optikai érzékelővel egészíti ki a motorban lévő olaj tisztaságának meghatározását. Ezeket a rendszereket általában olaj élettartam-ellenőrzőnek vagy OLM-nek nevezik. (Gerber G,)

2.3.6. Motorolajok szabványai:

SAE:

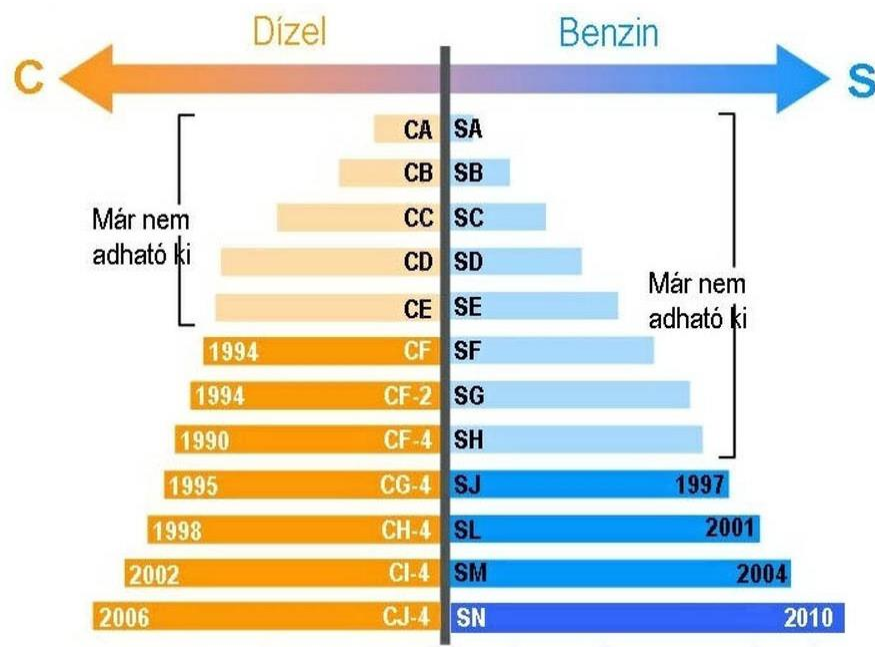
A Society of Automotive Engineers (SAE) létrehozott egy számkódrendszert a motorolajok viszkozitási jellemzőik szerinti osztályozására SAE J300 néven. Ezt a szabványt világszerte általánosan használják, és az ezt alkalmazó szabványügyi szervezetek közé tartozik az API és az ACEA. A besorolások között vannak egyfokozatúak, például SAE 30, és többfokozatúak is, például SAE 15W-30. A többfokozatú osztály egy téli fokozatból áll, amely hideg hőmérsékleten határozza meg a viszkozitást, és egy nem téli fokozatból, amely üzemi hőmérsékleten határozza meg a viszkozitást. (1.ábra) A polimer viszkozitási indexjavítót használó motorolajat többfokozatúnak kell minősíteni. ([http4](#))



1. ábra SAE szabvány különböző fokozatai (forrás: <http5>)

American Petroleum Institute (API):

A motorok kenőanyagait az American Petroleum Institute (Amerikai Kőolaj Intézet) (API), SJ, SL, SM, SN, SP, CH-4, CI-4, CI-4 PLUS, CJ-4, CK és FA, valamint a Nemzetközi Kenőanyag Szabványosítási és Jóváhagyási Bizottság (ILSAC) GF-3, GF-4, GF-5, GF-6A, GF-6B és a Cummins, Mack és John Deere (és más eredeti berendezésgyártók (OEM)) követelményei alapján értékelik. Ezek az értékelések magukban foglalják a kémiai és fizikai tulajdonságokat a próbapadi vizsgálati módszerekkel, valamint a ténylegesen működő motorok tesztjeit a motoriszap, az oxidáció, az alkatrészek kopása, az olajfogyasztás, a dugattyú lerakódások és az üzemanyag-fogyasztás számszerűsítésére. Eredetileg S a szikragyújtás és C a kompresszió, ahogyan a dízelmotoroknál használják. Sok olajgyártó még mindig ezekre a kategóriákra hivatkozik a marketingben. Sok olajgyártó még mindig ezekre a kategóriákra hivatkozik a marketingekben. (<http6>)



2. ábra API specifikációk (forrás: <http7>)

○ Az API meghatározza a kenőanyagokra vonatkozó minimális teljesítménynormákat (2.ábra). A motorolajat belső égésű motorok kenésére, hűtésére és tisztítására használják. A motorolaj állhat csak kenőanyag-alapanyagból a többnyire elavult, nem mosószeres olajok esetében, vagy kenőanyag-alapanyagból, valamint az olaj mosóhatását, szélsőséges nyomásteljesítményét és a motoralkatrészek korróziógátló képességét javító adalékanyagokból. (<http8>)

The International Lubricant Standardization and Approval Committee(ILSAC):

○ A Nemzetközi Kenőanyag Szabványosítási és Jóváhagyási Bizottság (ILSAC) is rendelkezik motorolajra vonatkozó szabványokkal. A 2004-ben bevezetett GF-4 a SAE 0W-20, 5W-20, 0W-30, 5W-30 és 10W-30 viszkozitási fokozatú olajokra vonatkozik. Általában az ILSAC az API-val együttműködve dolgozza ki a legújabb benzinolaj-specifikációt, az ILSAC azonban az üzemanyag-takarékossági tesztelésre vonatkozó extra követelményt is hozzáad a specifikációhoz. A GF-4 esetében a Sequence VIB üzemanyag-gazdaságossági vizsgálatot (ASTM D6837) írják elő, amelyet az API SM szervizkategóriája nem ír elő.

○ A GF-4 legfontosabb új tesztje, amelyet az API SM esetében is megkövetelnek, a Sequence IIIG, amelynek során egy 3,8 literes (230 köbcentis), 3,8 literes GM 3,8 L V6-os motort kell 100 órán keresztül 125 lóerő (93 kW) teljesítményen, 3600 fordulat/perc és 150 °C (302 °F) olajhőmérsékleten működtetni. Ezek sokkal súlyosabb körülmények, mint amilyenekre bármely

API-specifikált olajat terveztek: az autók, amelyek jellemzően tartósan 100 °C (212 °F) fölé emelik az olaj hőmérsékletét, a legtöbb turbófeltöltős motor, valamint a legtöbb európai vagy japán eredetű motor, különösen a kis hengerűrtartalmú, nagy teljesítményű motorok.

- Az IIIG teszt körülbelül 50%-kal nehezebb, mint a korábbi IIIF teszt, amelyet a GF-3 és az API SL olajoknál használtak. A 2005 óta az API csillagszimbólummal ellátott motorolajok az ILSAC GF-4 szabványnak felelnek meg. Annak érdekében, hogy a fogyasztók könnyebben felismerhessék, hogy egy olaj megfelel az ILSAC követelményeinek, az API kifejlesztette a „csillagszóró” tanúsító jelet.

- Az új előírások, a GF-5 2010 októberében léptek hatályba. Az ipárnak egy év állt rendelkezésére, hogy átállítsa olajait a GF-5-re, és 2011 szeptemberében az ILSAC már nem kínálta fel a GF-4 engedélyezését.

- A GF-5 közel egy évtizedes alkalmazása után az ILSAC 2019-ben adta ki a végleges GF-6 specifikációkat, az olajgyártóknak és az újramárkázóknak történő licencértékesítés 2020 májusában kezdődik. Két GF6 szabvány létezik; a GF-6A továbbfejlesztés és teljes mértékben kompatibilis a GF-5-tel, a GF-6B pedig kifejezetten a SAE 0W-16 viszkozitású olajokra vonatkozik. (**http9**)

ACEA:

- Az Európában használt ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) A3/A5 teljesítmény/minőségi osztályozási tesztek vitathatatlanul szigorúbbak, mint az API és az ILSAC szabványok. A CEC (The Co-ordinating European Council) az üzemanyag- és kenőanyag-vizsgálatok fejlesztő szerve Európában és azon túl, amely az európai ipari csoportjain (ACEA, ATIEL, ATC és CONCAWE) keresztül határozza meg a szabványokat.

- Az ACEA nem tanúsít olajokat, nem engedélyezi és nem regisztrálja a megfelelőségi tanúsítványokat. Az olajgyártók maguk felelősek azért, hogy az elismert motorolaj-ipari szabványoknak és gyakorlatoknak megfelelően elvégezzék az olajok vizsgálatát és értékelését.

- A népszerű kategóriák közé tartozik az A3/B3 és A3/B4, amelyeket a következőképpen határoznak meg: „Stabil, megmaradó minőségű motorolaj, amelyet személygépkocsik és könnyű teherautók benzin- és dízelmotorjaiban való használatra szántak, meghosszabbított leeresztési időközökkel.” Az A3/B5 csak olyan motorokhoz alkalmas, amelyeket

alacsony viszkozitású motorok használatára tervezték. A C kategóriájú olajok katalizátorokkal és részecskeszűrőkkel való használatra vannak kijelölve, míg az E kategória a nehéz dízelüzemű dízelekhez való. ([http10](#))

2.4. Olajvizsgálat

2.4.1. Olajvizsgálat fontossága:

Az olajvizsgálat kiemelkedő fontosságú az ipari és autóipari alkalmazásokban, mivel a kenőanyagok megfelelő működése elengedhetetlen a gépek és berendezések hosszú élettartamához és hatékonyságához. A kenőanyagok szerepe a mozgó alkatrészek közötti súrlódás csökkentése, ezáltal a kopás és a hőtermelés minimalizálása és a berendezések meghibásodásának megelőzése. Ezen funkciók biztonságos ellátásához az olajok kenőképességét megfelelően kell vizsgálni, mivel ezek az anyagok alapvető fontosságúak a gépek teljesítménye, megbízhatósága és élettartama szempontjából. ([http11](#), [http12](#))

2.4.2. A kenőképesség fogalma és jelentősége

A kenőképesség az a tulajdonság, amely lehetővé teszi, hogy a kenőanyag filmet hozzon létre a gép mozgó részei között, elválasztva az egymással érintkező felületeket, ezáltal minimalizálva a súrlódást és a kopást. A súrlódás csökkentése mellett a kenőolaj hőelvezetőként, korróziógátlóként és szennyeződéseltávolítóként is működik. Az olajok viszkozitása és hőmérséklet-tűrése létfontosságú szerepet játszik a kenőképesség fenntartásában, ezért fontos a megfelelő olaj kiválasztása és rendszeres tesztelése. ([http13](#), [http14](#))

2.4.3. A kenhetőség fontossága a mechanikai rendszerekben

Az olaj kenőképességének ellenőrzése és karbantartása több okból is fontos:

- A kopás csökkentése: a megfelelő kenőanyag használata minimalizálja a mechanikai kopást, ami segít meghosszabbítani a berendezések élettartamát. Ha a kenőanyag nem működik megfelelően, az alkatrészek közvetlenül érintkezhetnek, ami felgyorsítja a kopást és csökkenti az élettartamot.
- Csökkentett energiaveszteség: a súrlódás csökkentése révén a jó kenőanyagok csökkentik a gép működtetéséhez szükséges energiát. A csökkentett súrlódás hatékonyabb energiaátvitelt biztosít, ami gazdaságosabb működést eredményez.

- Hőkezelés és stabilitás: a kenőanyagok egyik alapvető funkciója a hőelvezetés. A súrlódás által termelt hő megemelheti a rendszerek hőmérsékletét, és súlyos károkat okozhat a gépalkatrészekben. A megfelelő kenőolajok képesek elvezetni a felesleges hőt, megakadályozva a túlmelegedést.

- Korrozóvédelem és tisztítás: A kenőanyagok a korrozóvédelemben is fontos szerepet játszanak, mivel a fémfelületeken filmet képeznek, amely megakadályozza az oxidációt és a korrozíót. Ezenkívül képesek eltávolítani a szennyeződések, fémrészecskéket és egyéb maradványokat a súrlódó felületekről, lehetővé téve a rendszer tisztítását. (http15, http16, http17)

2.4.4. Az olajvizsgálat fő célkitűzései:

A vizsgálat fő céljai a következő kérdések megválaszolása:

- Milyen mértékben képes az olaj csökkenteni a súrlódást?
- Milyen mértékben védi az olaj az alkatrészeket a kopástól?
- Milyen mértékben képes az olaj ellenállni a hőmérsékletváltozásoknak és az oxidációnak?
- Milyen mértékben őrzi meg az olaj kenési tulajdonságait szélsőséges körülmények között (nagy nyomás, hőmérséklet)?
- Milyen mértékben véd az olaj a korrozio ellen?

Ezek a tesztek lehetővé teszik az olajok különböző terhelési körülmények közötti vizsgálatát, hogy a gépalkatrészek maximális teljesítményét és biztonságát biztosítsák.

2.4.5 Olajvizsgálati módszerek:

Összegyűjtöttem a különböző olajvizsgálati módszereket:

- sűrűségmérés,
- lobbanáspont mérés,
- hamutartalom mérés,
- víztartalom mérés,
- rézlemez-korrozio mérés,
- oxidációs stabilitás mérés,

- gyantatartalom mérés,
- oxidációs stabilitás mérés,
- kenőkéesség,
 - HFFR(High Frequency Reciprocating Rig),
 - Timken,
 - Falex,
 - négygolyós vizsgálat,
 - Almen-Wieland,
 - Reichert,
- Dinamikai és relatív viszkozitás mérés. (**http18, http19, http20**)

3.Olajok vizsgálata, fogalmak:

3.1. Mérőműszer kiválasztása:

Először a megfelelő meg kell találnom a megfelelő vizsgálati módszert.

3.1.1. Kenőkéesség vizsgálati módszerek

Az olajok kenőkéességének vizsgálatára számos módszer létezik. A legfontosabbak a következők:

- A négygolyós vizsgálat: Ez a vizsgálat négy acélgolyót használ, amelyek közül három rögzített helyzetben van, a negyedik pedig rögzített sebességgel forog, miközben a golyók közé kenőanyagot juttatnak. A kopás és a felületi romlás mértéke határozza meg a kenőanyag hatékonyságát.

