



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus

**Kenéstechnológiai és tribo-diagnosztikai szakirányú
továbbképzési szak**

**RAKODÓGÉPEK KARBANTARTÁSÁNAK
OPTIMALIZÁLÁSA A GYERMELYI ZRT.-NÉL**

Belső konzulens: **Dr. Kalácska Gábor**
DSc, egyetemi tanár

Külső konzulens: **Dr. Eleőd András**
professzor emeritus

Készítette: **Szalai Balázs**
Neptun kód: CXLMLP
tagozat: levelező

Intézet/Tanszék: **Anyagtudományi és Gép-
ipari Folyamatok Tanszék**

Gödöllő
2024.



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

MŰSZAKI INTÉZET

Kenéstechnológiai és Tribo-diagnosztikai szakmérnök / szakember

SAKDOLGOZAT

feladatlap

Szalai Balázs (CXLMPL)

részére

A szakdolgozat címe:

Rakodógépek karbantartásának optimalizálása a Gyermelyi Zrt.-nél

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozása probléma bemutatása, karbantartási stratégia kialakítása, kenéstechnikai folyamat fejlesztése, állapotjavító intézkedések, gazdasági számítás, összefoglalás,

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

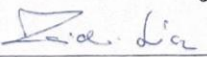
Külső konzulens: Dr. Eleőd András, professzor emeritus,

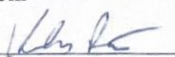
Belső konzulens: Dr. Kalácska Gábor, egyetemi tanár, MATE MI

Beadási határidő: 2024. november 5

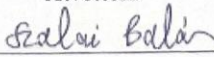
Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.11.02.


(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	4
1.1.	Téma jelentősége és a célkitűzések.....	4
2.	Cégbemutató 7	
3.	Szakirodalom feldolgozása 11	
3.1.	Tribológiai alapfogalmak.....	11
3.2.	A kopások fajtái 12	
3.3.	A korróziós folyamatok 17	
3.4.	A kenőanyagok bemutatása 19	
3.5.	Karbantartási stratégiák 21	
4.	Probléma bemutatása.....	24
5.	A probléma megoldása.....	27
5.1.	Karbantartási stratégia kialakítása 27	
5.2.	Kenéstechnikai folyamat fejlesztése 30	
5.3.	Állapotjavító intézkedések.....	32
6.	Gazdasági számítás 39	
7.	Összefoglalás.....	40
8.	Nyilatkozatok 41	
9.	Irodalomjegyzék.....	44
10.	Mellékletek jegyzéke.....	46

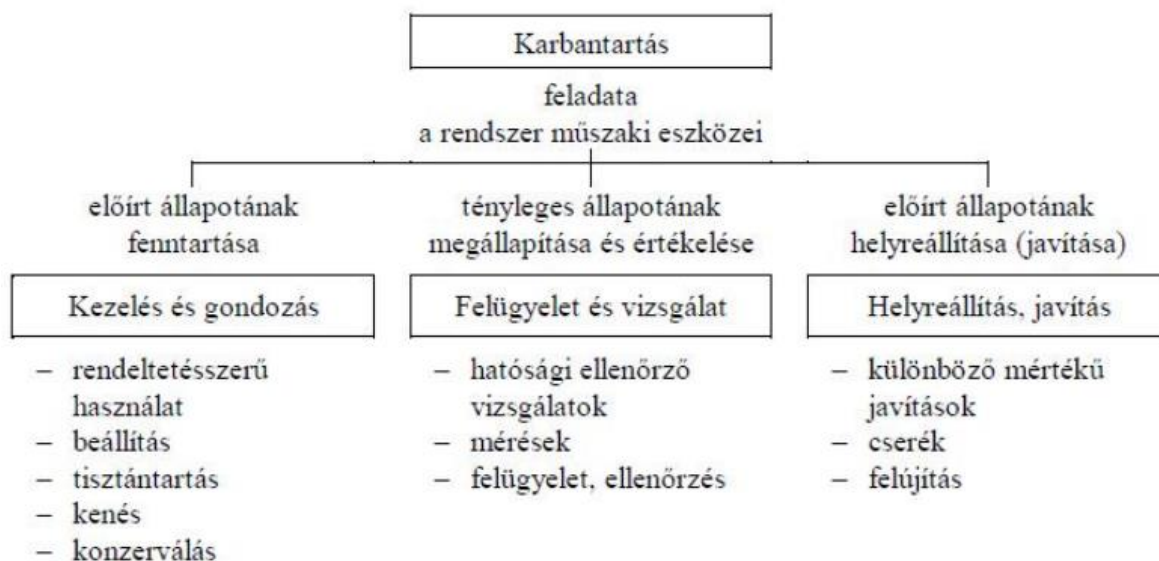
1. Bevezetés

Napjaink egyik jelentős kihívása a folyamatos műszaki fejlődés. Ennek a fejlődésnek az ütemét a tudományos-technikai forradalom szabja meg. [3] A termék-előállítási versenyben az ipari vállalatok magasabb technikai színvonalú berendezéseket, automatizáltabb technológiákat alkalmaznak, miközben egyre nagyobb megbízhatóságot követelnek a gépektől. Ezek kihatnak a tervezés és gyártás mellett a gépfenntartással foglalkozó szakemberekre is, magasabb szakmai képzettséget várva el tőlük. A gépfenntartás egyre nagyobb figyelmet kap a géptervezés, a gépgyártás és a termelés-szervezés folyamatában. Elegendő utalni például arra, hogy az utóbbi időben milyen mértékben növelték meg a különböző gyártó cégek termékeik garanciális idejét, vagy arra, hogy a nagy tömegben előállított termékek gépsorainál milyen szigorú karbantartási előírásokat kötelező betartani a termelés folytonosságának biztosítására. Ezek a követelmények ma már, csupán a hagyományos módszerekkel, nem oldhatók meg. Karbantartási tevékenységre mindig is szükség volt, de általában szükséges rossznak, tervezhetetlen általános költségnek tekintették. Azonban egyetlen berendezés, de különösen egy bonyolult gép sem lehet meg karbantartás nélkül, amely az üzemeltetés nélkülözhetetlen szakasza. Ezért kell a gépeket ápolni, vizsgáztatni, javítani, a meghibásodott részeit kicserélni. Ez a tevékenység, az energiaköltségek mellett a gépek üzemben tartása során a másik legnagyobb költségtényező.

A karbantartás témáját azért választottam szakdolgozatom témájának, mert nap mint nap ezzel foglalkozom a munkám során és próbálok arra törekedni, hogy minél jobban elláthassam a feladatomat. Ehhez a témához szerencsére több támogató szakember és szakmai forrás is rendelkezésemre áll, melyeket szakdolgozatom kidolgozása során igénybe is veszek. A karbantartás szükségességét kiemelten fontosnak érzem a napi feladataim között, melyet a továbbiakban ismertetek.

1.1. Téma jelentősége és a célkitűzések

A karbantartás tárgyai [3]: a különféle létesítmények, az építmények, gépek, szállítóberendezések, vagyis különböző anyagi javak. Az egységes értelmezés érdekében a karbantartást, valamint a karbantartás műveleteit a következőkben rögzíthetjük: karbantartáson azt a fenntartási tevékenységet kell érteni, amely mindazon teendőket magába foglalja, melyeket szükséges elvégezni az állóeszközök üzemképessége és rendeltetésszerű használata érdekében. A karbantartás részei az 1. ábrán láthatók.



1. ábra: A karbantartás részei [3]

A karbantartás, mint gyűjtőfogalom – jelen esetben – gépek karbantartását és működőképességének helyreállítását biztosító valamennyi intézkedést magában foglalja. Ennek optimalizálása összetett feladat, melyet a szakdolgozatom fő témájának választottam.

A karbantartás optimalizálás tovább mutat magán a karbantartáson, mivel ezzel lehetővé tehető a karbantartási munkák hatékonyabb tervezése, végrehajtása és felügyelete. A cél az, hogy tervszerű megelőző karbantartási periódusokkal elkerülhető legyen a választott rakodógépek meghibásodása és növelhető legyen az üzembiztonsága.

Az alapvető gépüzemeltetésen az alábbiak szerint szükséges változtatni, azaz a célkitűzések:

- A gépforgalmazó által előírt szerviz periódusokat minden esetben be kell tartani, mert ennek elmaradása a gépek üzembiztonságát veszélyezteti. Ennek felelősenek helyettesítését meg kell oldani.
- A gépeken el kell végezni a kötelező karbantartásokat. Legyen felelőse a karbantartási folyamatok ellenőrzésének, azaz fontos egy felelős személy kijelölése és kinevezése, aki a szükséges karbantartásokat személyesen felügyeli és adminisztrálja.

- A rakodógépeken visszatérő probléma lehet a gémcsapok és csúszó betétek kopása. A rakodógépek gémcsapjain jellemző az abráziós és adhéziós kopás, melyet megfelelő, folyamatos kenéssel meg kell előzni.
- A rakodógépen a forgalmazó által már korábban kiépítésre került zsírzórendszerek felújítása és üzemképesé tétele is fontos az üzembiztonságosság jobbá tételéhez.
- A karbantartási folyamatok és a kenőanyag felhasználás, ha eddig nem volt dokumentálva sem a vállalatirányítási rendszerben, sem a gépkönyvben, akkor annak dokumentálását megfelelő és rendszeres adminisztrációval meg kell oldani.
- A kenőanyag tárolást pontosan dokumentálva átláthatóvá kell tenni.

2. Cégbemutató

A Gyermelyi Holding Zrt. története 1953-ig nyúlik vissza, amikor tizenkét gyermelyi gazda megalakítja a Petőfi Szövetkezetet. A következő fontos dátum: 1959 (56-ban feloszlott a szövetkezet), azóta működik folyamatosan a vállalat. Az 1960-as években a földterületek táblásításának, a gépesítésnek, a műtrágya és növényvédő szerek bevezetésének köszönhetően növekednek a gabonafélék termésátlagai. Közös vállalati formában, 1971-ben elindul a tésztagyártás, két kereskedő cég és egy szakmai befektető társulásával. 1989-ben sikeresen megtörténik az első, a napi 120 tonna felöntésű malom beőrlése, ezzel egy újabb iparág meghonosítása. A 2000-es évek a technológia fejlesztések éve (kapacitásnövelés a malomnál, felépül a vetőmagüzem, átadásra kerül az új tésztagyár, megindul a géppark csere a növénytermesztésben). A 2010-es és 2020-as évekre a folyamatos fejlődés a jellemző, melyből az egyik kiemelkedő, hogy 2016-ban a növénytermesztés egy modern, az ágazat hosszú távú igényeit lefedő mezőgazdasági központtal (Somodori Kft.) bővül Somodorpusztán. A Gyermelyi Holding Zrt. felépítése és a Gyermelyi Zrt. ágazati felépítése a 2. és a 3. ábrán látható.



2. ábra: Gyermelyi Holding Zrt. felépítése [21]



Malmászat



Tésztagyártás



**Állattenyésztés,
takarmánygyártás**



**Kereskedelem
Marketing
Informatika
Adminisztráció**



Logisztika



**Növénytermesztés
(Somodorpusztá)**

3. ábra: Gyermelyi Zrt. ágazati felépítése [21]

A szakdolgozatomban a választott tevékenység a növénytermesztési központhoz tartozó gazdálkodáshoz kapcsolódik. A jelenlegi gazdálkodási terület három vármegye területén található, melyek: Pest-, Fejér- és Komárom-Esztergom vármegye. A teljes terület a három vármegyében összesen 8100 hektár.

A gazdálkodási tevékenység hagyományos, precíziós növénytermesztést jelent: őszi búza és őszi durum búza termesztését vetőmagnak és a malom részére; őszi árpa termesztését vetőmagnak és takarmánygyár részére; őszi káposztarepce és napraforgó termesztését, értékesítését az olajiparnak; borsó termesztését vetőmagnak; végül kukorica termesztését takarmánygyár számára.

Összesen kb. 70 fő munkavállaló dolgozik a növénytermesztésben, melyből kb. 20 fő szellemi foglalkozású (pl. agrármérnök, adminisztrátor), kb. 30 fő erőgépezető, kb. 10 fő dolgozik a gépjavító műhelyben és ugyancsak kb. 10 fő egyéb fizikai foglalkozású (pl. takarító, portás, telephelygondozó, vetőmagüzemben dolgozó).

A telephely korszerű, precíziós gazdálkodásra alkalmas fiatal munkagépparkkal rendelkezik. A géppark része 35 db traktor (Case Quadtrac (620 LE), John Deere (160 LE-410 LE), 2 db önjáró permetező (Horsch Leeb 6.300 VL 36m), 15 db Claas Lexion 670 kombájn, valamint törzscsuklós és teleszkópos rakodógépek (5 db).

A szakdolgozatomban 1-1 db rakodógépet vizsgálók, mely egy JCB 418 S típusú törzscsuklós rakodógépet (4. ábra) és egy Manitou 845 típusú teleszkópos rakodógépet (5. ábra) jelent. A JCB-t nehezebb földmunkákra és szerves trágya-rakodásra, a Manitou-t pedig terményrakodásra használjuk.

A gépeket 2016-ban újonnan vásárolta meg a cég, azóta folyamatos munkavégzés történik.



4. ábra: Gyermelyi Zrt. JCB 418 S típusú törzscsuklós rakodógépe



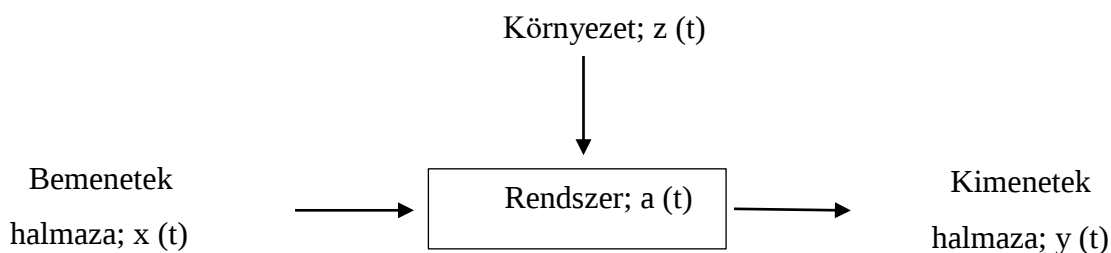
5. ábra: Gyermelyi Zrt. Manitou 845 típusú teleszkópos rakodógépe

Cégünkben is előfordulnak karbantartással kapcsolatos problémák, pl. a zsírzási periódusok be nem tartása a rakodógépeknél. Sajnos nem minden gépkezelő ismeri a karbantartási pontokat illetve a gépkezelőknek nincs elég tapasztalata a gépkezelésben, melynek része a gép zsírzása is. Az is előfordul, hogy egy-egy gépen nem állandó a gépkezelő és így a gépet nem tudja „sajátjaként” kezelni. Amelyik gépnél állandó a gépkezelő, ott általában a munkagép is üzembiztonságosabb.

3. Szakirodalom feldolgozása

3.1. Tribológiai alapfogalmak

A karbantartási folyamatok megvitatása érdekében fontos tisztázni, mit is értünk a tribológia alatt, amely ma „fiatal” és egyben interdiszciplináris tudomány. [7] Bevezetés a tudományba: A tribológia az egymással kölcsönhatásba lépő és mozgó felületek tudománya és technológiája, beleértve az ehhez kapcsolódó gyakorlati intézkedéseket. E meghatározás szerint a tribológia magában foglalja a súrlódási, kopási és kenési folyamatok leírását, valamint a gépelemek tribológiai tervezését. A tribológiai folyamatok kutatása, tervezése, fejlesztése és alkalmazása átfogó elveket igényel. Ezeket az elveket az általános rendszerelméleti és technikai rendszerelemzés módszereinek alkalmazásával valósítjuk meg, ahogy az a 6. ábrán látható.



6. ábra: A tribológiai rendszer általános modellje [7]

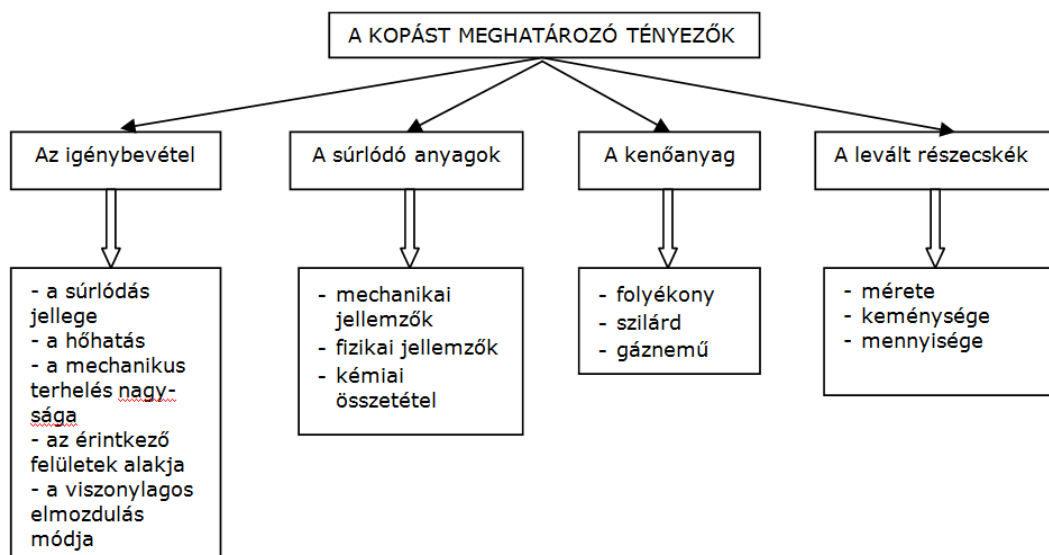
A súrlódási folyamatot minden körülmények között mindig két független jelenség kíséri: a súrlódási ellenállás és a kopás. A súrlódás során az anyagrészecskék a mechanikai, termikus és kémiai igénybevétel hatására fokozatosan elválnak az egymásra hatást kiváltó felületektől a felületek alakja és mérete. A változás sebességétől függően az érintkező felületek különböző mértékű károsodást szenvednek, ami működési szempontból megengedhető vagy nem megengedett. Lassú kopás esetén a szerkezet működésével járó fokozatos anyagleválás nem küszöbölhető ki. Ezt permisszív károsodási folyamatnak nevezik, amely csak hosszabb időn keresztül (amely előre tervezhető) hoz létre alak- és méretváltozást a súrlódó felületen, ami potenciálisan meghibásodáshoz vezethet. A gyorsan kialakuló felületi sérülések – bevágások, horpadások, horpadások, varratok – nem tekinthetők normál kopási folyamatnak. Általában nem megengedettek, mert felületváltozásokhoz vagy méretbeli eltérésekhez vezethetnek, amelyek miatt a szerkezet rövid ideig használhatatlanná válik.

3.2. A kopások fajtái

A kopás tehát az egymással érintkező anyagok relatív elmozdulásakor fellépő súrlódás miatt következik be. A kopás lényegében a szilárd anyagok felületének anyagvesztése, amelyet kizárólag vagy esetleg más igénybevétellel társult mechanikai igénybevétel okoz. [3]

A kopás során a felületekről apró részecskék válnak le, melyek az alkatrész vagy alkatrészek méret, illetve tömegcsökkenését, az üzemeltetés szem pontjából káros elváltozását okozzák. Az elváltozások kiterjedhetnek a felület fizikai, kémiai, szövetszerkezeti, mechanikai tulajdonságainak módosulására is, valamint a munkavégző képesség csökkenésén kívül számos további meghibásodás, repedés, törés berágódás forrásai lehetnek. Ezek később az alkatrész, majd az egész berendezés, gép teljes tönkremenetelét okozhatják. A kopási folyamat nem anyagvonatkozású, hanem rendszervonatkozású jellemzőként írható fel. Fontos megjegyezni, hogy a különböző problémák megoldásához pontosan ismerni kell az adott tribológiai rendszert, valamint az érintett tudományterületeket (mechanika anyagtudomány, fizika, kémia).

A tribológiai rendszer két összetevő felületéből és azok környezetéből áll, amelyek egymással mozgó kapcsolatban vannak. A kopás jellegét, lefolyását és mértékét az alapanyag, az összetevők kialakítása, valamint a köztes anyagok, a környezeti befolyások és az alkalmazási feltételek határozzák meg. Alaptest – ellentest esetében a geometriai kialakítás, mechanikai, fizikai jellemzők, szövetszerkezet kialakítása, felületi egyenetlenség, felszíni rétegek vannak hatással a rendszerre. Adott gép vagy berendezés egy adott alkatrésze milyen mértékben és milyen jellegzetes ismérvek szerint kopik, rendkívül sok tényező határozza meg, melyeket a 7. ábrán foglaltuk össze.



7. ábra: A kopást meghatározó tényezők [3]

Az alkatrészek kopásának legmeghatározóbb jellegzetessége a súrlódás. A súrlódás, amely gyakorlatilag a mozgást akadályozó hatás, azaz olyan mozgás ellen ható jelenségek összege, amely egymással érintkező felületek relatív (viszonylagos) elmozduláskor játszódik le.

A kopások fajtái

Mielőtt a kopásmechanizmusokat tárgyalnánk, fontos a kopás fogalmát bevezetni. A kopás a szilárd testek felületén bekövetkező anyagvesztés, amelyet szilárd, cseppfolyós vagy légnemű közeggel való érintkezés és relatív elmozdulás okoz. Használat során azonban az érintkező felületek oxidálódhatnak, így nemcsak anyagvesztés, de súlytöbblet is kialakulhat. A kopás csoportosítható a kopott felületet létrehozó mozgásformák, a kopást létrehozó mechanizmusok, a kopott felület jellegzetességei alapján. A súrlódó felületeken kialakuló jellegzetes elváltozások, mintázatok alapján felismerhetők az uralkodó kopási mechanizmusok.

A gyakorlat legtöbbször Burwell megközelítése szerint a kopást okozó folyamatok szerint osztályozza a kopásokat. Önmagában egyik kopás sem létezik, az uralkodó kopási minta alapján lehet elkülöníteni őket.

Kopásformák Burwell megközelítése alapján:

- a) adhéziós (elsőrendű hideghegedéses, másodrendű meleghegedéses),
- b) abrázíós (kéttest és háromtest kopása),
- c) fáradásos (felszíni kifáradás, pitting),
- d) mechano-kémiai,
- e) kavitációs,
- f) fretting/súrlódási korrózió,
- g) eróziós.

a) Adhéziós kopás

Az adhéziós kopást befolyásoló tényezők közül fontos a két súrlódó felület anyagának adhéziós hajlama, valamint vegyi reakcióképessége, különösen oxidációs hajlama. A hegedéses kopás egymáson viszonylag kis sebességgel ($v_{max} = 2\text{m/s}$) elmozduló, de nagy felületi nyomás hatására súrlódó, elsősorban fémes anyagok között jön létre folyadékkenés vagy felületi oxidhártya hiányában. Az érintkezési pontokon molekuláris fémes kötés (adhéziós kötés, vagy hideghegedés) jön létre.