- Tribométerek: A tribológia tudománya a súrlódás, a kopás és a kenés tanulmányozásával foglalkozik. A tribométerek különböző módszerekkel mérik a két anyag közötti súrlódási együtthatót, és elemzik a kenőanyag hatékonyságát és a súrlódási jellemzőket.

- Viskozitásmérés: Az olaj viszkozitása (folyékonysága) lényeges tényező a kenhetőség értékelésében. A túl alacsony viszkozitás azt jelenti, hogy az olaj nem képez elég vastag filmet a felületek között, míg a túl magas viszkozitás növelheti a súrlódást és az energiafogyasztást.

- Oxidációs és hőstabilitási vizsgálatok: Ezek a vizsgálatok azt vizsgálják, hogy az olaj képes-e ellenállni az oxidációnak, és hogyan változik a kenőkéessége a hőmérséklet függvényében.

- Timken-teszt: Ez a teszt az olaj kenőkéességét elemzi meghatározott terhelési és sebességi körülmények között, ahol a két forgó fémfelület közötti súrlódást és kopást vizsgálják.

- Négygolyós kopásvizsgálat: Ez az egyik legismertebb és legszélesebb körben alkalmazott kenési vizsgálati módszer. A vizsgálat során három acélgolyót szorítanak be egy pozícióba, és egy negyedik golyót nyomnak rájuk, amelyek előre meghatározott sebességgel forognak, miközben kenőanyagot juttatnak a golyók közé. A vizsgálat célja a golyók közötti súrlódás mértékének és az

ebből eredő kopásnak a vizsgálata. A vizsgálat során mért fő paraméterek a kopási átmérő (az álló golyókon) és a súrlódási erő.

Előnyök:

- széles körben használt, egyszerű módszer,
- széles skálán használható,
- lehetőség különböző kenőanyagok összehasonlítására azonos körülmények között.

Alkalmazások:

- járműmotorolajok és egyéb kenőanyagok vizsgálata,
- általános ipari kenőanyagok értékelése.

Timken kenőképesség teszt:

A Timken-tesztet elsősorban a kenőanyagok nagy terhelés és nyomás alatti tesztelésére használják. A vizsgálat során egy forgó acéldobot és egy statikus acéltömböt használnak, amelyek közé a kenőanyagot bevezetik. A blokkot fokozatosan a forgó dobhoz nyomják, és a vizsgálat során mérik a súrlódási erőket és a blokk felületének kopását. Ennél a mérési módszernél többféle mérőeszköz is létezik. (pl.: HZMK-1, Timken teszter)

Előnyök:

- az olaj viselkedésének mérése extrém nyomás alatt,
- ez fontos módszer a nagy terhelés alatti kopásvizsgálathoz.

Alkalmazások:

- Kenőanyagok esetében.

Falex kopás és súrlódási teszt:

A Falex-teszt egy rögzített, kenőanyaggal elválasztott fémpárt használ, és fokozatosan növeli a nyomást és a terhelést a súrlódó felületek között. A vizsgálat során az alkalmazott nyomás és a súrlódási együttható változását addig mérik, amíg a kenőanyag már nem képes megakadályozni a felületek közötti közvetlen érintkezést és súrlódást. Ezután elemzik a kopás mértékét és a felületek károsodásának mértékét.

Előnyök:

- az olaj kenőképessége különböző terhelési körülmények között mérhető,
- ez lehetővé teszi egy adott kenőanyag teljesítményének meghatározását szélsőséges terhelések esetén.

Alkalmazások:

- Gépi kenőanyagok, ipari kenőanyagok és zsírok vizsgálata.

3.1.2. A megfelelő vizsgálat kiválasztása:

A megfelelő mérés kiválasztásakor figyelembe vettem, hogy a mérőeszköz árban olcsó legyen, de hiteles méréseket adjon. A méréseim mind motorolajjal történtek, így ehhez való vizsgálatokat kerestem. Kizártam az üzemanyagokat, hidraulikaolajokat vizsgáló mérőeszközöket, így szűkítettem a lehetőségeket.

Általam fontolóra vett vizsgáló módszerek:

- HFRR vizsgálat (High Frequency Reciprocating Rig),
- motorolaj motorikus vizsgálat,
- Timken vizsgálat,
- négygolyós vizsgálat,
- SRV vizsgálat,
- Reichert vizsgálat.

Ezek után utánajártam a különböző vizsgálati módszerek eljárásainak.

3.1.3. Eljárások leírása:

- HFRR vizsgálat: A HFRR rövidítés jelentése: High Frequency Reciprocating Rig. A mérés során egy golyót és egy lapkát súrlódtatunk 50 Hz frekvenciával, 200g összenyomóerővel 60 °C-on és 75 percen keresztül. A golyón lévő kopásnyom méretét mikrométerrel lehet levenni. Az olaj összetételének változása miatt a kenőképesség csökken, így a golyón lévő kopásnyom is nagyobb lesz.

- Motorolaj motorikus vizsgálat: A mérőeszköz egy próbamotor. Dízel olajvizsgálat esetében Petter AV1 dízelmotor, benzin esetében Petter W1 olajvizsgáló benzinmotor a mérőeszköz. Adott

vizsgálat több ciklusban órákon át tart. Értékelés a motor szétszedésével történik. Az értékelés során az alábbi részeket tekintik meg, dugattyú és gyűr lerakódás, csapágy, szelepemelő stb. kopása, olajtulajdonság változás, üzemanyag fogyasztás stb.

- Timken vizsgálat: A mérés során egy gyűrűt és egy hengert terhelnek egymásnak. A gyűrű fordulatszáma 800 fordulat/perc. A terhelés 133 Newtontól indul és 44,4 N-os lépcsőkben növelik 30 másodpercenként. A mérést berágódásig végzik.

- Négygolyós vizsgálat: A mérés során 4 darab 0,5 inch átmérőjű golyót forgatnak egy zárt térben 80 ml olajjal benne. A golyókból 3 darab egymás mellett helyezkedik el, a 4. golyó a másik három tetején helyezkedik el. A vizsgálat során a 4. golyót terhelik 147 vagy 392 Newton erővel. A felső golyót forgatják a vizsgálat során 1200-as percenkénti fordulatszámmal 1 órán keresztül. A kiértékelés során a golyókon keletkező kopásnyom alapján rangsorolják az olajokat.

- SRV vizsgálat: A mérés során henger-sík, golyó-sík, henger-henger vagy henger-golyó ellendarab párral is vizsgálhatunk. A mérőtestet 50 Hz amplitúdóval rezgetik 0-1 mm-ig terjedő tartományban és 0-800 Newton-ig tartó terheléssel.

- Reichert vizsgálat: A mérés során egy gyűrűt és egy hengert terhelnek egymásnak. A terhelés folyamatos és állítható. A tesztet berágódásig vagy az adott idő lejártáig végzik. Kiértékelés a hengeren lévő kopásnyom megmérésével lehetséges. A Reichert és a Timken méréshez ugyanazt a gépet lehet alkalmazni.

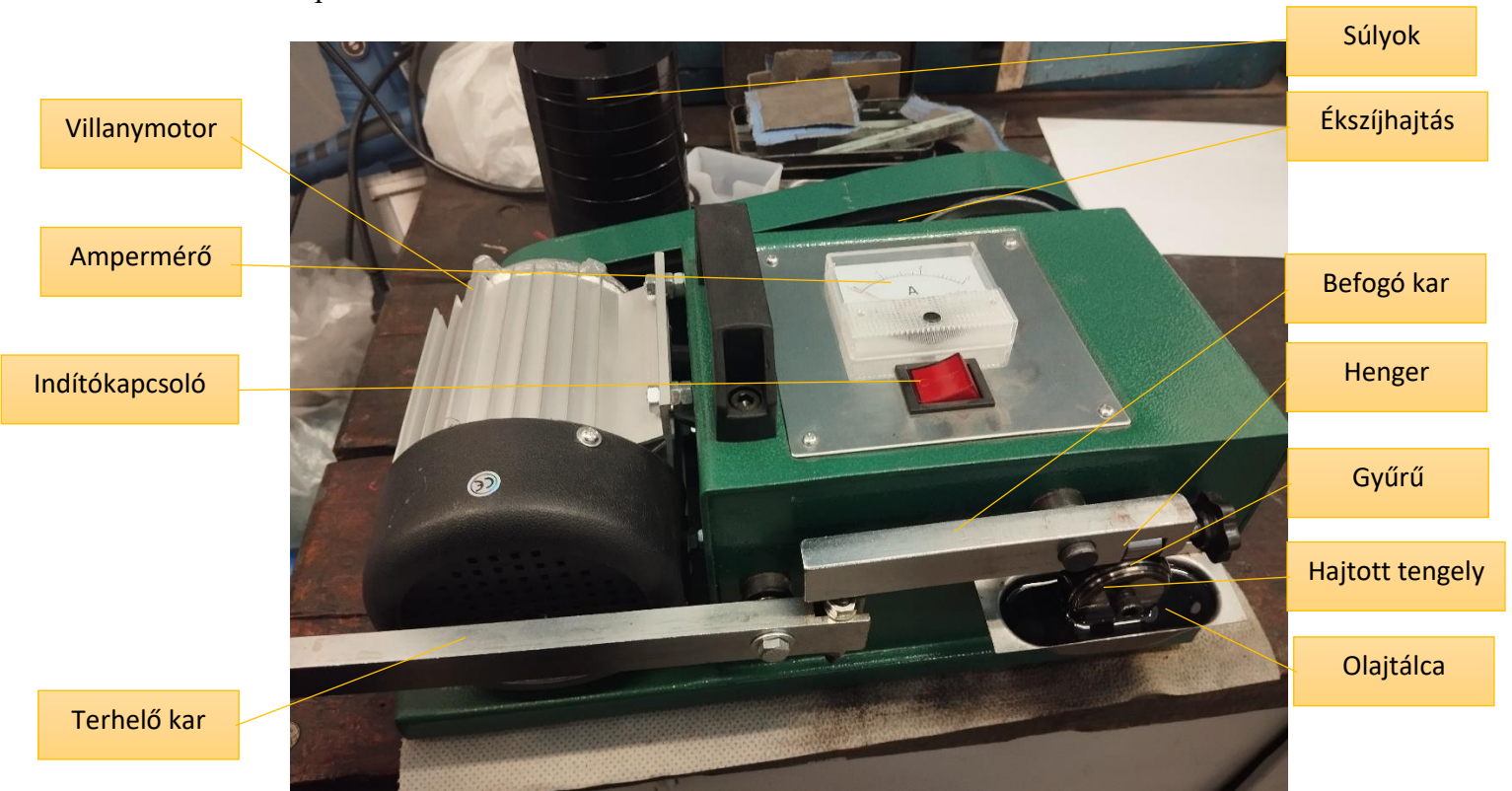
A következő lépés a költségesség megállapítása volt. Itt nagyon nagy szórások voltak a különböző gépek áraiban. A legdrágább gép az SRV vizsgáló gép lett 18 845 000 Forinttal. A következő a motorolaj motorikus vizsgálat mérő motor lett 11 307 000 Forinttal. A következő a HFFR vizsgáló gép lett 7 538 000 Forinttal. A következő a négygolyós vizsgálatához tartozó gép lett, ami 3 015 200 Forint. A következő a Reichert és a Timken vizsgálatához tartozó gép, ami 113 070 Forintos áron kapható.

Ezek alapján az én választásom a Timken féle mérési módszerre jutott.

3.1.4. Mérés leírása:

A leírás megkezdése előtt leírnám a mérőberendezés részeit.

HZKM-1 típusú mérőberendezés részei:



3. ábra HZKM-1 mérőberendezés részei (forrás: saját kép)

3.1.5. Előkészületek:

A méréshez több motorolaj mintát vettem többféle erőgépből, mivel célom a motorolaj csereperiódusok meghosszabbítása, mérési eredményekre alapozva. A mért olajak egy MTZ-80, MTZ-820, egy Case IH MX135-ből és egy Weidemann rakodógépből érkeztek. Ezekből egy olajcsere periódusnyi anyagot gyűjtöttem, így pontos képet kapunk a mérésekkel. Az olajminta kivételét egy Yato(YT-07083) kézi olajszívóval végeztem el, és 3dl mennyiségű mintákat gyűjtöttem. Az olajszívóval a nívópálca helyén tudtam olajmintát kiszívni az üzemleleg motorból. A mintákat felcímkézett flakonokba helyeztem, így dokumentáltam az olaj hovatartozását, megtett üzemóráját. A flakonba helyezett olajmintákat zártan napfénytől mentes helyre helyeztem.

A mérés napján elővettem az olajmintákat, a mérőgépet, ami egy HZMK-1 típusú mérő. A gépet és tartozékait letakarítottam. Ezek után elővettem a TM-902C típusú hőmérőt, amivel az olaj

hőmérsékletét mértem a mérések közben. A pontosabb információkért még egy EXTECH rezgésmérő gépet is felhelyeztünk a hengert befogó karra. A külső hőmérséklet 21,7 °C- volt. A mérés megkezdése előtt a gyűrű felületét meg kellett csiszolni csiszolókövel, hogy az teljesen berágódás és kopásmentes legyen. A gyűrű egy 30203-as csapágy külső gyűrűje. A henger pedig egy 14 mm átmérőjű és 14 mm hosszúságú tűgörgő. Ezután áram alá helyeztem a gépet. A mérési adatok jegyzésére papírlapot választottam a gyorsabb adatfeljegyzés érdekében.

3.1.6. Mérés menete:

A mérés első lépése a tároló edény feltöltése olajjal. Az edény feltöltése után felhelyeztük a helyére az edényt (4.ábra), ami egy mágnes segítségével történt meg. Ezután bekapcsoltam a mérőeszköz villanymotorját, így a gyűrűre felkerült az olaj és nem szárazon indul el a mérés, így már a mérés elején kenés jön létre és a mérés pontosabb lefolyású. Ezután felhelyezzük a befogó kart a helyére és elindítjuk a mérést. Először 30 másodpercig terhelés nélkül járatom, felvettem a kezdő adatokat, majd 30 másodperc elteltével ráhelyeztem egy darab súlyt. A súly ráhelyezése után felírtam a leolvasott adatokat a lapra. Ezt a módszert követtem egészen addig, ameddig berágódás nem történt és megállt a gép.