A súrlódó párok között az egyes érintkezési pontokon molekuláris, fémes kötélésre. A további elmozdulás során a szétválás az összehegedt felületek környezetének megkeményedése miatt nem az érintkezési felületen, hanem attól eltérően, a lágyabb anyagban következik be, így a szilárdabb fém részecskéket szakít ki a kevésbé szilárd felületből. A kiszakított részecske a nagy felületi nyomás hatására elridegedik, felkeményedik és a további elmozduláskor, mint szilárd csiszolóanyag abrazív módon koptatja, karcolja a felületet. E hatásokból kifolyólag az adhéziós kopás viszonylag rövid idő alatt nagy méretváltozásokat okoz, azaz nagy az ún. kopási sebesség ($10\text{-}15\text{ }\mu\text{m/h}$).

b) Abrázíós kopás

Az abrázíós kopás folyamán a keményebb felület, kiálló csúcsai elmozdulás közben mélyedéseket, karcolásokat hoznak létre a lágyabb felületben, ill. forgácsolják azt. Ez a kéttest-abrázíós kopása. A lágy anyag mennyisége folyamatosan csökken. Háromtest-abrázíós kopás akkor következik be, ha a két súrlódó felület közé viszonylag apró szemű, kemény csiszoló anyag, abrazív anyag kerül. A kemény, éles abrazív anyag helyenként képlékeny alakváltozást okoz. Karcolja a felületeit, abból mikroforgácsokat választ le. Az átlagosan $7\text{-}8\text{ }\mu\text{m}$ nagyságú

idegen, vagy a két anyag egyikéből lepattogzott és felkeményedett szemcse megsokszorozza a kopás sebességét. Az idegen anyag általában por a saját anyag pedig lehámlott oxidréteg lehet, amely úgy fejti ki felületroncsoló hatását, hogy a lágyabb anyagba beágyazódva védi azt a keményebbel szemben, eközben mikroforgácsokat választ le a keményebb felületéről. Így viselkednek például egy heterogén szövetszerkezet fémes vegyületei, amelyek védik saját "alpmátrixukat", az ellendarabot azonban elkoptatják.

c) Fáradásos kopás (felszíni kifáradás, pitting)

A súrlódó felületek intenzív elroncsolódása, főleg ismétlődő gördülő mozgás, dinamikus igénybevétel esetén. Az ismétlődő feszültségek kifárasztják a felületi réteget, abban mikropedések keletkeznek, a repedések továbbhaladása a felületi réteg lepattogzását, gödrösödését, pittingesedését okozza. A fáradásos kopás főleg gördülő csapágyakban tapasztalható. A felület kifáradása szempontjából a legkritikusabb az érintkezési felület szélein nem sokkal a felület alatt ébredő, a felülettel párhuzamos nyírófeszültség. A lehámlás mértéke függ az érintkező felületek alakjától, mégpedig úgy, hogy legkisebb kipattogzás a kör, és legnagyobb a vonal menti terhelés esetében. A kipattogzások mélysége az ébredő max. nyírófeszültség mélységével azonos. A repedések keletkezését gyorsítják a felületi rétegekben eleve meglévő saját feszültségek, inhomogenitások, felületi repedések (pl. hőkezelés, megmunkálásból), valamint a kenőanyag hidrodinamikai nyomáeloszlása, amely ún. elasztohidrodinamikai kenési állapot esetén nem követi a Hertz-féle nyomáeloszlást, hanem a kilépési oldalon nyomáscsúcs keletkezik, a pittingképződés kiindulási helye. Ezek a helyek további meghibásodások forrásai lehetnek, másodlagos repedések, kitöredezések indulhatnak ki belőlük.

d) Oxidációs kopás

Ez a kopásforma olyan fémeken, illetve olyan körülmények között fordul elő, amikor a nagy terhelés okozta alakváltozás következtében a felület alatti vékony réteg szilárd oldattá alakul át, azaz igen kemény, rideg fémoxid vegyületek képződnek. Az oxigén a rácshibák melletti aktív fématomokat kihasználva jut be a felületbe és például az acél esetében FeO vas-oxidot alkot, amely oxigéntartalma 10-50-szerese a normál acélénak, és keménysége eléri az 1100-1400 HV értéket. Az oxidrétegek, melyek mikroszkóppal jól kimutathatóak, az alkatrészek egymáson való további elmozdulásának következtében leválnak a felületről. Az oxidréteg

rendkívül vékony, hártyszerű, leválási folyamatuk az adhézios kopáshoz viszonyítva igen lassúnak mondható. A kopási sebesség csupán 0.1-0.5 $\mu\text{m/h}$, lassú folyamat. Abban az esetben, ha a felületbe nem diffundál be az oxigén, a kopási folyamat felgyorsul, Argon atmoszférában 10-szer nagyobb a kopás, mint levegőn, ennek megfelelően a súrlódási együttható és a súrlódó felületek hőmérséklete lényegesen nagyobb és illetve ott, ahol valamely más gáz kiszorítja az oxigént. Az oxidációs kopás mind csúszó, mind gördülő súrlódás hatására bekövetkezik, pl. hengerperselyek, fogaskerekek felületén, gördülőcsapágyakban fordul elő kisebb terhelések esetében, mivel a nagy felületi nyomás esetében már a kopás adhézios jellegű lesz.

e) Súrlódási korrózió (fretting kopás)

A kopási folyamatok egyik speciális esete a súrlódási korrózió, vagy fretting kopás, mely akkor keletkezik, ha az illetett egymással érintkezésben levő felületek dinamikai igénybevétel hatására az alkatrészek kis amplitúdójú, közepes (5-100 Hz) frekvenciás rezgéseket végeznek. A súrlódási korrózió maximuma 8 μm -es amplitúdónál van. Így az érintkezési azaz kontakt zónában alternáló súrlódás jön létre. Tipikus példa a fretting keletkezésére a csapágygyűrű és tengely vagy csapágyház érintkezési felülete. A gépészetben a fretting előfordulása igen gyakori azokon a szerelt egységeken, ahol valamilyen eredetű vibráció lép fel.

f) Eróziós kopás

Az eróziós kopást nem súrlódás, hanem a szilárd testekhez ütköző, áramló közeg (pl. szennyvíz, poros gázok, homok, iszap stb.) részecskéi által okozott igénybevétel hozza létre. Az eróziós kopás az anyagok áramlásakor a szilárd falhoz ütköző részecskék mozgási energiájának ütközési energiává történő átalakulása során jön létre. A szilárd fal és a részecske rugalmasan és/vagy képlékenyen deformálódik, ridegen törik és a becsapódó részecske a falból anyagrészeket szakít ki. Az eróziós kopás nagysága a felületről leváló részecskék mennyiségével azonos. Az eróziós kopás függ: az ütközés irányától, az ütközés sebességétől, a részecske tömegétől, a kopásnak kitett anyag szilárdságától, keménységétől, alakváltozási képességétől, és a részecske szilárdságától, keménységétől, alakváltozási képességétől, méretétől és alakjától. A kopás mértéke függ az anyag minőségétől, valamint a részecske becsapódási szögétől. A legnagyobb mértékű kopást szívós anyagoknál a 15-30 fokos szögben a rideg kemény anyagoknál pedig 90 fokos becsapódási szögben tapasztalhatjuk. Eróziós kopásban nem értelmezhető a terhelő erő és a súrlódási úthossz. A kopás jellemzésére a fajlagos

kopást használják $k = V/m$, melyet az egységnyi koptató részecske tömegre vonatkoztatott leváló anyag mennyiségével határoznak meg, ahol a k = fajlagos kopás [mm^3/g], V = leváló anyagmennyiség [mm^3 vagy mg], m = egységnyi koptató részecske tömeg [g]. A leváló anyag mennyisége tömeggel is megadható. Miután az eróziós kopás a mozgási energiától függ, a legnagyobb hatást a kopás nagyságára az ütközési sebesség gyakorolja.

g) Kavitációs kopás

A kavitációs kopás a szilárd testek áramló folyadékkal érintkező felületein alakulhat ki, ahol a kedvezőtlen áramlási viszonyok miatt a folyadékban oldott gázok apró buborékok formájában kiválnak, majd a felületnek ütközve nagy belső nyomásuk (kb. 1500 bar) miatt szétrobbannak, ami erős mechanikai igénybevételt okoz és lyukszerű kráteresedést eredményez. A buborékok összeomlásakor erős folyadékütközéseket idéznek elő a szilárdtest felületén. A folyadékütközés jelentős mechanikai igénybevételt jelent. Az ütközések hatására repedések indulnak el a felületről, és azok tovaterjedve lyukszerű krátereket okoznak. A kavitációs kopás lassan, lappangási idő után indul el. Jellemző példa a kavitációra a szivattyúlapátok, vagy motorcsónakok propellereinek kopása, ami odáig vezethet, hogy egy szivattyú, vagy propeller lapátozása egyszerűen elfogy a felületen jelentkező koptatóhatások következtében.]

3.3. A korróziós folyamatok

A kopás mellett ugyancsak fontos megemlíteni a korrózió fogalmát, melyet a következőkben ismertetünk. [6]

Az anyagok természetes környezetükben öregednek, korrodálódnak, miközben anyagi tulajdonságaik és méreteik megváltoznak. Mai felfogásunk szerint nemcsak a vas-fémeken kialakuló, a hétköznapi szóhasználat szerinti rozsdásodást nevezzük korróziónak, hanem minden szerkezeti anyagnak kémiai, elektrokémiai vagy biológiai úton bekövetkező leépülését is. A korróziós folyamatot számos külső és belső tényező idézi elő.

Külső tényezők:

- az atmoszféra
- a savas, lúgos vagy semleges oldatok
- az egyéb vegyszerek hatása
- stimulátorok az oldatban

- a semleges sók koncentrációja
- a gázok
- a hőmérséklet
- a terhelés
- a sugárzás hatása
- a jellegzetes mozgásformák
- a kóboráram
- a szolvatációs hatás
- a különböző fémekkel való érintkezés
- a nem fémes szerkezetekkel való érintkezés
- a nem fémes szerkezetekkel létrejövő kapcsolat
- a korróziós hatású mikroorganizmusok

Belső tényezők:

- az anyag minősége, jellege és szerkezete
- felületi állapota
- az anyag kifáradási határa és ütmunkája
- a belső feszültségek és deformációk
- az anyag táptalaj jellege

A korróziós folyamatokat a támadó közeg és a környezet szerint sokféleképpen csoportosíthatjuk. A mezőgazdaságban a korróziós folyamatok gyakoriságának és károsító hatásának nagysága alapján a következőképpen csoportosíthatjuk:

- korrózió atmoszferikus környezetben
- korrózió oldatokban
- talajkorrózió

A gépek leggyakoribb anyaga a fém. Minden fém korrodál. Nincs olyan fém, amely minden közegnek ellenáll. Éppen ezért abszolút rozsdamentes acélok sincsenek, legfeljebb olyan anyagok állíthatók elő, amelyek jellemzője, hogy környezetükben a tervezett élettartalmuk végső határát mindennemű védelmi intézkedés nélkül úgy érik el, hogy méretük fizikai és kémiai tulajdonságuk számottevően nem romlik.

3.4. A kenőanyagok bemutatása

A következőkben a kenőanyagokat mutatom be. A kenőanyagok a rakodógépek karbantartásának egyik alappillérei.[1]

A kenőanyagok kiválasztása:

A kenőanyagok helyes kiválasztása és nagyrészt a kenési előírások betartásán múlik, hogy a gépi berendezést mennyi ideig lehet üzemben tartani javítás nélkül. A gép élettartalma, használhatósága is lényegében ettől függ.

A kenőanyagok és felhasználásuk:

- Motorolajok: A belső égésű motorok hengereinek, dugattyúinak, csapágainak kenésére és hűtésére használt olajokat motorolajnak nevezzük.
- Hajtóműolajok: Azokat az olajokat, amelyeket a járművek sebességváltójához, differenciálművekhez és egyéb hajtóművekhez használnak, hajtóműolajoknak nevezzük.
- Hidraulikaolajok: A hidraulikaolajokkal a hidraulikus berendezésekben nyomóerőt, illetve teljesítményt viszünk át, mozgásokat vezérlünk és szabályozunk.

Kenőzsírok:

A zsírok abban különböznek a kenőolajoktól, hogy míg a kenőolajok szobahőmérsékleten folyékonyak, a konzisztens kenőanyagok vaj-szerűek, részlegesen alakállandók. A gyártásukat és felhasználásukat az teszi különlegessé, hogy vannak olyan kenési helyek, ahol a kenést kenőolajokkal nem lehet műszakilag helyesen és gazdaságosan megoldani. Különösen ott van jelentőségük, ahol nemcsak kenési feladatokat kell ellátni, hanem a kenési helyeket meg kell védeni a mechanikai szennyeződésektől és víztől vagy korrózió elleni védőfeladatokat is el kell látni.

A kenőolajok legfontosabb jellemzői: [20, 5]

- Viszkózitás: A viszkózitás a folyadékok belső súrlódásának mértéke. A súrlódás mindig energiavesztést okoz, mégsem csökkenthetjük minden határon túl.
- Hideg-tulajdonságok: Folyáspont, dermedéspont és a lobbanáspont. A kenőolajok folyáspontja, az a hőmérséklet, amelyre a vizsgálat előírt körülményei között lehűtve és 3 °C-

onként megmozdítva, a minta még éppen folyik. Ahhoz a hőmérséklethez – a dermedésponthoz – amelyen már éppen nem folyik a minta, 3°C-t kell hozzáadni. A vizsgálandó mintát szabványos készülékbe helyezzük és folyamatos hűtés mellett megállapítjuk azt a legalacsonyabb hőmérsékletet, amelyen az adott anyag még folyékony. Lobbanáspont az a hőmérséklet, melyre a mintát előírt körülmények között melegítve, abból annyi gőz keletkezik levegővel keveredve, hogy gyújtó láng közelítésére lángra lobban, de nem ég folyamatosan (ez utóbbi a gyulladáspont). Meghatározása történhet zárt tégelyben – PenskyMartens, vagy nyitott tégelyben – Cleveland, Marcusson módszer. A lobbanáspont a tűzveszélyességi besorolás alapja, továbbá alkalmas a könnyű komponensek tartalmának meghatározására.

- Párolgási hajlam: Az illékonyság a kenőolajok használat közbeni minőségi változásával együtt járó mennyiségi változását okozó kedvezőtlen tulajdonság. Jelzi, hogy az előírt körülmények között a termék hányad része párolgott el veszteségként. Elterjedt módszere a NOACK párolgási hajlam vizsgálat.

- Stabilitás: Kémiai stabilitáson elsősorban a külső hatásokkal – agresszív közegekkel, motorolajok esetében a kipufogógázokkal – szemben tanúsított ellenállást értjük. A kémiai stabilitást erősen rontja, ha a kenőanyagban jelentős mértékben találhatók telítetlen szénhidrogének.

- Teljes bázisszám: A savközömbösítő képesség mértéke, kifejezi, hogy egy gramm kenőolaj hány milligramm kálium-hidroxiddal egyenértékű bázikus tartálékkal rendelkezik. A mértékegysége tehát mgKOH/g. A savközömbösítő képességet adalékok biztosítják. A bázisszám a használat során csökken. A vizsgálata potenciometriás titrálással történik. A titráláshoz használt közeg általában jégecetes perklórsav.

- Teljes savszám: A kenőolajok általában rendelkeznek kismértékű kezdeti savassággal, amely a használat során növekedik. A savszám nagysága a kenőolaj elhasználódásának mértékére utal. A savszám emelkedésével növekedik a korrózió veszélye. A savszám mértékegysége szintén mgKOH/g.

- A motorolajok szulfáthamu-tartalma: A kenőanyagok többsége fémtartalmú adalékokat tartalmaz, amelyek égéstermékei szilárd anyagok. Ezek mellett előfordulhatnak a kenőanyagokban olyan szennyezők, amelyek nem éghetőek, vagy szintén szilárd égéstermékeket képeznek.

- Habzási hajlam: A kenőanyagok habzása nemkívánatos jelenség. Meghatározott körülmények között egyrészt meg kell határozni a hab mennyiségét, ml-ben kifejezve, másrészt a hab stabilitását, meghatározott idő eltelte után adott hőmérsékleten.

- Vízről való elválási hajlam: A kenőolajokba jutó víz káros hatásokat fejt ki, emiatt előnyös, ha az olaj gyorsan elválik a víztől. A víztől való elválási hajlam erősen függ a kenőolaj adalékolásától. Erős diszpergens adalékolású kenőolajok – pl. a motorolajok – nehezen, vagy egyáltalán nem válnak el a víztől. A víztől való elválási hajlam vizsgálatára szabványos eljárások léteznek. Vizsgálják az elválás gyorsaságát, és – ha van – a stabil emulziós fázis arányát.

- Levegőtől való elválási hajlam: A kenőolajokba bekerülő levegőbuborékok, vagy az oldott levegő buborékok formájában történő kiválása meghibásodásokhoz vezethet. A kenőfilm teherviselő képessége leromlik, a komprimált buborékok az ún. dízel-effektus révén termikusan károsítják az olajat.

Fentiek közül a vizsgált géppark esetében fontos szerepet játszik az elsőként megemlített viszkozitás, mivel a gépek konstrukciójának és üzemi jellemzőinek, valamint a kenőanyag viszkozitásának minden esetben összhangban kell lenni.

3.5. Karbantartási stratégiák

A karbantartási stratégiák ismerete és alkalmazása kulcsszerepet játszik a vállalat működésében. A karbantartási stratégián a karbantartás célrendszerét, és a célrendszer hosszú távú, gazdaságos kielégítésének módját értjük. [16]

A karbantartási alaptaktikái

A régi szemlélet szerint három karbantartási alaptaktika létezik:

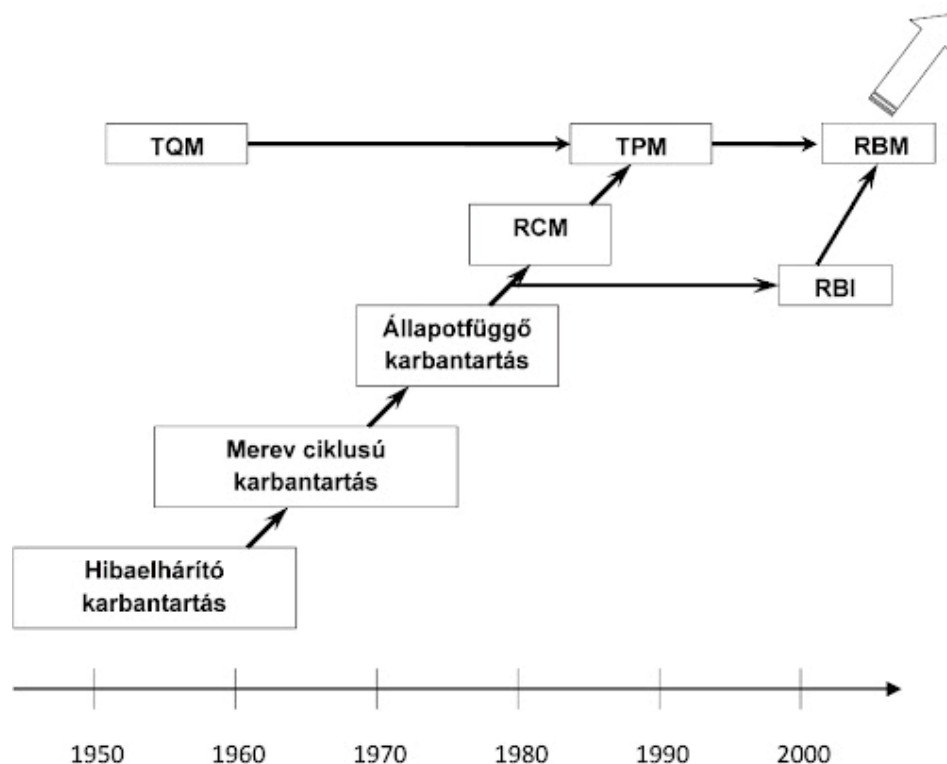
- javítás (szükség szerinti)
- megelőzés (preventív feladatok)
- előrejelzés (prediktív feladatok)

Ezek mellett az új szemlélet már kiemeli a negyedik elem, a hibakeresés fontosságát is.

Azokat a feladatokat, amelyek a működőképesség ellenőrzésére irányulnak, „funkcionális ellenőrzésnek” vagy „hibakeresési feladatnak” nevezzük. A hibakeresési munkát a rejtett vagy felderítetlen hibák esetén alkalmazzuk, illetve azokra a hibákra, amelyek a védelmi

eszközökhöz kapcsolódnak. Egy korszerű, összetett ipari rendszer esetén a hibamódoknak akár 40%-a is ebbe a kategóriába esik. [15]

A 8. ábrán (amely nagyon leegyszerűsíti a jelenséget) jól megfigyelhető a karbantartási stratégiák fejlődése. Alig hatvan év alatt eljutottunk az egyszerű hibaelhárító karbantartástól a fejlett műszaki háttérrel rendelkező sokkal hatékonyabb és eredményesebb T és R típusú karbantartási stratégiákig. Az ábrán feltüntetettnél sokkal többféle karbantartási stratégia alakult ki, és sokkal összetettebb ezek fejlődésének egymásra hatása.



8. ábra: Karbantartási stratégiák fejlődése [15]

Az alábbiakban a karbantartási stratégia fajtáit csoportosítjuk. [15]

Az alábbi karbantartási stratégiák fejlődtek ki és tökéletesednek napjainkban is:

1. hibaelhárító gépfenntartás, vagy meghibásodásig üzemelés,
2. tervszerű megelőző karbantartás, vagy merev ciklusú üzemfenntartás,
3. üzemidő alapú, vagy elvégzett munka szerinti gépfenntartás,
4. állapotfüggő-, vagy prediktív karbantartás,

5. tudás alapú karbantartás,
6. megbízhatóság központú karbantartás (Reliability Centred Maintenance, RCM),
7. teljes körű, hatékony karbantartás (Total Productive Maintenance, TPM),
8. kockázat alapú karbantartás (Risk Based Maintenance, RBM).

4. Probléma bemutatása

Vállalatunk növénytermesztési központjában, Szomor-Somodorpusztán, a gépüzemeltetési feladatoknál több olyan mechanikai és tribológiai eredetű problémát is érzékelek, amelyek megoldásra várnak.

- A gépforgalmazó által előírt szerviz periódusokat nem minden esetben tartják be, ennek felelősének helyettesítése nem megoldott.
- Nincs felelőse a karbantartási folyamatok ellenőrzésének, pedig szükséges ellenőrizni a gépek kötelező karbantartásainak elvégzését.
- A rakodógépeken visszatérő probléma a gémcsapok és a csúszó betétek kopása. A rakodógépek gémcsapjain jellemző az abráziós és adhéziós kopás, ezt orvosolni kell.
- A rakodógépen a forgalmazó által már korábban kiépítésre került zsírzó rendszerek felújítása és üzemképessé tétele nem megoldott.
- A karbantartási folyamatok és a kenőanyag felhasználás nincs dokumentálva sem a vállalatirányítási rendszerben, sem a gépkönyvben.
- A kenőanyag tárolás szintén nincs dokumentálva.

A fenti felsorolásban leírtak szerint a rakodógépek rendszeres gépgyártó által előírt karbantartási periódusait nem tartották be. Emiatt súlyos kopások jelentek meg a rakodógépen, főleg a gémcsapokon, melyeket a 9. ábra szemléltet.



9. ábra: JCB 418 rakodógép gémcsapok kopása (adhéziós hegedési nyomok és abráziós karcok)

A gémcsapoknál jól látható, hogy 100 MPa nyomást meghaladó kopás jött létre a felületeken.

A csúszási helyek szélén abrázio, középen pedig adhéziós hegedési nyomok láthatóak.

A gémen több helyen repedések keletkeztek, melyet a 10. ábra szemléltet.



10. ábra: Repedések a JCB 418S rakodógép gémjén

A csapoknál megsérültek a rugós tömítőgyűrűk, így a por akadálytalanul bejutott, amelyek a 11. ábrán láthatóak.



11. ábra: Rugós tömítőgyűrű sérülése JCB 418S rakodógépen

A Manitou 845 rakodógépen a nem megfelelően tisztított és karbantartott gémen összegyűlnek a szennyeződések és ezek koptatják a csúszó betéteket, amely a 12. ábrán látható. A csúszó betéteket gyakrabban kell cserélni és ez plusz többlet kiadást okoz.



12. ábra: Szennyezett gép a Manitou 845 rakodógépen

5. A probléma megoldása

A problémák megoldáshoz többféle erőforrást is igénybe kellett venni.

- A gépforgalmazó által előírt szerviz periódusokat minden esetben betartjuk, mert ennek elmaradása a gépek üzembiztonságát veszélyezteti. Ennek felelősenek helyettesítését szabadságolás vagy más ok miatti távollét esetére megoldottuk. (Ld. 5.1.)
- A gépeken elvégezzük a kötelező karbantartásokat. Konkrét, kinevezett felelőse lett a karbantartási folyamatok ellenőrzésének: 1 fő felelős személyt, munkatársat külön erre a feladatra vettünk fel, aki a szükséges karbantartásokat személyesen felügyeli és adminisztrálja. (Ld. 5.1.)
- A rakodógépeken visszatérő probléma volt a gémcsapok kopása. A rakodógépek gémcsapjain jellemző az adhéziós és abráziós kopás, melyet megfelelő, folyamatos kenéssel megelőzünk, valamint a gémcsapokat gyári állapotba visszaállítása is megtörtént. A rakodógép csúszó betét kopását a kenőanyag használatával megelőzzük. (Ld. 5.3.)
- A rakodógépen a forgalmazó által már korábban kiépítésre került zsírzó rendszerek felújítása és üzemképessé tételét megoldottuk, mely hozzájárul az üzembiztonságosság jobbá tételéhez. (Ld. 5.3.)
- A karbantartási folyamatokat és a kenőanyag felhasználást dokumentáljuk a vállalatirányítási rendszerben és a gépkönyvben is, így annak dokumentálását megfelelő és rendszeres adminisztrációval követhetővé tettük. (Ld. 5.1.)
- A kenőanyag tárolás pontosan dokumentálva átláthatóvá vált. (Ld. 5.2.)