4. ábra Összeállított mérésre kész állapot (forrás: saját kép)

A mérés végeztével megnézzük a hengeren és a gyűrűn keletkezett kopásnyomokat. (5. ábra)



5. ábra Gyűrű és henger kopása egy mérés alatt (forrás: saját kép)

Mérés megismétlése: A mérés minden megismétlésekor a befogó kart le kell venni a helyéről, a hengeres testet elfordítani 90°-al, majd a gyűrűt a csiszolókövel újra egyenes felületűvé kell tenni. A hengeres próbatest legfeljebb 4 mérésnél használható fel. A gyűrű akár 10-15 mérést is kibír az olaj minőségétől függően.

3.1.7. Mérési adatok:

A mérés során mértem az olaj hőmérsékletét, a befogó karon keletkező rezgések nagyságát és a motor felvett áramerősségét.

Az általam vett mintákat típusonként összevetettem egymással és jól látható módon diagramban szemléltetem. Így látszódik legjobban a motorolaj kenőképességének elhasználódása. Először az új olajokat mértem le, majd utána típusonként sorban haladva mértem le a mintákat.

Minden traktorban John Deere Plus 50 II motorolajat használok, mivel a tapasztalataim alapján ez egy jó olaj, ami megfelelő ár/érték aránnyal rendelkezik, bár mérési adatok nem támasztottam eddig alá. Eddig 250 üzemórás olajcsere intervallumot követtük a motorolajnál, de a mintavételezés miatt most kitoltam ezt 300 üzemórára, így biztosan látszódni fog, hogy hol használódik el az olaj teljesen. A 0 üzemórás olaj az az új John Deere Plus 50 II motorolaj, amit a hordóból kiöntöttem.

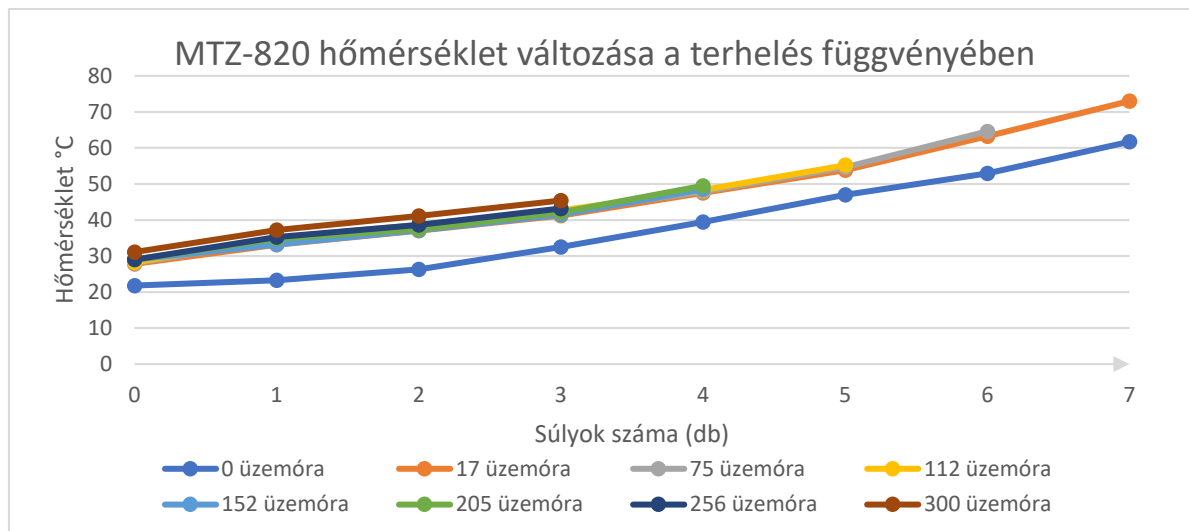
Elsőnek a MTZ-820 olajmintáival kezdtem. Ez a gép nem szívó motorral rendelkezik, hanem kapott egy turbós motort, ami gyárilag 105 lóerős (motorkódja: D245), ezáltal egy modernebb motor található benne, bár az olajszűrője nem papírbetétes, hanem a centrifugál szűrős, így azért a szűrés hatékonysága nem a legjobb. Minták mérésének eredményei:

Olajminta neve:	Üzemóra	Súlyok száma	Olaj hőmérséklete [°C]	Rezgés [μm]	Áramerősség [A]	Motor felvett teljesítménye [W]
John Deere Plus 50 II új	0 üzemóra	0	21,8	37	1	230
		1	23,3	21	1,05	241,5
		2	26,3	23	1,1	253
		3	32,5	21	1,12	257,6
		4	39,4	20	1,14	262,2
		5	47	20	1,15	264,5
		6	52,9	20	1,16	266,8
		7	61,7	21	1,18	271,4
MTZ 820 John Deere Plus 50 II 17 üő	17 üzemóra	0	27,8	28	1,03	236,9
		1	33,1	26	1,08	248,4
		2	37	25	1,1	253
		3	41,2	24	1,12	257,6
		4	47,5	20	1,14	262,2
		5	53,8	21	1,17	269,1
		6	63,2	20	1,2	276
		7	73	21	1,22	280,6
MTZ 820 John Deere Plus 50 II 75 üő	75 üzemóra	0	28	27	1,03	236,9
		1	34,5	24	1,08	248,4
		2	38,2	24	1,1	253
		3	42,2	24	1,12	257,6
		4	47,9	20	1,15	264,5
		5	54,6	21	1,18	271,4
		6	64,6	20	1,2	276
MTZ 820 John Deere Plus 50 II 112 üő	112 üzemóra	0	28,2	26	1,03	236,9
		1	35,1	23	1,08	248,4
		2	38,6	23	1,1	253
		3	42,6	24	1,13	259,9
		4	48,3	20	1,15	264,5
		5	55,2	21	1,18	271,4
MTZ 820 John Deere Plus 50 II 152 üő	152 üzemóra	0	29	22	1,03	236,9
		1	33,2	20	1,1	253
		2	37,1	20	1,12	257,6
		3	41,5	20	1,12	257,6
		4	48,5	21	1,13	259,9
MTZ 820 John Deere Plus 50 II 205 üő	205 üzemóra	0	29	22	1,03	236,9
		1	34,8	20	1,1	253
		2	37,4	21	1,12	257,6
		3	42,1	21	1,13	259,9
		4	49,5	22	1,14	262,2
MTZ 820 John Deere Plus 50 II 256 üő	256 üzemóra	0	29	22	1,03	236,9
		1	35,3	20	1,1	253
		2	38,6	22	1,12	257,6
		3	43,2	22	1,14	262,2

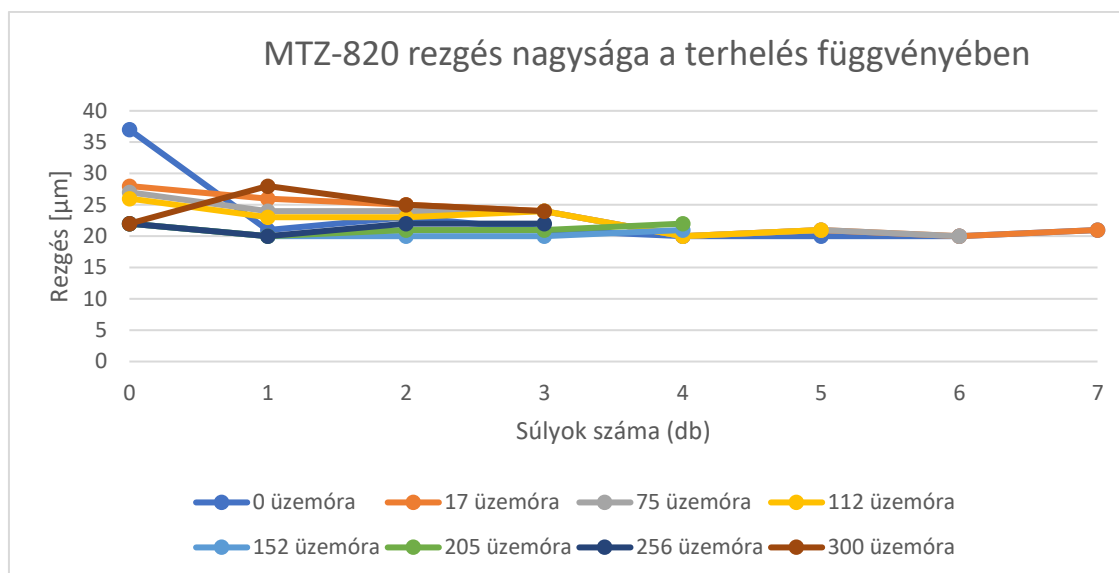
MTZ 820 John Deere Plus 50 II 300 üő	300 üzemőő	0	31,1	22	1,08	248,4
		1	37,2	28	1,12	257,6
		2	41,1	25	1,14	262,2
		3	45,4	24	1,18	271,4

1. táblázat MTZ 820 motorolaj vizsgálatok eredményei

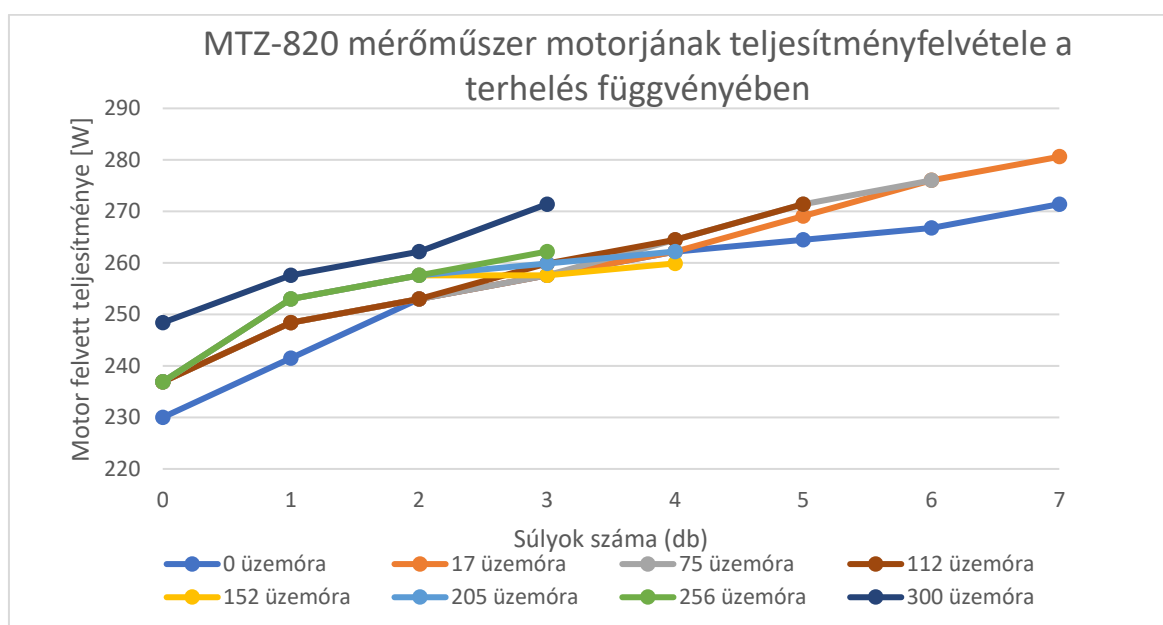
Ezután a táblázatban lévő adatokat diagrammban is megjelenítettem.



6. ábra MTZ 820 motorolaj hőmérséklet változása a terhelés függvényében (forrás: saját diagramm)



7. ábra MTZ 820 rezgés nagysága a terhelés függvényében (forrás: saját diagramm)



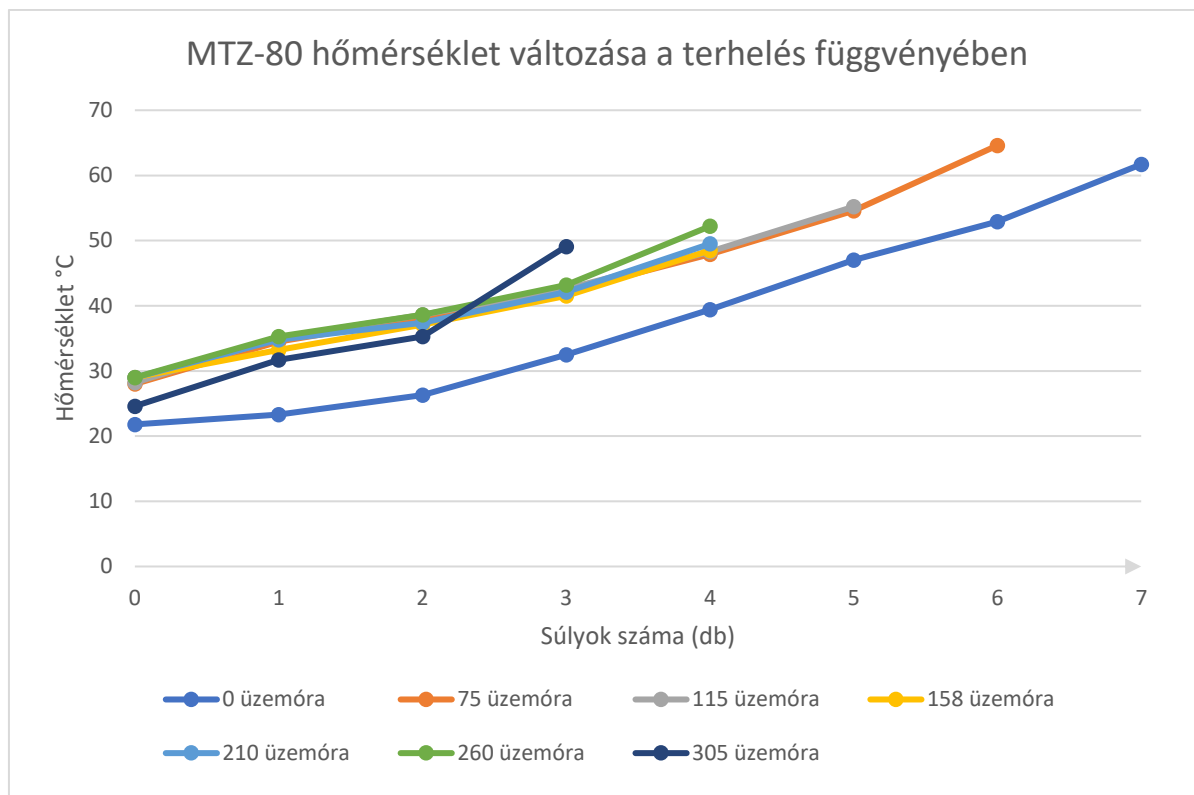
8. ábra MTZ820 mérőműszer motorjának felvett teljesítménye a terhelés függvényében (forrás: saját diagramm)

A méréseket ezután az MTZ 80 olajmintáival folytattam. A 80-as MTZ-ben egy D-243 típusú motor található, ami utólagos turbózáson esett át, adagolója a 105 lóerős motor értékeihez lett beállítva, van rajta egy papírbetétes olajsűrőház, ami jobb szűrési feltételekkel rendelkezik, mint a gyári centrifugál szűrős. Olajminták mérésének eredményei:

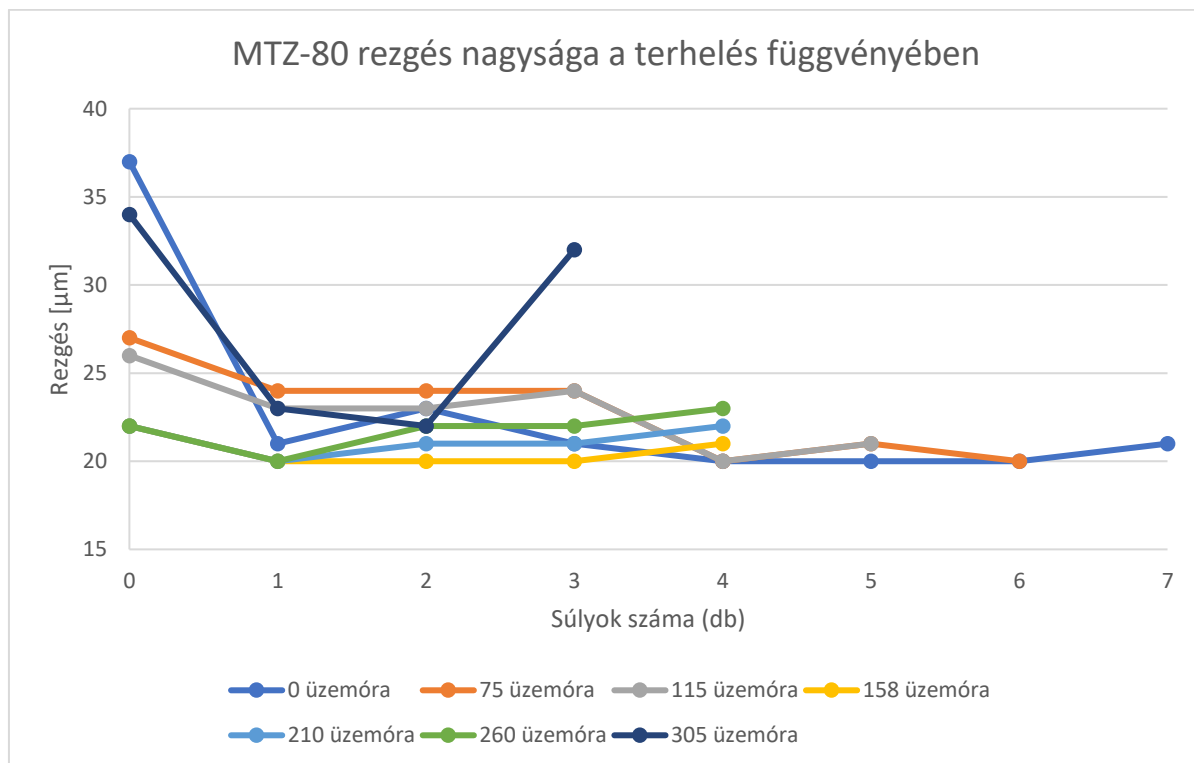
Olajminta neve:	Üzemóra	Súlyok száma	Olaj hőmérséklete [°C]	Rezgés [μm]	Áramerősség [A]	Motor felvett teljesítménye [W]
Új John Deere Plus 50 II	0 üzemóra	0	21,8	37	1	230
		1	23,3	21	1,05	241,5
		2	26,3	23	1,1	253
		3	32,5	21	1,12	257,6
		4	39,4	20	1,14	262,2
		5	47	20	1,15	264,5
		6	52,9	20	1,16	266,8
		7	61,7	21	1,18	271,4
Papírbetétes olajsűrővel John Deere Plus 50 II 75	75 üzemóra	0	28	27	1,03	236,9
		1	34,5	24	1,07	246,1
		2	38,2	24	1,08	248,4
		3	42,2	24	1,11	255,3
		4	47,9	20	1,12	257,6
		5	54,6	21	1,16	266,8
		6	64,6	20	1,18	271,4
Papírbetétes olajsűrővel John Deere Plus 50 II 115	115 üzemóra	0	28,2	26	1,03	236,9
		1	35,1	23	1,07	246,1
		2	38,6	23	1,08	248,4
		3	42,6	24	1,1	253
		4	48,3	20	1,12	257,6
		5	55,2	21	1,14	262,2
Papírbetétes olajsűrővel John Deere Plus 50 II 158	158 üzemóra	0	29	22	1,03	236,9
		1	33,2	20	1,08	248,4
		2	37,1	20	1,1	253
		3	41,5	20	1,11	255,3
		4	48,5	21	1,12	257,6
Papírbetétes olajsűrővel John Deere Plus 50 II 210	210 üzemóra	0	29	22	1,03	236,9
		1	34,8	20	1,08	248,4
		2	37,4	21	1,1	253
		3	42,1	21	1,12	257,6
		4	49,5	22	1,13	259,9
Papírbetétes olajsűrővel John Deere Plus 50 II 260	260 üzemóra	0	29	22	1,03	236,9
		1	35,3	20	1,08	248,4
		2	38,6	22	1,11	255,3
		3	43,2	22	1,11	255,3
		4	52,2	23	1,13	259,9
Papírbetétes olajsűrővel John Deere Plus 50 II 305	305 üzemóra	0	24,6	34	1,03	236,9
		1	31,7	23	1,1	253
		2	35,3	22	1,12	257,6
		3	49,1	32	1,18	271,4

2. táblázat MTZ 80 motorolaj vizsgálat eredmények

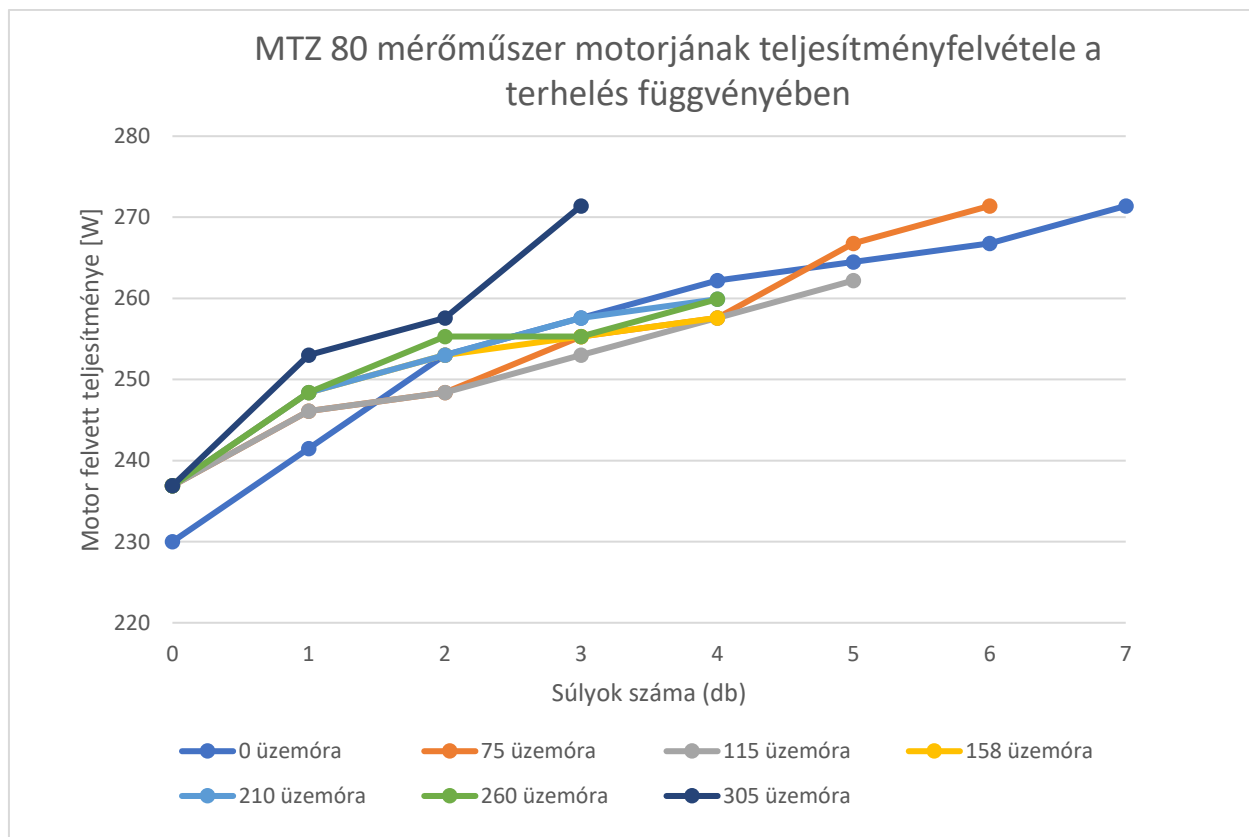
A mérési eredményeket megjelenítettem diagramm formátumban is.



9. ábra MTZ 80 hőmérséklet változása a terhelés függvényében



10. ábra MTZ 80 rezgés nagysága a terhelés függvényében

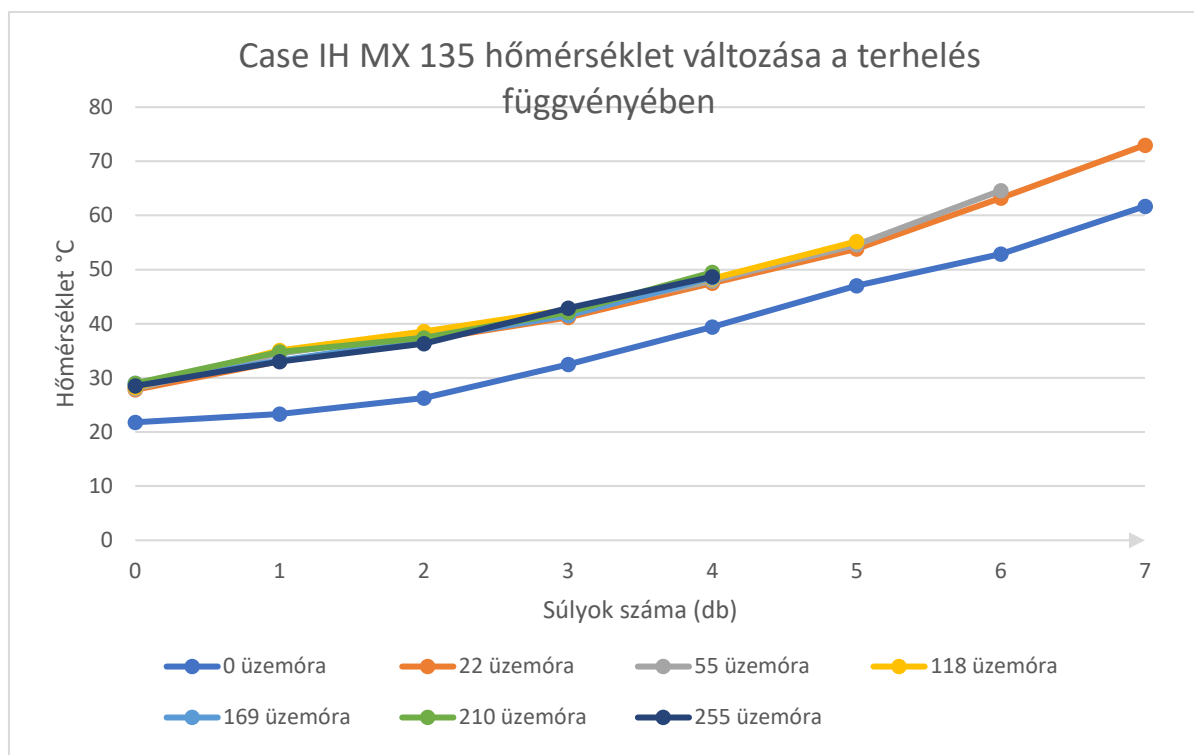


11. ábra MTZ 80 mérőműszer motorjának teljesítményfelvétele a terhelés függvényében