Fentieket részletezve a vállalatnál bevezetésre került a prediktív gépkarbantartás és szerviz abból a célból, hogy megelőzzük a már bemutatott problémák kialakulását és javítsuk az üzembiztonságot.

5.1. Karbantartási stratégia kialakítása

A gépkezelőkkel közösen kialakításra került egy ellenőrzési és karbantartási lista, amely leírja az elvégzendő feladatokat. A listát az 1. mellékletben található 1-3. táblázat tartalmazza, amelyek közül az 1. táblázat az indítás előtti, hideg motornál végzendő ellenőrzéseket, szervizelési pontokat adja meg, valamint szintén az 1. mellékletben található 2. táblázat, amely

a működés ellenőrzését, utolsó szemrevételezését szabályozza. Az előző kettő táblázat a JCB-re vonatkozik, a 3. táblázat pedig a Manitou rakodógépre, amely a karbantartási tervet foglalja össze.

Nagyon szigorúan betartjuk a szervizperiódusokat a megadott kenőanyagok használatával. A JCB 418S rakodógéphez használt kenőanyagok, szervizperiódusokat az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat: JCB 418S rakodógéphez használt kenőanyagok, szervizperiódusok [17]

	Motorolaj	Hidraulika olaj	Hajtóműolaj	Váltóolaj
500 üzemóra	JCB Engine Oil 5W30			
1000 üzemóra	JCB Engine Oil 5W30		JCB GEAR HP OIL	JCB Transmission Fluid SAE 30
1500 üzemóra	JCB Engine Oil 5W30			
2000 üzemóra	JCB Engine Oil 5W30	JCB Optimum Performance 46	JCB GEAR HP OIL	JCB Transmission Fluid SAE 30

A géphez tartozó szűrők a 2. táblázatban szerepelnek.

2. táblázat: JCB 418S rakodógéphez használt szűrők [17]

Szűrő felhasználási területe	Szűrő mikronérték
Motorolaj szűrő	21 µm
Üzemanyagszűrő	20 µm
Üzemanyagszűrő	24 µm
Hidraulika szűrő	32 µm

A Manitou 845 rakodógéphez használt kenőanyagok és szervizperiódusokat a 3. táblázat szemlélteti.

3. táblázat: Manitou 845 rakodógéphez használt kenőanyagok, szervizperiódusok [22]

	<i>Motorolaj</i>	<i>Hidraulika olaj</i>	<i>Hajtóműolaj</i>	<i>Váltóolaj</i>
250 üzemóra	Manitou AIP CH4 10W40			
500 üzemóra	Manitou AIP CH4 10W40		Manitou SAE 80W90	
750 üzemóra	Manitou AIP CH4 10W40			
1000 üzemóra	Manitou AIP CH4 10W40	Manitou hidraulika VG 46	Manitou SAE 80W90	Manitou Transmission Oil

A prediktív gépkarbantartás és szerviz bevezetéséhez a következő feltételeket teljesítettük:

JCB livelink - Flottakövető rendszer (13. ábra) előfizetése, melynek az alábbi előnyei vannak:

- GSM kapcsolat kiépítése jelenleg 4G hálózaton keresztül
- Az erőgép működési paramétereit közvetíti a gyártó szervere felé
- Pontos hely és idő információ a paramétereken kívül
- Az üzemeltető pontos képet kap a flotta helyzetéről és állapotáról, segíti a munkaszervezést
- Elérhető laptopon, okostelefonon, táblagépen
- Távdiagnosztika lehetőségei:
Hibakódok rögzítése, csoportosítása;
A kód megjelenése előtt és közben jelen levő működési paraméterek;
A kezelő által használt beállítások;
Kötelező karbantartásokról értesítések.



13. ábra: JCB livelink - Flottakövető rendszer [13]

5.2. Kenéstechnikai folyamat fejlesztése

A kenőanyag konszolidáció célkitűzései:

- sokféle egyedi kenőanyag számának kezelhető szintre csökkentése
- költségmegtakarítási lehetőség
- csökken a téves kenőanyag felhasználás lehetősége
- egyszerűsíthető a beszerzés
- csökkenthető a költségszint
- raktározás és kezelés egyszerűsödik

A kenőanyag tárolással (14. ábra) kapcsolatosan az alábbi célkitűzéseket sikerült megvalósítani:

- a raktárban kizárólag kenőanyag tárolása történik, a tisztasági követelmények biztosítása érdekében
- a hordók, göngyölegek áttekinthető módon lettek elrendezve
- a helység kontrolált hőmérsékletű, fűtött, jól szellőző
- tárolók alatt kármentők lettek elhelyezve

Hosszabb távú célkitűzés a kenőanyag felhasználással kapcsolatosan a 15. ábra szerinti kenésgazdálkodási folyamat bevezetése a vállalatnál.

Kenésgazdálkodás



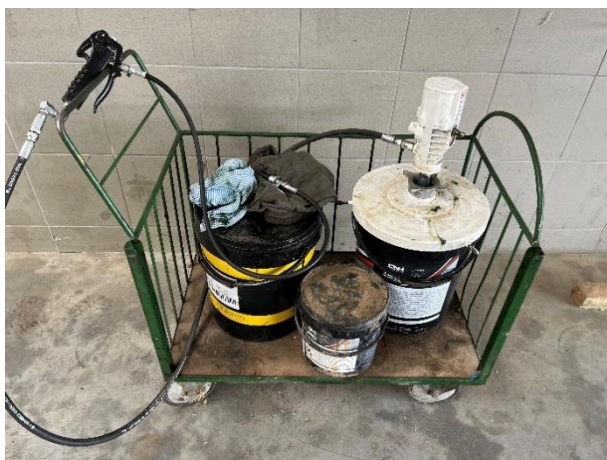
A kenőanyagok elosztása a következő:

Kenőolajok:

- A zárt, dedikált elosztó tartályok egyedi szivattyúval, levegő- és olajsűrővel rendelkeznek.
- A kenőolajok átfejtése zárt rendszerben mennyiségmérő segítségével történik.
- A kis mennyiségek esetében színekódos csőrös kannák használatát tettük kötelezővé.

Kenőzsírok:

- A szükséges feltöltési- és után kenési mennyiségek és intervallumok pontosan meg lettek határozva, ezek az adatok minden gép gépnaplójában rögzítésre kerültek.
- A zsírzás pneumatikus zsírzó pumpa segítségével történik (16. ábra).
- A nehezen megközelíthető helyeken automata zsírzó berendezés biztosítja a megfelelő kenést (17. ábra).
- Több zsírzási pont megfelelő kenése központi kenőrendszerrel biztosított.



16. ábra: Pneumatikus zsírzó rendszer



17. ábra: Központi zsírzó berendezés

5.3. Állapotjavító intézkedések

A rakodógépek műszaki állapotának javítását célzó intézkedések a következők:

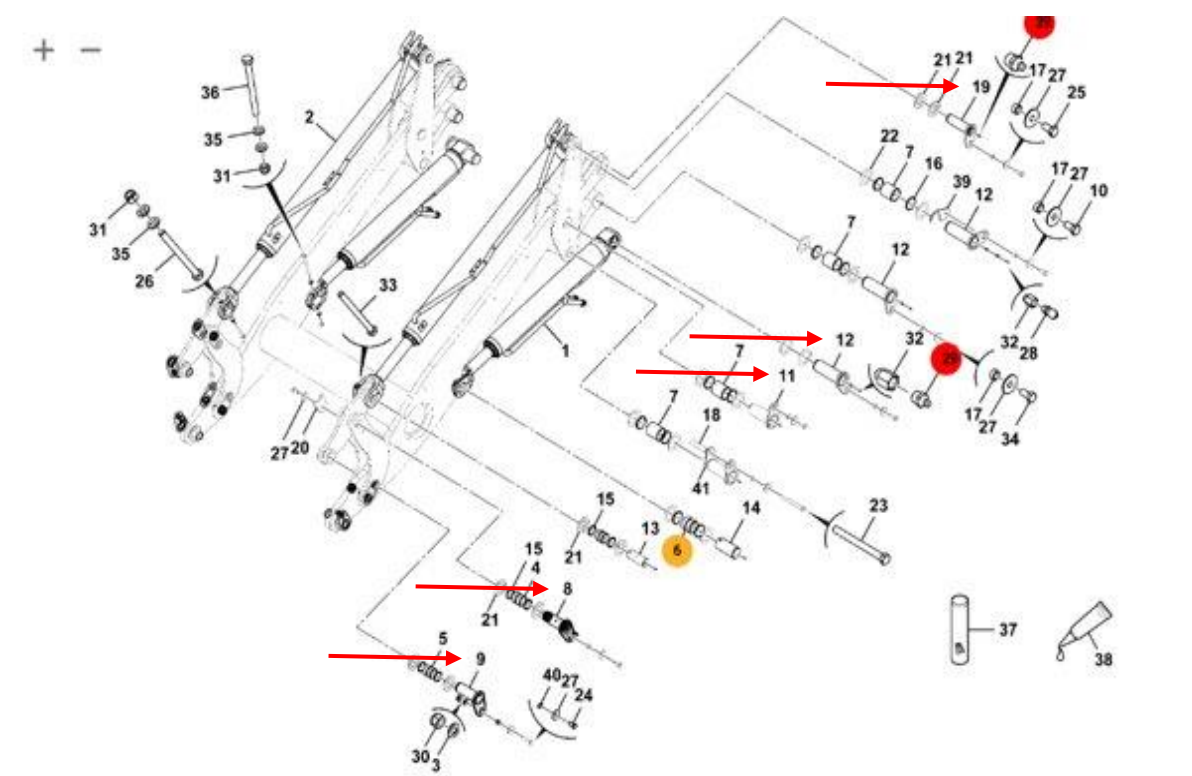
1. Gémcsapok gyári állapotának visszaállítása
2. Korrózióvédelem
3. Központi zsírzó rendszer helyreállítása

4. Manitou 845 rakodógép csúszó betétek kopásának megelőzése

5.3.1. Gémcsapok gyári állapotának visszaállítása

A rakodógép gémjének szétszerelése után megállapításra került, hogy a gémcsapok többségén jelentős mértékű adhéziós és abrázíós kopás figyelhető meg.

A kopások helye és mértéke a 18. ábrán a piros nyilakkal és a 4. táblázatban a kopások nagyságának megadásával kerül bemutatásra.



18. ábra: JCB 418S gép robbantott ábráján a kopások helyei [17]

4. táblázat: Csap kopások mértéke mm-ben

Csap sorszáma	Kopás mértéke
8-as csap	12 mm
9-es csap	21 mm
11-es csap	11 mm

12-es alsó csap	24 mm
12-es középső csap	19 mm
12-es felső csap	18 mm
19-es csap	32 mm

A kopás érintette a perselyeket is ezért a választott javítási forma a vonalfűrés lett, melynek technológiája a 19. ábrán látható.



19. ábra: Vonalfűrés a JCB 418S rakodógépen

A vonalfűrés lényege: [19] A mezőgazdaságban használatos gépeknél elterjedt kötési forma, egymáshoz képest elforgó elemeknél, a csapolás. Ahhoz, hogy az elemek ne sérüljenek, a csapokat perselyezni kell, így az esetleges kopás csak itt jelentkezik. Az idő előrehaladtával, a leggondosabb karbantartás mellett is előfordul, hogy a csap és a persely olyan mértékben

károsodik, hogy csak cserével már nem lehet visszaállítani az eredeti állapotot, mert már a csapolt elem is sérült. Ilyenkor a legáltalánosabb javítási forma, amikor a furatot kézzel felhegesztik és visszaköszörülük, esetleg túl méretes perselyt építenek be.

5.3.2. Korrózióvédelem

A gépek egyik fontos munkája a szerves trágya rakodása. Ezért a korrózió megelőzése érdekében minden szezon előtt egy alapos alvázmosást követően korróziógátló viasszal fújjuk le a gépet.