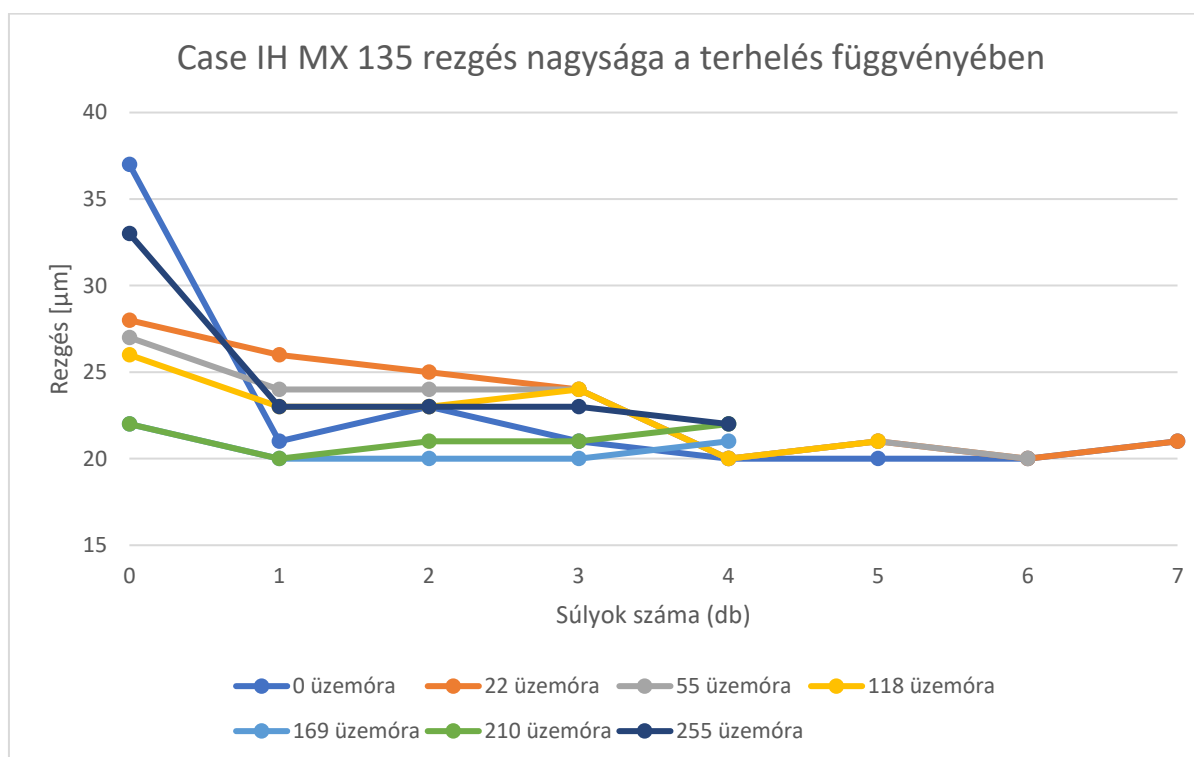
Ezután egy Case IH MX 135 traktor olajmintáit mértem meg. Ez egy 2000 évjáratú traktor 6 hengeres 5,9 literes soros adagolóval szerelt motorral. Ezen a motoron nem mertem 300 óráig kihúzni az olajcsere periódust, mivel egy finomabb összeszerelésű motorról beszélünk. Ezeket a méréseket azért végeztem, hogy kitolható-e ennél a gépnél az olajcsere periódus 300 üzemóráig. Az olajvizsgálat eredményei 3. táblázat Case IH MX 135 olajminta méréseinek táblázatos eredményei

Olajminta neve:	Üzemóra	Súlyok száma	Olaj hőmérséklete[°C]	Rezgés [µm]	Áramerősség [A]	Motor felvett teljesítménye[W]
John Deere Plus 50 II új	0 üzemóra	0	21,8	37	1	230
		1	23,3	21	1,05	241,5
		2	26,3	23	1,1	253
		3	32,5	21	1,12	257,6
		4	39,4	20	1,14	262,2
		5	47	20	1,15	264,5
		6	52,9	20	1,16	266,8
		7	61,7	21	1,18	271,4
IH John Deere Plus 50 II 22 üó	22 üzemóra	0	27,8	28	1,03	236,9
		1	33,1	26	1,06	243,8
		2	37	25	1,08	248,4
		3	41,2	24	1,11	255,3
		4	47,5	20	1,13	259,9
		5	53,8	21	1,15	264,5
		6	63,2	20	1,18	271,4
		7	73	21	1,2	276
IH John Deere Plus 50 II 55 üó	55 üzemóra	0	28	27	1,03	236,9
		1	34,5	24	1,07	246,1
		2	38,2	24	1,09	250,7
		3	42,2	24	1,11	255,3
		4	47,9	20	1,13	259,9
		5	54,6	21	1,16	266,8
		6	64,6	20	1,18	271,4
IH John Deere Plus 50 II 118 üó	118 üzemóra	0	28,2	26	1,03	236,9
		1	35,1	23	1,08	248,4
		2	38,6	23	1,1	253
		3	42,6	24	1,11	255,3
		4	48,3	20	1,14	262,2
		5	55,2	21	1,15	264,5
IH John Deere Plus 50 II 169 üó	169 üzemóra	0	29	22	1,03	236,9
		1	33,2	20	1,1	253
		2	37,1	20	1,11	255,3
		3	41,5	20	1,12	257,6
		4	48,5	21	1,13	259,9
IH John Deere Plus 50 II 210 üó	210 üzemóra	0	29	22	1,03	236,9
		1	34,8	20	1,1	253
		2	37,4	21	1,12	257,6
		3	42,1	21	1,12	257,6
		4	49,5	22	1,13	259,9
IH John Deere Plus 50 II 255 üó	255 üzemóra	0	28,5	33	1,03	236,9
		1	33	23	1,08	248,4
		2	36,3	23	1,1	253
		3	42,9	23	1,12	257,6
		4	48,7	22	1,14	262,2

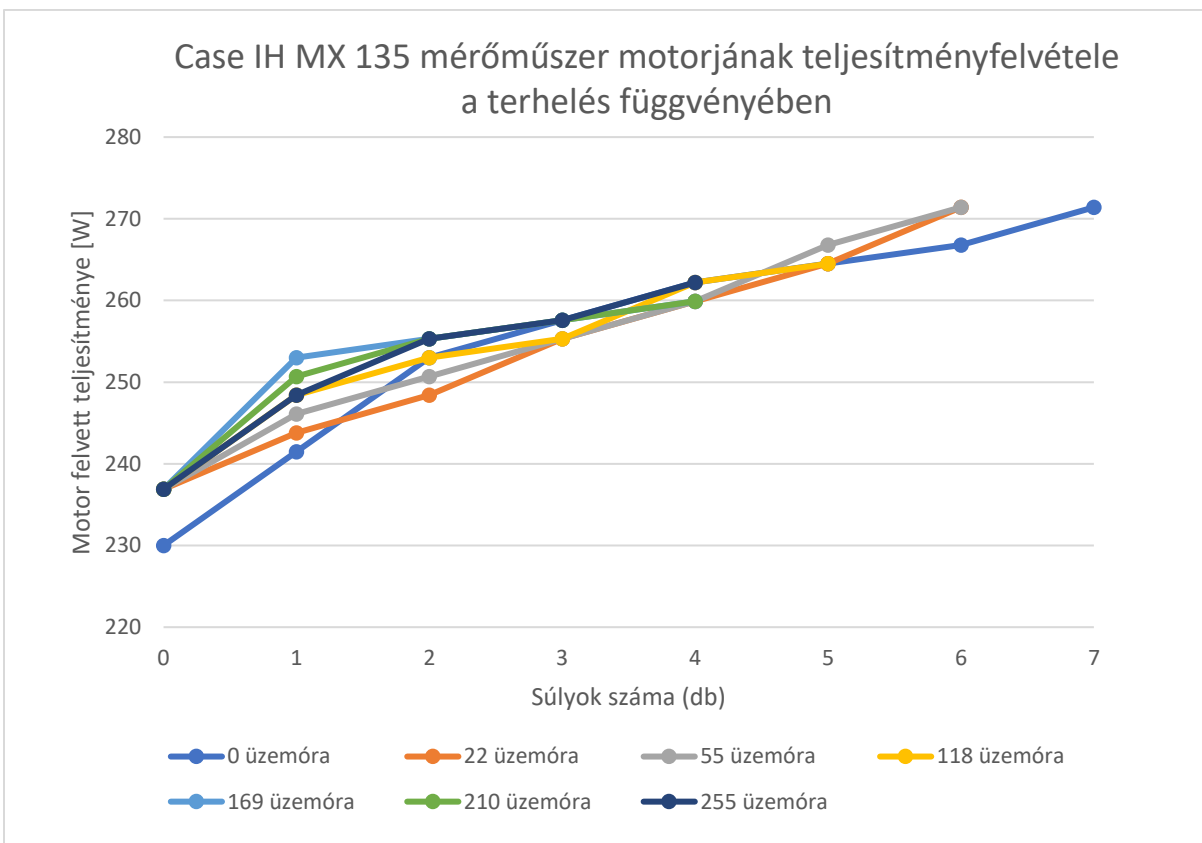
A mérési eredményeket megjelenítettem diagramm formátumban is.



12. ábra Case IH MX 135 hőmérséklet változása a terhelés függvényében



13. ábra Case IH MX 135 rezgés nagysága a terhelés függvényében

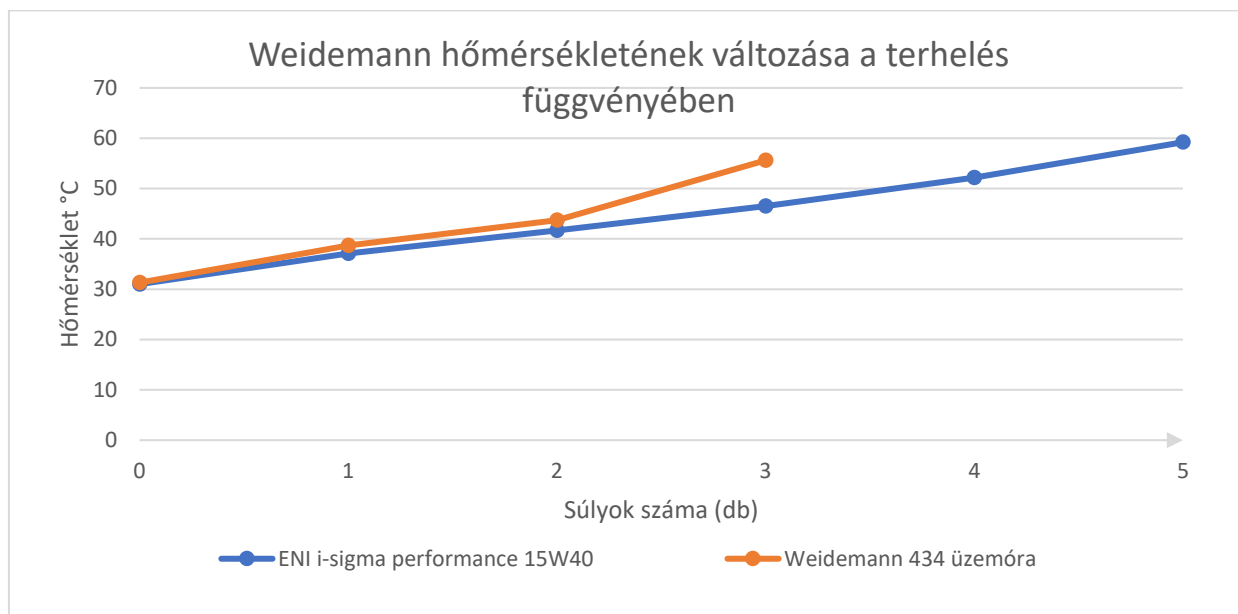


14. ábra Case IH MX 135 mérőműszer motorjának teljesítményfelvétele a terhelés függvényében

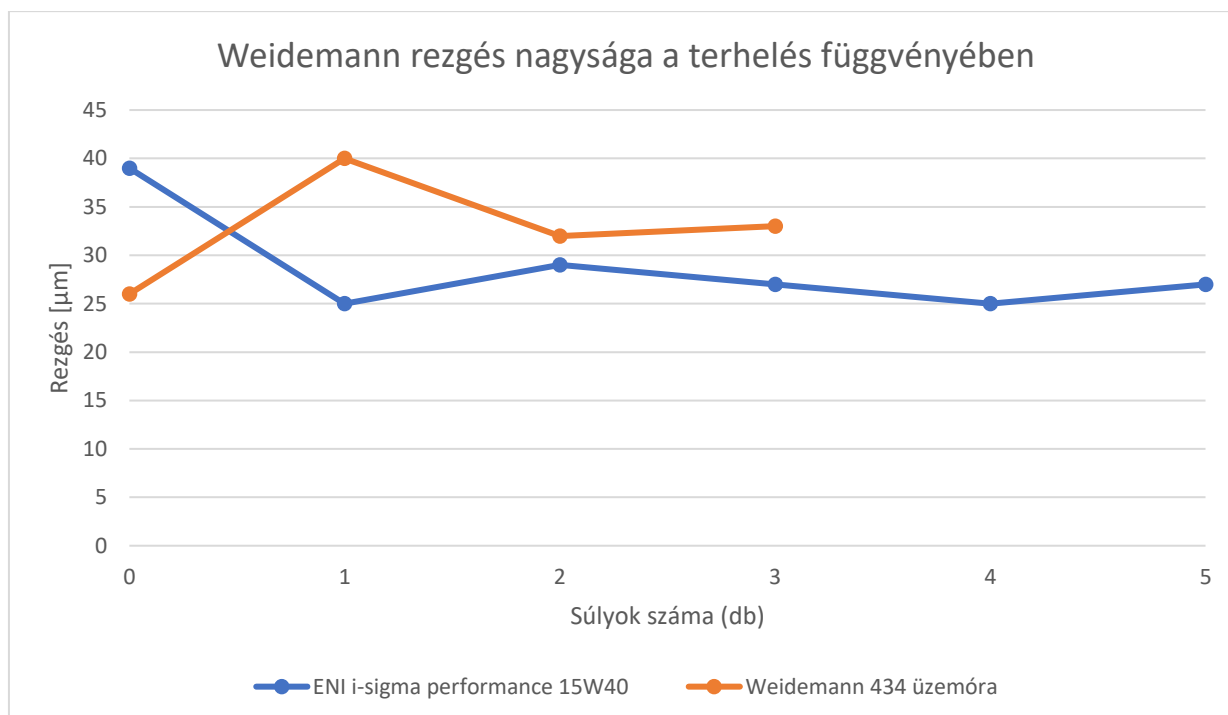
Ezek után egy Weidemann rakodógép motorolaja következett, amiben 463 üzemóra volt és több mint 2 évet volt használva. Ez a gép hozzám érkezett olajcserére és egyetlen mintát szedtem belőle, de egy mérést mindenféleképpen megért, mivel egy nagyon elhasználódott olaj értékeit is megtudtam. Az összehasonlításhoz egy új olaj mintát vettem alapul abból az olajból, ami bele került, ami egy ENI I-Sigma Performance 15W-40 típusú olaj. A mérés eredményei:

Olajminta neve:	Súlyok száma	Olaj hőmérséklete [°C]	Rezgés [μm]	Áramerősség [A]	Motor felvett teljesítménye [W]
ENI I-Sigma Performance 15W40	0	31	39	1,08	248,4
	1	37,1	25	1,12	257,6
	2	41,7	29	1,14	262,2
	3	46,5	27	1,16	266,8
	4	52,2	25	1,18	271,4
	5	59,2	27	1,2	276
Weidemann 434 üzemóra	0	31,3	26	1,12	257,6
	1	38,7	40	1,14	262,2
	2	43,7	32	1,18	271,4
	3	55,6	33	1,25	287,5

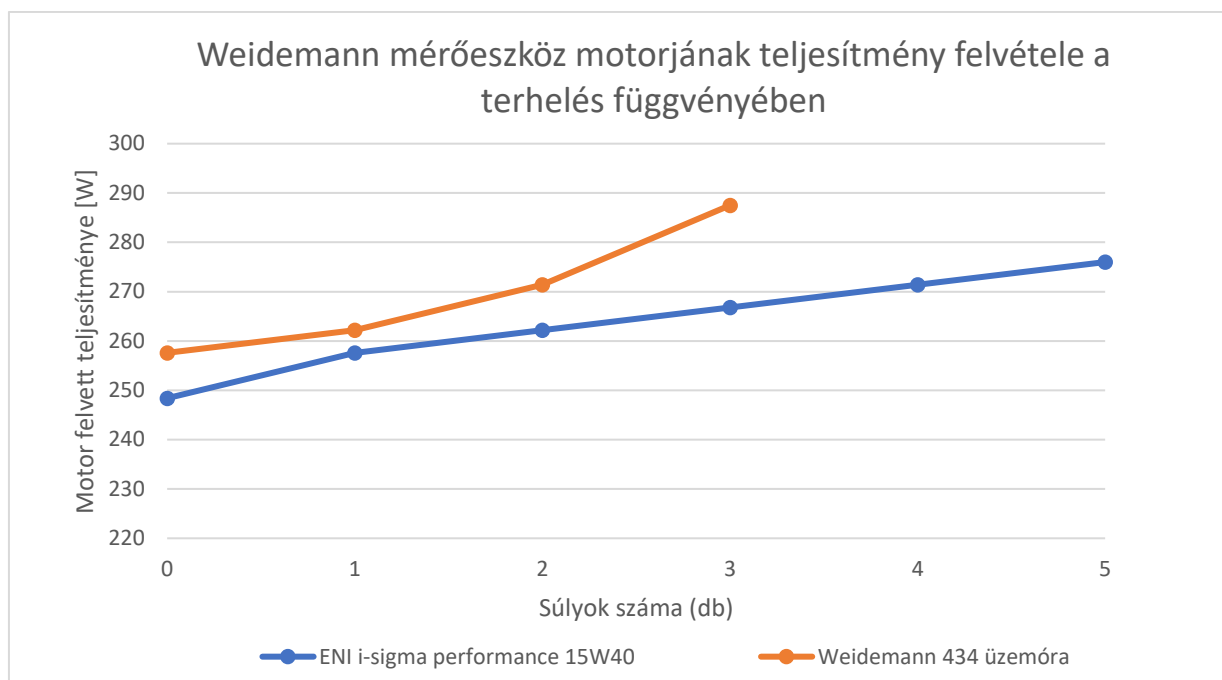
4. táblázat Weidemann rakodógép olajainak mérési eredményei



15. ábra Weidemann rakodógép hőmérséklet változása a terhelés függvényében



16. ábra Weidemann rakodógép rezgés nagysága a terhelés függvényében

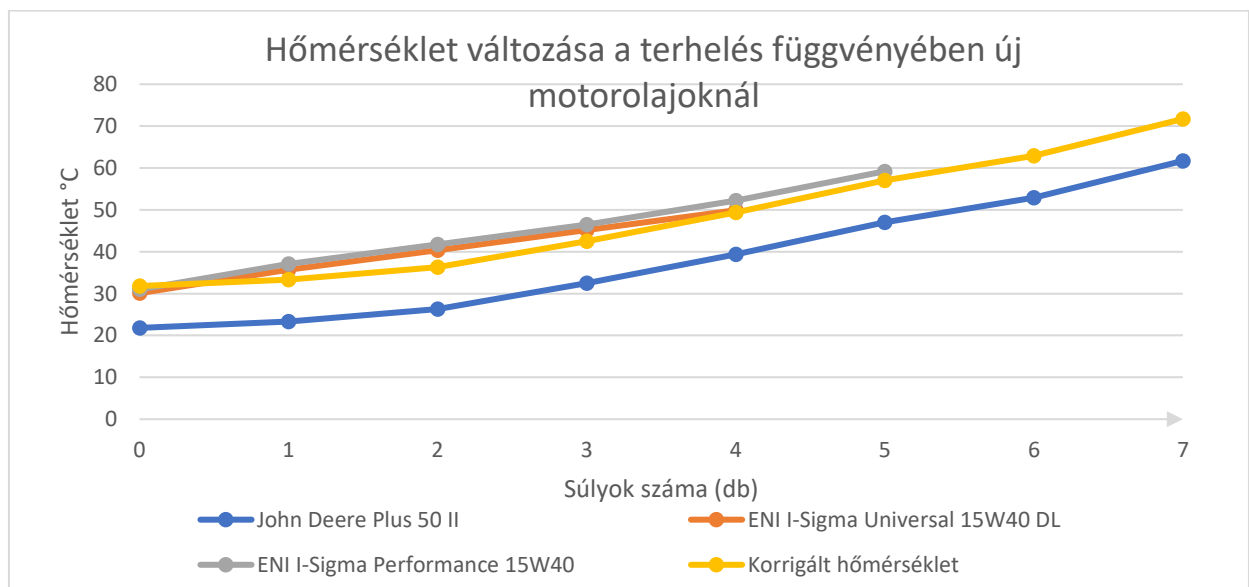


17. ábra Weidemann rakodógép mérőeszköz motorjának teljesítmény felvétele a terhelés függvényében

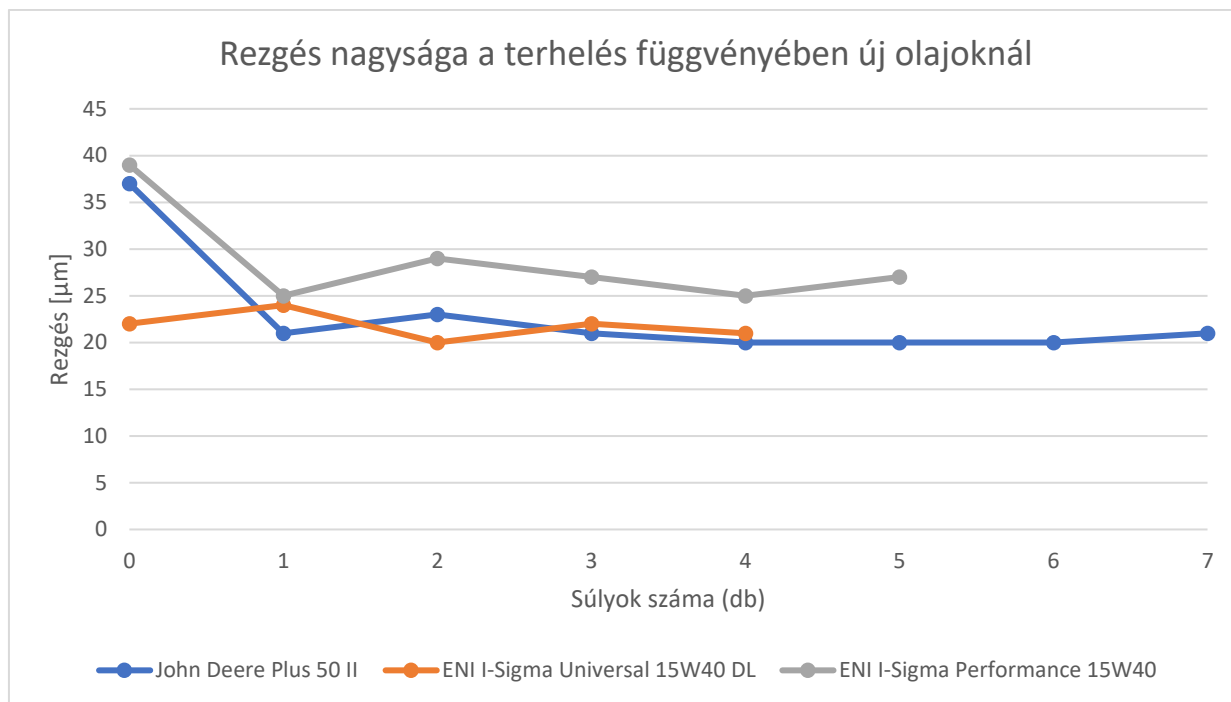
Ezek után mértem még 2 féle új olajmintát, hogy kiderítsem, hogy melyik olaj milyen gyári kenőképességgel rendelkezik. A John Deere Plus 50 II olajat is hozzátettem ezekhez a mérésekhez az összehasonlítás végett. A kétféle olaj, amit mértem az ENI I-Sigma Universal 15W-40 DL és ENI I-Sigma Performance 15W40 -es olajok voltak. A mérés eredményeit táblázatban rögzítettem, majd diagramm formátumban megjelenítettem.

Olajminta neve:	Súlyok száma	Olaj hőmérséklet e [°C]	Rezgés [μm]	Áramerősség [A]	Motor felvett teljesítménye [W]
John Deere Plus 50 II	0	21,8	37	1	230
	1	23,3	21	1,05	241,5
	2	26,3	23	1,1	253
	3	32,5	21	1,12	257,6
	4	39,4	20	1,14	262,2
	5	47	20	1,15	264,5
	6	52,9	20	1,16	266,8
	7	61,7	21	1,18	271,4
ENI I-Sigma Universal 15W40 DL	0	30,1	22	1,05	241,5
	1	35,7	24	1,1	253
	2	40,4	20	1,12	257,6
	3	45,2	22	1,14	262,2
	4	49,9	21	1,16	266,8
ENI I-Sigma Performance 15W40	0	31	39	1,08	248,4
	1	37,1	25	1,12	257,6
	2	41,7	29	1,14	262,2
	3	46,5	27	1,16	266,8
	4	52,2	25	1,18	271,4
	5	59,2	27	1,2	276

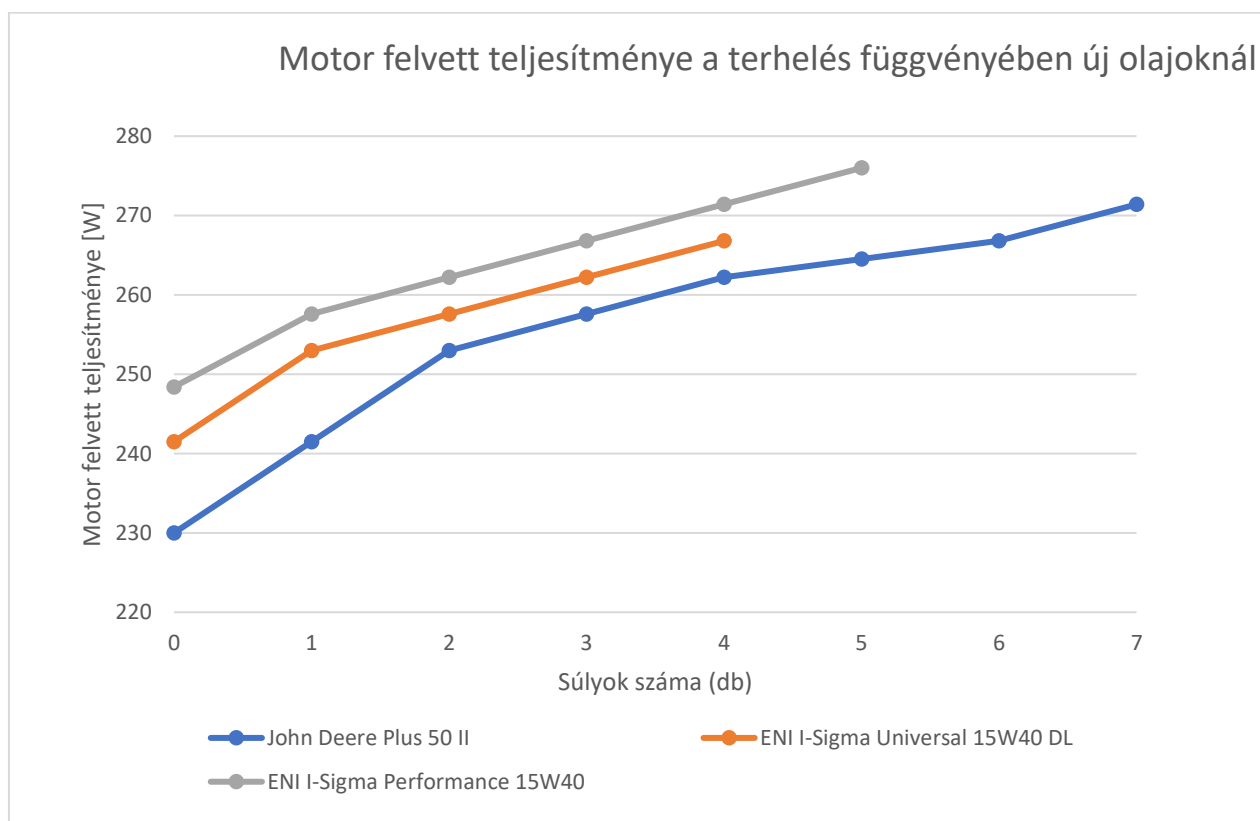
5. táblázat új olajok méréseinek eredménye



18. ábra új olajok hőmérsékletének változása a terhelés függvényében



19. ábra új olajok esetében a rezgés nagysága a terhelés függvényében



20. ábra új olajok esetében a mérőműszer villanymotorjának áramfelvételének alakulása a terhelés nagyságától

3.1.7. Mérés kiértékelése:

A mérés során meglepő eredményeket kaptam, melyeket külön gépenként összeszedtem és külön mindegyik méréssorozatot kiértékelem.

MTZ 820:

A mérések végeztél a minták értékelésénél érdekes dolgokat vettem figyelembe. Az olaj romlása, azaz kenőképességének nemcsak a csökkenése, hanem az elhasználódása is nyomon követhető a mérésekkel (1. táblázat). A terhelések ráadásával már látszódott, hogy a motorolaj adott terhelésen jobban melegedett a megtett üzemóra alapján (6. ábra). A rezgéseknél viszont ez nem mondható el. A rezgések száma az új olajnál terheletlenül a legnagyobb, ez azért van, mert az olaj EP adalékot, tehát ez az adalék csak nagyobb nyomáson aktiválódik, de akkor sokkal teherbíróbb lesz tőle az olaj, ha aktiválódik. A mérések során megfigyelhető volt, hogy a motorolaj kenőképességének csökkenésével az alap terhelésnél csökkent a rezgésszám. A terhelt állapotnál viszont fokozatosan emelkedett a rezgés nagysága a kenőképesség csökkenésével fokozatosan nő (7. ábra). A mérőeszköz villanymotorjának teljesítmény felvételénél észrevehető ugyancsak az elhasználódás. A használtabb olaj kenőképessége csökkenése miatt kevésbé tudja kenni a gyűrű és a henger közötti részt, így a villanymotor nehezebben tudja hajtani a tengelyt. Ezeken az adatokon is tisztán látható az elhasználódás mértéke (8. ábra). A gépben a mérésem végett hagytam ezt a 300 üzemórás csereperiódust, de azért rendszeresen ellenőriztem a motorolaj szintjét és állagát. Ebben problémát nem találtam, mivel nem fogyott el a nívópálcán észrevehető mennyiségű olaj a 300 üzemóra alatt és az állaga is megfelelő volt. A traktor centrifugál elven működő motorolajszűrővel rendelkezik, és így is képes volt teljesíteni a 300 üzemórát. Ez a szűrőfajta nem szűri ki a kisebb részecskéket. A motorolaj állapota 300 üzemóránál még nem volt kritikus, így következőnek bátran veszem nagyobbra az olajcsere periódust. Ezzel költséget csökkentek úgy, hogy közben a gép élettartama ugyanannyi marad.

MTZ 80:

Ezek a minták azért voltak érdekesek, mert ennél a motornál az utólagos turbózás miatt nagyobb hőterhelést kap a motorolaj, de a motorolaj szűrése lényegesen jobb a papírbetétes levegőszűrő miatt. Én ugyanolyan eredményre számítottam, mint az MTZ 820-nál. A motorolaj nagyobb hőterhelése abból adódik, hogy a motor sima szívó motorblokkal van felszerelve és nem találhatók benne dugattyú hűtő fűvókák, amik a motor járása közben folyamatosan locsolják a dugattyú alsó

részét, így hűtve a dugattyút és a gyűrűket. Ezek miatt a dugattyú és környékén nagyobb a hőterhelés, ezáltal a motorolaj romlása nagyobb mértékben következik be. A mérési adatok hasonló, de néhol kiugró értékeket mutattak (2. táblázat). A hőmérsékelt változásnál a terhelés függvényében ugyanúgy megfigyelhető a motorolaj elhasználódásának mértéke (9. ábra). A motorolaj nagyobb hőterhelése miatt megfigyelhető az, hogy 300 üzemóránál már nagyon felmelegedik az olaj nagyobb terhelés alatt. Ezek a mutatók alapján a motorolaj jobban elhasználódott. A rezgés nagysága adott terhelés mellett diagramnál (10. ábra) megfigyelhető, hogy a 305 üzemórás olaj mérésénél a kar rezgésének nagysága megnőtt a 3. súly felhelyezésekor, de a mérés csak a 4. súly felrakása után állt meg. A mérőműszer villanymotorja által felvett teljesítmény alapján (11. ábra) látható, hogy a legutolsó olajminta már nagyon elhasználódott. A mérési adatokból mindháromnál a motorolaj extrém elhasználódása látható, így ennél a gépnél nem érdemes 300 üzemóráig kitartani a motorolajcserét. Véleményem szerint, mivel 250 üzemóránál még nem voltak kiemelkedően magasak a mért értékek, így az olajcsere periódus körülbelül 270-280 üzemóráig engedhető el.

Case IH MX 135:

Az erőgép olajcsere periódusát 250 üzemórára ítéli a gyártó, így nem mertem alapból ezt az intervallumot megváltoztatni nem szerettem volna, de mivel most már mérési eredményekkel tudom alátámasztani a motorolaj elhasználódását, látható lesz, hogy a motorolaj használható lesz-e még 250 üzemóra után. Ezért ennél a gépnél csak 255 üzemóráig lett elengedve az olajcsere periódus (3. táblázat) A motorolajminták hőmérsékletének emelkedése a terhelés alapján adatokban nincs kiemelkedő érték, látszódik az olajok használódása, de fokozott romlásnak jele nincs (12. ábra). A rezgések nagysága a terhelés függvényének diagrammban (13. ábra) látható a motorolaj romlása, de érdekes módon a kezdeti rezgésszám változás nem igen következik be, csak az utána levő terhelt állapotokban látható a rezgések növekedésének nagysága. A mérőeszköz villanymotorjának felvett teljesítménye diagramm alapján (14. ábra) nem látható a motorolaj nagyfokú elhasználódása. Véleményem szerint ennél a gépnél lehetséges a 300 üzemórás olajcsere periódus a mért adatok alapján. De ennek a legjobb módja a motorolaj mintavételezés és mérés lenne.

Weidemann rakodógép:

A rakodógép egy ritkán használt gép, melyen megkértek, hogy cseréljem le az olajat. 434 üzemórát ment el olajcsere nélkül. A motorolaj üzemmeleg állapotban körülbelül fél óra alatt folyt le.

Kemény körülmények között dolgozott, porban, homokba. A motorolaj teljesen elhasználódott, ez már leeresztéskor látszódott. Az olajcsere közben olajmintát vettem, hogy ezt a sokat futott olajat le tudjuk mérni. Ebből az okból vettem az új olajból is mintát, hogy legyen hasonlítási alapom az értékelésnél. A mért adatok alapján (4. táblázat) az olaj rendesen elhasználódott. A hőmérséklet változása a terhelés függvényében diagrammban (15. ábra) látható, hogy az olaj hőmérséklete hirtelen felugrik a 3. súly felrakásánál, ez a motorolaj elhasználódására utal. A rezgés nagysága a terhelés függvényében diagrammban (16. ábra) látható, hogy a kar rezgése a használt olaj mérése közben folyamatosan nagy értéket vesz fel. Ez az olaj extrém romlására utal. A mérőeszköz villanymotorjának felvett teljesítménye a terhelés alapján diagramm alapján (17. ábra) a motorolaj kenőképessége nagyon lecsökkent az üzemórák alatt. Ez a motorolaj minta a mérési eredményekből láthatóan extrémén elhasználódott, nem sok üzemóra kellett volna és a motor tönkrement volna. A motorolajból 2 liter hiányzott a leengedése során, így már olajfogyasztás is bőven volt, miközben a motorban összesen 1143 üzemóra volt. Ennél az üzemóraállásnál kettő dologról lehet ilyenkor szó. Az egyik a motorolaj teljes elhasználódása, a másik a motor gyors kopását létrehozó tényezők, például beszívott por és különböző szűretlen részecskék. Már akkor nekiálltam megkeresni a hiba okát, ugyanis szerintem a motorolaj fogyasztás nagyrészt akkor szokott bekövetkezni, ha valami rendellenesség van a turbófeltöltővel vagy a dugattyúgyűrűk kopottak. A turbó körül körülnéztem és megtaláltam a hibát. Előző olajcserénél, amit még a szakszervíz végzett el garancia miatt, levették a levegőszűrőházat, azért, hogy bele tudják öntani a motorolajat, a szelepfedélen keresztül. A levegőszűrőház visszahelyezésénél viszont hibáztak és a turbót és a levegőszűrőházat összekötő szívócsövet rosszul tették fel, így a turbó be tudott szívni a szűretlen poros koszos levegőt is. Ezek után a turbó utáni csövet megnézve észrevettem, hogy a cső meg van keményedve. Így ezáltal már megmondható, hogy a turbó a koszos levegő koptató hatása miatt elvesztette egyenes futását, így tönkretette a csapágyakat és a tömítéseket. A gyanúm a szétszerelés után beigazolódott. A turbót kikellett cserélni. A gépnek azóta sincs semmilyen olajfogyasztása.

Új olajok vizsgálata:

Az új olajok vizsgálatánál kíváncsi voltam a különböző olajok kenőképességére újonnan. A vizsgált olajok a John Deere Plus 50 II, ENI I-Sigma Universal 15W40 DL, ENI I-Sigma Performance 15W40 típusú motorolajok voltak.

- John Deere Plus 50 II specifikációi:
 - SAE 15W-40,
 - API CK-4, CJ-4, CI-4 PLUS, CI-4, CH-4,
 - API SN, SM, SL,
 - ACEA E9, E7.
- ENI I-Sigma Universal 15W40 DL specifikációi:
 - SAE 15W-40,
 - API CF-4/SG.
- ENI I-Sigma Performance 15W40 specifikációi:
 - SAE 15W-40,
 - API CI-4/CH-4/SL,
 - ACEA E7/E5.

Ezeket a motorolajokat mértem le, és tettem táblázatba a mérési eredményeiket (5. táblázat). A hőmérséklet változása a terhelés függvényében című diagrammban (18. ábra) látható, hogy a különböző olajok hőmérséklet változása szinte teljesen ugyanolyan a terhelés hatására. Ez alapján nem lehet különbséget tenni az olajok között, de az látható a diagrammban és a táblázatban is, hogy a John Deere Plus 50 II motorolaj 7 súlyt bírt és a 8-nál állt meg a mérést. Kollegákkal konzultáltam, és ez a motorolaj a véleményem szerint EP adalékkal van ellátva, amit a kollegák a mérési eredményeket látva megerősítettek. A rezgés nagysága a terhelés függvényében diagrammban látható (19. ábra), hogy a John Deere Plus 50 II és ENI I-Sigma Performance 15W40-es olajok EP adalékkal vannak ellátva, de az előbbi olaj sokkal kisebb rezgésnagyságot ér el terhelés hatására. Az ENI I-Sigma Universal 15W40 DL motorolaj nem tartalmaz EP adalékot, ez látszódik a rezgésszint kezdő értékéből. A mérőműszer villanymotorjának teljesítményfelvétele a terhelés függvényében diagrammban (20. ábra) látható, hogy a John Deere motorolaj minden terhelés alatt jobban teljesít, mint a másik kettő motorolaj. Az I-Sigma Performance olaj esetében 5 súlyos terhelésnél 276 Watt volt a motor áramfelvétele, míg a John Deere esetében ugyanennyi súly esetében ez a szám 264,5 Watt. Nagyobb terhelés esetében sem éri el a John Deere motorolaj a 276 Wattos áramfelvételt, mivel 7 súly terhelés mellett 271,4 Watt volt a villanymotor áramfelvétele. A John Deere olaj ebből a szempontból is sokkal jobban teljesített, mint a másik 2 motorolaj. A tapasztalataink is ezt mondják. A John Deere motorolajat már 6 éve folyamatosan használjuk, mivel tapasztalataink alapján ez a legjobb motorolaj, amit eddig próbáltunk. Pedig

sokkal korszerűtlenebb MTZ és Cumins motorban használjuk, miközben ezek az olajok új korszerű DPF-fel vannak ellátva és ehhez külön fontos a jó adalékoltság. Véleményem szerint a John Deere motorolaj a legjobb elérhető árú motorolaj. Az ára literenként rendelés mennyiségtől függő, most pont akció van a Kite Zrt.-nél, így most a 20 literes kanna ára 11. 04-én 31800 Ft nettóban (21. ábra), tehát a bruttó ára $31800 \cdot 1,27 = 40386$ Ft. Literenkénti ára pedig $40386 \text{ Ft} / 20 \text{ L} = 2019 \text{ Ft/l}$



John Deere Plus 50 II motorolaj

20 liter	VC50002X02 0	nettó: 31.800 Ft
55 liter	VC50002X05 0	nettó: 83.600 Ft
209 liter	VC50002X20 0	nettó: 310.800 Ft

21. ábra John Deere Plus 50 II motorolaj ára

3.2 Gazdasági számítás:

A gazdasági számítás alatt a HZMK-1 típusú mérő beszerzésének megterülési idejét számolom ki. A mérő különböző árakon található fent interneten. Én egy olcsóbb kínai oldalról rendeltem meg, mivel ugyanolyan paraméterekkel rendelkezik, mint az egyetemen található drágább típus. A mérési eredmények között eltérés nem volt. Az ára 113 070 Ft teljes felszereléssel.

A motorolaj megtakarítás minden gépnél különböző, mivel teljesen más a motorolaj kapacitása és az MTZ-80 -nál nem érdemes 300 üzemóráig eltolni az olajcserét. Az éves átlag megtett üzemóra a gazdaságunkban a gépeknél 1500 üzemóra.

Az MTZ-820 -nál az motorolaj megtakarítás éves szinten 1500 üzemórával számolva eggyel kevesebb olajcserét jelent, mivel a 250 üzemórás olajcsere periódussal 6 olajcsere, míg a 300 üzemórás periódussal 5 olajcsere elegendő. Egy olajcserénél a belekerülő motorolaj mennyisége

14 liter, ami, ha beszorzunk a jelenlegi motorolaj literenkénti árával, ami 2019 Ft/L, akkor egy $2019 \cdot 14 = 28\,266$ Ft-os árat kapunk. A költségünk a motorolaj cseréket nézve 28266 Forinttal csökken évente.

Az MTZ-80 nál 1500 üzemóra alatt az olajcserék száma nem változik, mivel 280 üzemóra körül érdemes lecserélni az olajokat. Ennél a gépnél 1 olajcsere periódus megtakarítása 8 olajcserénél történik meg, így 1,5 év alatt. A motorolaj mennyisége megegyezik az MTZ-820 típusával, azaz 14 liter. Az éves költségcsökkenés ennél a traktornál $28\,266 \cdot 0,66 = 18\,844$ Ft

A Case IH MX 135-nél az 1500 üzemóra alatt az olajcserék száma eggyel csökken, de ennek a gépnek a motorjába 15 liter motorolaj kerül a katalógus szerint. Így az éves költsécsökkenés ennél a gépnél $2019 \cdot 15 = 30\,285$ Ft.