Az alkalmazott viasz egy hosszú távú, nagyteljesítményű (viaszos) bel- és kültéri korróziógátló bevonat, amelynek termékképe a 20. ábrán látható. Kiváló minőségű, kül- és zárt térben egyaránt hatékonyan alkalmazható, hosszú távú korróziógátló bevonat mindenféle fémfelületre. A fehér színű, száraz, viaszos védőréteg hatékonyan áll ellen a nedvességnek és párának, valamint az egyéb korrozív környezeti hatásoknak. Kiválóan alkalmas mezőgazdasági gépek, berendezések, járművel „télielésítésére”, fém alkatrészek, munkadarabok, stb. kültéri tárolására.



20. ábra: Würth kültéri korróziógátló viasz 5l

A Würth korróziógátló folyadék komponensei a műszaki adatlapja szerint:

I) Kémiai név: Szénhidrogének, C9-C12, n-alkánok, izoalkánok, ciklikus, aromás (2-25%)

Besorolás Koncentráció (% w/w): $\geq 70 - < 90$

II) Kémiai név: (Z)-N-Metil-N-(1-oxo-9-oktadecenil)glicin

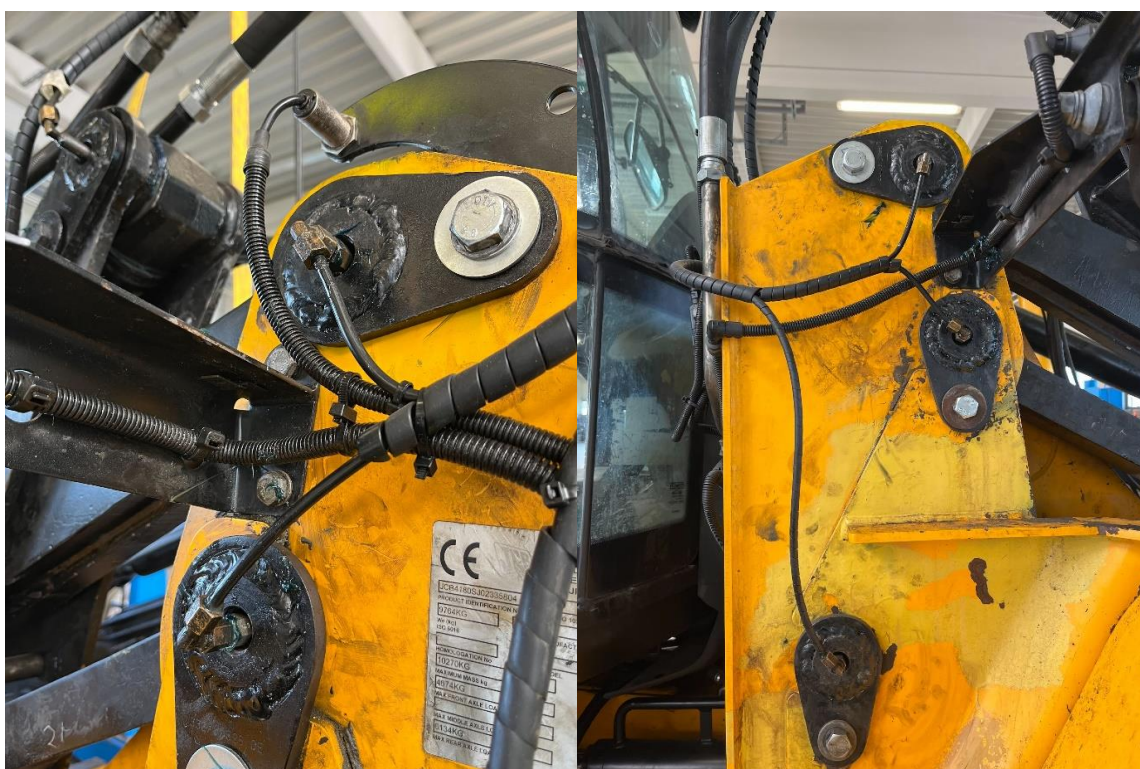
Besorolás Koncentráció (% w/w): $\geq 0,1 - < 0,25$

III) Kémiai név: 1H-imidazol-1-etanol, 4,5-dihidro-, 2-nortalloil-alkil-származékok

Besorolás Koncentráció (% w/w): $\geq 0,1 - < 0,25$

5.3.3. Központi zsírzó rendszer helyreállítása

A Twin típusú zsírzó berendezés elszakadt zsírzó tömlőinek cseréjét elvégeztük (21. a) b) ábra), valamint a központi kenőrendszerbe bekötött gémcsapok csatlakozói is cserélve lettek, így minden feltétel adott, hogy a kenőzsír a megfelelő helyre jusson.



21. a) b) ábra: JCB 418S helyreállított zsírzó tömlő bekötései

5.3.4. Manitou 845 rakodógép csúszó betétek kopásának megelőzése

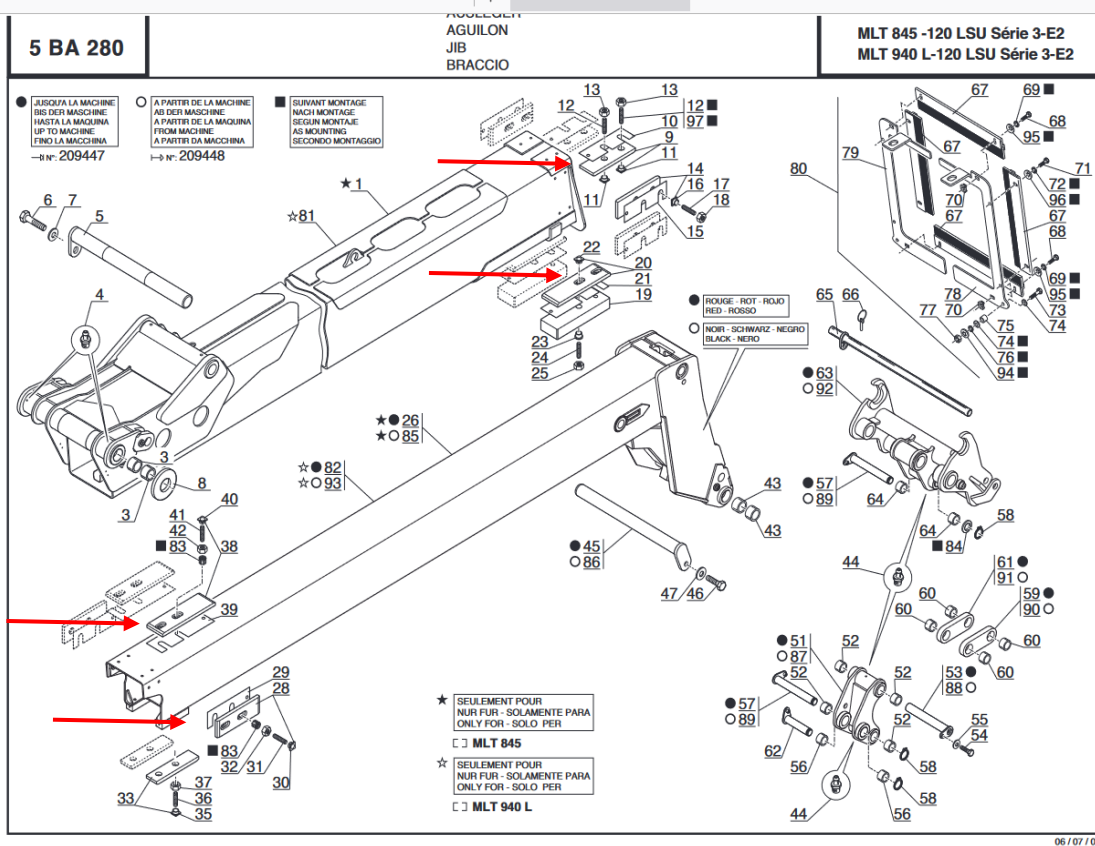
A rakodógép gémtokjában elhelyezkedő betétek feladata a vezetni a gémet a gémtokban, továbbá csúszó betétként (22. ábra) is szolgálnak a fém felületek érintkezési helyein.



22. ábra: Manitou 845 rakodógép csúszó betéte [22]

A csúszó betét elhelyezkedését a gémen a következő, 23. ábrán láthatjuk piros nyíllal jelölve.

izesen: 976



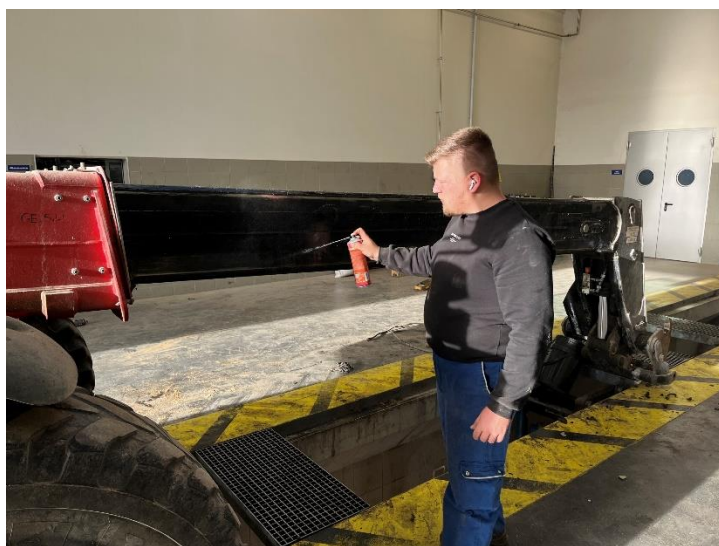
23. ábra: Manitou 845 rakodógép csúszó betétek elhelyezkedése robbantott ábrán [22]

A csúszó betétek karbantartási periódusa 250 üzemóra. Ilyenkor a gép teljes kitolása után tisztítás következik, majd a gép mind a négy oldalára egyenletesen felvisszük a kenőanyagot.

Erre a célra kiválasztott kenőanyag a Berner által forgalmazott Nagyteljesítményű kenőspray.

Amely magas polimertartalmú, szintetikus, tartós kenőanyag kopásgátló (AW) adalékokat tartalmaz. Alkalmazható bármely fém felületen. Rugalmas, légáteresztő, időjárásálló felületet képez. A felület felhelyezés után száraz érintésű, és nem vonzza a szemcséket vagy a piszkot. Ajánlott teleszkópos gémekhez.

A következő, 24. a) b) ábrán a karbantartás folyamata és a felhasznált kenőanyag látható.



24. a) b) ábra: Manitou 845 rakodógép letisztított gémmel [22] és a felhasznált Berner Nagyteljesítményű kenőanyag 400ml aerosol

A kenőanyag a következő összetételű a műszaki adatlapja szerint:

- I) Anyag megnevezése, Súly -%: Pentán, 25-50
- II) Anyag megnevezése, Súly -%: Bután (< 0,1 % butadién (203-450-8) tartalommal), 10-25
- III) Anyag megnevezése, Súly -%: Propán, 10-25
- VI) Anyag megnevezése, Súly -%: Szénhidrogének, C6, izoalkánok, <5% n-hexán, 2,5-10
- V) Anyag megnevezése, Súly -%: Izobután (< 0,1 % butadién (203-450-8) tartalommal), 1-2,5

6. Gazdasági számítás

A JCB 418S típusú törzscsuklós rakodógép gémfelújításának költségei az 5. táblázatban kerülnek bemutatásra:

5. táblázat: Gémfelújítás költségei

<i>Felújítás megnevezés</i>	<i>Alkatrész költség nettó Ft</i>	<i>Munkadíj nettó Ft</i>
Csapok, perselyek	1.362.472,-	2.315.669,-
Zsírzo tömlők, csatlakozók	179.706,-	-,
Felújítás nettó összesen:	3.857.847,-	

A felújítás összege tehát alkatrészekkel és munkadíjjal együtt nettó 3.857.847,- Ft volt.

Mivel a rakodógép 2000 üzemórát üzemelt az előző gémfelújítás óta, ezért ennek megfelelően számoltam ki a szükséges kenőanyag mennyiségét a 6. táblázat szerint, amellyel megelőzhető lett volna az újabb gémfelújítás.

6. táblázat: Megtakarítás számítás (JCB 418S rakodógép)

<i>Költség megnevezés</i>	<i>Összeg nettó Ft</i>
Felújítás költsége	3.857.847,-
Kenőanyag	220.315,-
Megtakarítás nettó összesen:	3.637.532,-

Tehát a szükséges karbantartások elvégzése esetén a megtakarítás nettó 3.637.532,- Ft.