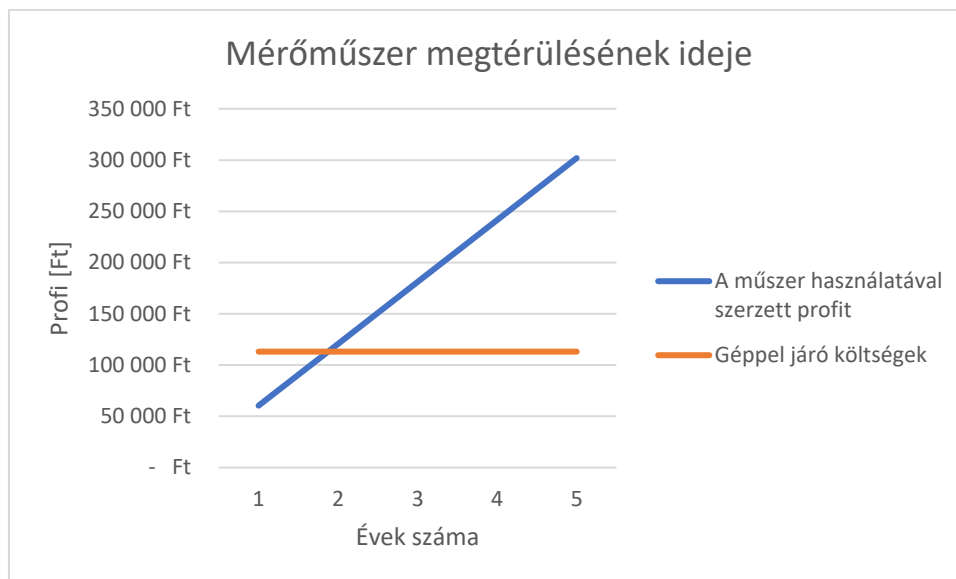
Ezek alapján elmondható, hogy a gazdaságunkban éves szinten 60 395 Forintot lehet megtakarítani. Ez nem nagy összeg, de ha azt nézzük, hogy ez egy kis gazdaság azért ez is elég sokat jelent.

A mérőműszer megtérülésének idejének kiszámításához táblázatot hoztam létre. A mérőműszer fenntartásához nem vettem fel költségeket, mivel annyira elenyészően kevés pénzbe kerül a gyűrű és a henger, hogy nem érdemes belekalkulálni a költségeibe. A táblázat adatai:

Mérőműszer megtérülési ideje:		
Évek száma	A műszer használatával szerzett profit	Géppel járó költségek
1	60 395 Ft	113 070 Ft
2	120 790 Ft	113 070 Ft
3	181 185 Ft	113 070 Ft
4	241 580 Ft	113 070 Ft
5	301 975 Ft	113 070 Ft

6. táblázat HZMK-1 mérőműszer megtérülésének ideje

Ezekből az adatokból létrehoztam egy diagrammot, így szemléletesebb a megtérülésének ideje:



22. ábra HZMK-1 mérőműszer megtérülésének ideje diagrammban

A diagrammon jól látszódik, hogy a gép megtérülésének ideje a 2. évben történik meg (22. ábra, 6. táblázat), ezek után már profitot termel éveken keresztül.

3.3. Környezeti hatások:

Ezzel nem csak a gazdaság számára lesz profit, hanem a környezetet is kíméljük, mivel csökken az általunk elhasznált olaj mennyisége, így ezzel a lépéssel is környezettudatosabbak is lesznek azok a gazdaságok vagy vállalatok, akik ezt a mérési módszert alkalmazzák. A világ kőolajkészlete folyamatosan fogy. Ezzel a módszerrel egy ilyen kis gazdaságban, mint a miénk is sikerült évi közel 30 liter motorolajat megspórolni. Ez több gazdaságra kivetítve elég nagy szám. Erre azért lenne szükség, mivel az összes gépjárműbe, mezőgazdasági gépbe kellenek olajok. A világ kőolajkészlete pedig folyamatosan csökken. Ezzel a módszerrel valamennyivel több ideig lenne képes az emberiség kitartani az olajkészleteit.

4. Összefoglalás

A szakirodalomfeldolgozás során kigyűjtöttem a gépjárművekben, mezőgazdasági gépekben és egyéb helyeken használt kenőanyagok fogalmát, feladatát, fajtáit és felhasználási területeiket. Megnéztem a motorolaj szabványokat és jelentőségüket. Megállapítottam, hogy a gyakorlatban használt motorolajok kiválasztása nagyon fontos és szakértelmet igényel. Ezek után megvizsgáltam, hogy milyen kenőolaj vizsgálati módszerek vannak, hogy milyen tulajdonságokat tudnak ezekkel a módszerekkel mérni. A legfontosabb mérési tulajdonságot megállapítottam.

Több szempont alapján kiválasztottam a legmegfelelőbb mérőeszközt, ami az olaj legfontosabb mérési tulajdonságát tudja vizsgálni. Az általam választott eszköz egy HZMK-1 típusú kenőképesség vizsgáló műszer lett, amivel Timken-féle vizsgálatokat végeztünk használt motorolaj mintákon. 3 különböző traktor mintáit vizsgáltam be, hogy megnézzük az olajak vizsgálati eredményeit. A pontosabb mérési eredmények érdekében egy TM-902C típusú hőmérővel mértük az olaj hőmérsékletét Celsius fokban és egy EXTECH rezgésmérő készülékkel mértük a hengert befogó kar rezgését mikrométerben. Ezekkel a feltételekkel elvégeztem a méréseket a Gépjármű Laboratóriumban. A mérés lebonyolítását egyszerűen elvégeztem. A mérés során figyeltem arra, hogy közel hasonló kezdeti hőmérséklettel kezdjem el a mérések összehasonlítását.

Megmértem 3 gép motorolajának elhasználódását próbálva tartani az 50 üzemórás mintavételezési közt. Ezekben a gépekben John Deere Plus 50 II motorolaj lett belerakva. Megkértem egy Weidemann rakodógép motorolajának olajcseréjére, ami jóval túllépte a megengedett olajcsere periódust, így alkalmam nyílt egy nagy elhasználódott motorolaj mérésére is, illetve az új belekerült olajat is bevizsgáltam összehasonlítás végett. Sikerült egy harmadik új motorolajat is beszereznem, így sikerültegy új olaj összehasonlítást is végezmem.

A vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy az motorolajok kenőképességének romlása kimutatható a vizsgálatokból. A pontos üzemóra meghatározására nem megfelelő a mérés, de azt a pontot megtudható az eredményekből, ha elhasználódott a motorolaj. A különböző traktorokban különbözően viselkedett az olaj 250 üzemóra felett. Az MTZ-820 típusnál a mérési eredmények azt mutatták, hogy a gépben az olaj 300 üzemóránál még nem teljesen használódott el. Az MTZ-80 típusnál a 300 üzemórás olaj teljes mértékben elhasználódott, így nem ajánlott, addig kitartani az olajcsere periódust. A Case IH MX 135 típusnál csak 250 üzemórás olajcsere periódust

alkalmaztam, és a mérési eredmények alapján megállapítottam, hogy 300 üzemóraig kitolható az olajcsere periódus. A Weidemann rakodógép mérésénél a nagyon elhasználódott olajra kaptam mérési eredményeket. Az új olajok mérésénél rálátást kaptam arra, hogy melyik motorolaj kenőképessége a legjobb újkorában. Ennek a mérésnek az eredménye az lett, hogy a John Deere Plus 50 II típusú motorolaj a legjobb kenőképességű.

A mérések kiértékelése után gazdasági számítást végeztem arról, hogy egy kis gazdaságba mennyi idő alatt térül meg a HZMK-1 típusú mérőműszer. A számításaim szerint két év alatt térül meg a mérőberendezés.

5. Summary

In the literature review, I have collected the concepts, functions, types and uses of lubricants used in motor vehicles, agricultural machinery and other places. I will look at motor oil standards and their importance. I found that the selection of engine oils used in practice is very important and requires expertise. I then looked at what lubricating oil test methods are available and what properties these methods can measure. I have identified the most important measuring properties.

Based on several criteria, I selected the most suitable measuring instrument that can test the most important measuring property of the oil. The instrument I chose was a HZMK-1 type lubricity tester, which was used to carry out Timken tests on used engine oil samples. I tested 3 different tractor samples to see the test results of the oils. For more accurate measurement results, a TM-902C thermometer was used to measure the oil temperature in Celsius and an EXTECH vibration meter was used to measure the vibration of the cylinder gripping arm in micrometers. Under these conditions, the measurements were carried out at the Automotive Laboratory. I made the measurement procedure simple. During the measurement, I made sure that I started the comparison of the measurements with a nearly similar initial temperature.

I measured the engine oil wear of 3 machines trying to keep the sampling between 50 hours of operation. These machines were running John Deere Plus 50 II engine oil. I was asked to change the engine oil in a Weidemann loader that was well over the permitted oil change interval, so I also had the opportunity to measure a large worn engine oil and test the new oil for comparison. I also managed to get a third new engine oil, so I was able to do a new oil comparison.

The results of the tests showed that a deterioration in the lubricity of the engine oils could be detected from the tests. It is not possible to determine the exact operating hours, but it is possible to find out from the results when the engine oil has worn out. Oil behaved differently in different tractors above 250 hours of operation. For the MTZ-820 model, the measurement results showed that the oil in the machine was not completely used up at 300 hours of operation. In the MTZ-80 model, the oil was fully used up at 300 hours of operation, so it is not recommended to extend the oil change period to 300 hours. For the Case IH MX 135 model, I used an oil change interval of only 250 operating hours and based on the measurement results, I found that the oil change interval can be extended to 300 operating hours. When measuring the Weidemann loader, I obtained measurement results for very worn oil. When measuring new oils, I gained insight into which

engine oil has the best lubricity when new. The result of this test is that John Deere Plus 50 II engine oil has the best lubricity.

After evaluating the measurements, I made an economic calculation of the payback time for the HZMK-1 type measuring instrument on a small farm. According to my calculations, it takes two years to pay for the meter.

6. Irodalomjegyzék

1. Don M. Pirro; Martin Webster; Ekkehard Daschner (2016). *Lubrication Fundamentals* (10-15)
2. http1: https://www.limsforum.com/heart-failure-and-healthcare-informatics/85551/?rdp_we_resource=http%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2f%20Wiki%2F%20Motor%20oil (11.04)
3. http2: <https://yourchangeinfo.blogspot.com/2018/05/motor-oil.html> (11.04)
4. http3: <https://www.oilspecifications.org/> (11.04)
5. "Lubrication and Lubricant Selection: A Practical Guide" by A.R. Lansdown (1982) (6-45.o)
6. Gerber Gábor Ferdinánd: Mezőgazdaságban használatos erőgépek karbantartása, üzemközbeni ellenőrzése (2-14.o)
7. http4: https://www.limsforum.com/heart-failure-and-healthcare-informatics/85551/?rdp_we_resource=http%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FMotor_oil%2FMaintenance (11.04)
8. http5: <https://www.machinerylubrication.com/Read/30197/choose-engine-oil> (11.04)
9. http6: <https://www.rescuedog.hu/motorolaj-struktura/> (11.04)
10. http7: <https://motorolajbolt.hu/API-minositeseik> (11.04)
11. http8: https://en.wikipedia.org/wiki/Motor_oil (11.04)
12. http9: https://wiki2.org/en/Motor_Oil (11.04)
13. http10: <https://yourchangeinfo.blogspot.com/2018/05/motor-oil.html> (11.04)
14. http11: https://www.stle.org/files/What_is_tribology/Tribology_Lubrication.aspx (11.04)
15. http12: <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/test-and-measurement/tribometers-and-mechanical-testers/lubricants-testing.html> (11.04)
16. http13: <https://prime.erpnext.com/files/GuidetoAstmTestMethodsfortheAnalysisofPetroleumProductsandLubricantsSecondEdition.pdf> (11.04)
17. http14: <https://sulnoxgroup.com/what-is-lubricity/> (11.04)
18. http15: <https://www.oil-store.co.uk/hu/blog/the-importance-of-lubrication-for-machine-reliability/> (11.04)
19. http16: <https://nortekfluids.com/blog/the-importance-of-industrial-lubrication/> (11.04)

20. http17:
https://moodle.nptcgroup.ac.uk/pluginfile.php/1317007/mod_resource/content/2/Lubrication%20Booklet.pdf (29-35) (11.04)
21. http18: <https://pqia.org/engine-oil-lubricant-astm-tests/> (11.04)
22. http19: https://industrialchemicaltesting.com/oil_analysis/ (11.04)
23. http20: <https://testoil.com/program-management/used-oil-testing-oil-condition-analysis/>
(11.04)

7. Mellékletek:

NYILATKOZAT

8. Nyilatkozatok:

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Borbély Péter Gyula
A Hallgató Neptun kódja:	DDX2U9
A dolgozat címe:	Olajok kenőképességének vizsgálata
A megjelenés éve:	2024
A konzulens intézetének neve:	Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Járműtechnika Tanszék

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

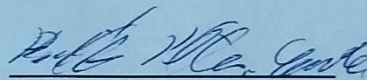
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024 év 11 hó 04 nap


Hallgató aláírása

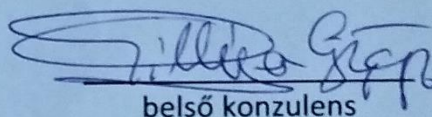
NYILATKOZAT

Borbély Péter Gyula (hallgató Neptun azonosítója: DDX2U9) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024 év 11 hó 04 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

9. Köszönetnyilvánítás:

Hálasan köszönöm Dr. Pillinger György témavezetőmnek, hogy a szakdolgozat írása során a dolgozat megírásához odafigyelésével, ösztönzésével, tanácsaival és a szükséges eszközökkel segített a szakdolgozatom elkészítésében.

Szeretném megköszönni Udvardi Bélának, a szakdolgozatomhoz szükséges segítségeket és a rengeteg szakmai tanácsot.

Nagyon szépen köszönöm szüleimnek a sok gondoskodást és támogatást, és mindenkinek ugyanezt kívánom aki végig kísért utamon.