A Manitou 845 rakodógép csúszó betétek kopás miatti cseréjének költségei 2000 üzemórára számítva a 7. táblázatban kerülnek bemutatásra:

7. táblázat: Megtakarítás számítás (Manitou 845 rakodógép)

<i>Költség megnevezés</i>	<i>Összeg nettó Ft</i>
Csúszó betét csere költsége (össz. 16 betét)	228.000,-
Kenőanyag	19.040,-
Megtakarítás nettó összesen:	208.960,-

7. Összefoglalás

Szakedolgozatom témaválasztásának elsődleges szempontja, hogy a somodori telephelyen lévő rakodógépek üzemeltetési problémáit bemutassam, és azokra megoldást találjak.

Rávilágítottam, hogy a rakodógépek karbantartási ütemtervétől való eltérés milyen nagyságrendű plusz költséggel jár a cégnek, továbbá hogy a javítási költségeken túl jelentős munkaidő kieséssel is számolhatunk.

Munkám során a kezelőkkel és a szakszervizzel közösen kidolgoztunk egy karbantartási ütemtervet, melynek pontos betartása garancia lehet arra, hogy a gépek üzemeltetési költségei jelentősen csökkentek és javul az üzembiztonság.

Mikor ezzel elkészültünk a következő lépés volt a gépeken a gyári állapotú csapok, visszaállítása. Ezt vonalba fűréssal sikerült elérni a JCB 418-as rakodógépen.

A helyreállítás után kijelöltem egy felelős személyt, aki a gépek előírás szerint karbantartását a megfelelő időben elvégzi, továbbá az időközben kialakításra került olajraktárat üzemelteti.

Az olajraktárban nagy hangsúlyt fektetünk a különböző olajok pontos elkülönítésére, illetve arra, hogy minden olajtípusnak külön olajkiadagoló egysége legyen, ezáltal is csökkentve az olajkeveredés esélyét.

Szigorúbb és pontosabb adminisztrációs modell került bevezetése. Minden karbantartás és szerviz rögzítésre kerül az adott rakodógép gépkönyvébe és a vállalatirányítási rendszerbe.

A prediktív gépkarbantartás és szerviz bevezetése is elkezdődött, melynek fontos lépcsőfoka a JCB livelink - Flottakövető rendszer előfizetése, melynek az alábbi előnyei vannak:

- Az erőgép működési paramétereit közvetíti a gyártó szervere felé
- Pontos hely és idő információ a paramétereken kívül
- Az üzemeltető pontos képet kap a flotta helyzetéről és állapotáról, segíti a munkaszervezést

Reményeim szerint sikerült kialakítani egy olyan üzemeltetési rendszert, amely méltó a Gyermelyi vállalatcsoporthoz.

8. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Szalai Balázs
A Hallgató Neptun kódja: CXLMLP
A dolgozat címe: Rakodógépek karbantartásának
optimalizálása a Gyermelyi Zrt.-nél
A megjelenés éve: 2024.
A tanszék neve: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok 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.

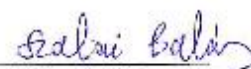
Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehelek.

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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2024. év november hó 04. nap

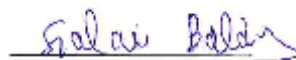

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Alulírott Szalai Balázs, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Kénéstechnológiai és tribo-diagnosztikai szakirányú továbbképzési 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 Szakdolgozatom 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: 2024. év november hó 04. nap


Hallgató

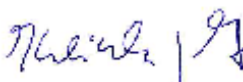
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Szalai Balázs (hallgató Neptun azonosítója: CX1MLP) 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 védelemre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2024. év november hó 04. nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő aláírandó.

² A megfelelő aláírandó.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Á. Csop és J. Vadona, Mezőgazdasági gépek kenéstechnikája, Budapest: Mezőgazdasági kiadó, 1971.
- [2] L. Falmann és G. Cs Nagy, Üzemfenntartás, Pécs: Pécsi Tudományegyetem, 2004.
- [3] I. Ráthy , L. Fazekas , J. Gavallér és P. Kugyela, Karbantartás és gépjavítás, Debrecen: Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 2015.
- [4] Z. Gaál és Z. Kovács , Megbízhatóság, karbantartás, Veszprém: Veszprémi Egyetemi Kiadó, 2000.
- [5] Z. Kecskés, Szerző, *Kenésgazdálkodás*. [Performance]. MOL Nyrt., 2024.
- [6] I. Valasek , Kenéstechnika és korrózióvédelem a mezőgazdaságban, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 1986.
- [7] I. Valasek és M. Törös , Tribológia, Budapest: Képzőművészeti Kiadó Kft, 2007.
- [8] P. Tamási, „www.axial.hu,” Október 2017. [Online]. Available: <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/manitou-rakodogepek-karbantartasa-2-resz>.
- [9] P. Tamási, „www.axial.hu,” Szeptember 2017. [Online]. Available: <https://www.axial.hu/cikkek/hirek/rakodogepek-karbantartasa-1-resz>.
- [10] T. Tapazdi, „www.nak.hu,” 07. Február 2022. [Online]. Available: <https://www.nak.hu/kiadvanyok/digitalis-agrarakademia-2019/20-prediktiv-gep-karbantartas-es-szervizeles/3210-20-prediktiv-gep-karbantartas-es-szervizeles>.
- [11] B. Kiss, „www.agraragazat.hu,” 5 December 2023. [Online]. Available: <https://agraragazat.hu/hir/agrar-rakodogepek-karbantartasa-uzemeltetes-mezogazdasag/>.

- [12] KITE-Tudástár, „www.kite.hu,” 30 Június 2021. [Online]. Available: <https://www.kite.hu/tudastar/fenntarthato-gepuzemeltetes-jcb-allattarto-telep-kiszolgalas/228>.
- [13] K. LIVELINK, „www.kite.hu,” 10 Július 2022. [Online]. Available: <https://www.kite.hu/tudastar/ime-5-ok-hogy-miert-szeretik-a-jcb-rakodo-tulajdonosok-a-livelink-et/306>.
- [14] Munkagépmonitor-„www.munkagepmonitor.hu,”[Online].Available: <http://www.munkagepmonitor.hu/h/53/kompaktrakodok-uzemelteteserol-altalanosan/>.
- [15] <http://www.delta3n.hu/hu/content/2-karbantartasi-strategiak-fejlolese>. [Online]. Available: <http://www.delta3n.hu/hu/content/2-karbantartasi-strategiak-fejlolese>.
- [16] G. Árva , F. Bognár, J. Erdei és J. Kövesi , „Kockázat és megbízhatóság a menedzsmentben,”
12. Október 2020. [Online]. Available:
https://www.researchgate.net/profile/Ferenc-Bognar/publication/346982891_Kockazat_es_megbizhatosag_a_menedzsmentben/links/60ae18a3299bf13438e90803/Kockazat-es-megbizhatosag-a-menedzsmentben.pdf?origin=scientificContributions.
- [17] J. Service, JCB Kezelői kézikönyv, JCB, 2019.
- [18] J. Menyhárt , L. Fazekas és K. Deák, „Gépészeti rendszerek károsodása,” 2018. [Online].
- [19] G. Koszorús, „Alkatrész előrendelési akció 2023-2024,”
” *Alkatrész előrendelési akció*, p. 10, 2023.
- [20] K. Lajos, Szerző, *A kenőanyagok legfontosabb jellemzői és összetételük*. [Performance]. MOL, 2023.
- [21] Z. Keresztes, Szerző, *Kuhn Crop Days 2023*. [Performance]. Gyermelyi Zrt, 2023.
- [22] „Manitou 845 Kezelési kézikönyv,” 2008. [Online].

10. Mellékletek jegyzéke

1. sz. melléklet:

Indítás előtti, hideg motornál végzendő ellenőrzések, szervizelési pontok az 1. táblázat szerint alkalmazandók, ahol a jelölések magyarázata: [17]

○ = gépkezelő hajthatja végre, □ = szakszerviz végezheti el.

A táblázat fejlécében az üzemórák találhatók 10, 50, 100, 500, 1000 és 2000 beosztásban.

1. táblázat: Indítás előtti, hideg motornál végzendő ellenőrzések, szervizelési pontok [17]

	Üzemeltetés	10	50	100(1)	500	1.000	2.000
Motor							
Olaj	Ellenőrzés (szint)	○	○	□	□	□	□
Olaj és szűrő	Csere(2)				□	□	□
Hűtőfolyadék	Csere						□
Hűtőfolyadék	Ellenőrzés (szint)	○	○	□	□	□	□
Hűtőfolyadék erőssége	Ellenőrzés (állapot)				□	□	□
Légszűrő(4)	Csere					□	□
Üzemanyagszűrő	Csere				□	□	□
Üzemanyag- ülepítő / Vízválasztó	Leeresztés	○	○	□	□	□	□
Hűtőventilátor(3, 5)	Ellenőrzés	○	○	□	□	□	□
Hűtő(3, 5)	Tisztítás / Ellenőrzés				□	□	□
Hűtősapka	Ellenőrzés				□	□	□
Tömlők és csövek(5)	Ellenőrzés	○	○	□	□	□	□
Kompresszor kivezető ága(6)	Ellenőrzés						□
Forgattyúház szellőzőeleme	Ellenőrzés	○	○	□	□	□	□
Forgattyúház szellőzőeleme(6)	Csere						□

Kipufogórendszer	Ellenőrzés	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Felső készlet(6, 12)	Ellenőrzés						
Hajtósíj(3, 13)	Ellenőrzés	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gumi rezgéscsillapító	Ellenőrzés						☐
Erőátvitel és tengelyek							
Váltóolaj	Ellenőrzés (szint)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Differenciálmű olaja	Ellenőrzés (szint)			☐	☐	☐	☐
Differenciálmű olaja(7)	Csere				☐	☐	☐
Kerékagyolaj	Ellenőrzés (szint)			☐	☐	☐	☐
Kerékagyolaj	Csere				☐	☐	☐
Tengely szellőzőnyílásai	Tisztítás				☐	☐	☐
Abronsnyomás	Ellenőrzés (állapot)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kerékanya nyomatéka	Ellenőrzés	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tengelyrögzítők biztonsága	Ellenőrzés			☐	☐	☐	☐
Kardántengely biztonsága	Ellenőrzés			☐	☐	☐	☐
Kardántengely és kardáncsuklók (8)	Zsír			☐	☐	☐	☐
Sebességváltó-rögzítő biztonsága	Ellenőrzés			☐	☐	☐	☐
Sebességváltó-olaj és szűrő	Csere					☐	☐

	Uzemeltetés	10	50	100(1)	500	1.000	2.000
Hidraulika							
Olaj	Ellenőrzés (szint)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Olajszűrő	Csere			☐	☐	☐	☐
Olaj	Csere / Mintavétel						☐
Feltöltőcsonk-sapka	Csere						☐

Tartály szívóágának durvaszűrője	Tisztítás						☐
Tömlők, munkahengerek és csővezetékek	Ellenőrzés (sérülések és szivárgások)			☐	☐	☐	☐
Fékek							
Rögzítőfék	Ellenőrzés (működés)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Uzemi fék	Ellenőrzés (működés)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Elektromos rendszer							
Műszerfal	Ellenőrzés (működés)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Az akkumulátor elektrolitszintje (ha alkalmazható)	Ellenőrzés (szint)			☐	☐	☐	☐
Akkumulátor töltése	Ellenőrzés (állapot)			☐	☐	☐	☐
Akkumulátor-kivezetések	Ellenőrzés (állapot és feszesség)			☐	☐	☐	☐
Vezetékek – kopáshoz és elvezetéshez	Ellenőrzés			☐	☐	☐	☐
Karosszéria és vezetőfülke							
A gép általános állapota	Ellenőrzés (állapot)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sárvédőtükrök	Ellenőrzés (állapot és biztonság)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Automatikus kenési tartály (ha fel van szerelve)(9)	Ellenőrzés (szint)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Automatikus kenési tartály töltési szűrője (ha fel van szerelve)(9)	Ellenőrzés				☐	☐	☐
Forgócsapok(10)	Ellenőrzés			☐	☐	☐	☐
Kormány munkahengerek (10)	Ellenőrzés			☐	☐	☐	☐
Gyorsfüggesztő rögzítőcsapjai (10)	Ellenőrzés			☐	☐	☐	☐
Ablakmosó-folyadék	Utántöltés (szint)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vezetőfülke fűtőrendszerének levegőszűrői(11)	Tisztítás			☐	☐	☐	☐

Biztonsági öv	Ellenőrzés (állapot és biztonság)	○	○	□	□	□	□
Csuklópántok	Kenés				□	□	□
ROPS (Borulásvédelmi szerkezet)/FOPS (Leeső tárgyak ellen védő szerkezet) felépítmény	Ellenőrzés					□	□

	Üzemeltetés	10	50	100(1)	500	1.000	2.000
Emelőszerkezet							
Célnak való megfelelés ellenőrzése(6)	Teljeskörű				□	□	□

- (1) Az első 100 h szervizelést csak a JCB márkakereskedő végezheti el.
- (2) A kenőolaj és annak szűrési időköze a használt üzemanyag kéntartalmától, a kenőolaj típusától és a motor adataitól függ. Az olajeresztés időközét 20%-kal kell csökkenteni, ha API CJ-4 (20081-es Cummins® mérnöki szabvány) kenőolajat használ 0,05 és 0,5 közötti tömegszázalékos (500-5000 ppm) kéntartalommal rendelkező dízelüzemanyaggal.
- (3) Ellenőrizze a következő időközönként: 250 h.
- (4) A csere a légtisztító szűkítőelemétől függ. A másodlagos elemet az elsődleges elem minden második cseréjekor cserélje ki.
- (5) Amennyiben szükséges, cserélje ki ezeket.
- (6) Szakember által elvégzendő, lépjen kapcsolatba a helyi JCB-forgalmazóval.
- (7) Az első 500 h után, azt követően 1.000 h időközönként.
- (8) Szélsőséges körülmények között gyakoribb kenésre van szükség.
- (9) Töltsön hozzá szükség szerint.
- (10) Ha a géppel mostoha körülmények között dolgozik, a kenést 10 h időközönként végezze.
- (11) Ha a gépet poros környezetben használja, a tisztítást gyakrabban végezze.
- (12) 5000 óránként vagy négyévente.
- (13) Ellenőrizze a sérüléseket és a biztonságot. Amennyiben szükséges, cserélje ki ezeket.

A 2. táblázat a működés ellenőrzését, utolsó szemrevételezését mutatja be, ahol a jelölések magyarázata:

○ = gépkezelő hajthatja végre, □ = szakszerviz végezheti el.

A táblázat fejlécében az üzemórák találhatók 10, 50, 100, 500, 1000 és 2000 beosztásban.

2. táblázat: A működés ellenőrzése, utolsó szemrevételezés [17]

	Üzemeltetés	10	50	100	500	1.000	2.000
Motor							
Alapjárat fordulatszám	Ellenőrzés / beállítás			□		□	□
Legnagyobb terhelés nélküli fordulatszám	Ellenőrzés / beállítás			□		□	□
Gázadagoló rendszer és vezérlőbovden	Ellenőrzés / beállítás			□		□	□
Kipufogófüst (Túlzott)	Ellenőrzés			□		□	□
Kipufogórendszer biztonsága	Ellenőrzés			□	□	□	□
Légbeszívó rendszer biztonsága	Ellenőrzés			□	□	□	□
Forgattyúház szellőzője	Ellenőrzés			□			□
Erőátvitel, tengelyek és kormányzás							
Erőátviteli rendszer működése	Ellenőrzés	○	○	□	□	□	□
Előre/hátra/fokozattartomány működése	Ellenőrzés	○	○	□	□	□	□
Üresjárat indítás működése	Ellenőrzés	○	○	□	□	□	□
Kormányzás működése	Ellenőrzés	○	○	□	□	□	□
Hidraulika							
Az összes lehetőség működése	Ellenőrzés	○	○	□	□	□	□
Tömlőrepedés-védelmi szelepei (ha fel vannak szerelve)	Ellenőrzés			□		□	□
MRV szelep nyomása	Ellenőrzés/beállítás			□		□	□
ARV nyomás	Ellenőrzés			□		□	□
Kormánykör MRV nyomása	Ellenőrzés/beállítás			□		□	□

A 3. táblázat a Manitou 845 rakodógép karbantartási tervét szemlélteti.

3. táblázat: Manitou rakodógép karbantartási terve [22]

A = Beállítás C = Ellenőrzés D = Kalibrálás G = Zsírzás N = Tisztítás P = Leeresztés R = Csere V = Leengedés	Oldal	Az első 50 óra után	Naponta vagy 10 óránként	50 óránként	250/1250/2250 óránként	Évente vagy 500/1500/2500 óránként	Évente vagy 750/1750 óránként	2 évente vagy 2000 óránként	4000 óránként	Eseti
MOTOR										
Motorolaj szint	3-10		C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Hűtőfolyadék szint	3-10		C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Üzemanyag szint	3-10		C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Üzemanyag előszűrő	3-11		C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Ciklon előszűrő	3-11		N	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Száraz levegőszűrő betét	3-14			N	<<<	R	<<<	<<<	<<<	
Hűtőtömb	3-14			N	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Kondenzátor (opcionális klíma)	3-14			C/N	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Ventilátor ékszíj feszesség	3-20	A			C/A	<<<	<<<	<<<	<<<	
Generátor ékszíj feszesség	3-22	A			C/A	<<<	<<<	<<<	<<<	
Kompresszor ékszíj feszesség (opc. klíma)	3-21	A			C/A	<<<	<<<	<<<	<<<	
Motorolaj	3-24	V				V	<<<	<<<	<<<	
Motorolaj szűrő	3-24	R				R	<<<	<<<	<<<	
Üzemanyag előszűrő	3-25	R				R	<<<	<<<	<<<	
Üzemanyagszűrő	3-25	R				R	<<<	<<<	<<<	
Üzemanyagtartály	3-28						N	<<<	<<<	
Biztonsági száraz légszűrő betét	3-28						R	<<<	<<<	
Motor zajmentesítő blokk							C**	<<<	<<<	
Motor teljesítmény							C**	<<<	<<<	
Szelephézagok		C**					C**	<<<	<<<	
Hűtőfolyadék	3-32							V	<<<	
Hűtő								C**	<<<	
Vízpumpa és termosztát								C**	<<<	
Generátor és indítómotor								C**	<<<	
Turbó kompresszor								C**	<<<	
Üzemanyag rendszer	3-36									P
HAJTOMU										
Hajtómű olajszint	3-11		C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Tengelykapcsoló	3-15			G	<<<	<<<	<<<	<<<	G/C*	
Kúpfogaskerékház olajszint	3-21				C	<<<	<<<	<<<	<<<	
Hajtómű olajszűrő	3-26	R				R	<<<	<<<	<<<	
Hajtóműolaj	3-29	V					V	<<<	<<<	
Hajtómű olajteknő szűrő	3-29						N	<<<	<<<	
Kúpfogaskerékház olaj	3-29	V					V	<<<	<<<	
Zajmentesítő blokk							C**	<<<	<<<	
Hajtómű vezérlők							C**	<<<	<<<	
Hajtómű nyomás								C**	<<<	
Konverter nyomás								C**	<<<	
ABRONCSOK										
Abronsok nyomása	3-11		C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Kerékcsovarok meghúzási nyomatéka	3-14		C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Kerekek és abroncsok állapota							C**	<<<	<<<	
Kerékcseré	3-34									R
GEM										
Gémtalp	3-12		G*	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Gém	3-16				G	<<<	<<<	<<<	<<<	
Gémtalp kopása							C**	<<<	<<<	
Gémegység állapota								C**	<<<	
Csapágyak és kapcsológyűrűk								C**	<<<	
HIDRAULIKA										
Hidraulikaolaj szint	3-17			C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Visszatérő hidraulikaolaj szűrője	3-26	R				R	<<<	<<<	<<<	
Hidraulikaolaj	3-30						V	<<<	<<<	

Szívószűrő a hidraulikaolaj tartályon	3-30						N	<<<	<<<	
Szűrőfedél a hidraulikaolaj tartályhoz	3-30						R	<<<	<<<	
Elosztás vezérlő főszűrő	3-30						R	<<<	<<<	
Hidraulikus műveletek sebessége							C**	<<<	<<<	
Hidraulikus szivattyú csövek szűrője							N**	<<<	<<<	
Gumicsövek és flexibilis csövek							C**	<<<	<<<	
Munkahengerek állapota (szívárgás, üregek stb.)							C**	<<<	<<<	
Hidraulikanyomás							C**	<<<	<<<	
Hidraulikarendszer teljesítménye							C**	<<<	<<<	
Hidraulikaolaj tartály							N**	<<<	<<<	
FEK										
Fékolajszint	3-17			C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Fékolaj							V**	<<<	<<<	
Fékrendszer							P**	<<<	<<<	
Fékrendszer nyomása							C**	<<<	<<<	
Fék							A**	<<<	<<<	
Rögzítőfék kézi kioldása	3-34									xxx
KORMANYZAS										
Kormány							C**	<<<	<<<	
Kormánycsukló								C**	<<<	
VEZETŐFULKE										
Szélvédőmosó folyadék szintje	3-17			C	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Fülkeajtó	3-18			G	<<<	<<<	<<<	<<<	<<<	
Klíma szűrő (opcionális légkondicionáló)	3-18			N	R	<<<	<<<	<<<	<<<	
Biztonsági öv	3-31						C	<<<	<<<	
Visszapillantó tükrök állapota	3						C**	<<<	<<<	
Felépítmény	3						C**	<<<	<<<	
Légkondicionáló (opcionális)	3-33							N/C	<<<	
ELEKTROMOS RENDSZER										
Hosszstabilitás jelző eszköz							C**	<<<	<<<	
Vezetékek és kábelek állapota							C**	<<<	<<<	
Lámpák és jelzések							C**	<<<	<<<	
Figyelmeztető visszajelzők							C**	<<<	<<<	
Első fényszórók	3-34									A
ELSO HID										
Első végrehajtás csapjai	3-18			G	<<<	<<<	<<<	<<<	G/C*	
Első híd lengéscsillapítása	3-18			G	<<<	<<<	<<<	G/C*		
Első híd differenciálmű olajsint	3-22				C	<<<	<<<	<<<	<<<	
Első végrehajtások olajsintje	3-22				C	<<<	<<<	<<<	<<<	
Első híd differenciálmű olaj	3-27	V				V	<<<	<<<	<<<	
Első végrehajtás olaja	3-31	V					V	<<<	<<<	
Első féktárcsák kopása									C**	
Első végrehajtások csuklói									C**	
Első kerékszűkítések hézagja									C**	
HATSO HID										
Hátsó végrehajtás csapjai	3-18			G	<<<	<<<	<<<	<<<	G/C*	
Hátsó híd lengéscsillapítása	3-19			G	<<<	<<<	<<<	G/C*		
Hátsó híd differenciálmű olajsint	3-22				C	<<<	<<<	<<<	<<<	
Hátsó végrehajtások olajsintje	3-22				C	<<<	<<<	<<<	<<<	
Hátsó híd differenciálmű olaj	3-27	V				V	<<<	<<<	<<<	
Hátsó végrehajtás olaja	3-31	V					V	<<<	<<<	
Hátsó féktárcsák kopása									C**	
Hátsó végrehajtások csuklói									C**	
Hátsó kerékszűkítések hézagja									C**	
ALVAZ										
Hátsó végrehajtás csapjai	3-18			G	<<<	<<<	<<<	<<<	G/C*	
Hátsó híd lengéscsillapítása	3-19			G	<<<	<<<	<<<	G/C*		
Hátsó híd differenciálmű olajsint	3-22				C	<<<	<<<	<<<	<<<	
MUNKAESZKOZOK										
Villák kopása							C**	<<<	<<<	<<<
Munkaeszköz szállítás							C**	<<<	<<<	<<<
Munkaeszközök állapota							C**	<<<	<<<	<<<
RAKODOGEP										

Szent István Campus, Gödöllő
 Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
 Tel.: +36-28/522-000
 Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

Vontatása	3-35								xxx
Felemelése	3-35								xxx
Szállítása platón	3-36								xxx

(*) Az első 50
 órában 10
 óránként, azután
 250 óránként
 (**)
 Érdeklődjön
 forgalmazójánál